



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA
CÁTEDRA DE ENDODONCIA**

**ESTUDIO IN VIVO DE LA EFICACIA ANTIMICROBIANA DEL GLUCONATO
DE CLORHEXIDINA AL 2% E HIPOCLORITO DE SODIO AL 2,52% COMO
IRRIGANTES EN ENDODONCIA**

Alumnos:

**Ariel Mariani S.
Ricardo Ortega G.
Christian Valdés H.**

**Trabajo de investigación
Requisito para optar al título de
Cirujano – Dentista**

Profesor Guía:

Dra. Emma Fuenzalida N.

**Valparaíso-Chile
2001**

" A mi familia por su constante amor y apoyo durante todos los años de mi carrera "

Ricardo

" A mi abuela por su gran amor y abnegado esfuerzo en mi educación "

" A mis hermanos por darme la fuerza interior para lograr el sueño "

" A mi gran amigo Oscar por apoyarme siempre en los momentos difíciles "

Ariel

" A mis padres y a Pamela, porque siempre estuvieron conmigo aunque a veces no lo mereciera "

Christian

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a:

- ***Dra. Emma Fuenzalida***, por su incondicional ayuda y apoyo en todas las etapas de nuestro seminario de tesis.
- ***Sra. María Eugenia Valenzuela*** (Departamento de anaerobiosis, Instituto de Salud pública, Santiago, Chile), por su valiosa colaboración intelectual y material.
- ***Cátedra de endodoncia***, por habernos facilitado pacientes, espacio y tiempo clínico para realizar nuestra investigación.
- ***Dr. Sergio Insinilla y Sra. Inelia Bustamante*** (Departamento de microbiología, Escuela de Medicina, Universidad de Valparaíso, Chile), por sus aportes intelectuales, técnicos y materiales tan importantes para nuestro trabajo.
- ***Dr. Sergio Uribe***, por su aporte intelectual en el análisis de los datos.

ÍNDICE

Introducción.....	1
Marco Teórico.....	
Anatomía Endodóntica.....	2-3
Microbiología Endodóntica.....	4-5
Cultivo.....	6-7
Preparación Biomecánica.....	8
Irrigación.....	9-10
Características de una solución ideal.....	11
Hipoclorito de sodio.....	12
Reseña histórica.....	12
Mecanismo de acción.....	13
Características.....	14
Capacidad de disolución.....	14-15
Concentración y citotoxicidad.....	16
Eficacia antimicrobiana.....	17
Efecto de la temperatura	17
Tensión superficial.....	18
Clorhexidina.....	19
Reseña histórica.....	19
Estructura química.....	20
Forma y Concentraciones.....	20
Características.....	20
Mecanismo de acción.....	21
Sustantividad.....	21
Actividad antimicrobiana.....	22-23
Toxicidad.....	24
Hipótesis-Objetivos.....	26
Material y Métodos.....	27-33
Resultados.....	34-37
Discusión.....	38-39
Conclusiones.....	40
Sugerencias.....	41
Resumen.....	42
Referencias bibliográficas.....	43-46
Anexo.....	47-53

INTRODUCCIÓN

A pesar del aumento en los índices de salud bucal, la endodoncia, que se preocupa de la profilaxis y tratamiento del sistema de conductos radiculares y de las regiones apical y periapical, continúa siendo uno de los principales tratamientos odontológicos. Debido a esto, se ha estudiado con mayor detalle la anatomía y fisiología de los conductos radiculares.

Dentina y pulpa son consideradas como aspectos distintos de un mismo tejido que mantienen entre sí una íntima relación histológica, fisiológica, histopatológica y fisiopatológica, caracterizando el llamado “complejo dentino-pulpar”. La anatomía de los conductos radiculares, considerado realmente como un sistema de conductos, ha llevado a los investigadores a buscar nuevos métodos y técnicas que nos aseguren una total limpieza y desinfección.

Dentro del tratamiento endodóntico, la preparación biomecánica es considerada una etapa muy importante. El adecuado tallado y una correcta desinfección de este sistema de conductos son de real importancia para obtener una correcta obturación. En los dientes con necrosis séptica cobra vital importancia la limpieza y el tallado, ya que la mayoría de los fracasos post-operatorios son causados principalmente por microorganismos que no fueron eliminados durante la PBM.

La **irrigación** consiste en el lavado y arrastre de todos los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara y conductos radiculares. Durante muchos años se ha tratado de encontrar una solución ideal para el tratamiento endodóntico, existiendo una gran variedad. Esta solución debería ser lo más efectiva posible y totalmente biocompatible con la estructura dentaria y el periápice. Dentro de este gran grupo, el hipoclorito de sodio es el irrigante más utilizado en la actualidad en sus diferentes concentraciones. Sus ventajas como lubricante, amplio espectro antimicrobiano y capacidad de disolver tejido han sido documentadas por mucho tiempo, dejando a esta solución como el irrigante de elección.

Desde principios de los ochenta, la clorhexidina ha aparecido como una alternativa valedera para utilizarse como irrigante. Si bien es cierto, que el uso de esta solución está menos documentada que el hipoclorito, posee propiedades que no limitan en ningún caso su uso como irrigador. Dentro de estas propiedades tenemos que la clorhexidina es antimicrobiana, relativamente no tóxica y posee sustantividad. Es interesante establecer si la clorhexidina es un agente antimicrobiano tan eficaz como el hipoclorito de sodio con el fin de constituirse una verdadera alternativa para utilizarla como solución irrigante, especialmente en casos de alguna sensibilidad o reacción adversa al hipoclorito.

ANATOMÍA ENDODÓNTICA

El conocimiento de la anatomía y microbiología endodóntica es de vital importancia para lograr un tratamiento exitoso. Los conceptos actuales tienden a transformar la visión de un “conducto radicular” (visión macroscópica), hacia el concepto de “sistema de conductos” (visión microhistológica) (Foto n°1), ya que se trata de un ente complejo, que tiene ramificaciones, lugares en que se divide y se vuelve a unir. Se debe señalar que todos los dientes difieren en su configuración interna, lo que transforma a la radiografía en un examen complementario imprescindible para lograr un acceso y tratamiento adecuado.

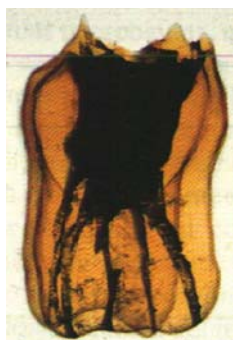


Foto n°1: Sistema de
Conductos

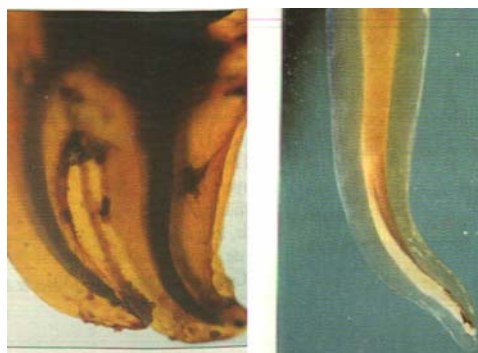


Foto n°2: Curvatura de
raíces

A pesar del valor de la radiografía, otra complicación es que en general, los conductos suelen no ser rectos (Foto n°2), incluso cuando la radiografía indica lo contrario, ya que al ser una visión bidimensional, generalmente no revela las curvaturas vestibulo-linguales de los conductos o raíces. Además, se debe considerar que los conductos frecuentemente tienen mayor diámetro vestibulo-lingual que mesio-distal, razón por la cual generalmente el volumen pulpar es mayor del que podría sugerir la visión de la radiografía ortoradial. El diámetro del conducto va disminuyendo hacia el ápice y alcanza su menor diámetro en la constricción apical, punto desde el cual se ensancha nuevamente formando el conducto cementario.

Consideraciones anatómicas:

- Los incisivos superiores muy rara vez tienen más de un conducto o raíz. Su conducto se va estrechando, y tiene una sección ovalada o triangular que se va redondeando hacia apical. Los incisivos centrales tienen muy poca curvatura, la que suele ser distal o vestibular, mientras que los incisivos laterales suelen tener el ápice curvo hacia disto-palatino.
- Los caninos superiores tienen una raíz amplia en sentido vestibulo-palatino, puede presentar curvatura distal y su constricción apical no está tan bien definida como en los incisivos.

- Entre los incisivos inferiores, aproximadamente el 40% tienen dos conductos que suelen unirse en el tercio apical. En los que poseen un sólo conducto este suele ser recto, aunque puede curvarse hacia distal. Debido a los surcos mesial y distal que presentan las raíces, existe peligro de perforación si se fuerzan los instrumentos.
- Los caninos inferiores son similares a los superiores aunque de dimensiones menores, rara vez tienen dos raíces y la frecuencia con que presentan dos conductos es del 14%; sólo el 6% tienen dos agujeros apicales independientes.

MICROBIOLOGÍA ENDODÓNTICA

Está demostrado que la infección bacteriana es el responsable de los abscesos pulpares y de las lesiones periapicales, además de la presencia de dolor, de edema y de exudado. Para realizar un tratamiento endodóntico adecuado es necesario conocer estos microorganismos, así como sus características y su relación con la sintomatología clínica.

Durante el tratamiento endodóntico se debe eliminar totalmente cualquier resto de tejido que exista dentro del sistema de conductos radiculares, incluyendo también todos los microorganismos, sus subproductos y substratos, con el fin de evitar la reinfección. Es por esto que los cultivos bacteriológicos prestan una gran ayuda en la determinación de la ausencia de infección en el sistema de conductos radiculares, a la vez que las nuevas técnicas de cultivo anaerobio han permitido conocer la verdadera naturaleza mixta de las infecciones endodónticas. También pueden servir a la hora de elegir una antibioterapia en casos de infecciones persistentes o resistentes.

Debido al aumento en el conocimiento de la microbiología endodóntica, se debe tener siempre presente la correcta mantención de la cadena aséptica para la obtención de resultados satisfactorios.

Principales vías de entrada de microorganismos a la cavidad pulpar:

- Cavidad oral: Es el caso más común, se produce en la caries dental y en fracturas dentarias complicadas.
- Túbulos dentinarios: Generalmente los microorganismos que llegan de esta forma pueden provocar una reacción inflamatoria aguda del tejido pulpar. Se demostró que todas las bacterias son capaces de penetrar en los túbulos dentinarios, aunque a distintas profundidades. (Siqueira y cols. 1998)
- Surco gingival o ligamento periodontal: Los microorganismos pueden acceder a través de cualquier agujero, incluido el foramen apical en casos donde la enfermedad periodontal expone estas estructuras a ambientes altamente contaminados.

Microorganismos en conducto radicular

Si bien ciertas bacterias son las que dan características específicas del proceso patológico, es evidente que la infección del sistema de conductos radiculares no es responsabilidad de ningún microorganismo específico. Hay una acción sinérgica entre las diversas bacterias que crean el ambiente específico para hacer posible que la infección venza los mecanismos defensivos y se establezca el proceso patológico.

La microbiología del conducto radicular es mixta, encontrándose tanto bacterias aerobias como anaerobias, pudiendo aislar una gran cantidad de géneros dentro del conducto:

- **Microorganismos aerobios:** Los microorganismos aerobios más frecuentemente aislados dentro de los conductos radiculares son los estreptococos alfa-hemolíticos, dentro de los cuales encontramos el *Streptococcus mitis* y el *Streptococcus salivarius*, conocidos también como "viridans", debido a su capacidad de tornar verde los medios de cultivo que contienen sangre al realizar una hemólisis incompleta. También hay presencia de estreptococos beta-hemolíticos y no hemolíticos. También es frecuente encontrar enterococos o *Streptococcus faecalis* que resultan de difícil eliminación en las infecciones endodónticas.
- **Microorganismos anaerobios:** Sundqvist (1976) estableció la relación entre sintomatología clínica dolorosa asociada a lesiones periapicales y la presencia de bacilos pigmentados negros, los cuales son aislados de los conductos radiculares infectados con una frecuencia del 30 al 50%. Los bacilos pigmentados negros o melaninogénicos se dividen actualmente en *Porphyromonas* (asacarolíticas) y *Prevotellas* (sacarolíticas), entre las cuales reúnen 9 especies bacterianas que se asocian a signos y síntomas como inflamación perirradicular, sensación urente, dolor y exudación. Además se ha asociado estadísticamente a estas bacterias con la presencia de mal olor, tractos fistulosos y sensibilidad a la percusión. También es posible demostrar la presencia de *Peptostreptococcus* y *Peptococcus*.

El exudado maloliente, a veces supuración, indica la presencia de metabolitos anaerobios, como son el amoniaco, la urea y el indol. En muchos casos se puede determinar la presencia de *Actinomyces*, que son bacterias gram(+), filamentosas, anaerobias o microaerófilas, que en caso de infección producen el típico exudado purulento en gránulos de azufre. Clínicamente la presencia de estas bacterias se asocia fuertemente con la formación de fistulas y la abscedación, siendo las especies más comunes, el *Actinomyces israelii*, *Actinomyces naeslundii* y la *Arachnia propiónica*. En ocasiones es necesaria una intensa antibioterapia para combatir la persistencia de estas bacterias en los tejidos perirradiculares. En algunos casos de lesiones periapicales resistentes al tratamiento endodóntico en largos períodos de tiempo, es posible encontrarse con bacterias como la *Pseudomona aureginosa* y *Enterobacteriaceae*, las cuales son de difícil eliminación y elevada resistencia a los antimicrobianos.

La presencia de microorganismos, especialmente de determinadas especies, representa un factor adicional de irritación que el organismo debe superar para conseguir resultados satisfactorios luego del tratamiento endodóntico. Por consiguiente, el control de los microorganismos y de su posible sustrato debe ser uno de los objetivos especiales de todo tratamiento endodóntico.

CULTIVO

Históricamente se ha realizado como comprobación de un conducto desinfectado antes de la obturación radicular y puede ser de gran ayuda en la detección e identificación de microorganismos en los conductos radiculares.

La toma de muestra en los cultivos bacteriológicos puede ser realizada con puntas absorbentes estériles impregnadas en carbón vegetal o con una jeringa estéril con su respectiva aguja. En ambos casos no se debe exponer la muestra a la atmósfera de la sala.

Para poder realizar cultivo de anaerobios se debe contar con una atmósfera adecuada, la que se puede lograr con una cámara gaseosa con flujo de dióxido de carbono casi puro, con menos del 5% de hidrógeno. También hay mezclas gaseosas sin oxígeno como la combinación de nitrógeno 80%; hidrógeno 10%; y dióxido de carbono 10%. Existen preparados comerciales listos para producir condiciones de anaerobiosis, como el Anaerocult (MERCK), compuesto de tierra silicea, hierro en polvo, ácido cítrico y carbonato sódico que reacciona con agua para producir atmósfera de hidrógeno y dióxido de carbono.

Para comprobar que se ha producido la anaerobiosis, existen indicadores como el Anaerotest (MERCK) que está compuesto de Azul de metileno, un agente reductor y estabilizador. En su forma oxidada es de color azul, y cuando se encuentra en una atmósfera anaerobia vira hacia una forma incolora. El cambio de azul a incoloro puede tomar de 4 a 6 horas.

Medios de cultivo:

- Medio de tioglicolato fluído:

Fórmula aproximada por litro de agua purificada:

Caseína digerida por enzimas pancreáticas	15,0 g
L-cistina	0,5 g
Dextrosa (anhidra)	5,0 g
Extracto de levadura	5,0 g
Cloruro de sodio	2,5 g
Tioglicolato de sodio	0,5 g
Resazurina	0,001 g
Agar	0,7 g

Indicado para el cultivo de aerobios, anaerobios y microaerofilicos.

- Agar anaerobio:

Fórmula aproximada por litro de agua purificada:

Caseína digerida por enzimas pancreáticas	17,5 g
Harina de soja digerida por papaína	2,5 g
Cloruro de sodio	2,5 g
L-cistina	0,4 g
Dextrosa	10,0 g
Agar	15,0 g
Tioglicolato de sodio	2,0 g
Sulfoxilato de formaldehído de sodio	1,0 g
Azul de metileno	0,002 g

Se usa como base para el cultivo de anaerobios, pudiendo ser suplementada para satisfacer requerimientos específicos.

PREPARACIÓN BIOMECÁNICA

Definición: Es la etapa del tratamiento endodóntico en que se realiza la instrumentación o tallado y desinfección del conducto radicular para su posterior obturación.

El término de preparación biomecánica se puede dividir de la siguiente manera:

- Mecánico: Acción de los instrumentos dentro del canal radicular.
- Físico: Consiste en el acto de irrigar y aspirar una solución irrigante. Movimiento hidráulico.
- Químico: Acción química de las soluciones irrigadoras.

La preparación biomecánica, (Leonardo y Leal 1994), posee las siguientes finalidades:

En biopulpectomías:

- Combatir la posible infección superficial de la pulpa.
- Eliminar la pulpa coronaria y radicular, sangre infiltrada en los túbulos dentinarios.
- Prevenir el oscurecimiento de la corona dentaria.
- Rectificar, al máximo posible, las curvaturas del conducto radicular.
- Preparar la zona apical.
- Ensanchar y alisar las paredes del conducto dentinario, atribuyéndole una forma cónica y prepararlo para una correcta obturación.
- Eliminar restos pulpares, virutas de dentina y capa superficial del smear layer.
- Preservar la vitalidad del muñón pulpar.
- Reducir la tensión superficial de las paredes dentinarias.

En necropulpectomías:

- Neutralizar el contenido tóxico de la cavidad pulpar.
- Eliminación de bacterias y sus productos, reduciendo la microbiota del conducto radicular.
- Extraer restos necróticos, dentina infectada y resblandecida.
- Ensanchar y alisar las paredes del conducto brindándole una forma apropiada.
- Eliminar las virutas de dentina desprendidas durante la instrumentación.
- Eliminar la capa residual del smear layer.
- Reducir la tensión superficial de las paredes dentinarias.

La instrumentación biomecánica toma una vital importancia en el tratamiento de dientes no vitales. Durante esta fase el tejido necrótico con sus colonias bacterianas es eliminado físicamente del conducto principal. Sin embargo, la instrumentación mecánica no llega a los conductos laterales y al sistema de conductos que se encuentra en el diente. Es por esto que se emplean preparados químicos activos para complementar la instrumentación. Estas soluciones de irrigación se inyectan continuamente en el conducto durante la PBM y deben poseer propiedades bactericidas, efecto desintoxicador, efecto desnaturalizante y capacidad de disolución de los

tejidos. No obstante, el principal propósito de un irrigante es ayudar a eliminar el tejido necrótico y los componentes hísticos, los coágulos de sangre, el exudado y el pus.

IRRIGACIÓN

Definición: Es el lavado y arrastre de todos los restos y sustancias que puedan encontrarse tanto en la cámara como en el conducto radicular mediante soluciones que posean determinadas propiedades.

Objetivos de la irrigación:

- Disolución tisular.
- Acción antibacteriana y desinfectante.
- Lubricación. Facilitar la instrumentación.
- Acción detergente y de lavado.
- Acción blanqueante.
- Limpieza por arrastre mecánico.

Los irrigantes cumplen importantes funciones físicas y biológicas en el tratamiento endodóntico. Cuando se dispone de un entorno húmedo, las limaduras de dentina replotan hacia la cámara, desde donde pueden ser extraídas o eliminadas. Ya que los instrumentos no son capaces de llegar a todo el sistema de conducto, la acción del irrigante para llegar a estas zonas inaccesibles es de vital importancia para asegurar un tratamiento lo más exitoso posible (F. Weine, 1997). Es por esto que deben poseer una actividad antimicrobiana lo suficientemente poderosa para realizar su acción durante el corto periodo que dura la preparación biomecánica. Por este poco tiempo que se dispone, es de vital importancia que la irrigación sea realizada de una manera efectiva.

En conclusión, la correcta acción de un instrumentado y una correcta irrigación (adecuada elección de la solución) nos permitirá producir el mejor ambiente posible dentro del conducto antes de la obturación, lo cual repercutirá en el éxito o pronóstico del tratamiento.

Clasificación de las soluciones irrigadoras:

1.- Compuestos Halogenados:

- Solución de hipoclorito de sodio en las siguientes concentraciones de cloro activo: 5% (soda clorada), 2,5% (solución de Labaraque), 1% y 0,5%.
- Hipoclorito de sodio 1% con 16% de clorato de sodio (Solución de Milton).
- Hipoclorito de sodio 0,5% con ácido bórico para reducir pH (Solución de Dakin).
- Hipoclorito de sodio 0,5% con bicarbonato de sodio (Solución de Dausfrene).
- Hipoclorito de sodio al 5.25% (solución Grossman).

2.- Detergentes sintéticos:

- Tergentol^B (laurildietilenglicol éter sulfato de sodio al 1,25%).
- Tergentol^Y (laurildietilenglicol éter sulfato de sodio al 1,25%).
- Duponol C al 2% (alquilsulfato de sodio).
- Zefirol - cloruro de alquildimetilbencilamonio (cloruro de benzalconio).
- Dehyquart-A (cloruro de cetiltrimetilamonio).

3.- Quelantes:

- Soluciones de ácido etilendiaminotetraacético-EDTA.
- Largal ultra.
- REDTA (preparado quelante comercial).
- Salvizol (0,5%-quelante tensoactivo: diacetato de dacetileno-bis-aminoquinaldío).

4.- Ácidos:

- Ácido cítrico.

5.- Peróxidos:

- Peróxido de hidrógeno.
- Peróxido de urea

6.- Asociaciones:

- Detergente aniónico + hipoclorito de sodio 4-6%.
- Detergente aniónico + nitrofurazona (Tergentol/Furacin).
- Detergente aniónico + hidróxido de calcio (Irrigocal y Tergidrox).
- Detergente aniónico + EDTA (Paiva & Antoniazzi 1984).
- Hipoclorito de sodio-Peróxido de hidrógeno (Grossman 1943).
- Hipoclorito de sodio + ácido cítrico (Loel 1975).
- Peróxido de urea + EDTA + Carbowax (RC-PREP) neutralizado con hipoclorito de sodio al 5%, Stewart y col. 1969.
- EDTAC (EDTA + peróxido de urea + bromuro de cetiltrimetilamonio-Cetavlon).
- Endo-PTC (peróxido de urea + Tween 80 + Carbowax).
- Endoquel (peróxido de urea + EDTA-disódico + polietilenglicol 1.500).
- Endo-Prepsen (peróxido de urea + EDTA-disódico + esencia de rosas + polietilenglicol).

7.- Otras soluciones:

- Agua destilada estéril.
- Suero fisiológico.
- Agua de hidróxido de calcio 0,14%.
- Clorhexidina.

Características de una solución ideal

- Acción antiséptica.
- Acción de lavado.
- Neutralización de toxinas bacterianas.
- Biocompatibilidad.
- Descalcificar dentina para mejorar su remoción.
- Capacidad de disolver tejidos o desechos.
- Baja toxicidad: no debe provocar reacciones en los tejidos periapicales.
- Baja tensión superficial: Esto es importante para que el irrigador llegue a zonas inaccesibles. Se sabe que el alcohol incorporado a las soluciones promueve este efecto.
- Acción de arrastre (barrido del smear layer).
- Lubricante.
- Detergente.
- Emulsionante.
- No colorear dentina.
- Disponibilidad.
- Costo moderado.
- Adecuado período de almacenamiento.
- Facilidad para ser almacenado.
- Resistente a la neutralización dentro del conducto.

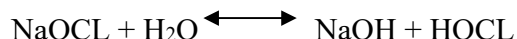
HIPOCLORITO DE SODIO

Reseña histórica:

- Los hipocloritos son conocidos también como compuestos halogenados y se empezaron a usar comercialmente en 1792, con el nombre de Agua de Javele, que consistía en una mezcla de hipoclorito de sodio y potasio.
- 1820: Labaraque, químico francés, obtuvo hipoclorito de sodio al 2,5% como desinfectante de heridas.
- 1915-1917: Debido a las investigaciones realizadas por Dakin y Dunham los compuestos de cloro se empezaron a usar ampliamente odontología.
- 1936: Walker indicó el uso del hipoclorito de sodio al 5%.
- 1943: Grossman sugiere un sistema de irrigación alternada: peróxido de hidrógeno e hipoclorito.
- 1958: Piloto (citado por Leonardo y Leal, 1994) recomendaba la supresión del agua oxigenada y la utilización solamente del hipoclorito de sodio, técnica bastante difundida entre los odontólogos brasileños.
- 1970: Shih y cols. promueven la utilización del hipoclorito al 5.25% ya que dejan los conductos radiculares estériles.
- 1971: Senia y cols. verificaron la acción del hipoclorito de sodio al 5.25% como solvente de tejido pulpar.
- 1978: Hand y cols. y Rosenfeld y cols. admiten que la acción de disolvente de tejidos orgánicos de las soluciones en base al hipoclorito de sodio son directamente proporcionales a su concentración.
- 1981: Gordon y cols. determinaron que las soluciones de hipoclorito al 1%, 3% y 5% disolvían el 90% de pulpas necróticas en un período de cinco minutos.
- 1991: Leonardo y Leal promueven el uso del hipoclorito al 5% por sus excelentes propiedades.
- 1997: SÓ y cols. demostraron que la capacidad de disolución era directamente proporcional a la concentración. Los concentrados de 05% poseían una acción limitada.

Mecanismo de acción:

Las soluciones de hipoclorito presentan un equilibrio dinámico según la siguiente ecuación:



El ácido hipocloroso se disocia de la siguiente manera:



El cloro, potente germicida ejerce su acción antibacteriana debido al ácido hipocloroso no disociado. En soluciones neutras o ácidas el ácido hipocloroso no se disocia (predomina la forma ácida no disociada, HOCl) por lo que presenta un efecto antibacteriano acentuado. En soluciones alcalinas permanece en forma iónica disociada (estable y menos activa). La acción se debe a que el cloro activo produce una oxidación irreversible de los grupos sulfhídricos de enzimas esenciales interrumpiendo el funcionamiento metabólico de la célula bacteriana (José Siqueira y cols., 1999).

Al producirse la acción de reemplazo descrita anteriormente se forma un nuevo compuesto del grupo de las cloraminas, solubles en agua, que posee un elevado poder antibacteriano (son desnaturalizantes y desinfectantes), reacción rápida que es directamente proporcional a la concentración de cloro activo presente en la solución (Julio César Emboava, 1999).

Por lo tanto, podemos resumir la acción del hipoclorito de sodio en los siguientes puntos:

- El hidróxido de sodio es un potente solvente orgánico y de grasas que forma jabón (saponificación).
- El ácido hipocloroso es potente agente antimicrobiano como se mencionó anteriormente con la formación de cloraminas. Este ácido también sufre descomposición por la acción de la luz, del aire o del calor, liberando cloro libre y secundariamente oxígeno. Incluso para algunos autores, como es el caso de Dobbertin (citado por Leonardo y Leal, 1994), este oxígeno es el real responsable de la acción bactericida de la solución. El oxígeno hace posible cambiar la condición del ambiente anaerobio y además actúa como decolorante y desodorante.
- La solución de hipoclorito de sodio presenta baja tensión superficial.
- Neutraliza productos tóxicos, actúa sobre las proteínas.
- PH alcalino con lo que neutraliza la acidez del medio, tornándolo inadecuado para el desarrollo bacteriano. Autores como Fisher y Huerta (citado por Ingle y Bahland, 1996) consideran que esta propiedad alcalina (pH 11 a 11.5) es lo que le confiere la eficacia contra los microorganismos anaerobios. Una solución de hipoclorito de sodio con un pH elevado (11-12) es más estable y libera cloro en forma más lenta. A medida que se reduce el pH (con ácido bórico o bicarbonato de sodio) se hace muy inestable y la vida útil de la solución se hace mucho menor.

- Solubiliza proteínas haciéndolas fácilmente eliminables.
- Agente clareador. Potente fuente de agentes oxidantes.
- Agente desodorizante por actuar sobre productos en descomposición.

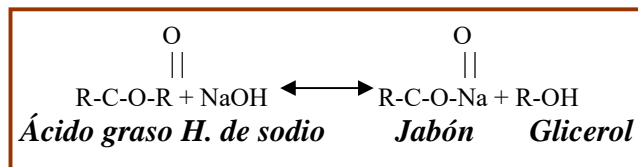
Características del hipoclorito de sodio:

- Compuesto halogenado.
- Base fuerte (álcalis).
- Color ámbar.
- Irritante y tóxico.
- Posee capacidad de disolver tejido (no diferencia entre tejido necrótico y vital).
- Olor penetrante.
- Colorea la ropa.
- Posee amplio espectro antibacteriano.
- Lubricante.
- Sobresaturación.
- Ataca las fibras colágenas de predentina y actúa en la parte orgánica del smear layer.
- Produce corrosión de los instrumentos.

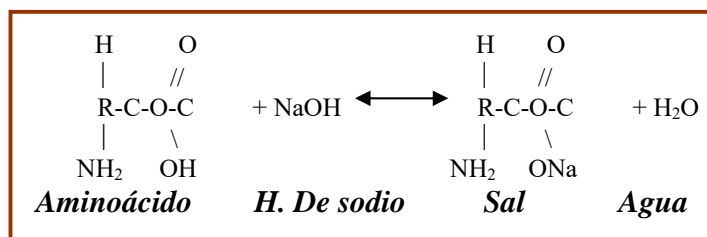
Capacidad de disolución:

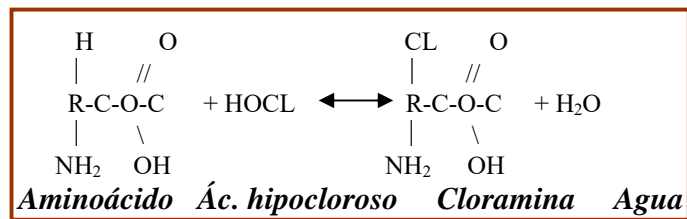
Cuando el hipoclorito de sodio entra en contacto con la materia orgánica se producen una serie de reacciones que son responsables de la disolución de los tejidos, produciendo la licuefacción del tejido, facilitando su remoción del interior del canal. Estas reacciones se describen a continuación:

Reacción I



Reacción II

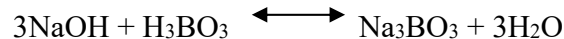


Reacción III

Esta capacidad de disolución está relacionada con otras propiedades de la solución (Julio César Emboava Spanó, 1999):

- A medida que aumenta la concentración de la solución aumenta la rapidez de esta disolución.
- Mientras mayor es la concentración inicial, menor será la reducción del pH. Es sabido que el elevado pH inicial de la solución se debe a la fuerte alcalinidad del hidróxido de sodio, que es una base fuerte, tornando el medio lleno de hidroxilos. El descenso de pH que se produce en la solución se debe a la interacción del hidróxido de sodio con la materia orgánica (reacción I y II). El glicerol, al ser un compuesto molecular proporciona una disminución en la concentración de hidroxilos, lo que produce la disminución del pH, resultando una solución menos alcalina. La reacción II proporciona una disminución del pH, ya que es de neutralización.
- Reducción de la tensión superficial directamente proporcional a la concentración inicial, debido a la formación de ácidos grasos.
- Las soluciones más concentradas poseen una mayor cantidad de la reacción I ; las concentraciones menos concentradas mayor cantidad de reacción III.

La adición de 0.5% de ácido bórico (para reducir el pH), produce que la solución demore más en realizar la disolución. El ácido bórico neutraliza el hidróxido de sodio, formando sal, borato de sodio y agua, mediante la siguiente reacción:



Esto produce la neutralización de las reacciones I y II (se reducen los OH⁻ y el ión Na⁺) y la disolución depende de la acción del ácido hipocloroso sobre las proteínas. Por lo tanto, la acción sobre el tejido de la solución de hipoclorito de sodio depende tanto de la acción del hidróxido de calcio como del ácido hipocloroso.

El hipoclorito de sodio disuelve el tejido anaerobio similarmente a lo que produce el hidróxido de calcio. Sin embargo, para que el hipoclorito cumpla con esta propiedad debe existir una cantidad de solución suficiente que permita lavar y rodear perfectamente el tejido y que en condiciones clínicas es difícil de lograr, teniendo la solución un reducido efectivismo (Shue-Fen Yang y cols., 1995).

Así como los remanentes pulpares, el colágeno también puede sufrir la acción solvente del hipoclorito. La ausencia de estructura mineral favorece mucho la acción solvente del hipoclorito sobre la matriz orgánica dentinaria tornando el tejido más fácil de eliminar. Es así, que si comparamos el efecto sobre la dentina mineralizada y desmineralizada, en diferentes concentraciones, sobre la dentina mineralizada no hay diferencias significativas, no así sobre dentina desmineralizada donde la pérdida estructural es directamente proporcional a la concentración, existiendo diferencias significativas (Danilo Guerisoli y cols., 1998).

En cuanto al tiempo que se demora el hipoclorito en disolver, estudios In Vitro demuestran que necesita un período promedio de 5 a 10 minutos en contacto directo (Gordon y cols., 1981). Sin embargo hacen la salvedad que las condiciones experimentales son difíciles de lograr necesitando un tiempo superior para cumplir con esta propiedad en condiciones clínicas.

Concentración y citotoxicidad:

Durante años y aún hoy en día sigue siendo controversial la concentración ideal que debe poseer el hipoclorito de sodio y si éste debe utilizarse sólo o en combinación con algún otro irrigante. Es sabido que el hipoclorito irrita los tejidos, sobre todo a plena potencia. Cuando sobrepasa el foramen apical y llega a los tejidos periapicales, se puede desarrollar una necrosis del ligamento periodontal, el hueso alveolar e incluso la mucosa oral, provocando dolor postoperatorio (David Brown y cols., 1995).

Spangberg y cols. demostraron que el hipoclorito de sodio al 5.25% fue considerado demasiado potente para la necesidad de eliminar las bacterias comúnmente encontradas en el conducto radicular. Por otro lado, Leonardo y Leal (1994) preconiza utilizar una concentración del 5% pero sólo en casos de necrosis séptica. Esta citotoxicidad disminuye directamente según la concentración y hay investigadores que indican que la concentración no sea superior a 0.5%. Además, este tipo de solución crea una matriz de dentina apical que reduce el paso de material al periápice, en comparación con aquellos que preconizan una permeabilidad total. Hegggers y cols. incluso concluyen que una solución de hipoclorito para que no sea tóxica debe ser de 0.025% (citado por E. Koulaouzidou, 1999). Elizabeth Koulaouzidou (1999) concluyó que la solución de hipoclorito al 2.25% resulta ser altamente tóxica y concentraciones de 0.1% moderadamente tóxicas. El problema de disminuir la concentración es que también se afectan directamente la densidad, el pH, viscosidad, capacidad de humectancia y conductividad (D. Guerisoli y cols., 1998).

Ya que el hipoclorito es citotóxico, toma importancia la técnica que se utiliza durante el tratamiento endodóntico. La copiosa irrigación no sólo ayuda a eliminar los detritus desde el canal radicular, sino que también lubrica los instrumentos y facilita la acción de corte. Algunos clínicos abogan la inyección del irrigante con jeringa y aguja la cual debería penetrar en profundidad dentro del canal lo más posible sin trabarse en él. Con la aguja dentro del canal, la solución es lentamente expuesta. Por otra parte, otros autores son de la idea de sólo colocar lentamente la aguja a la entrada de la cámara pulpar y depositar el volumen de la solución y llevar la solución dentro del canal en la lima durante la instrumentación. La extrusión del irrigante no solamente es el resultado de una liberación apical forzada, sino también de que el instrumento actúa como un pistón, llevando la solución más allá del ápice. Este efecto de émbolo

se podría evitar con movimientos suaves. David Brown y cols. (1995) demostraron que significativamente más hipoclorito de sodio fue extruído apicalmente durante la liberación profunda de la irrigación. Sin embargo, estos autores hacen la salvedad que con la técnica más reservada se podría no llegar de manera adecuada al tercio apical del diente.

Eficacia antimicrobiana:

Como la PBM es un procedimiento de un corto período de tiempo, el efecto antimicrobiano dentro del sistema de conducto es ampliamente dependiente de la concentración, mientras otros factores se mantengan constantes (pH, temperatura, contenido orgánico) (José Siquiera y cols., 2000).

El material orgánico en contacto con una solución de hipoclorito de sodio puede consumir el cloro disponible y reducir la actividad antibacteriana (José Siquiera, 2000; H. Ayhan, 1999; B1). Esto sería evidente especialmente en soluciones de baja concentración en que se reduce la actividad antibacteriana por el contenido orgánico, lo que podría suplirse con un mayor volumen y una mayor frecuencia, solucionando en parte el problema de la concentración y de la disminución de la capacidad de disolver tejido. Sin embargo, existen investigadores que señalan que no existen diferencias significativas en cuanto a reducir el número de bacterias de concentraciones de 1%, 2.5% y 5.25% (J. Siquiera, 2000).

En cuanto al tiempo se relata que la solución de 0.5% necesitaría 15 minutos para asegurar un efecto bactericida (Fudesa, 1997). Un grupo de U.S. Army descubrió que el hipoclorito de sodio a toda su potencia era eficaz contra anaerobios obligados en un periodo de 5 minutos (citado por Ingle y Bahland, 1996).

En conclusión, la solución de hipoclorito más ventajosa parece ser la de 2.5%, ya que conserva excelentes propiedades antimicrobianas y no es tan tóxica e irritante como la de 5%.

Efecto de la temperatura:

La temperatura influye en las propiedades del hipoclorito de la siguiente manera (Tanit Clementino Santos (1999):

- Cuanto mayor es la concentración de la solución, más rápida es la disolución. El aumento de temperatura hace más rápido el proceso.
- A mayor concentración inicial de la solución, menor es la reducción del pH. El aumento de temperatura causa mayor reducción del pH.
- A mayor concentración inicial, mayor es la reducción de la tensión superficial. Si se aumenta la temperatura, menos se reduce la tensión superficial.
- La cantidad de cloro remanente fue directamente proporcional a la concentración. Con el aumento de la temperatura se observó una reducción del cloro residual. Esta disminución del cloro residual se debe a la mayor interacción del ácido hipocloroso con la materia orgánica, lo que produce mayor consumo de cloro. Hay una mayor liberación de cloro en estado gaseoso.

- Cuanto mayor es la concentración y la temperatura, mayor es la velocidad de disolución. La capacidad de disolver tejido colágeno también se potencia (Thé, Cunningham y Abou-Raas y Oglesby (citados por E. Berutti y R. Marini., 1996).

B. Pişkin y M. Türkün (1996) investigaron el efecto de la temperatura, concentración y tiempo en la estabilidad del hipoclorito. Encontraron que todas las soluciones mostraron una degradación v/s tiempo. Más aún, esta degradación ocurrió muy lentamente excepto para el grupo de soluciones que contenían 5% de cloro disponible a 24°.

Cunningham y Balekjiam (citado por B. Piskin, 1995 e Ingle y Bahland, 1996) encontraron que la solución 2.6% a 37° fue tan efectiva como la concentración de 5.2% a 21° y 37°. Si bien es cierto que el calentamiento de la solución aumenta su efecto bactericida, hay que tener cuidado cuando se caliente el hipoclorito a 37° ya que se mantiene estable por no más de cuatro horas antes de degradarse. Por otro lado, G. Gambarini y cols. (1998) concluyeron que el aumento de temperatura no afecta la estabilidad química de la solución.

Por otro lado, Raphael (citado por Ingle y Bahland, 1996) puso a prueba el hipoclorito al 5.25% a temperaturas de 21° y 37° y descubrió que el incremento de la temperatura no aumentaba la eficacia antimicrobiana.

Resumiendo, la mayoría de los investigadores concuerdan en que el aumento de temperatura incrementa las propiedades antibacterianas. Esto se produciría porque la temperatura aumenta la energía cinética de las partículas en solución, con mayor formación de compuestos moleculares, en desmedro del número de iones en solución.

Tensión superficial:

La humectancia de la solución irrigadora depende de la tensión superficial, y es de primera importancia en la penetración de conductos laterales y túbulos dentinarios de predeentina. La utilidad de esta humectancia haría posible que un irrigante extienda su capacidad de disolver proteínas y mejorar la función bacteriana penetrando a áreas donde no llegan los instrumentos (F. Tasman y cols., 2000).

El hipoclorito posee una tensión superficial similar al agua (68.8 dynes/cm), lo cual es considerado alto (J. Pécora y cols., 1998). La adición de un agente tensioactivo en la solución bajaría la tensión superficial e incrementaría la penetración de la solución irrigadora. Esto podría aumentar la penetración del smear layer dentro de los túbulos dentinarios como resultado de fuerzas adhesivas entre estos, produciendo un fenómeno de empaquetamiento tubular (G. Gambarini, 1999). Una ventaja de este agente tensioactivo es que prepararía el canal para la acción del hipoclorito de sodio (E. Berutti y cols., 1997), incrementando la capacidad de mojado, acelerando la reacción química (J. Pécora y cols., 1998). Sin embargo, un estudio realizado por Fügen Tasman y cols. (2000) concluyo que el hipoclorito al 2.5% y 5% tuvo tasas relativamente bajas.

CLORHEXIDINA

Reseña histórica:

La clorhexidina ha sido usada efectivamente por más de 30 años como un agente antiséptico. En los inicios de los años setenta fue incorporada al 0,2% en los colutorios de Europa y en 1986 fue incorporado al 0,12% en los colutorios de Estados Unidos.

- 1980: Parsons y cols. probaron in vitro la acción del gluconato de CHX al 0,2% y 1% y encontró que el agente irrigante se comportó como un potente antimicrobiano y fue el primero en demostrar la sustentividad.
- 1982: Delany y cols. en un estudio in vitro utilizando gluconato de clorhexidina al 0,2% demostraron su efecto antimicrobiano y fueron los primeros que postularon que podía ser usado como irrigante endodóntico y medicación intraconducto.
- 1982: Ringel y cols. fueron los primeros en realizar un estudio comparativo de la clorhexidina al 0,2% y del hipoclorito de sodio al 2,5% y encontraron que este último fue más efectivo como agente antimicrobiano.
- 1992: Heling y cols. en un estudio in vivo reportaron que la clorhexidina al 0,2% fue más efectiva que el hidróxido de calcio como medicamento intraconducto en infecciones de túbulos dentinarios.
- 1993: Torabinejad usó clorhexidina al 0,2% in vitro comparado con otros irrigantes y demostró que tuvo la mayor acción antimicrobiana.
- 1994: Jeansonne y White reportaron que la clorhexidina al 2% como irrigante endodóntico en un estudio in vitro tiene similar efecto antimicrobiano que el hipoclorito de sodio al 5,25%, pero menor toxicidad.
- 1995: Yesilsoy y cols. en un estudio in vitro demostraron que la clorhexidina al 0,12% tuvo menor toxicidad que el hipoclorito de sodio al 5,25%.
- 1996: Hays y cols. en un estudio in vitro usando clorhexidina al 2% durante la instrumentación del conducto radicular demostraron su eficacia antimicrobiana y la sustentividad después de 72 hrs.
- 1997: White y cols. en un estudio in vitro demostraron que la clorhexidina al 2% tiene actividad antimicrobiana sustantiva hasta 72 hrs.
- 1998: Linskog y Blomlöf reportaron que la clorhexidina al 1% in vitro tiene buen efecto terapéutico sobre la reabsorción radicular inflamatoria, pero plantea que debe realizarse en humanos para tener resultados significativos.
- 1998: Kuruvilla y cols. en un estudio in vivo fueron los primeros en usar el hipoclorito de sodio al 2,5% en combinación con clorhexidina al 0,2% obteniendo mejores resultados como antimicrobiano que cada uno de ellos por separados.
- 1998: Heling en un estudio in vitro reportó un efecto sinérgico de la clorhexidina al 0,2% y agua oxigenada como antimicrobiano.
- 1999: Leonardo mostró la actividad antimicrobiana de la clorhexidina al 2% in vivo usado como irrigante endodóntico en dientes con necrosis pulpar con o sin lesión periapical.

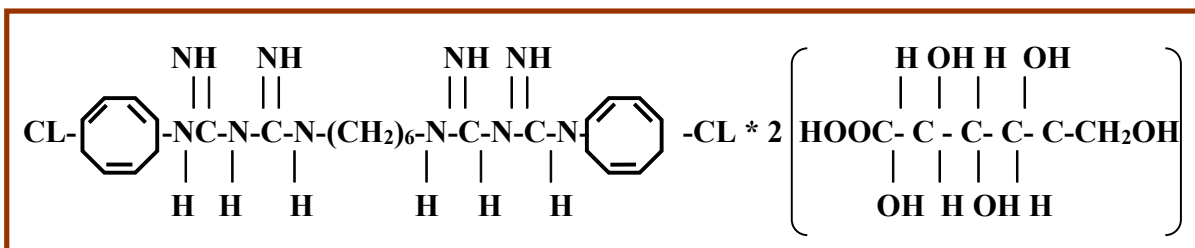
Estructura Química de la Clorhexidina

La clorhexidina es químicamente una bis-biguanidina catiónica. La forma más estable es de sal y es comercializada comúnmente como una sal de digluconato por su alta solubilidad en agua (Fardal y Turnbull, 1986).

Es simétrica consistente en dos anillos 4 clorofenil y dos grupos bisguanidas conectados por una cadena central de hexametileno.

Su estructura química corresponde a $C_{22}H_{30}Cl_2N_{10} \cdot 2C_6H_{12}O_7$ y tiene un peso molecular calculado de 897,77 (PerioAid/PerioGard).

Su fórmula estructural es la siguiente:



Formas y Concentraciones

Hay diferentes formas de utilización clínica de la clorhexidina como son geles, barnices, aerosoles (spray), microchips, chicle, comprimidos, caramelos y seda dental con clorhexidina. Pero la forma más comúnmente usada es en colutorios, donde también existen en distintas concentraciones como: 0,1%; 0,12%; 0,2%; 1%; 2%. La concentración al 2% no se encuentra disponible comercialmente como colutorio.

Características

- Peso molecular alto.
- Mala absorción por piel y mucosas.
- Baja toxicidad por su nula o baja permeabilidad (Bascones, 1991).
- pH fisiológico 7,4.
- Sustantividad.
- Alto costo.
- Agente antimicrobiano de amplio espectro.
- No colorea la ropa.
- Gran biocompatibilidad (Leonardo, 1999).
- No presenta mal olor.

Mecanismo de Acción

La clorhexidina a pH fisiológico 7,4 distribuye su carga positiva sobre los átomos de hidrógeno en ambos lados del puente de hexametileno y así tiene la habilidad de asociarse a las superficies cargadas negativamente como la hidroxiapatita del esmalte, la película adquirida y las proteínas salivales (Jones, 1997).

Su efecto antimicrobiano se debe a que se une a los grupos fosfatos aniónicos de los lípidos de la pared celular de las bacterias (la cantidad absorbida depende de la concentración), a las cuales les cambia la estructura integral. La adsorción de ésta va a causar una alteración en la movilidad electroforética de todo el microorganismo (Bascones y Manso, 1994).

A bajas concentraciones actúa en la bacteria liberando sustancias de bajo peso molecular como iones potasio y fósforo, e interfiere con la función de la membrana en la actividad de síntesis de ATP. Este efecto "bacteriostático" es reversible ya que la célula bacteriana utiliza neutralizadores que remueven la clorhexidina (Bascone y Manso, 1994; Jones, 1997). A altas concentraciones se presenta una precipitación del contenido citoplasmático por alteración del equilibrio osmótico celular. Así la clorhexidina puede ejercer una acción "bactericida" que llega a ser letal cuando la concentración se eleva. En este caso habrá una disminución en la salida de los componentes de bajo peso molecular provocando coagulación con precipitación citoplasmática (Bascone y Manso, 1994). Sin embargo la característica principal de su capacidad bactericida, es su unión a las proteínas a través de los grupos carboxilos y a otras moléculas con grupos similares (fosfato), lo cual inhibe las funciones biológicas relacionadas (Genco, 1993). Este proceso es irreversible (Jones, 1997).

Sustantividad

Es la capacidad de adsorberse y liberarse de las superficies dentales, placa bacteriana y mucosas proporcionando una liberación en el tiempo. La clorhexidina se absorbe sobre la superficie de los tejidos bucales, incluso los dientes, y luego se libera lentamente en forma activa. Los mecanismos cinéticos de la adsorción de clorhexidina en colutorios y su lenta liberación hacia la saliva fueron analizados con clorhexidina marcada radiactivamente (Gjerme, 1974; Bonsvoll, Lökken y Rölla, 1974).

Parsons y cols. (1980) fueron los primeros que estudiaron la sustantividad de la solución de clorhexidina al 0,2% y al 1% tanto en dentina como en esmalte después de 48 y 72 hrs. de la instrumentación radicular en dientes de bovino y concluyeron que fue un potente agente antibacteriano y puede servir como un efectivo irrigante endodóntico.

Los resultados de otro estudio indicaron que la clorhexidina puede también infundir actividad antimicrobiana sustantiva cuando es usada como un irrigante endodóntico in vitro (White, 1997). Ésta es la primera demostración de la sustantividad de la clorhexidina dentro de los conductos instrumentados. Más aún, el estudio revela que continúa siendo liberada tanto como 48 a 72 hrs. luego de la instrumentación. Estudios in vitro usando clorhexidina gluconato al 2% como una solución irrigadora durante la instrumentación del conducto radicular han mostrado

la eficiencia antimicrobiana y la gran actividad residual (sustantividad) 72 hrs. después de la instrumentación (Leonardo, 1999; Hays, 1996). Esta sustentividad es significativamente mayor que la concentración al 0.12% (White, 1997).

Actividad Antimicrobiana

La clorhexidina es activa frente a bacterias gram(+) y gram(-), hongos, anaerobios facultativos y aerobios, por tanto posee un amplio espectro antibacteriano (Bascones y Manso, 1994). Sin embargo no tiene actividad frente a esporas, microbacterias ni virus. Se ha probado que los organismos gram(+) son más sensibles que los gram(-) y los estreptococos más que los estafilococos (Bascones y Manso, 1994). Los Estafilococos, *E. mutans*, *E. salivarius* y *E. Coli* tienen alta susceptibilidad; *E. sanguis* susceptibilidad intermedia; y las cadenas de *Proteus*, *Pseudomonas* y *Klebsiela* baja susceptibilidad (Bascones y Manso, 1994). Las bacterias gram(+) son inhibidas a concentraciones de 10 microgramos por mililitro o menores, aunque puede haber algunas diferencias. Por ejemplo, *S. sanguis* es menos sensible que el *S. mutans*. Las bacterias gram(-) muestran un rango mayor de variabilidad 50 microgramos por mililitro, aunque algunas (la especie *proteus*) tienen una concentración mínima inhibitoria mayor de 100 microgramos por mililitro (Genco, 1993).

Delany y cols. (1982) probaron la clorhexidina gluconato 0,2% en un estudio in vitro usando dientes extraídos. Ellos reportaron que puede ser un efectivo agente antibacteriano cuando es usado como irrigante endodóntico.

Estudios in vitro, usando clorhexidina como una solución irrigante o medicación intraconducto en concentraciones de 0,12% y 1%, demostraron actividad antimicrobiana satisfactoria para ambos métodos clínicos (Leonardo, 1999; Ringel, 1982). En un estudio clínico y de laboratorio donde se evaluó la actividad antibacteriana del hidróxido de calcio, clorhexidina y PMCF, como medicamento intraconducto, la solución de clorhexidina mostró actividad antimicrobiana contra todas las cepas bacterianas comúnmente presentes en infecciones endodónticas usadas en las pruebas de difusión agar (Barbosa y Siqueira, 1997).

Resultados del estudio de la evaluación de diferentes irrigantes de conductos radiculares sobre anaerobios estrictos, facultativos y microaerofílicos, muestran que la clorhexidina al 0,2%, o en una concentración más baja, tuvo un efecto bactericida óptimo sobre la bacteria más frecuentemente presente en el conducto radicular (D'Arcangelo, 1999).

Los resultados obtenidos por Leonardo (1999) confirman los resultados obtenidos in vitro por Jeansonne y White (1994), donde se observa una reducción en el número de CFUs para cada grupo de microorganismos analizados al ser irrigados con clorhexidina.

La clorhexidina al 0,12% en forma de gel resultó inhibitoria contra todas las cepas bacterianas anaerobias estrictas y facultativas comúnmente presentes en infecciones endodónticas en un estudio in vitro (Siqueira, 1997).

Ringel y cols. (1982) y Delaney y cols. (1982) reportaron que permanecían organismos viables dentro de los conductos radiculares irrigados con clorhexidina al 0,12%, lo que sugiere que debería ser usada la mayor concentración.

La utilización de clorhexidina al 2% como una solución irrigante está basada sobre estudios *in vitro* reportados de bajas concentraciones de clorhexidina (0,12% a 0,2%) que mostró menor efectividad que altas concentraciones de hipoclorito de sodio (Leonardo, 1999).

White y cols. (1997) han probado *in vitro* que el efecto antimicrobiano de la clorhexidina al 2% era equivalente al logrado con el hipoclorito de sodio al 5,25%. Por otro lado Basrani (1998) encontraron también *in vitro* que el hipoclorito de sodio al 2,5% fue más efectivo que la clorhexidina al 0,12% y al 0,2%. Otros investigadores, también *in vitro* como Vahadaty y cols. (1993), Jeansonne y White (1994) y Yesilsoy y cols. (1995), han demostrado que la clorhexidina es un agente antimicrobiano tan efectivo como el hipoclorito.

Resultados de estudios *in vivo* confirman la actividad antimicrobiana de la clorhexidina al 2% usada como una solución irrigadora de conductos radiculares (Leonardo, 1999). Además, a esta concentración genera actividad antimicrobiana más grande y de más larga duración que la concentración al 0.12% (White y Janer, 1997).

En un estudio donde se comparó el efecto antimicrobiano de varios irrigantes endodónticos sobre microorganismos selectos, el resultado indicó que la clorhexidina 2% es un efectivo irrigante para el uso endodóntico. Sin embargo, el hipoclorito de sodio al 5,25% fue superior en su capacidad antimicrobiana cuando se le comparó con otros irrigantes usados. (Ayhan, 1999)

Kuruvilla al comparar la clorhexidina con el hipoclorito de sodio concluyó que la clorhexidina es posiblemente más efectiva antimicrobianamente. Estos resultados están en contraposición con los de Ringel y cols. (1982); ellos concluyeron que el hipoclorito de sodio al 2,5% fue más efectivo que la clorhexidina al 0,2% como un irrigante endodóntico antimicrobiano *in vivo*.

Kuruvilla (1998) estableció en un estudio *in vivo* que el uso de hipoclorito y clorhexidina combinado dentro del conducto radicular, puede conseguir:

- Una acción antimicrobiana aditiva. No siendo estadísticamente mejor que el uso de clorhexidina sola.
- Una propiedad de disolución de tejidos que es mejor que el obtenido con el uso solo de clorhexidina.
- Una solución menos tóxica que el hipoclorito solo.

La posible razón para que esto pueda ser es debido a lo siguiente:

- La clorhexidina es una base, ella misma capaz de formar sales con ácidos orgánicos.
- El hipoclorito de sodio es un agente oxidante capaz de oxidar la parte gluconato de la clorhexidina para generar ácidos. Los grupos cloro se agregan sobre el componente guanidina

de la molécula de clorhexidina, con lo cual se forma "clorhidrato de clorhexidina". Esto aumenta la capacidad de ionizar de la molécula de clorhexidina y la solución hace su pH más alcalino.

Un estudio estableció que concentraciones diferentes de clorhexidina y de agua oxigenada usadas en combinación fueron más efectivas que la clorhexidina sola. Ésta fue más efectiva en la superficie que en la capa más profunda. El agua oxigenada posee un menor peso molecular y gran capacidad de penetración. La acción del agua oxigenada sobre la capa de barro dentinario puede permitir la penetración de la clorhexidina dentro de túbulos dentinarios: eso fundamentó que este agente eliminó más bacterias en el área adyacente al lumen, mientras que en capas más profundas eso tiene un efecto más disminuido. En contraste, el agua oxigenada tiene un gran efecto antibacteriano en capas profundas. El agua oxigenada fue tiempo dependiente, no así la clorhexidina (Heling y Chandler, 1998).

Basados en la evidencia actual, los efectos mecánicos de la instrumentación, complementados con la actividad antimicrobiana sustantiva de la clorhexidina, son probablemente al menos tan efectivos como la instrumentación con hipoclorito, y no sufre de las desventajas de esta solución. Más estudios son necesarios para evaluar los dos irrigantes, pero a este punto, la clorhexidina parece ser un excelente alternativa del hipoclorito (White-Janer, 1997) y podría utilizarse en el tratamiento endodóntico (Ayhan, 1999).

Toxicidad

Jeansonne y White (1994) compararon clorhexidina al 2% con hipoclorito de sodio 5,25% como irrigantes estableciendo que la clorhexidina es tan efectiva como el hipoclorito de sodio y que posee relativa carencia de toxicidad in vitro. Un investigador demostró in vitro que soluciones de clorhexidina gluconato 0,12% presentan irritación tisular moderada (Bittecorut, 1997 citado por Basrani, 1998;).

Estudios in vivo sugieren que el uso de la clorhexidina al 2% para la irrigación subgingival no es tóxico para el tejido periodontal en esta concentración, un factor que también justifica su uso como irrigante de los sistemas de conductos radiculares en términos de biocompatibilidad (Leonardo, 1999; Southard, 1989) y una relativa ausencia de toxicidad (Kurkuvilla, 1998; Lee, 1990).

Los resultados de un estudio de la clorhexidina como un medicamento intraconducto para el tratamiento de lesiones inflamatorias en el espacio periodontal, mostraron que tanto la reacción inflamatoria marginal como periapical fueron más frecuentes hallazgos en dientes infectados que en dientes acondicionados con clorhexidina, por lo tanto, reduce la reacción inflamatoria en el periodonto (Lindskog y Blomlöf, 1998).

Se han descrito también lesiones descamativas en la mucosa alveolar luego de colutorios al 0,2%; esta descamación de células puede ocurrir más frecuentemente con altas concentraciones que con bajas concentraciones (Flötra, 1971 citado por Bascones y Manso, 1994).

Las excelentes propiedades antimicrobianas de la clorhexidina indica que puede ser un sustituto conveniente en pacientes que sean alérgicos al hipoclorito de sodio (D'Arcangelo, 1999).

Aunque las preparaciones de clorhexidina 2% no han sido usadas tan extensivamente como los colutorios orales disponibles en la irrigación subgingival, sin efectos adversos. No se debería esperar efectos adversos de la formulación de 2% si es usada como un irrigante endodóntico (White y Janer, 1997).

HIPÓTESIS

El efecto antimicrobiano del gluconato de clorhexidina al 2% es mejor o al menos similar que el hipoclorito de sodio al 2.52% como agentes irrigantes de conductos radiculares.

OBJETIVOS

Objetivo general: Comparar el efecto de la clorhexidina al 2% como agente irrigante antimicrobiano con el hipoclorito de sodio al 2.52%, en conductos con diagnóstico de necrosis séptica.

Objetivos específicos:

- Determinar la efectividad antimicrobiana de la clorhexidina al 2% contra flora anaerobia.
- Verificar el efecto antimicrobiano del hipoclorito de sodio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio consistió en comparar el efecto antimicrobiano sobre bacterias anaerobias a través de un recuento posterior de CFUs.

Marco muestral: Pacientes de la facultad de odontología de la Universidad de Valparaíso que se atienden en la clínica A de cuarto año. Se seleccionaron 45 dientes anteriores, superiores e inferiores con diagnóstico clínico de necrosis séptica con o sin lesión radiográfica periapical en un total de 38 pacientes. Se divide la muestra en tres grupos, cada uno de quince dientes. Un grupo correspondió a clorhexidina 2%, otro a hipoclorito de sodio 2.52% y el tercer grupo correspondió al grupo control tratado con suero fisiológico.

Tipo de muestreo: No probabilístico.

Tipo de estudio: Ensayo clínico.

Variables:

- Dependiente: número de colonias formadas.
- Independiente: Tipo de solución usada.

Los dientes seleccionados fueron diagnosticados en base a una ficha tipo diseñada para la investigación, la cual contenía un consentimiento informado (Anexo n°1).

Se realizó un total de 90 muestras para cultivo de anaerobios, una antes y otra después de irrigar.

Una vez seleccionados los dientes, se realizó el aislamiento absoluto (Foto n°3), desinfectando la zona con lugol (iodoetanol 0.3%). Se procede a realizar la apertura endodóntica (Foto n°4) a baja velocidad con fresas estériles ISO 0.12 o 0.14 redonda de carbide (Lored y Cía. Ltda.; Diatech, Swiss dental instruments) y utilizando un adaptador de baja velocidad. Se permeabiliza (Foto n°5) el conducto utilizando un escariador número 15 (Maillefer, Dentsply, Reamer colorinox A O11B 28 mm. 010, Santiago, Chile). Éste se introdujo en el conducto a 1 milímetro de la longitud de estudio y se realizó en cinco oportunidades un movimiento de intrusión y tracción alrededor del conducto en el sentido horario para cumplir con el objetivo. En los casos en que el diagnóstico clínico del diente incluía la presencia de lesión periapical, se procedió a realizar la trefinación del ápice dentario.

Para realizar las muestras dos de los integrantes del seminario se calibraron previamente.



Foto n°3: Aislamiento absoluto

Foto n°4: Apertura

Foto n°5: Permeabilización

Para la toma de muestra se prepararon previamente los siguientes materiales:

- Tubos de ensayos de 15 ml. tapa rosca estéril conteniendo 10 ml. de medio de Tioglicolato líquido USP/EP (Becton Dickinson and Company, Cockeysville, MD, USA) enriquecido con Hemina (Calbiochem, laboratorio Biosciences, inc., Germany) y Menadiona (vitamina K) (Fasa, Farmacias Ahumada, Santiago, Chile). El medio de cultivo fue preparado en el departamento de microbiología de la escuela de medicina de la Universidad de Valparaíso (Foto n°6).
- Tubos de ensayo de 5 ml vacíos esterilizados con un tapón de algodón cardé en la apertura del tubo esterilizados. La función de estos tubos era colocar la solución irrigadora dentro de él previo a la irrigación, con el objetivo de evitar abrir continuamente el frasco que contenía la solución y de esta manera prevenir al máximo alguna posible contaminación (Foto n°7).



Foto n°6: Tubos de 15 ml. con medio de cultivo

Foto n°7: Tubos de 5 ml. con irrigante

- Jeringas de 5 ml. con aguja 21G 1 $\frac{1}{2}$ (Plastipak, Becton-Dickinson, industrias quirúrgica, ltda.) desechables con el objetivo de transportar la solución irrigadora. Se aspiraban 3 ml de solución y luego se tapaban las jeringas en su envoltorio correspondiente hasta el momento de irrigar el conducto. Cada jeringa se rotuló de la siguiente manera: el número de paciente y la abreviatura de la solución utilizada (Foto n°8).

- Jeringas de 1 ml con aguja 25G 5/8 desechables (Becton Dickinson Ind. Quirúrgica Ltda.). Cada jeringa se rotuló de la siguiente manera: Número de paciente, abreviatura de la solución utilizada y con las letras A y B (Toma de muestra antes de la irrigación y después de la irrigación, respectivamente) (Foto n°8).



Foto n°8: Jeringas de 5 ml. y 1 ml.

- Mechero.

Soluciones utilizadas:

- **Clorhexidina 2%:** Fue preparada por el laboratorio Fasa, farmacias Ahumada, Santiago, Chile, en envases de un litro herméticos. La clorhexidina sólo estaba diluída en agua, sin ningún otro aditivo. Duración: 90 días después de su fabricación.
- **Suero fisiológico:** Corresponde a Cloruro de sodio 0.9% fisiológico isotónico, fabricado por el laboratorio Sanderson S.A. Stgo, Chile.
- **Hipoclorito de sodio 2.52%:** Fue preparada en proporciones iguales con agua destilada y Clorina (fabricado por Clorox, Chile S. A., Stgo, Chile) que contiene 5.5% de cloro activo (como hipoclorito de sodio), en 94.5% de agua filtrada.

Primera toma de muestra:

Luego de permeabilizado el conducto, se extrajo (con una jeringa de 1 ml.) de un tubo de ensayo de 15 ml la cantidad de 0.1 ml de caldo de thioglicolato enriquecido con vitamina K y Hemina. Todo este traspaso se realizó bajo la llama del mechero para evitar alguna posible contaminación y pérdida de la esterilidad. Esta cantidad de caldo fue llevado hasta el conducto e inyectado en él mediante la jeringa (Foto n°9). Luego de colocar toda la cantidad de este medio no se retiró la aguja del conducto de manera de evitar cualquier atrapamiento de aire. El medio y la aguja se mantuvieron por un lapso de 2 minutos dentro del conducto, con el objetivo de que el medio actúe como transporte para las bacterias. Una vez transcurrido este tiempo se aspiró la cantidad de medio posible que existía en el conducto (Foto n°10) y se volvió a tapar la jeringa y devuelta a su envase original y se selló inmediatamente con papel de control pupinel externo (3M).



Foto n°9: Introducción del medio en el conducto



Foto n°10: Aspiración del contenido en el conducto

Irrigación:

Posteriormente al retiro de la jeringa de 1 ml. del conducto, se procedió a realizar la irrigación. La cantidad de irrigante utilizado fue de 3 ml (Foto n°11), ya que es la cantidad promedio que se utiliza al realizar una PBM en dientes con un conducto. El tiempo que se dejó actuar la solución fue de dos minutos, ya que ese es el tiempo promedio en que realmente el irrigante está en contacto con las paredes dentinarias al interior del conducto sin interferencia del instrumento. Este tiempo sirvió, además, para que la solución realizara su acción bactericida. Por lo tanto, se irrigó durante 1 minuto y se dejó actuar por otro minuto. Una vez transcurrido este tiempo, la jeringa de 5ml utilizada fue desechada.

Posteriormente, se realizó el completo secado de la cámara y conducto radicular con motas de algodón estériles y el conducto con conos de papel estériles número 35 (Coltene/Whaledent inc.).



Foto n°11: Irrigación

Segunda toma de muestra:

Esta muestra se realizó en forma similar a la primera utilizando una nueva jeringa de 1 ml. rotulada. Luego de tomada esta muestra el conducto fue irrigado con 3 ml de suero fisiológico y nuevamente secado, para que el tratamiento de endodoncia continuara normalmente.

Siembra de cultivo anaerobio y recuento:

Se utilizaron placas petri de 80 x 15 mm. que contenían el medio de cultivo para anaerobios. Correspondía a agar anaerobio (Becton Dickinson and Company, Cockeysville, MD, USA) más sangre de cordero 5% enriquecido con vitamina K y Hemina. La cantidad de medio de cultivo por placa petri era de 10 cc.. El medio de cultivo fue preparado en el departamento de microbiología de la escuela de medicina de la Universidad de Valparaíso.

Previamente se rotularon las placas petri (2 para cada diente) de la siguiente manera: Número de paciente, abreviatura de la solución utilizada, letras A (antes de la irrigación) y B (después de la irrigación).

Todo este método de siembra fue realizado a la llama del mechero para evitar cualquier contaminación de la muestra o de la placa petri al momento de abrirla (Foto n°12). La cantidad de la jeringa que se aspiró fue colocada en el centro de la placa petri y posteriormente se utilizó una asa de plástico estéril de 10 µl para esparcir la muestra en la superficie del medio de cultivo. Luego de esparcida la muestra con el asa, la placa petri volvió a ser cerrada e introducida en la jarra de anaerobiosis.

Una vez colocadas las placas en la jarra (Foto n°13) se realizó la anaerobiosis en ella. Para esto, se colocó el indicador de anaerobiosis (Merck) activado con una gota de agua dentro de la jarra y el reactivo (Anaerocult A) que produce esta condición. A este reactivo se le aplicaron 35 ml. de agua dentro de 15 a 20 segundos uniformemente sobre su superficie para activarlo, colocándolo inmediatamente dentro de la jarra dirigido hacia las placas. Inmediatamente después

se cerró herméticamente la jarra de anaerobiosis. Esta siembra fue realizada por uno de los integrantes del seminario previamente calibrado.



Foto n°12: Siembra



Foto n°13: Jarra de anaerobiosis

La jarra en estado de anaerobiosis fue llevada inmediatamente al Departamento de Microbiología de la Escuela de Medicina de la Universidad de Valparaíso, para dejarla en la cámara de cultivo (Foto n°14) a una temperatura de 37° por un lapso de 7 días para permitir el desarrollo de colonias de bacterias anaerobias.

Después de transcurridos los 7 días la jarra fue abierta y las placas petri se colocaron en una unidad contadora de colonias (Foto n°15) para proceder a su recuento. Además, la pantalla sobre la cual se coloca la placa petri, posee divisiones que facilitan contar. Este recuento fue realizado por uno de los integrantes previamente calibrado del seminario de tesis con la colaboración de la encargada del departamento de cultivo de la Escuela de Medicina de la Universidad de Valparaíso.



Foto n°14: Cámara de cultivo



Foto n°15: Unidad contadora de colonias

Como se aspiró diferente cantidad de caldo de tioglicolato embebido en bacterias antes y después de la irrigación (entre 0.04ml. y 0.1 ml.) y entre los distintos dientes, a los datos obtenidos (unidades formadoras de colonias), se le aplicó una regla de tres para facilitar su posterior análisis de la siguiente manera:

$\frac{X}{\text{Cantidad de colonias contadas}} = \frac{0.1 \text{ ml}}{\text{Cantidad de ml. que se aspiró del conducto}}$

El objetivo de esto es llevar todas las cantidades de las unidades formadoras de colonias a una determinada cantidad de siembra. Los datos obtenidos fueron anotados para facilitar su análisis estadístico.

Limitaciones:

- Lo ideal para realizar este tipo de estudio es haber contado con una centrífuga para diluciones para aproximar más los resultados, ya que en nuestro estudio fue realizado un recuento aproximado macroscópico, dependiente del investigador que realizó el conteo.
- Debido a que la técnica para realizar cultivo de anaerobios es compleja, es probable que los resultados obtenidos sean de anaerobios facultativos y estrictos, puesto que ambos son los microorganismos que predominan en este tipo de lesiones.

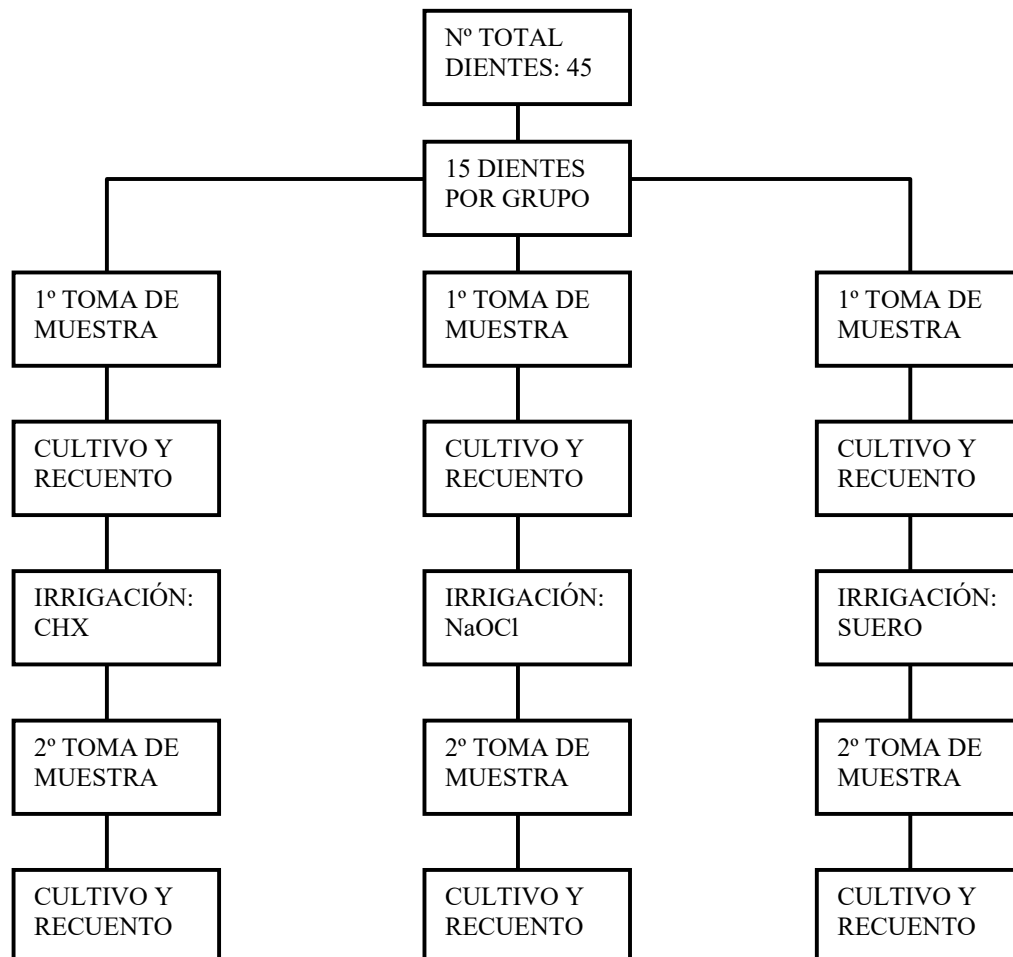


Diagrama que muestra la totalidad de dientes seleccionados y su división por grupo.

Los datos se analizaron mediante un test de *ANOVA* para detectar las diferencias entre los grupos. Para las comparaciones individuales se ocupó otro test, el de *NEWMAN-KEULS*. El nivel de significancia estadística se fijó en $p < 0.01$. Se utilizó el software estadístico SPSS/PC 8.0.

RESULTADOS

- El detalle de los datos y del análisis estadístico se encuentra en el anexo n°2.

Las mediciones de los cultivos de los distintos grupos antes de ser irrigados presentaron:

- Un valor medio ligeramente mayor para la clorhexidina, con una media de 9943.9 UFC y una desviación estándar (DE) igual a 2818.7.
- El grupo suero siguió a la clorhexidina, con una media de 8077.6 UFC (DE= 2940.7) y luego el grupo hipoclorito de sodio (NaOCl), con un valor medio de 7891.7 (DE= 2408.9).
- Estas diferencias entre los grupos no fueron estadísticamente significativas ($p>0.01$).
- Asimismo, sus variancias no fueron estadísticamente significativas ($p>0.01$).

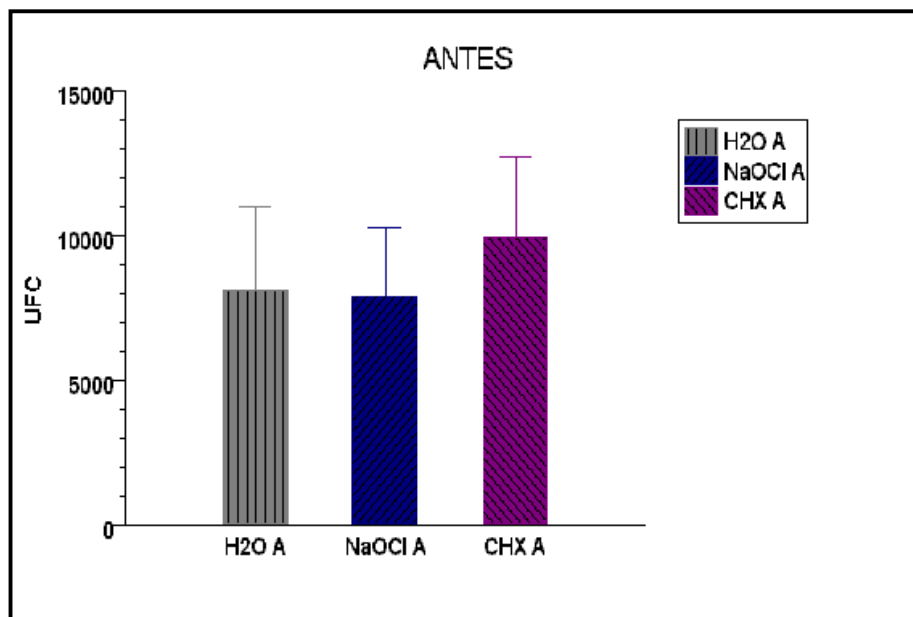


Gráfico n°1: Valores obtenidos antes de irrigar.

Luego de irrigar las mediciones revelaron:

- El menor valor de número de colonias correspondió al grupo de la clorhexidina, con un valor medio de 3481.5 (DE=1210.2).
- Fue mayor para el grupo del hipoclorito con una media de 4415.5 (DE=1268.6) y finalmente el grupo suero con una media de 7091.7 (DE=2378.1).

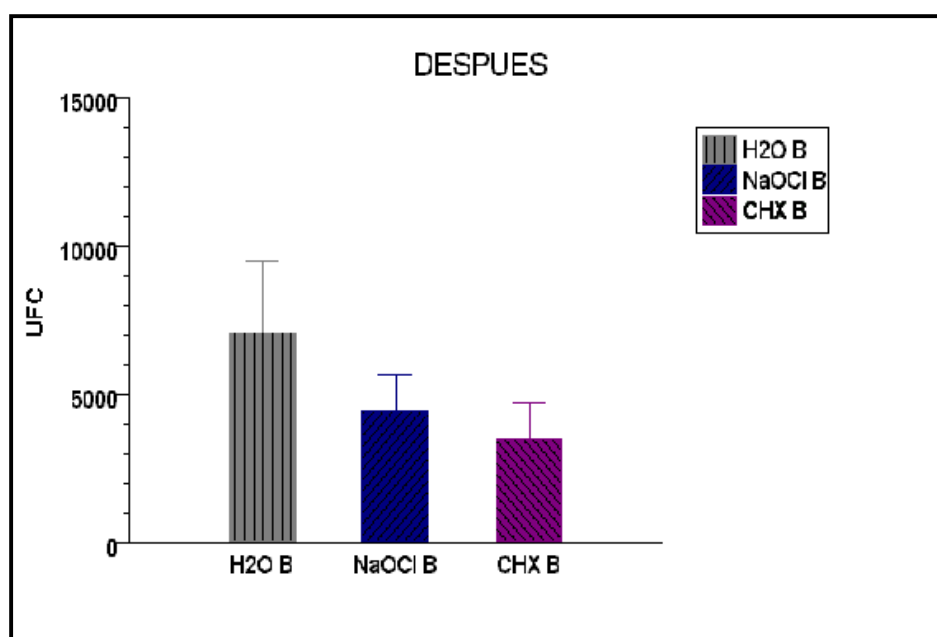


Gráfico n°2: Valores obtenidos después de irrigar.

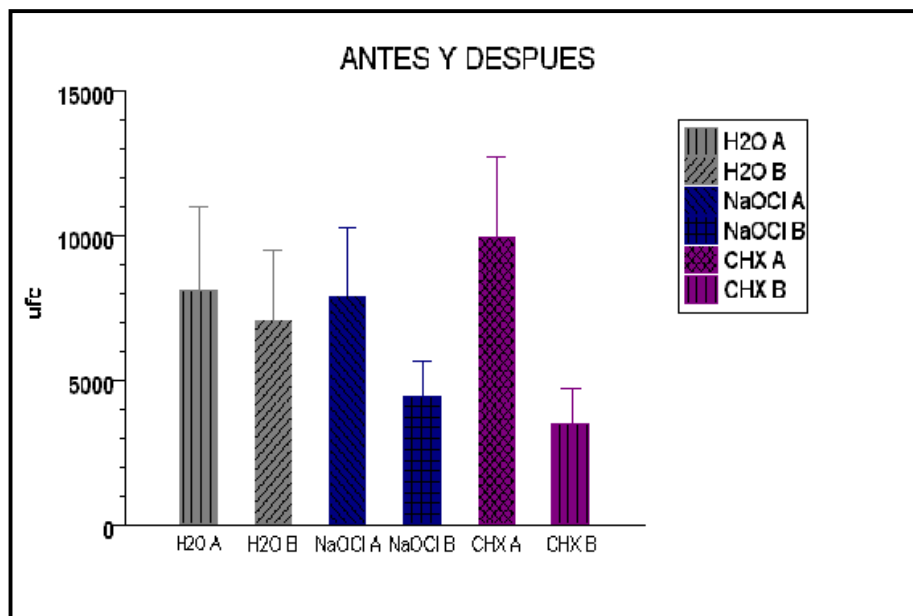


Gráfico n°3: Valores antes y después de irrigar.

- Todos estos grupos presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$) y el análisis de comparación entre los grupos demostró las siguientes diferencias individuales:

Grupo	Suero	NaOCl	CHX
Valor p	<0.01	>0.01	>0.01
Inferencia	Difiere de NaOCl y CHX	Difiere de suero	Difiere de suero

Tabla I: Diferencias individuales entre los grupos.

La tabla I nos indica que el suero difiere significativamente de la clorhexidina y del hipoclorito. Entre estos dos no existe diferencia significativa.

Para verificar las reales diferencias se compararon las reducciones de cada grupo según el número de cultivos antes y después, observándose el siguiente resultado:

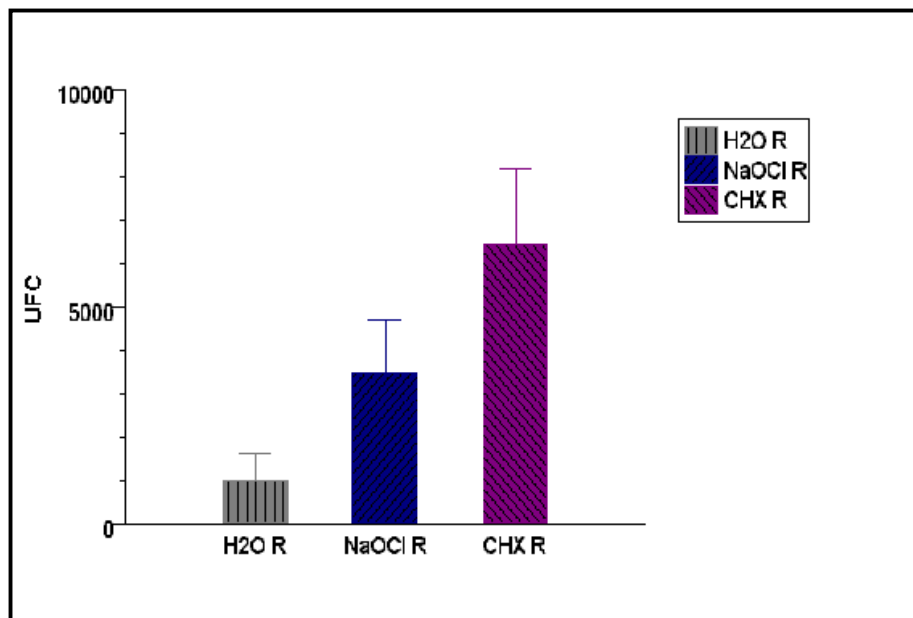


Gráfico n°4: Diferencias entre los grupos.

El promedio de disminución de la clorhexidina correspondió a 6462.4 (DE=1717.7) la cual fue mayor que el hipoclorito, que tuvo una disminución de 3476.2 (DE=1206.6) y que el grupo suero, que tuvo la menor disminución, siendo de 985.9 (DE= 628.5).

Todos los grupos difirieron entre sí de manera significativa ($p < 0.01$).

Se calculó además el η^2 (eta) que correspondió a 77%. El valor eta es el porcentaje que explica la variancia de la variable dependiente. En este caso, el 77% de la irrigación explica la variación del número de CFUs de los cultivos.

		ANTES	DESPUES	TOTAL
NaOCl	Promedio	7891.7	4415.5	3476.2
	DE	2408.9	1268.6	1498.3
Suero	Promedio	8077.6	7091.7	985.9
	DE	2940.7	2378.1	718.9
CHX	Promedio	9943.9	3481.5	6462.4
	DE	2818.8	1210.2	2391.9

Tabla II: Resumen de los datos

DISCUSIÓN

Está establecido que los microorganismos, sus productos y sus subproductos son la mayor causa del desarrollo y persistencia de lesiones pulpoperiapicales. Estos procesos patológicos no son restrictivos solamente al lumen del conducto, sino que también puede alcanzar al sistema de conductos radiculares y porciones profundas de los túbulos dentinarios y de igual modo cuando existe lesión periapical. Por eso que es un requisito muy importante que la solución irrigante tenga actividad antimicrobiana amplia y con baja toxicidad (Kuruvilla, 1998).

El hipoclorito de sodio ha sido utilizado como el irrigante de elección en los tratamientos endodónticos durante mucho tiempo, principalmente por su acción antimicrobiana y su capacidad disolvente de tejidos. Sin embargo, aún presenta inconvenientes como mal olor, decolora la ropa, produce corrosión de instrumentos, hipersensibilidad en algunos pacientes y posee altísima toxicidad.

Es por esta razón, que en la actualidad los estudios están enfocados en buscar una solución irrigante con igual o mejor propiedad antibacteriana, pero que por sobre todo presente baja toxicidad, como lo es la *clorhexidina*. Ésta, además presenta una propiedad que no presenta el hipoclorito de sodio: sustentividad. White y cols. (1997) en un estudio in vitro comprobaron que la clorhexidina al 2% permanecía activa dentro del conducto por más de 72 horas. Este estudio concuerda con lo realizado por Leonardo y cols. (1999) que también encontraron actividad antimicrobiana sustentiva de la clorhexidina al 2% in vivo.

Los resultados de nuestro estudio indicaron que la clorhexidina al 2% posee mayor capacidad antimicrobiana (mayor reducción en el número de colonias) que el hipoclorito de sodio al 2.52% y que el grupo control ($p < 0.01$). La magnitud de nuestro estudio es de un 77%, vale decir, que las diferencias entre los grupos depende de un 77% del uso de cada irrigante y que un 23% depende de otros factores. Si bien no se esperaba disminución de colonias en el grupo del suero fisiológico, ésta se produjo de igual manera, lo cual se podría atribuir a otros factores como podría ser el arrastre mecánico que produce cualquier solución irrigadora dentro del conducto radicular.

Todos los 45 dientes que se usaron en el estudio presentaron cultivo anaerobio positivo en la muestra inicial. La implicancia de este hallazgo es que las bacterias se encuentran presentes en el 100% de los casos y las diferencias entre los grupos no fue estadísticamente significativa ($p > 0.01$).

Esta investigación, por ser de tipo no probabilística, los resultados que se obtuvieron deben considerarse atingente solamente a la cantidad de sujetos seleccionados.

En estudios previos in vitro se ha establecido que la clorhexidina es un potente agente antimicrobiano. Parson y cols. (1980) concluyó que esta solución al 1% poseía mejor actividad antimicrobiana y ambas se mantenían en el tiempo.

Un estudio in vitro realizado por Heling y cols. (1998) encontró que la eficacia antimicrobiana de la clorhexidina al 0.2% era similar que el hipoclorito al 1%.

En cuanto a estudios in vivo realizados, Ringel y cols. (1982), utilizando cultivos aerobios y anaerobios en dientes con necrosis séptica concluyeron que el hipoclorito al 2.5% era mejor que la clorhexidina al 0.2%. Estos resultados no concuerdan con nuestro estudio, sin embargo, la concentración de clorhexidina que ellos utilizaron era menor. Kuruvilla y cols.(1998) in vivo utilizaron las mismas concentraciones encontrando actividad similar, sugiriendo que una mayor concentración de clorhexidina podría ser utilizada para obtener mejor actividad antimicrobiana.

Utilizándola al 2% in vivo (Leonardo y cols., 1999), mostró una potente actividad antimicrobiana mantenida en el tiempo por más de 48 horas.

Basados en los resultados de nuestro estudio y en concordancia con lo dicho por otros investigadores, el uso de la clorhexidina como irrigante endodóntico es recomendable por su gran actividad antimicrobiana, sustentividad y baja toxicidad. En cuanto a esta propiedad, Yesilsoy y cols. (1995) encontraron que la clorhexidina cumplía con este requisito. Contrariamente, el hipoclorito a sus distintas concentraciones muestra ser altamente tóxico (Koulaouzidou y cols., 1999).

Es importante valorar que esta investigación fue realizada in vivo, superando todos los inconvenientes que ello acarrea, siendo más representativo de una situación clínica real que los estudios anteriores, por lo mismo es importante su consideración debido a haberse realizado en condiciones clínicas habituales, con las que el odontólogo esta acostumbrado a trabajar.

Otro aspecto relevante es que el estudio realizado deja abierta una clara opción a otro irrigante distinto al hipoclorito de sodio que es el más utilizado en la actualidad.

Son necesarios más estudios para evaluar la influencia de otros factores, ya que este trabajo solamente mide la capacidad antimicrobiana, que es una de las características de una solución irrigante ideal.

Los avances tecnológicos y científicos nos permitirán determinar cada vez más las verdaderas propiedades de una solución y como ésta actúa con los tejidos dentarios y periapicales y si ésta debe actuar sola o en combinación con otra, con el objetivo de encontrar una solución ideal.

CONCLUSIONES

- El gluconato de clorhexidina al 2% demostró poseer mayor efecto antimicrobiano in vivo que el hipoclorito de sodio al 2,52% usados como irrigantes endodónticos en dientes con diagnóstico de necrosis pulpar séptica.

- Se comprobó el efecto antimicrobiano de la clorhexidina debido a que produjo una disminución notablemente mayor en el número de unidades formadoras de colonia cuando se compara con el suero fisiológico.

- Se comprobó el efecto antimicrobiano del hipoclorito de sodio debido a que produjo mayor disminución en el número de unidades formadoras de colonia que el suero fisiológico.

SUGERENCIAS

- Si bien es cierto que este estudio comprobó la eficacia antimicrobiana de la clorhexidina, sería interesante investigar en forma clínica las demás propiedades de ésta, para evaluar sus cualidades como irrigante.
- Se sugiere utilizar materiales de mayor tecnología para la realización de este tipo de estudios.
- Este estudio demostró la eficacia antimicrobiana mediante la disminución del número de colonias. Se propone observar la acción de esta solución sobre cepas específicas.
- Debido a que se realizaron cultivos antes y después de irrigar, la presente investigación se podría mejorar al realizar cultivos durante y después de la instrumentación, y con mayor importancia en un tiempo diferido, para poder evaluar la sustentividad de la clorhexidina.
- Se propone comprobar el desempeño de la clorhexidina como agente de medicación.
- Ya que los resultados de esta investigación no son coincidentes con la totalidad de los estudios realizados sobre el mismo tema, sugerimos la realización de nuevos ensayos clínicos utilizando la misma metodología.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue comparar el efecto antimicrobiano del gluconato de clorhexidina al 2% con el hipoclorito de sodio al 2,52% como irrigantes en conductos radiculares con necrosis séptica. Se seleccionaron 45 dientes anteriores, superiores e inferiores con diagnóstico clínico de necrosis pulpar séptica con o sin lesión radiográfica periapical. Los dientes se separaron en tres grupos de 15 que fueron irrigados con clorhexidina al 2%, hipoclorito de sodio al 2,52% y suero fisiológico respectivamente. Se usó técnica de cultivo para anaerobios y recuento de colonias antes y después del uso de cada irrigante probado. El análisis de los datos se realizó mediante el uso de los test ANOVA y Newman-Keuls. Los resultados de esta investigación indican que la clorhexidina presentó mayor eficacia en la reducción de unidades formadoras de colonia que el hipoclorito de sodio y el suero fisiológico ($p < 0.01$). A su vez, el hipoclorito de sodio presentó mayor eficacia que el suero fisiológico ($p < 0.01$). Estos datos sugieren que la clorhexidina constituye una alternativa valiosa para su uso como irrigante endodóntica debido a que posee una potente actividad antimicrobiana con menores efectos adversos que el hipoclorito de sodio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Assed, S. ; Ito, I. Y. ; Leonardo, M. R. ; Silva, L. A. B. ; and Lopatin, D. E. (1996): Anaerobic microorganisms in root canals of human teeth with chronic apical periodontitis detected by indirect immunofluorescence. *Endod. Dent. Traumatol.* 12:66-69.
- Ayhan, H. ; Sultan, N. ; Çirak, M. ; Ruth, M. Z. ; and Bodur, H. (1999): Antimicrobial Effects Of Various Endodontics Irrigants On Selected Microorganism. *Int. Endod. J.* 32: 99-102.
- Barbin, E. L. ; Spanó, J. C. E. ; Da Silva, R. S. ; and Pécora, J. D. (1995): In vitro Analysis of thermic Variation During the use of Sodium Hypochlorite with 3% Hydrogen Peroxide. *Rev. Odontol. Univ. São Paulo* 9:189-192.
- Barbosa, C. A. M. ; Gonçalves, R. B. ; Siqueira, J. F. ; and De Uzeda, M. (1997): Evaluation Of The Antibacterial Activities Of Calcium Hydroxide, Chlorhexidine, and Camphorated Paramonochlorophenol As Intracanal Medicament A Clinical and Laboratory Study. *J. Endodon.* 23: 297-300.
- Bascones, A. ; Manso, F. J. (1994): Chlorhexidina En Odontoestomatología: Conceptos Actuales y Revisión De La Literatura. *Avances En Odontoestomatología.* 10: 685-708.
- Basrani, B. ; Robinson, C: (1998): Evaluación De La Limpieza Y desinfección Del Conducto Radicular Con Diferentes Irrigantes. Parte I. *Rev. De La Asoc. Odont. Argent. Endodoncia.* 86: 584-589.
- Berutti, E. ; and Marini, R. (1996): A Scanning Electron Microscopic Evsaluation of the Debridement Capability of Sodium Hypochlorite at Different Temperatures. *J. Endodon.* 22:467-470.
- Berutti, E. ; Marini, R. ; and Angeretti, A. (1997): Penetration Ability of different Irrigants into Dentinal Tubules. *J. Endodon.* 23:725-734.
- Brito F. ; Sologuren M. (2000): "Evaluación In Vitro De La Retención De Tres Distintos Colutorios de Clorhexidina Presentes En Mercado nacional". Seminario de tesis, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile.
- Brown, D. C. ; Moore, B. K. jr. ; and Newton, C. W. (1995): An in vitro Study of Apical Extrusion of Sodium Hypochlorite during Endodontic Canal preparation. *J. Endodon.* 21:587-591.
- Burns, R. C. ; and Buchanan L. S. (1995): "Morfología dentaria y aperturas de acceso". En: "Endodoncia, Los caminos de la pulpa". Cohen, S. and Burns, R. C., México, Editorial Panamericana, pp. 161-168; 172-177; 188-190.
- D'Arcángelo, C. ; Varvara, G. ; and De Fazio, P. (1999): An Evaluation Of The Action Of Different Root Canal Irrigants On Facultative Aerobic-Anaerobic, Obligate Anaerobic, And Microaerophilic Bacteria. *J. Endodon.* 25: 351-353.
- Delany, G. M. ; Patterson, S. S. ; Miller, C. H. ; and Newton, C. W. (1982): The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. *Oral Surg.* 53: 518-523.
- Fudesa (1999): Actividad antimicrobiana de la clorhexidina. N°12 Buenos Aires, Argentina.
- Gambarini, G. ; De Luca, M. ; and Gerosa, R. (1998): Chemical Stability of Heated Sodium Hypochlorite Endodontic Irrigants. *J. Endodon.* 24:432-434.

- Genco, R. J.; Hammond, B. F. (1993): "Sensibilidad De Los Microorganismos Periodontales A Los Antibióticos Y Otros Agentes Antimicrobianos". En: "Periodoncia", Genco, R.J.; Goldman, H.M.; Cohen, D.W., Eds. Mexico D.F., Interamericana McGraw-Hill, pp. 176.
- Gomes B. P. F. A. ; Lilley, J. D. ; and Drucker, D. B. (1996): Variations in the susceptibilities of components of the endodontic microflora to biomechanical procedures. *Int. Endod. J.* 29:235-241.
- Gordon, T. M. ; Damoto, D. ; and Christner, P. (1981): Solvent effect of various dilutions of Sodium Hypochlorite on Vital and necrotic tissue. *J. Endodon.* 7:466-469.
- Guerisoli, D. M. Z. ; Silva, R. S. ; and Pécora, J. D. (1998): Evaluation of some physico-chemical properties of different concentrations of sodium hypochlorite solutions. *Braz. J. Endodon.* 3:21-3.
- Guerisoli, D. M. Z. ; Neto, M. D. ; and Pécora, J. D. (1999): Ação do hipoclorito de sódio em diversas concentrações sobre a estrutura dentinaria. *Disertación, Universidad de Sao Paulo, Brazil.*
- Haïkel, Y. ; Serfaty, P. ; Lwin, T. T. C. ; and Allemann, C. (1996): Effects of Cleaning, Disinfection, and Sterilization Procedures on the Cutting Efficiency of Endodontic Files. *J. Endodon.* 22:657-661.
- Haïkel, Y. ; Serfaty, P. ; Lwin, T. T. C. ; and Allemann, C. (1997): Effects of Cleaning, Chemical Disinfection, and Sterilization Procedures on the Mechanical Properties of Endodontic Instruments. *J. Endodon.* 23:15-18.
- Hassi, J. Th. ; Contreras, P. C. ; Silva, N. S. (1997): Eficacia Antimicrobiana De Las Soluciones De Hidróxido De Calcio y Chlorhexidina al 0.1% Sobre La Flora Bacteriana De Molares Temporales Necrosados. *Fudesa, Argentina*
- Heling, I. ; Chandler, N. P. (1998): Antimicrobial Effect Of Irrigant Combinations Within Dentinal Tubules. *Int. Endod. J.* 31:8-14.
- Ingle, J. I. ; Bakland, L. K. ; Peters, D. L. ; Buchanan, L. S. ; and Mullaney, T. P. (1996): "Preparación de la cavidad endodóntica" En: "Endodoncia". Ingle, J. I. ; and Bakland, L. K., México, Editorial Interamericana McGraw-Hill, 4º Edición, pp.187-192.
- Jeansonne, M. J. ; and White, R. R. (1994): A Comparison of 2.0% Chlorhexidine Gluconate and 5.25% Sodium Hypochlorite as Antimicrobial Endodontic Irrigants. *J.Endodon.* 20: 276-278.
- Johnson, B. T. ; Mayo, J. A. ; and Jeansonne, B. G. (1999): β -Hemolytic streptococci and other β -hemolytic organisms in apical periodontitis and severe marginal periodontitis. *Endod. Dent. Traumatol.* 15:102-108.
- Koulaouzidou, E. A. ; Margelos, J. ; Beltes, P. ; and Kortsaris, A. H. (1999): Cytotoxic Effects of Different Concentrations of Neutral and Alkaline EDTA Solutions Used as Root Canal Irrigants. *J. Endodon.* 25:21-23.
- Kuruvilla, J. R. ; and Kamath, M. P. (1998): Antimicrobial Activity Of 2.5% Sodium Hypochlorite And 0.2% Chlorhexidine Gluconate Separately and Combined, As Endodontic Irrigants. *J. Endodon.* 24: 472-476.
- Leonardo, M. R. (1994): "Preparación biomecánica de los conductos radiculares" En: "Tratamiento de conductos radiculares". Leonardo, M.R. ; and Leal, J.M., Buenos Aires, Argentina, Editorial Médica Panamericana, 2º Edición, pp. 246-253.

- Leonardo, M. R. ; Tanomaru Filho, M. ; Silva, L. A. B. ; Filho, N. P. ; Bonifacio, K. C. ; and Ito, I. Y. (1999): In Vivo Antimicrobial Activity Of 2% Chlorhexidine Used As A Root Canal Irrigating Solution. *J. Endodon.* 25: 167-171.
- Lin, S. K. ; Hong, C. Y. ; Chang, H. H. ; Chiang, C. P. ; Chen, C. . ; Jeng, J. H. ; and Kuo, M. Y. P. (2000): Immunolocalization of Macrophages and Transforming Growth Factor- β_1 in Induced Rat Periapical Lesions. *J. Endodon.* 26:335-340.
- Lindskog, S. ; Pierce, A. M. ; and Blomlöf, L. (1998): Chlorhexidine As A Root Canal Medicament For Treating Inflammatory Lesions In The Periodontal Space. *Endod. Dent Traumatol.* 14: 186-190.
- Monetto, A. M. ; and Rui, S. (1997): Acción de irrigantes en endodoncia, sobre bacterias anaeróbicas. Cátedra de Bacteriología y Virología, Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Ohara, P. K. ; Torabinejad, M. ; and Kettering, J. D. (1993): Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *Endod. Dent. Traumatol.* 9:95-100.
- Oyarzún C. ; Schellhow B. (1998): "Efectividad Antiplaca Del Gel De Gluconato De Clorhexidina 1% En Pacientes Con Parálisis Cerebral De 4 A 13 Años De Edad En El Instituto De Rehabilitación Infantil De Valparaíso". Seminario de tesis, Facultad de Odontología, Universidad de Valparaíso, Chile.
- Parsons, G. J. ; Patterson, S. S. ; Miller, C. H. ; Katz, S. ; Kafrawy, A. H. ; and Newton, C. W. (1980): Uptake and release of chlorhexidine by bovine pulp and dentin specimens and their subsequent acquisition of antibacterial properties. *Oral Surg.* 49: 455-466.
- Pécora, J. D. (1997): Soluções auxiliares da biomecânica dos canais radiculares. Departamento Webmaster. Copyright 1997. Department of restorative Dentistry.
- Pécora, J. D. ; Guerisoli, D. M. Z. ; Da Silva, R. S. ; and Vanson, L. P. (1998): Estudo sobre o Shelf-life do hipoclorito de sódio a 5.0%. Facultad de Odontología de Riberão Preto, Universidad de Sao Paulo, Brazil.
- Pécora, J. D. ; Sousa-Neto, M. D. ; Guerisoli, D. M. Z. ; and Marchesan, M. A. (1998): Effect of reduction of the surface tension of different concentrations of sodium hypochlorite solutions on radicular dentine permeability. *Braz. J. Endodon.* 3:38-40.
- Pisano, J. V. ; and Weine, F. S. (1997): "Microbiología endodóntica". En: "Tratamiento endodóntico". Weine, F. S., Madrid, España, Editorial Harcourt-Brace, pp. 694-698; 703-705.
- Pişkin, B. ; and Türkün, M. (1995): Stability of various Sodium Hypochlorite Solutions. *J. Endodon.* 21:253-255.
- Ringel, A. M. ; Patterson, S. S. ; Newton, C. W. ; Miller, C. H. ; and Mulhern, J. M. (1982): In vivo evaluation of chlorhexidine gluconate solution and sodium hypochlorite solution as root canal irrigants. *J. Endodon.* 8: 200-204.
- Santos, T. C. (1999): Estudo "In Vitro" do efeito do aumento da temperatura das soluções de Hipoclorito de Sódio sobre suas propriedades físico-químicas anteriores e posteriores à Dissolução do tecido pulpar bovino. Dissertação (Mestrado), Facultad de Odontología de Riberão Preto, Universidad de São Paulo.
- Siqueira, J. F. ; and De Uzeda, M. (1996): Disinfection by Calcium Hydroxide Pastes of Dentinal Tubules Infected with Two Obligate and One Facultative Anaerobic Bacteria. *J. Endodon.* 22:674-676.
- Siqueira, J. F. ; De Uzeda, M. ; and Fonseca, M. E. F. (1996): A Scanning Electron Microscopic Evaluation of In Vitro Dentinal Tubules Penetration by Selected Anaerobic Bacteria. *J. Endodon.* 22:308-310.

- Siqueira, J. F. ; and De Uzeda, M. (1997): Intracanal Medicaments: Evaluation of The Antibacterial Effects Of Chlorhexidine, Metronidazole, And Calcium Hydroxide Associated With Three Vehicles. *J. Endodon.* 23: 167-169.
- Siqueira, J. F. ; Batista, M. M. D. ; Fraga, R. C. ; and De Uzeda, M. (1998): Antibacterial Effects of Endodontic Irrigants on Black-Pigmented Gram-Negative Anaerobes and Facultative Bacteria. *J. Endodon.* 24:414-416.
- Siqueira, J. F. jr. ; Rôças, I. N. ; Favieri, A. ; and Lima, K. C. (2000): Chemomechanical Reduction of the Bacterial Population in the Root Canal after Instrumentation and Irrigation with 1%, 2.5%, and 5.25% Sodium Hypochlorite. *J. Endodon.* 26:331-334.
- Spanó, J. C. E. (1999): Estudo "in vitro" das propriedades físico-químicas das soluções de hipoclorito de sódio, em diferentes concentrações, antes e após a dissolução de tecido pulpar bovino. Dissertação (Mestrado), Facultad de Odontología de Riberão Preto, Universidad de São Paulo.
- Taşman, F. ; Çhereli, Z. C. ; Oğan, C. ; and Etikan, I. (2000): Surface Tension of Root canal Irrigants. *J. Endodon.* 26:586-587.
- Vahdaty, A. ; Pitt Ford, T. R. ; and Wilson, R. F. (1993): Efficacy of chlorhexidine in disinfecting dentinal tubules in vitro. *Endod. Dent. Traumatol.* 9:243-248.
- Vansan, L. P. ; Pécora, J. D. ; Costa, W. F. ; and Campos, G. M. (1990): Effects of various Irrigating Solutions on the Cleaning of the Root Canal with Ultrasonic Instrumentation. *Braz. J. Dent.* 1:37-44.
- Walton, R. E. ; and Torabinejad, M. (1990): "Limpieza y preparación" En: "Principios y práctica clínica". Walton, R. E. ; and Torabinejad, M., México, Editorial interamericana, pp. 220-221.
- Weiger, R. ; Manncke, B. ; Werner, H. ; and Löst, C. (1995): Microbial flora of sinus tracts and root canals of non-vital teeth. *Endod. Dent. Traumatol.* 11:15-19.
- Weine, F. S. (1997): "Métodos de tratamiento intraconducto, principios básicos y avanzados." En: "Tratamiento endodóntico". Weine, F.S., Madrid, España, Editorial Harcourt Brace, 5ª Edición, pp. 368-375.
- White, R. R. ; Hays, G. L. ; and Janer, L. R. (1997): Residual Antimicrobial Activity After Canal Irrigation With Chlorhexidine. *J. Endodon.* 23: 229-231.
- Yang, S. F. ; Rivera, E. M. ; Baumgardner, K. R. ; Walton, R. E. ; and Stanford, C. (1995): Anaerobic Tissue-Dissolving Abilities of Calcium Hydroxide and Sodium Hypochlorite. *J. Endodon.* 21:613-616.
- Yesilsoy, C. ; Whitaker, E. ; Cleveland, D. ; Phillips, E. ; and Trope, M. (1995): Antimicrobial And Toxic Effects Of Established And Potential Root Canal Irrigants. *J. Endodon.* 21: 513-515.

ANEXOS

Anexo n°1: Ficha para la recolección de datos

Nombre del paciente: _____

Edad: _____

Sexo: Masculino ____ Femenino ____

Dirección: _____

Teléfono: _____

Motivo de consulta: _____

Anamnesis: _____

Número de diente: ____

Test de vitalidad pulpar (Térmico) Normal ____ Anormal ____ Sin respuesta ____

Diagnóstico: _____

Lesión apical: Sí ____ No ____

Solución utilizada: _____

Número de caso: ____

Consentimiento informado:

Autorizo a plena conciencia y con total discernimiento a que se realice en mi persona la prueba de los irrigantes que servirán de tratamiento a mi patología dental. Acepto y estoy de acuerdo con todos los procedimientos utilizados y afirmo que se informó oportunamente de ellos.

Firma del paciente

Anexo n°2: Datos estadísticos**Tabla datos:****Suero: Datos antes y después**

4800	4200
5184	4644
10800	8800
10125	9600
12000	10500
7200	6650
11880	9450
3857	3560
11400	9300
9000	8100
10800	9466
6080	5940
4178	3795
6300	5740
7560	6630

NaOCl: Datos antes y después

6171	3857
7200	3600
6300	4500
12960	7200
11025	5040
8640	4800
6328	4833
7920	5400
7020	3120
11925	6484
7992	4536
8200	3511
5245	3278
6994	3373
4455	2700

CHX: Datos antes y después

9566	2673
15817	3217
8316	1710
8600	3840
11880	3990
10560	5568
6960	2673
13680	4525
13680	4474
5850	1800
9257	3780
6300	1980
9192	2536
9900	4731
9600	4725

ANOVA: Datos antes

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>DF</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Statistic</i>	<i>P Value</i>
Group	38.645.236.577.777	2	19.322.618.288.88	34.3	0.05
		9			
Block	297.772.426.577.77	14	2.126.945.904.127		
		8			
Residual	15.773.694.088.889	28	56.334.621.746		
Total	352.191.357.244.44	44			
		4			

One-way blocked analysis of variance :

Null hypothesis: The means of the populations are equal.

Significance level: 0.05

Calculated F statistic: $F = 34.3$

Corresponding P value for (2,28)

degrees of freedom: $P = 0.05$

Inference: The group means are not significantly different .

Reason: $P > 0.01$

Multiple contrasts method: Newman-Keuls (all pairwise contrasts)

Group 1 from H₂O A

Group 2 from NaOCl A

Group 3 from CHX A

ANOVA: Datos después

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>DF</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F Statistic</i>	<i>P Value</i>
Group	105339732.4	2	52669866.2	94.061	0.0001
Block	106.530.696.533.	14	7.609.335.466.6		
	334		67		
Residual	15.678.716.266.6	28	559.954.152.381		
	66				
Total	227549145.2	44			

Newman-Keuls

<i>Comparison</i>	<i>Difference in First Mean Means</i>	<i>Second Mean</i>	<i>Standard Error</i>	<i>Q Observed</i>
H2O B vs CHX B	3610.2	7.091.666.667	3.481.466.667	193.210.447
H2O B vs NaOCl B	2676.2	7.091.666.667	4.415.466.667	193.210.447
NaOCl B vs CHX B	934.	4.415.466.667	3.481.466.667	193.210.447

<i>Range</i>	<i>Q Value</i>	<i>Critical Inference</i>	<i>Column 10</i>
3	4.48	Reject null hypothesis: $P \leq 0.01$	
2	3.913	Reject null hypothesis: $P \leq 0.01$	
2	3.913	Reject null hypothesis: $P \leq 0.01$	

One-way blocked analysis of variance :

Null hypothesis: The means of the populations are equal.

Significance level: 0.05

Calculated F statistic: $F = 94.061$

Corresponding P value for (2,28)

degrees of freedom: $P = 0.0001$

Inference: The group means are significantly different .

Reason: $P < 0.05$

Multiple contrasts method: Newman-Keuls (all pairwise contrasts)

Group 1 from H2O B

Group 2 from NaOCl B

Group 3 from CHX B

ANOVA: diferencias

Source	Sum of Squares	DF	Mean Square	F Statistic	P Value
Group	225.552.528.311.11	2	112.776.264.155.55	255.474	0.0001
	1		6		
Block	54.857.281.244.444	14	3.918.377.231.746		
Residual	12.360.297.688.889	28	441.439.203.175		
Total	292.770.107.244.44	44			
	4				

Newman-Keuls

Comparison	Difference Means	in First Mean	Second Mean	Standard Error	Q Observed
CHX R vs H2O R	5.476.466.667	6462.4	985.933.333	171.549.644	31.924
CHX R vs NaOCl R	2986.2	6462.4	3476.2	171.549.644	17.407
NaOCl R vs H2O R	2.490.266.667	3476.2	985.933.333	171.549.644	14.516
Range	Q Value	Critical Inference			
3	4.48	Reject null hypothesis: $P \leq 0.01$			
2	3.913	Reject null hypothesis: $P \leq 0.01$			
2	3.913	Reject null hypothesis: $P \leq 0.01$			

Null hypothesis: The means of the populations are equal.

Significance level: 0.05

Calculated F statistic: $F = 255.474$

Corresponding P value for (2,28)

degrees of freedom: $P = 0.0001$

Inference: The group means are significantly different .

Reason: $P < 0.05$

Multiple contrasts method: Newman-Keuls (all pairwise contrasts)

Group 1 from H2O R

Group 2 from NaOCl R

Group 3 from CHX R

Otras estadísticas

Descripción de las muestras antes

Group 1 (H2O A) :

Mean = 8077.6

Variance = 8.64798e+006

Standard deviation = 2940.74

N = 15

Group 2 (NaOCl A) :

Mean = 7891.67
 Variance = 5.80273e+006
 Standard deviation = 2408.89
 N = 15

Group 3 (CHX A) :

Mean = 9943.87
 Variance = 7.94545e+006
 Standard deviation = 2818.77
 N = 15

Levene's test for equality of variances

Null hypothesis: The variances of the populations are equal.

Significance level: 0.05

Calculated Levene's statistic: $F = 1.064$

Corresponding P value for (2,42)

degrees of freedom: $P = 0.3543$

Inference: No significant evidence
 for different variances.

Reason: $P > 0.05$

Resumen: estadísticas antes (A) y después (B)

	<i>H2O A</i>	<i>H2O B</i>	<i>NaOCl A</i>	<i>NaOCl B</i>	<i>CHX A</i>	<i>CHX B</i>
n	15	15	15	15	15	15
Media	8077.6	7091.67	7891.67	4415.47	9943.87	3481.47
Mediana	7560	6650	7200	4500	9566	3780
Moda	10800				13680	2673
Suma	121164	106375	118375	66232	149158	52222
Varianci	8,65E+11	5,66E+11	5,80E+11	1,61E+11	7,95E+11	1,46E+11
a						
DE	2940.74	2378.09	2408.89	1268.64	2818.77	1210.15
Rango	8143	6940	8505	4500	9967	3858

Tabla resumen de diferencias:

SUERO	NaOCl	CHX
600	2314	6893
540	3600	12600
2000	1800	6606
525	5760	4760
1500	5985	7890
550	3840	4992
2430	1495	4287
297	2520	9155
2100	3900	9206
900	5441	4050
1334	3456	5477
140	4689	4320
383	1967	6656
560	3621	5169
930	1755	4875

Resumen: estadísticas diferencias

	<i>H2O R</i>	<i>NaOCl R</i>	<i>CHX R</i>
n	15	15	15
Media	985.933	3476.2	6462.4
Mediana	900	3192	5927
Moda	1500		
Suma	14789	52143	96936
Variancia	395044	1,46E+11	2,95E+11
DE	628.525	1206.59	1717.66
Rango	1983	4005	6109