

1. Hipoclorito de sodio -- uso terapéutico -- tesis y disertaciones
2. clorhexidina
3. desinfección y desinfectantes -- odontología

Tesis
RK
320
-J37
2011

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

**Eficacia en la eliminación del hipoclorito de sodio para evitar la
formación del precipitado formado entre la clorhexidina y el hipoclorito de
sodio**

Johanna Gabriela Jaramillo Góngora

USFQ-BIBLIOTECA

99873

Tesis de postgrado presentada como requisito para la obtención del

Título de Especialista en Endodoncia

Quito

Mayo de 2011

BIBLIOTECA

D. Autore

11-08-26

26 AGO 2011

03022

Universidad San Francisco de Quito
Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

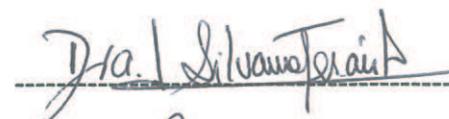
Eficacia en la eliminación del hipoclorito de sodio para evitar la formación del
precipitado formado entre la clorhexidina y el hipoclorito de sodio

Johanna Gabriela Jaramillo Góngora

Dra. María Fernanda Mora, Endodoncista
Directora de Tesis



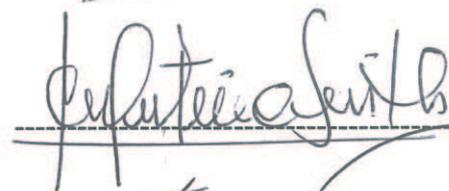
Dra. Silvana Terán, Endodoncista
Miembro del Comité de Tesis



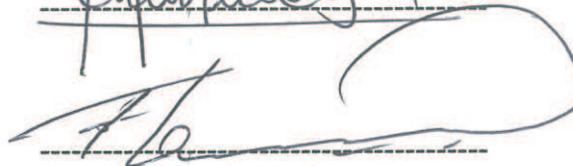
Dr. Nicolás Castrillón, Endodoncista
Miembro del Comité de Tesis



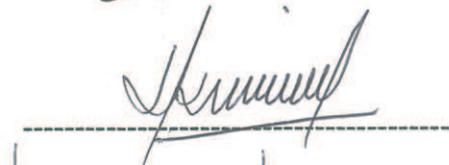
Dra. Ana Cristina Viteri, Endodoncista
Miembro del Comité de Tesis



Dr. Fernando Sandoval, M.S.C
Decano de la Escuela de Odontología



Dr. Mauricio Tinajero, Especialista en Periodoncia
Director de Postgrados de Odontología



Víctor Viteri Breedy, Ph.D
Decano del Colegio de Postgrados



Quito, Mayo del 2011

© Derechos de autor

Autor: Johanna Gabriela Jaramillo Góngora

Quito, Mayo de 2011

DEDICATORIA

Esta tesis de grado está dedicada con todo el amor y cariño del mundo a mis padres, quienes han sido mis forjadores, y quienes me han brindado su apoyo siempre, sin importar las derrotas y fracasos que encontré en el camino. Han sido quienes formaron la persona que soy, y me han apoyado para llegar a formarme como profesional. Los amo y siempre serán mi guía.

AGRADECIMIENTOS

A Dios en primer lugar, porque es el Ser que ha guiado mis pasos a través de este duro camino, dándome fortaleza para vencer cualquier obstáculo, a mis padres, que han estado siempre conmigo, son lo más grande que tengo en la vida.

A mi tutora la Dra. María Fernanda Mora, quien es una excelente profesional y más allá de eso, es una excelente persona y amiga.

A mis profesores, todos y cada uno de ellos aportaron en la formación que hoy tengo.

A mis grandes amigas y amigos, compañeros y personal de la clínica odontológica.

Al Dr. Fernando Sandoval, quien es un excelente profesional y amigo de los estudiantes, a la Dra. Paulina Aliaga, que además de ser haberme apoyado en momentos difíciles de la vida universitaria, es una amiga.

Al Sr. Pablo Riera, encargado del Laboratorio de Biología de la USFQ, quien me facilitó el estereomicroscopio utilizado en este estudio.

RESUMEN

El uso del hipoclorito de sodio y la clorhexidina en combinación, como medios de desinfección han sido ampliamente estudiados, algunos autores lo apoyan, al demostrar una mayor desinfección; otros lo critican al encontrar resultados similares a los obtenidos con el hipoclorito de sodio solo. Uno de los problemas que se provoca al mezclar dichos irrigantes es la formación de un precipitado de color marrón, el cual además de manchar la estructura dental, podría contener entre sus elementos paracloroanilina (PCA), una molécula que se ha demostrado es cancerígena y mutagénica en estudios en animales. Es el propósito de este estudio, observar cuál es la sustancia, entre el suero fisiológico, alcohol absoluto y agua destilada caliente, capaz de eliminar la mayor cantidad de hipoclorito de sodio para que, al irrigar con clorhexidina se impida la formación de este precipitado y conocer cuál es el tercio dental en donde se concentra la mayor cantidad del mismo.

Palabras clave: irrigantes, hipoclorito de sodio, clorhexidina, paracloroanilina,

ABSTRACT

The use of sodium hypochlorite and chlorhexidine in combination, as a means of disinfection have been widely studied, some authors support this demonstrating a greater disinfection, but others criticize it because found similar results to those obtained with sodium hypochlorite alone. One of the problems caused by mixing these irrigants is the formation of a brown precipitate, which not only stain the tooth structure, but may contain between its elements para-chloroaniline (PCA), a molecule that has been shown to be carcinogenic and mutagenic in animal studies. It is the purpose of this study, to observe what substance, between the saline, absolute alcohol and hot distilled water, is able to remove as much sodium hypochlorite, in order to irrigate with chlorhexidine and prevent the formation of this precipitate, and, to see in what third where the highest concentration of it.

Key words: irrigants, sodium hypochlorite, chlorhexidine, para-chloroaniline

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	2
2. Objetivos.....	5
2.1 Objetivo General.....	5
2.2 Objetivos Específicos.....	5
3. Hipótesis.....	6
4. Justificación.....	6
5. Revisión de la Literatura.....	7
5.1 Hipoclorito de Sodio.....	7
5.1.1 Propiedades.....	8
5.1.2 Desventajas.....	9
5.1.3 Mecanismo de Acción.....	10
5.1.4 Efectos Adversos.....	16
5.1.5 Factores que afectan las propiedades de NaOCl.....	17
5.2 Clorhexidina.....	17
5.2.1 Propiedades.....	19
5.2.2 Desventajas.....	19
5.2.3 Estructura y Mecanismo de Acción.....	20
5.2.4 Sustantividad.....	23
5.2.5 Efectos Adversos.....	24
5.3 Clorhexidina en combinación con Hipoclorito de Sodio.....	25
5.4 Paracloroanilina.....	27
5.4.1 Excreción.....	28
5.4.2 Riesgos del PCA en ratas.....	29

5.4.3 Riesgos del PCA en humanos.....	31
6. Materiales y Métodos.....	32
6.1 Diseño del Estudio.....	32
6.2 Universo y Muestra.....	32
6.3 Metodología.....	33
6.4 División de los Grupos.....	35
6.5 Manejo Experimental de los Cuerpos de Prueba.....	36
6.6 Manejo de Datos.....	38
7. Resultados.....	39
7.1 Análisis de Concordancia entre evaluadores.....	39
7.2 Análisis Estadístico de Resultados.....	39
7.2.1 Análisis de Fragmentos.....	39
7.3 Comparación entre Grupos.....	47
8. Discusión.....	57
9. Conclusiones.....	61
10. Recomendaciones.....	62
11. Bibliografía.....	64
12. Anexos.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Recolección de dientes.....	33
Figura 2: Limpieza de superficies dentarias.....	34
Figura 3: Decoronación.....	34
Figura 4: Toma de Longitud de Trabajo.....	34
Figura 5: Preparación de Conductos.....	35
Figura 6: Aguja de Irrigación.....	35
Figura 7: EDTA.....	37
Figura 8: Hipoclorito de Sodio.....	37
Figura 9 Clorhexidina.....	37
Figura 10: Conos de Papel F3.....	37
Figura 11: Selle de Ápices.....	37
Figura 12: Corte Longitudinal.....	37
Figura 13: Mucho.....	38
Figura 14: Poco.....	38
Figura 15: Nada.....	38
Figura 16: Grupo Control.....	53
Figura 17: Grupo Control: Coronal.....	53
Figura 18: Grupo Control: Medio.....	53
Figura 19: Grupo Control: Apical.....	53
Figura 20: Grupo Alcohol.....	54
Figura 21: Grupo Alcohol: Coronal.....	54
Figura 22: Grupo Alcohol: Medio.....	54

Figura 23: Grupo Alcohol: Apical.....	54
Figura 24: Grupo Suero Fisiológico.....	55
Figura 25: Grupo Suero Fisiológico: Coronal.....	55
Figura 26: Grupo Suero Fisiológico: Medio.....	55
Figura 27: Grupo Suero Fisiológico: Apical.....	55
Figura 28: Grupo Agua destilada caliente.....	56
Figura 29: Grupo Agua destilada caliente: Coronal.....	56
Figura 30: Grupo Agua destilada caliente: Medio.....	56
Figura 31: Grupo Agua destilada caliente: Apical.....	56

Tabla 1: Datos

Tabla 2: Datos

Tabla 3: Datos

Tabla 4: Datos

Tabla 5: Datos

Tabla 6: Datos

Tabla 7: Datos

Tabla 8: Datos

LISTA DE GRÁFICOS Y TABLAS

Gráfico 1: Reacción de Saponificación.....	11
Gráfico 2: Reacción de Neutralización de Aminoácidos.....	11
Gráfico 3: Reacción de Saponificación.....	11
Gráfico 4: Concentración de evaluaciones según Observador para Tercio Coronal.....	41
Gráfico 5: Concentración de evaluaciones según Observador para Tercio Medio.....	43
Gráfico 6: Concentración de evaluaciones según Observador para Tercio Apical.....	45
Gráfico 7: Proporción de acuerdo entre evaluadores e IC al 95%.....	46
Gráfico 8: Asociaciones entre evaluaciones y grupo.....	47
Gráfico 9: Distribución de evaluaciones según niveles.....	48
Gráfico 10: Evaluaciones según grupo por nivel.....	50
Tabla 1: División de los grupos de estudio.....	35
Tabla 2: Puntuación de los Cuerpos de Prueba.....	38
Tabla 3: Evaluaciones registradas en Coronal.....	40
Tabla 4: Evaluaciones registradas en Medio.....	42
Tabla 5: Evaluaciones registradas en Apical.....	44
Tabla 6: Evaluaciones Modales.....	48
Tabla 7: Distribución de las evaluaciones según nivel y grupo.....	49
Tabla 8: Evaluación Global comparativa por grupos en las superficies examinadas.....	52

1. INTRODUCCIÓN

La preparación biomecánica del sistema de conductos, nos permite un acceso directo a la cámara pulpar y al conducto dentinario, preparado de tal forma que el resultado sea una completa desinfección, para luego instrumentar el sistema de conductos, conformándolo a manera de convergencia progresiva, dándole una forma de embudo, respetando el límite de trabajo y manteniendo la configuración del canal radicular. (Cohen, 2008)

Sus objetivos básicos son:

- Eliminar tanto tejidos blandos como duros que se encuentren infectados.
- Proporcionar acceso a las soluciones irrigadoras y de desinfección.
- Tratar de mantener la integridad de las estructuras radiculares.
- Crear espacio para la obturación (Cohen, 2008)

La elección de una solución irrigante para el uso en conductos radiculares infectados requiere del conocimiento previo de los microorganismos responsables del proceso infeccioso, así como las propiedades de las diferentes soluciones irrigantes, para que durante la preparación biomecánica de conductos, estas soluciones irrigadoras puedan remover detritos pre-existentes, restos de dentina, bacterias, productos tóxicos y sustratos necesarios para el crecimiento bacteriano. La anatomía del complejo interno, la defensa del huésped y la virulencia de los

microorganismos, son factores importantes en el tratamiento endodóntico. Las soluciones irrigantes deben tener la capacidad de expresar acción antimicrobiana y disolución de tejidos. El hipoclorito de sodio es la solución irrigante más usada en la endodoncia, porque su mecanismo de acción causa alteraciones biosintéticas en el metabolismo celular y destrucción de fosfolípidos, formación de cloraminas que interfieren en el metabolismo celular, acción oxidativa con inhibición enzimática irreversible en la bacteria y degradación de lípidos y ácidos grasos. (Estrela, 2002)

Sin embargo, el hipoclorito de sodio en altas concentraciones resulta ser citotóxico e irrita los tejidos periapicales. (Marchesan, 2007) Además el hipoclorito de sodio ha demostrado carecer de sustantividad en la dentina, es por esto que muchos investigadores han buscado reemplazar el hipoclorito de sodio con otros irrigantes. (Thomas, 2009)

Uno de los irrigantes propuestos como alternativa al hipoclorito de sodio para la limpieza y desinfección de conductos, es el gluconato de clorhexidina, en concentraciones que van desde 0.1% al 2%, el cual ha demostrado tener un gran espectro antibacteriano, sustantividad y baja toxicidad; pero no disuelve tejido orgánico, el cual es un importante requisito para una adecuada terapia de tratamiento de conducto. El efecto antibacteriano de la clorhexidina es comparable al del hipoclorito de sodio y es efectivo contra ciertas cadenas de bacterias resistentes que llevan al fracaso en el tratamiento. (Marchesan, 2007)

En los últimos años, se ha sugerido la utilización de la clorhexidina, no como un reemplazo del hipoclorito de sodio, sino como un irrigante complementario final después de la irrigación con hipoclorito de sodio y EDTA. (Tung, 2008; Zehnder, 2006)

Se propuso la utilización del hipoclorito de sodio en combinación con la clorhexidina, debido a las propiedades de los dos irrigantes. Kuruvilla y Kamath demostraron que la asociación de hipoclorito de sodio y clorhexidina no solo aumentó la actividad antibacteriana, sino también produjo una menor toxicidad debido a la clorhexidina, de acuerdo a los autores Kuruvilla y Kamath, estos efectos son atribuidos a la formación de clorito de clorhexidina, el cual aumenta la capacidad de ionización de la molécula de clorhexidina. (Marchesan, 2007; Zehnder, 2006)

Como se describe en la literatura, las sustancias más utilizadas para tratar de erradicar por completo la presencia de bacterias en el sistema de conductos, son el hipoclorito de sodio y la clorhexidina; sin embargo cuando estas dos sustancias son utilizadas de manera alternada producen un precipitado de color anaranjado oscuro, el mismo que va a ser analizado en este estudio, en cuanto a propiedades, ventajas y desventajas de su presencia en los conductos radiculares y la capacidad que tienen ciertas sustancias en eliminar los restos de hipoclorito y así evitar la formación de este precipitado.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Comparar entre varias soluciones la más efectiva en la eliminación de restos de hipoclorito de sodio para evitar la formación del precipitado que se forma al combinar la clorhexidina con el hipoclorito de sodio en la fase final de la instrumentación.

2.2 Objetivos Específicos

- Observar al estéreomicroscopio si el suero fisiológico remueve los restos de hipoclorito de sodio en el sistema de conductos y no permita la formación de la paracloroanilina al lavar con clorhexidina
- Observar al estéreomicroscopio si el alcohol absoluto remueve los restos de hipoclorito de sodio en el sistema de conductos y no permita la formación de la paracloroanilina al lavar con clorhexidina
- Observar al estéreomicroscopio si el agua destilada caliente remueve los restos de hipoclorito de sodio en el sistema de conductos y no permita la formación de la paracloroanilina al lavar con clorhexidina
- Observar al microscopio los tercios coronal, medio y apical de las raíces la presencia del precipitado

3. HIPÓTESIS

La utilización de alcohol absoluto es más eficaz que el uso de suero fisiológico o el agua destilada caliente como agente neutralizante del hipoclorito de sodio; evitando así la formación del precipitado formado producto de la combinación entre la clorhexidina y el hipoclorito de sodio en la irrigación del sistema de conductos radiculares.

4. JUSTIFICACIÓN

En la práctica endodóntica es importante utilizar los irrigantes disponibles en el mercado para lograr la mayor desinfección del sistema de conductos, actualmente contamos con dos irrigantes, que por sus propiedades, son los más utilizados en la práctica endodóntica diaria; el gluconato de clorhexidina y el hipoclorito de sodio. Existen muchos estudios a favor y en contra de la utilización de estas sustancias. Los autores que preconizan el uso combinado de estos irrigantes advierten que la desinfección aumenta notablemente y que el riesgo citotóxico disminuye, ya que se combinan las propiedades antibacterianas del hipoclorito de sodio con la sustantividad del gluconato de clorhexidina, resultando en mayor destrucción de microorganismos. Además, se ha sugerido la utilización de la clorhexidina, no como un reemplazo del hipoclorito de sodio, sino como un irrigante complementario final después de la irrigación con hipoclorito de sodio y EDTA. (Tung, 2008; Zehnder, 2006)

Sin embargo, los autores que no recomiendan la combinación de los dos irrigantes, sustentan que al unir estas dos sustancias, se produce una reacción química que forma un precipitado de color anaranjado oscuro, que puede llegar a taponar el sistema de conductos, manchar la estructura dental y producir fracasos.

Por otro lado, un autor muy reconocido como Haapasalo y colaboradores recomendaron en el 2010 la utilización de NaOCl, seguido del lavado final con Gluconato de Clorhexidina para lograr la mayor desinfección del sistema de conductos; para esto han desarrollado un nuevo irrigante llamado QMix, el cual en su composición contiene una mezcla de un agente antimicrobiano bisguanida, un agente quelante de calcio ácido poliaminocarboxílico, solución salina, y surfactante; es un producto muy nuevo y no se encuentra información en la literatura de este nuevo irrigante. (Lai, 2011)

Es por esta razón que en este estudio vamos a utilizar NaOCl al 5.25% y clorhexidina al 2% en combinación con el lavado de sustancias intermedias para evitar la formación del precipitado.

5. REVISIÓN DE LA LITERATURA

5.1 Hipoclorito de sodio

Henry Dakin fue el primero en recomendar una solución de hipoclorito de sodio (NaOCl), para la irrigación de heridas en los soldados de la primera guerra mundial. Posteriormente, en 1920, se describió la solución de Dakin en la terapia endodóntica hipoclorito de sodio al 0.5% neutralizado + ácido bórico al 0.4%. (Hauman, 2003)

El hipoclorito de sodio es una sal formada por la unión de dos compuestos químicos, el ácido hipocloroso y el hidróxido de sodio, que presenta como características principales sus propiedades oxidantes. (Frais, 2001)

En la actualidad se utiliza el NaOCl a una concentración del 5.25%, y es aún el irrigante más utilizado en la endodoncia moderna por sus propiedades antibacterianas, lubricantes y disolventes de tejido principalmente. Sin embargo, ahora existe una presentación de NaOCl al 10%. La decisión de escoger qué concentración usar depende de ciertos factores como la eficacia para producir muerte bacteriana, disolución de tejidos, toxicidad para los tejidos del huésped, y el potencial para prevenir daño en dentina. (Frais, 2001)

5.1.1 Propiedades

- Efectivo para eliminar y disolver el tejido vital y no vital
- Amplio efecto antibacteriano
- pH alcalino (11.5 a 11.7)
- Oxidante fuerte
- Destruye bacterias, hongos, esporas y virus
- Capacidad de eliminar al colágeno tipo I, y glucoaminoglucanos
- Necrolítico
- Lubricante
- Detergente
- Posee baja tensión superficial (Cohen, 2008; Zehnder, 2006)

5.1.2 Desventajas

- Citotóxico para los tejidos periapicales
- Caustico
- Sabor inaceptable para los pacientes (Cohen, 2008; Zehnder, 2006)

5.1.3 Mecanismo de Acción

La eficacia antimicrobiana de la solución se debe a su capacidad de oxidar e hidrolizar las proteínas celulares y, en cierta medida, osmóticamente lleva fluidos fuera de las células debido a su hipertonidad. El hipoclorito de sodio tiene un pH de aproximadamente 11-12 y cuando el hipoclorito hace contacto con las proteínas de los tejidos, se forman rápidamente moléculas como nitrógeno, formaldehído y acetaldehído, los cuales rompen los enlaces peptídicos dando lugar a la disolución de las proteínas. (Hauman, 2003)

Durante el proceso, el hidrógeno en los grupos amino ($-HN^+$) es reemplazado por la clorina ($-NCl^+$) formando cloramina, el cual juega un papel importante en la efectividad antimicrobiana. El tejido necrótico y el pus son por lo tanto disueltos y el agente antimicrobiano puede alcanzar y limpiar las áreas infectadas de una mejor y eficiente manera. (Hauman, 2003; Zehnder, 2006)

En el gráfico 1, se observa la reacción química de la saponificación, en donde se puede observar que el hipoclorito de sodio actúa como un solvente graso orgánico, degradando los ácidos grasos, transformándolos en sales ácidas grasas (jabón) y glicerol (alcohol), que reduce la tensión superficial en la solución remanente. El hipoclorito de sodio neutraliza los amino ácidos formando agua y sal en la reacción de neutralización observado en el gráfico 2. (Estrella, 2002)



Gráfico 1.

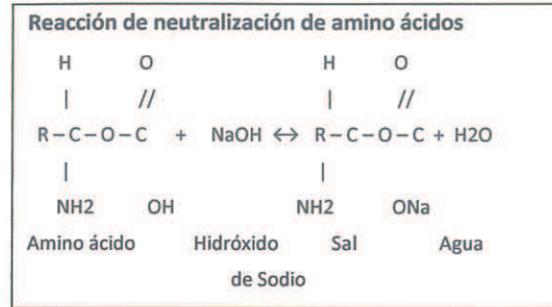


Gráfico 2.

Con la salida de los iones hidroxilos hay una reducción del pH. El ácido hipocloroso, una sustancia presente en la solución de hipoclorito de sodio, cuando entra en contacto con tejido orgánico actúa como solvente, liberando clorina, que, combinado con la proteína del grupo amino forma cloraminas (Gráfico 3 – reacción de cloraminación). El ácido hipocloroso (HOCl-) y los iones hipocloritos (OCl-) llevan a la degradación de amino ácidos e hidrólisis. La reacción de cloraminación entre la clorina y el grupo amino (NH) forman cloraminas que interfieren en el metabolismo celular. La clorina (oxidante fuerte) presenta acción antimicrobiana inhibiendo a las enzimas bacterianas llevando a una oxidación irreversible de grupos SH (grupo sulfhidrilo) de las enzimas bacterianas esenciales. (Estrella, 2002)

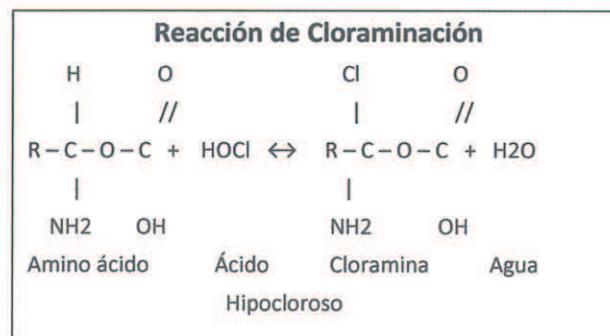


Gráfico 3. Reacción de Cloraminación

Considerando las propiedades físico-químicas del hipoclorito de sodio cuando entra en contacto con tejido orgánico, estas reacciones se pueden verificar. El hipoclorito de sodio es una base fuerte ($\text{pH} > 11$). En concentraciones del 1%, el hipoclorito de sodio presenta una tensión superficial igual a 75 dynes/cm, viscosidad igual a 0.986 cP, 65.5mS de conductividad, 1.04 g/cm³ de densidad. Su mecanismo de acción antimicrobiana puede ser observada verificando sus características físico-químicas y su reacción con tejido orgánico. Considerando el conocimiento del proceso de pH y actividades aisladas en sitios enzimáticos esenciales, tales como aquellos en la membrana, es esclarecedor asociar el hipoclorito de sodio (pH alto, mayor a 11) a efectos biológicos dañinos en las células de bacterias, de manera que se pueda explicar una parte de su mecanismo de acción. (Estrella, 2002)

En un estudio realizado por Özok en el 2007, se comparó la edad de las especies *Fusobacterium nucleatum* y *Peptostreptococcus micros* con la efectividad del NaOCl. Tras realizar las pruebas, se concluyó que tanto las especies *Fusobacterium nucleatum* y *Peptostreptococcus micros* fueron resistentes al NaOCl a medida que aumentaba su edad. Sin embargo, las concentraciones de NaOCl utilizadas en este estudio fueron menores al 2%, lo que permite concluir que el NaOCl diluido es biocompatible, sin embargo se comprueba que su efectividad antimicrobiana disminuye considerablemente. (Özok, 2007)

En el 2002, Guerisoli realizó un estudio considerando la cantidad de smear layer remanente, para esto utilizó 20 incisivos mandibulares y los dividió en 4 grupos. Los grupos de dientes fueron instrumentados e irrigados después de cada lima, excepto el cuarto grupo que solo

fue irrigado y agitado con ultrasonido. Al primer grupo lo irrigó con agua destilada, al segundo con hipoclorito al 1.0%, al tercer grupo con hipoclorito al 1.0% + EDTAC al 15% y el último grupo fue irrigado pero no instrumentado con EDTAC + hipoclorito al 1% y agitado con una lima 15 mediante ultrasonido. Pudo observar todas las paredes cubiertas de smear layer en los grupos irrigados con agua destilada e hipoclorito solo al 1%, mientras que observó mayor remoción de smear layer en los grupos irrigados con hipoclorito al 1% + EDTAC. Se concluye que la asociación de hipoclorito + EDTAC son efectivos en conjunto en la remoción de barrillo dentinario. (Guerisoli, 2002)

Radcliffe, en el 2004 investigó la eficacia de las diferentes concentraciones del hipoclorito de sodio (0.5, 1.0, 2.5 y 5.25%), contra cadenas inoculadas de *Actinomyces naeslundii*, *Candida albicans* y *Enterococcus faecalis*. Los tiempos a los que fueron expuestas las especies fueron: 0, 10, 20, 30, 60 y 120 s, con excepción de *Enterococcus faecalis*, que fue puesto en contacto por tiempos de 1.0, 2.0, 5.0, 10.0 y 30.0 min. Los resultados mostraron que a los 10 segundos de contacto con NaOCl en cualquier concentración, ya hubo disminución del contaje de las especies *Actinomyces naeslundii* y *Candida albicans*, sin embargo en el caso de *Enterococcus faecalis* se necesitó de 30 minutos de contacto con NaOCl al 0.5% para alcanzar contaje cero. (Radcliffe, 2004)

En un estudio realizado por Grigoratos en el 2001, se pretendió medir el módulo de elasticidad y fuerza flexural de la dentina después de ser sometidos a soluciones de hipoclorito de sodio e hidróxido de calcio a diferentes tiempos y concentraciones. Se prepararon discos de

dentina y se los separaron en 6 grupos y uno de control. El primer grupo o control fue expuesto a solución salina, grupo 2 a 3% NaOCl durante 2 h; grupo 3 a 5% NaOCl durante 2 h; grupo 4 a Ca(OH)₂ en solución saturada durante 1 semana; el grupo 5 fue expuesto a 3% NaOCl durante 2 h y luego Ca(OH)₂ solución saturada durante 1 semana y el grupo 6 a 5% NaOCl durante 2 h y luego en Ca(OH)₂ solución saturada durante 1 semana. Los resultados dijeron que el módulo de elasticidad y la fuerza flexural de la dentina disminuyeron cuando fueron tratadas con hipoclorito de sodio al 3% y 5%. La exposición al Ca(OH)₂ redujo la fuerza flexural, mas no así el módulo de elasticidad. Los grupos tratados con NaOCl + Ca(OH)₂ no presentaron cambios estadísticos en ninguno de los dos parámetros medidos. (Grigoratos, 2001)

da Motta en el 2001 trató de demostrar la eficacia del hipoclorito de sodio al 2.5% y el glutaraldehído al 2.2% para desinfectar los conos de gutapercha. Sometió a los conos, los cuales fueron artificialmente contaminados con *Bacillus stearothermophilus*, a glutaraldehído durante 10, 15, 30 y 60 min y 10 y 12 h, o hipoclorito de sodio al 2.5% durante 5, 10 y 15 min. Los conos fueron incubados y se midió su esterilización o crecimiento bacteriano. Los resultados mostraron que el hipoclorito de sodio fue efectivo después de 5, 10 y 15 min, mientras que se necesitó de 10 a 12 horas con glutaraldehído para esterilizar los conos de gutapercha. (da Motta, 2001)

En el 2001 se pretendió comprobar si las casas comerciales que expenden NaOCl tienen la misma concentración de clorina que el NaOCl comercial en EEUU. La primera se encuentra solo en farmacias y la presentación comercial se puede conseguir fácilmente en supermercados. Desde 1983, el Hospital Conservador de Odontología de Londres, ha venido utilizando la marca comercial sin inconvenientes, sin embargo algunos autores opinan que esta presentación puede

contener ciertos aditivos que manchen o pongan en riesgo las propiedades disolutivas del NaOCl cuando es preparado para uso dental. Es por esto que se tomó 96 botellas recién preparadas de la marca dental (J. Sainsbury's), en total 1L, litro y medio y 200 ml, los cuales fueron guardados en un cuarto oscuro a temperatura ambiente, por 6 meses. La clorina fue medida a 0, 1, 2 semanas y 0, 1, 2, 3, 4 y 6 meses. Se tomó una botella de cuatro marcas comerciales conocidas (J. Sainsbury's Thin Household Bleach, Tesco's Value Bleach, Tesco's Red Label Bleach, Safeway's Savers Bleach) y fueron diluidas en factores de dilución 1:1, 1:2 y 1:3. Las soluciones de NaOCl al 5% fueron calentadas y en frascos cubiertos y descubiertos y se midió la concentración de clorina. Los resultados demostraron que no hubo diferencias significativas entre los diferentes tipos de almacenamiento, sin embargo en la T a 37°C a los 6 meses existió diferencia significativa. La concentración de clorina disminuyó en las muestras comerciales con dilución de acuerdo al grado de dilución. Se concluye que tanto las marcas comerciales como las dentales muestran las mismas concentraciones de clorina y que ésta disminuye si se diluye la solución. (Frais, 2001)

En el estudio de Sim en el 2001, se quiso comprobar si el NaOCl al 5.25% afecta la dureza de la dentina. Se sumergió premolares en NaOCl a dos concentraciones diferentes (0.5% y 5.25%) y en solución salina durante dos horas. Posterior a esto, se irrigó inicialmente con solución salina, 0.5% NaOCl, 5.25% NaOCl y solución salina al final. Los resultados mostraron que existió disminución de la fuerza flexural y el módulo de elasticidad de la dentina en los dientes tratados con NaOCl al 5.25% comparados con la solución salina. También existió diferencias significativas entre los grupos irrigados con NaOCl al 5.25% y los grupos irrigados con NaOCl al 0.5% y solución salina. (Sim, 2001)

DeQueiroz en el 2006, refirió en su estudio que el uso de NaOCl más peróxido de hidrógeno no fue eficaz para el exterminio de *Pseudomonas aeruginosa*, dentro de los conductos como en superficies metálicas. Se expuso el hipoclorito solo, una combinación del NaOCl más peróxido de hidrógeno y peróxido de hidrógeno solo. Al medir la cantidad de colonias de *Pseudomonas aeruginosa* se vio una reducción considerable cuando se utilizó hipoclorito solo, una combinación del NaOCl más peróxido de hidrógeno, sin embargo no fue efectivo el peróxido de hidrógeno solo para la eliminación de colonias de *Pseudomonas aeruginosa*. (DeQueiroz, 2006)

5.1.4 Efectos adversos

Weeks y Ravitch en 1971, observaron edema severo con áreas de hemorragia, ulceración, necrosis y formación de estenosis en la mucosa del esofago de gatos cuando el hipoclorito de sodio fue colocado en contacto con ésta. Pashley et al. (1985) demostraron la citotoxicidad de NaOCl con tres modelos biológicos independientes. Encontraron que una concentración tan baja como 1:1000 (v/v) de NaOCl en solución salina, causó hemólisis completa de los glóbulos rojos in vitro. El hipoclorito de sodio sin diluir y en diluciones de 1: 10 (v/v) produjeron irritación de moderada a severa de los ojos de conejos, mientras que las inyecciones intradérmicas sin diluir, y diluciones de NaOCl en 1: 2, 1: 4 y 1:10 (v/v) causaron úlceras en la piel. Concluyeron que como la solución utilizada en el estudio fue isotónica, la hemólisis observada y la pérdida de proteínas celulares se debió a los efectos de oxidación del NaOCl en las membranas celulares. En el mismo artículo se incluye el estudio de Kozol et al. (1988), en donde se demostró que la

solución de Dakin fue nociva para la quimiotaxis de neutrófilos y tóxico para los fibroblastos y células endoteliales. (Hauman, 2003)

5.1.5 Factores que afectan las propiedades de NaOCl

- El aumento de la temperatura efectiviza y potencializa las propiedades del NaOCl, así energía cinética de las moléculas las cuales contactarán más rápido, lo cual producirá la desintegración de las superficies que contacten en un tiempo menor
- Diluir la sustancia disminuye el olor del hipoclorito, sin embargo, esto afecta sustancialmente su propiedad antimicrobiana, propiedad de dilución del tejido, por lo tanto aumenta el tiempo de exposición necesaria para destruir los organismos.
- El almacenamiento se debe hacer en envases de vidrio de colores oscuros preferiblemente, Ingle refiere que todas las sustancias muestran degradación con el tiempo y esta es más rápida en soluciones que contiene cloro al 5%, sobre todo a temperaturas de 24°, indica que lo ideal es almacenarlo a 4°. (Sirtes et al, 2005; Estrella, 2002)

5.2 Clorhexidina

La Clorhexidina fue inventada en Inglaterra en 1940, en busca de un antiviral, pero convirtiéndose en un excelente antimicrobiano. En 1954 fue comercializado bajo el nombre de *Hibitane* como un desinfectante y antiséptico para heridas en la piel. Sin embargo debido a sus

múltiples cualidades sus usos se han ido extendiendo a lo largo de los años. Tales como desinfectantes para preparación para cirugías tanto para el paciente como para el doctor. Dentro de la odontología su uso ha sido variado desde desinfección de la cavidad oral, enjuagues bucales para prevención y disminución de placa bacteriana inhibiendo el desarrollo de la gingivitis, como desinfectantes de cavidades para restauraciones y dentro de la endodoncia como irrigantes endodónticos y medicación intracanal, entre otros. Su uso fue aprobado por la FDA en 1986. (Zehnder, 2006)

La clorhexidina (CHX) es una bisguanida catiónica sintética, que consiste en dos anillos simétricos 4- clorofenil y dos grupos bisguanida, conectados por una cadena hexametileno, con acción antimicrobiana óptica con un ph entre 5.5 y 7.0. Ha demostrado ser eficaz y activa contra una gran cantidad de microorganismos como bacterias gram-positivos y gram-negativos, esporas bacterianas, virus lipofilicos, levaduras y dermatofitos. (Mohammadi, 2009)

La solución acuosa de CHX tiene un amplio espectro de actividad antimicrobiana en bajas concentraciones y es especialmente eficaz contra *C. albicans*. Por otra parte, se une a los tejidos circundantes y puede ser liberado lentamente durante largos períodos de tiempo, un fenómeno conocido como sustantividad. Curiosamente, parece que la CHX puede inhibir de manera eficiente la adherencia inicial de hongos y tal vez una mayor acumulación y la formación de biopelículas de hongos y otros microorganismos. (Mohammadi, 2009)