

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA  
PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



“EFECTIVIDAD DEL HIPOCLORITO DE SODIO AL 1% Y 6% CON  
ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA PASIVA, EN LA ELIMINACIÓN DEL  
ENTEROCOCCUS FAECALIS DEL CONDUCTO RADICULAR”

Trabajo final que para obtener el  
DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

**PRESENTA**  
**LUZ DALIA LUNA JIMÉNEZ**

PRESIDENTE  
DR. MIGUEL ÁNGEL CADENA ALCÁNTAR

SINODAL  
M.C. HAYDEE GÓMEZ LLANOS JUÁREZ

SINODAL  
DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

Tijuana, Baja California

Abril 2012

# ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
III.	JUSTIFICACIÓN.....	5
IV.	ANTECEDENTES.....	6
V.	MARCO TEÓRICO.....	24
	A. Irrigación en endodoncia.....	26
	B. Importancia de la irrigación .....	28
	C. Objetivos de la irrigación.....	29
	D. Diferentes agentes de irrigación utilizados	
	en la terapia endodóntica.....	31
	a) <i>Hipoclorito de Sodio</i> .....	33
	b) <i>Ultrasonido</i> .....	35
	c) <i>Quelantes</i> .....	35
	d) <i>EDTA</i> .....	36
	e) <i>RC-Prep</i> .....	37
	f) <i>EDTAC</i> .....	38
	g) <i>Ácido cítrico</i> .....	39
	h) <i>Clorhexidina</i> .....	39
	i) <i>Peróxido de Hidrógeno</i> .....	41
	j) <i>Peróxido de Urea</i> .....	42
	k) <i>Agua de Cal</i> .....	43

l) <i>Solución salina</i> .....	43
m) <i>Anestésicos</i> .....	44
n) <i>Alcohol</i> .....	44
o) <i>Soluciones activadas electroquímicamente</i> .....	44
E. Hipoclorito de Sodio.....	47
F. Factores que afectan las propiedades del NaOCl.....	51
G. Irrigación Ultrasónica.....	55
H. Propiedades físicas, mecánicas y biológicas del ultrasonido.....	56
a) <i>Cavitación</i> .....	56
b) <i>Movimiento oscilatorio</i> .....	57
c) <i>Microcorriente acústica</i> .....	58
d) <i>Generación de calor</i> .....	59
VI. HIPÓTESIS.....	61
VII. OBJETIVOS.....	62
VIII. TIPO DE ESTUDIO.....	63
IX. VARIABLES.....	63
X. UNIVERSO DE ESTUDIO.....	64
XI. CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	64
XII. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN Y ELIMINACIÓN.....	64
XIII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	65
XIV. RESULTADOS.....	68
XV. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	86

XVI.	DISCUSIÓN.....	87
XVII.	CONCLUSIONES.....	89
XVIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	90
XIX.	AGRADECIMIENTOS.....	98
XX.	DEDICATORIA.....	99

## INTRODUCCIÓN

A lo largo del tiempo y conforme a los diferentes estudios realizados, podemos observar que el fracaso de un tratamiento endodóntico se puede atribuir a muchos factores como: tejido necrótico remanente, infección bacteriana persistente, incorrecta desinfección de conductos, obturación deficiente o a una combinación de éstos pueden llevarnos al fracaso endodóntico. En estudios publicados se han aislado bacterias facultativas como *Enterococcus Faecalis* de los conductos radiculares infectados y pueden estar relacionados a la falla del tratamiento endodóntico.

Dentro de la fase de desinfección adquiere especial importancia la irrigación de los conductos con hipoclorito de sodio, el cual tiene acción contra la microbiota intrarradicular, auxiliado con el uso de la irrigación ultrasónica pasiva, la cual potencializa el efecto del hipoclorito de sodio. No hay duda de que los microorganismos, ya sean remanentes en el conducto radicular después del tratamiento o recolonizando el conducto obturado, son la principal causa de los fracasos endodónticos. El objetivo primordial del tratamiento endodóntico debe ser optimizar la desinfección del conducto radicular y prevenir la reinfección.

La solución irrigadora tiene como efecto principal actuar como lubricante y agente de limpieza durante la preparación biomecánica, removiendo

microorganismos, productos asociados de degeneración tisular y restos orgánicos e inorgánicos, lo que impide la acumulación de los mismos en el tercio apical, garantizando la eliminación de dentina contaminada y la permeabilidad del conducto desde el orificio coronario hasta el agujero apical.<sup>1</sup>

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No hay duda de que los microorganismos, ya sean remanentes en el conducto radicular después del tratamiento o recolonizando el conducto obturado, son la principal causa de fracaso endodóntico. Debe ser optimizar la desinfección del conducto radicular y prevenir la reinfección. La irrigación de la cámara pulpar y de los conductos radiculares es una intervención necesaria durante toda la preparación de conductos y como último paso antes del sellado temporal u obturación definitiva. Consiste en el lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara o conductos y tiene los siguientes objetivos:

- Limpieza o arrastre físico
- Acción detergente
- Acción antiséptica
- Acción blanqueante

El irrigante por elección en endodoncia es el hipoclorito de sodio, debido a las propiedades desinfectantes que posee. A mayor dilución, menor poder desinfectante pero también menor irritación por lo que se ha recomendado diluir al 2.5% al 1% (solución de Milton) o al 0.5% (líquido de Dakin, neutralizado con ácido bórico). El hipoclorito de sodio a concentración inferior al 2.5% elimina la

infección, pero a no ser que se utilice durante un tiempo prolongado durante el tratamiento, no es bastante consistente para disolver los restos pulpares. Algunos clínicos diluyen el NaOCl al 5,25% para reducir el olor o reducir el potencial de toxicidad a los tejidos periradiculares. La dilución del NaOCl al 5,25% disminuye significativamente la propiedad antimicrobiana, la propiedad de disolución del tejido y la propiedad de desbridamiento del sistema de conductos.<sup>2</sup>

La irrigación ultrasónica y las agujas de irrigación endodónticas fueron evaluadas utilizando hipoclorito al 6% frente al biofilm in vivo. Los resultados demostraron una limpieza de los istmos estadísticamente significativa empleando el ultrasonido.

¿Cuál será la concentración más efectiva y menos irritante a los tejidos periradiculares de hipoclorito de sodio? ¿Hace la irrigación pasiva ultrasónica una marcada diferencia en la desinfección del sistema de conductos radiculares?

## JUSTIFICACIÓN

Diferentes estudios han concluido utilizar el hipoclorito de sodio como irrigante de primera elección en el tratamiento de conductos, tanto por sus propiedades desintegradoras de proteínas como por sus efectos desinfectantes.

Otros estudios también consideran el uso de la irrigación ultrasónica como clave en la remoción de biofilm y potencialización del hipoclorito al elevar su temperatura.

Con este estudio pretendemos demostrar la efectividad del hipoclorito a diferentes concentraciones y si en realidad su efecto se potencializa con la activación ultrasónica, ya que como clínicos profesionales de la salud, tenemos la obligación de dar a nuestros pacientes un tratamiento con el mejor pronóstico posible y la correcta desinfección de los conductos radiculares hace que esto sea factible.

## ANTECEDENTES

**Gründling y Cols.**, en el 2011 realizaron un estudio con el propósito de este estudio fue evaluar in vitro el efecto de la irrigación ultrasónica del hipoclorito de sodio y EDTA en los conductos radiculares de dientes de bovinos infectados con *Enterococcus Faecalis*. Ochenta y cuatro incisivos de bovinos fueron inoculados con *E. Faecalis*, permaneciendo inoculados durante 50 días para la formación de biofilm. Los dientes se dividieron en cuatro grupos: el grupo de control, que no recibieron tratamiento, grupo de ultrasonido con agua destilada, otro grupo con el riego convencional con hipoclorito de sodio + EDTA y otro grupo con la irrigación ultrasónica pasiva con hipoclorito de sodio + EDTA. Los análisis que se llevaron a cabo fueron microbiológicos y análisis de microscopía electrónica de barrido (SEM). Resultados: en las pruebas microbiológicas, los grupos que utilizan el hipoclorito de sodio no mostraron crecimiento bacteriano. No hubo diferencias significativas entre el grupo control y el grupo de agua destilada con ultrasonido y los grupos que utilizan el hipoclorito de sodio. En el análisis SEM, en la zona del canal de la pared, no se observaron diferencias significativas entre los grupos con hipoclorito de sodio, pero estos eran diferentes de los otros grupos. El grupo control fue significativamente diferente del grupo con agua destilada con ultrasonido. En el área de los túbulos expuestos, no hubo diferencias significativas entre los grupos. Conclusión: La irrigación ultrasónica pasiva puede ser una ayuda en la limpieza del conducto radicular, sin embargo, el papel principal en la eliminación de las bacterias se juega por la irrigación.<sup>3</sup>

**Bhuva y Cols., en el 2010** evaluaron la eficacia intrarradicular de la irrigación ultrasónica pasiva contra biofilms de *Enterococcus Faecalis* en piezas extraídas unirradiculares. En el cual tenían por objetivo comparar la eficacia de la irrigación ultrasónica pasiva utilizando NaOCl al 1 % comparándola con la irrigación convencional con jeringa con NaOCl al 1 % sobre un biofilm interradicular de *Enterococcus Faecalis*. Como metodología utilizo 48 especímenes estandarizados e inoculados con la bacteria y dividiéndolos en 4 grupos de 12(GA,GB,GC,GD). Los 2 grupos experimentales fueron tratados con la aguja convencional con la aguja convencional con NaOCl al 1% para GA y de la misma manera pero con irrigación ultrasónica pasiva para el grupo el grupo B. De los 2 grupos control el primero fue tratado con aguja e irrigación convencional con solución salina (CG), mientras que el GD no recibió irrigación. Posteriormente los especímenes fueron procesados mediante un microscopio electrónico de barrido en sus 3 tercios (coronal, medio y apical) como resultado no se encontró una diferencia significativa entre el biofilm analizado en los grupos A y B en los 3 niveles observados encontrando solo una diferencia entre estos 2 con el grupo C (tratados con solución salina). Como conclusión se obtiene que tanto la irrigación convencional como la irrigación pasiva ultrasónica con NaOCl al 1% demuestran efectividad para la remoción de biofilm con *Enterococcus Faecalis*, mientras que la irrigación con solución salina no muestra efectividad contra la bacteria.<sup>4</sup>

**F.Bronnec y Cols.**, en el 2010, realizaron un estudio para evaluar radiográficamente la penetración del irrigante en conductos con raíces curvas durante la conformación de la raíz in vitro, se hicieron 30 molares inferiores con moderada a severa curvatura y se utilizó un dispositivo especial con el objetivo de garantizar que cada radiografía que fuese tomada en secuencia tuviera la misma posición. El canal mesiolingual de cada diente fue instrumentado utilizando el sistema Protaper en el cual para cada paso del procedimiento de la conformación, se utilizaron dos modalidades de riesgo las cuales fueron repetidas en el mismo orden, una fue la irrigación activa la cual consistió en utilizar 0.5 ml. de solución de sodio diatrizoato (Hypaque 50%) seguida inmediatamente por la agitación con una lima K calibre 08, la irrigación pasiva consiste en una descarga de 0.5 ml de solución de hipoclorito de sodio penetrado a través de una jeringa con una punta de la aguja calibre 27. Se tomó una radiografía digital después de cada modalidad y se almacenaron en la computadora la subsecuencia digital y las medidas de la profundidad de penetración del irrigante. Las comparaciones se realizaron dentro de un análisis de la variación en el marco de un enfoque de medidas repetidas. Los resultados fueron significativamente mayor en cada paso sucesivo de cada paso del procedimiento de la conformación. La diferencia entre las dos modalidades fue estadísticamente significativa para cada paso del procedimiento de conformación del conducto.<sup>5</sup>

**R. Rajasingham y Cols., 2010** evaluaron los efectos sobre la superficie radicular utilizando solución salina , EDTA e hipoclorito de sodio al 3 y 5 % individualmente y alternándose en dientes unirradiculares que fueron preparados a medidas estándares y fueron divididos en seis grupos experimentales : 1 solución salina 2 NaOCl 5 % (3) NaOCl al 3% (4) EDTA 17% (5) NaOCl al 5 % y EDTA (6) NaOCl al 3% y EDTA todos los grupos fueron puestos a 4 secuencias de irrigación de 30 minutos se utilizaron etiquetas eléctricas para medir el desgaste de la superficie de la dentina y se obtuvieron como resultados que la mezcla de NaOCl al 5 % con EDTA incrementa significativamente el desgaste sobre la superficie dental y que el grupo 6 era más su desgaste después del 4to ciclo de irrigación, la morfología del canal o la cantidad de dentina no mostraron ser relevantes para el cambio en la estructura dentaria. Los otros grupos de NaOCl y EDTA utilizados individualmente no mostraron un gran cambio, así mismo la solución salina.<sup>6</sup>

**Xiaoli Hu y Cols.,** en el 2010, realizaron un estudio cuyo propósito fue realizar un análisis cuantitativo para analizar el efecto de las diferentes concentraciones y el tiempo de exposición sobre la desproteinización de la dentina.

Como método se utilizaron losas de dentina humana intacta tratándolas con NaOCl al 0.5%, al 1% y al 2.25% por 1, 5 y 10 minutos. Utilizando una solución al 9% como control. Para investigar la acción del NaOCl y los cambios químicos producidos sobre la dentina se utilizó una reflexión atenuada total transformada

a infrarrojo y utilizando la técnica del espectroscopio para analizar: amida fosfato radio y carbonato fosfato radio encontrando como resultados los siguiente: la amida fosfato radio decreció significativamente después del tratamiento con hipoclorito comparado con el grupo control. En el grupo de NaOCl al 0.5% la amida fosfato radio fue más alta que en los grupos de 1% y 2.25%. La variación de los tiempos de exposición (1, 5 o 10 minutos) del NaOCl con las mismas concentraciones no mostró una influencia en la amida fosfato radio. El tratamiento con NaOCl al 0.5% se recomendó como una concentración predominante para uso de rutina durante el tratamiento para así minimizar la inducción a la desproteinización dentinaria. Esto sugiere que un uso prolongado de exposición de NaOCl a bajas concentraciones es menos dañino para la dentina en el intento e alcanzar la antisepsia durante la instrumentación endodóntica.<sup>7</sup>

**R. G. Macedo y Cols.,** en el 2010, en su estudio: **“Reacción del NaOCl en contacto con dentina de bovino: Efecto de la activación, tiempo de exposición, concentración y pH”**, utilizó paredes dentinarias de conductos estandarizados de incisivos exponiéndolas a diferente volumen de NaOCl con concentraciones variadas (2% y al 10%), un pH de 5 y 12, así como tiempos de exposición de 1 y 4 minutos. Se probaron 2 protocolos de irrigación: la ultrasónica pasiva y la irrigación activada por láser, utilizando como grupo control la irrigación no activada. El intervalo de activación del láser era de 1

minuto, seguido de un descanso de 3 minutos. Para detener la acción del NaOCl se utilizó una concentración idónea de tiosulfato.

Como resultado se obtuvo que el tiempo de exposición, la concentración y la activación del método influenciaba la acción del NaOCl, mas no hubo cambios en el pH.

La activación es un fuerte modulador de la reacción producida por el NaOCl. Durante el periodo de descanso del irrigante (3 min), el porcentaje de clorina se vio en aumento mientras la irrigación era activada por láser. El pH no produjo cambios en el comportamiento del NaOCl al 2%.<sup>8</sup>

**S. Kirk Huffaker y Cols.**, realizó un estudio en el 2010, “**Influencia de la Irrigación ultrasónica pasiva sobre la eliminación de bacterias del sistema de conductos radiculares: Un estudio clínico.**” Llevó a cabo una evaluación de la habilidad de la irrigación ultrasónica pasiva y el sistema EndoActivator para la eliminación de bacterias In Vivo, comparándolos con un grupo control trabajado con una jeringa estandarizada con el sistema de irrigación Siringe.

En este estudio se utilizaron muestras de bacterias de tratamientos realizados por residentes. Se compararon tanto los tratamientos realizados en una sola

sesión así como los tratamientos realizados en intervisita con la medicación de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Como resultados no se encontró una diferencia significativa entre el grupo con irrigación ultrasónica pasiva y el grupo control para la eliminación de bacterias cultivadas en raíces, mientras que en las muestras realizadas con intervisita y desinfección con hidróxido de calcio se demostró una mejor eliminación del cultivo bacteriano que en las muestras de una sola visita.

Como conclusión se demuestra que los casos de periodontitis apical muestran mejores resultados al realizar interconsulta con medicación transoperatoria de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .<sup>9</sup>

**A.J. Harrison y Cols.**, en el 2010, en su estudio “**El efecto de la irrigación activada ultrasónicamente para la reducción del Enterococo Faecalis en un experimento con raíces infectadas**”, en el cual se investigó la habilidad de la actividad ultrasónica para la remoción de bacterias presentes en el conducto y tubulillos dentinarios.

Para su estudio utilizó 130 especímenes inoculados con Enterococo Faecalis por 4 semanas. Las raíces fueron colocadas al azar a un grupo con vaselina,

sujetas a una limpieza y conformación de rutina. En 2 subgrupos de conductos instrumentados se adicionó la irrigación pasiva durante 1 minuto con NaOCl al 1% o a una semana de medicación intraconducto con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Todas las raíces fueron procesadas con el microscopio de luz o un barrido electrónico triplicando histológicamente cada sección de espécimen (coronal, medio y apical) para posteriormente analizarlos con un criterio predefinido.

Como resultado se obtuvo la penetración bacterial de vaselina fue de 151 micras en los túbulos dentinarios, fallando la eliminación bacteriana durante la preparación de estos conductos. La irrigación ultrasónica pasiva más la intramedicación con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  había sido propuesta para eliminar mayormente las colonias bacterianas presentes en paredes del conducto resultando más efectiva pero no eliminando bacterias en el total de las muestras.

Como conclusión la irrigación activada ultrasónicamente por 1 minuto con NaOCl al 1% después de la preparación del conducto muestra un paso suplementario para el control microbiano. <sup>10</sup>

**T. Ro Dig y Cols.**, publicaron en el 2010 un estudio “**Eficacia de la Irrigación Siringe, Rinse Endo y la Irrigación ultrasónica pasiva durante la remoción**

**de debris de irregularidades en raíces con diferentes tamaños”** comparó la eficacia de estos 3 sistemas utilizando 30 premolares de extracción reciente y divididos en 3 grupos (10) trabajados en diferentes calibres: 30 02(G1), 40 02(G2) y 50 02 (G3), posteriormente los dientes se llenaron con debris antes de cada irrigación.

En los 3 grupos se realizaron las diferentes técnicas de irrigación utilizando 30ml. de NaOCl al 1%, syringe, Rinse Endo e Irrigación ultrasónica pasiva, evaluando posteriormente la remoción de debris mediante la utilización del microscopio con 30X de magnificación y un sistema específico de evaluación. Como resultado se obtuvo que la irrigación ultrasónica pasiva resultó mejor para la remoción de debris presente en irregularidades en comparación al Siringe y al Rinse Endo.

Como segunda conclusión se obtuvo que el sistema Rinse Endo demostró mejores resultados en comparación al sistema de irrigación Siringe. <sup>11</sup>

**Zeltner y Cols., en el 2009** evaluaron los cambios de temperatura durante la irrigación ultrasónica pasiva. Los conductos radiculares de 3 caninos superiores extraídos fueron ampliados hasta la lima # 45. Se montaron termopares a 3,6 y 9 mm del foramen apical. Los dientes fueron sumergidos en un baño de agua a

37 grados centígrados. Agua bidestilada a 20 grados centígrados fue puesta continuamente en una unidad de ultrasonido. El grupo 1 fue depositado en el conducto radicular antes de la activación ultrasónica. El grupo 2 fueron utilizadas limas tipo K de acero inoxidable #15, #25, #35 para la activación. Antes y durante la activación ultrasónica, las temperaturas fueron constantemente medidas por 210 segundos. Fue realizado un análisis estadístico usando un análisis de varianza y pruebas Scheffeposthoc. La temperatura descendió hasta 7.4 grados centígrados. Estas gotas fueron significativamente menos en el grupo 1 que en el grupo 2 en el medio y en apical del canal radicular. Las disminuciones fueron seguidas por aumentos de temperatura en el grupo 2. Sin embargo en el grupo 1 las temperaturas solo alcanzaron valores basales en el tercio medio y apical. En el tercio coronal del conducto radicular fueron medidas temperaturas más bajas. En el grupo 2 la temperatura en promedio se elevó 7.7 grados, 7.5 grados, 4.2 grados en el tercio coronal, medio y apical de la raíz. En este caso, limas tipo K de calibre # 35 fueron insertadas generando más calor que las limas de calibre más bajo como las # 15 que generaban temperaturas más bajas. Instrumentos no cortantes de níquel titanio fueron insertados en los conductos siendo más efectivos que las limas tipo K de calibre # 15 y menos efectivas que las limas tipo K calibre # 30. El flujo continuo disminuye el potencial de calentar las sustancias irrigadoras mediante la activación ultrasónica.<sup>12</sup>

**HU Lsmann y Cols.**, en el 2009, en su estudio de revisión: “**Complicaciones durante la irrigación de conducto**”, describe las características más

importantes de las diferentes soluciones utilizadas para irrigar el conducto, entre las cuales se encuentran principalmente: el Hipoclorito de Sodio, el Peróxido de Hidrógeno, EDTA, Clorhexidina, Iodino de Potasio Iodado, Ácido Cítrico, Alcohol, MTAD. Así como los incidentes que ocurren más comúnmente durante la irrigación en forma inadecuada; tales como el traspaso de la aguja a través del foramen, alergia a los agentes de irrigación, extrusión del mismo irrigante hacia el seno maxilar, quemaduras con NaOCl e incluso perforaciones con el dispositivo de irrigación.<sup>13</sup>

**Brito y Cols.**, en el 2009, en su estudio “**Comparación de la efectividad de 3 técnicas de irrigación, en la reducción de colonias de Enterococcus Faecalis. Estudio In Vitro**” midió la reducción de la carga bacteriana (Enterococcus Faecalis), mediante la preparación químico-mecánica con 3 técnicas de irrigación diferentes; utilizando 60 órganos dentarios inoculados con E. Faecalis por 7 días. Posteriormente se dividieron las muestras en 3 grupos, realizando un protocolo específico para cada grupo. Utilizando para el grupo 1 irrigación convencional con agujas Navitips, irrigando a 3mm de la longitud de trabajo. Para el grupo 2 la misma metodología, pero agregando una irrigación final con un Endoactivator y para el grupo 3 irrigación con el sistema Endovac. En todos los grupos se utilizó NaOCl y EDTA como agentes irrigantes.

Como resultado se obtuvo una reducción significativa en las colonias bacterianas de E. Faecalis para todos los grupos, por lo que se concluyó que

mientras se utilice el protocolo más aceptado (NaOCl + EDTA), los diferentes métodos en que se empleen no alterarán su efectividad.<sup>14</sup>

**L.M. Sassone y Cols.,** en el 2008, en su estudio “**Actividad Antimicrobial del hipoclorito de sodio y la clorhexidina mediante 2 pruebas distintas**”

realizado en la Universidad del estado Rio de Janeiro, se lleva a cabo una evaluación de la capacidad antimicrobial del NaOCl utilizándolo al 1 y al 5% con y sin la adhesión de material orgánico en las muestras. Arrojando como resultado la eliminación en forma efectiva de todas las bacterias presentes en las muestras: StaphylococcusAureus, Enterococcus Faecalis, EscherichiaColi, PorphyromonasGingivalis y FusobacteriumNucleatum.<sup>15</sup>

**Van Der Sluis y cols** en el 2007 describió que la irrigación ultrasónica pasiva puede ser utilizada con una lima pequeña oscilando libremente en el conducto radicular para inducir microstreaming. PUI puede ser un suplemento para la limpieza del sistema de conductos radiculares y comparándolo con irrigación tradicional remueve más tejido orgánico, bacteria planctónica y debris dentinario del conducto. PUI es más eficiente en limpieza de canales que irrigación ultrasónica con instrumentación simultánea ultrasónica. PUI puede ser efectiva en canales curvos.<sup>16</sup>

**J. Craig Baumgartner y Cols.**, en el 2007, en su estudio **“Irrigación ultrasónica pasiva del conducto radicular: Una Revisión de la Literatura”**, describe la implementación de la técnica de Irrigación ultrasónica pasiva analizando una base de datos de Medline, la cual se puede llevar a cabo con instrumentos de calibre pequeño como 10mm o 20mm., realizando oscilaciones dentro del conducto y produciendo una poderosa ola acústica que fomentara la remoción de todo el lodillo dentinario. También demuestra la superioridad de este método en comparación a la irrigación tradicional al remover tejido orgánico, bacterias planctónicas, debris dentinario y el trabajo en conductos curvos.<sup>17</sup>

**Zehnder y Cols.**, en el 2006, publico un estudio: **“Irrigantes del conducto radicular”**, en el cual se investigaron los requerimientos que debería cubrir un agente irrigante para hacer su función, se concluyó que el NaOCl debería de ser el irrigante principal del conducto ya que es el único que disuelve tejido necrótico y tiene un excelente efecto antimicrobiano, así como la irrigación con algún agente quelante (EDTA) para eliminar o no permitir la formación del lodillo dentinario.<sup>18</sup>

**Van DerSluis y Cols.**, 2006, en su estudio: **“La influencia del volumen, el tipo de irrigante y el método de fluidez sobre la remoción de debris dentinario**

**colocado artificialmente del tercio apical radicular mediante irrigación ultrasónica pasiva”,** en el cual utilizaron 15 órganos dentarios (caninos), instrumentándolos hasta 20 mm con un taper 0.10 y posteriormente llenándolos de debris dentinario. Todos los conductos fueron irrigados ultrasónicamente usando un instrumento #15 colocándolo dentro del conducto hasta el forámen apical. El grupo 1 fue irrigado con una ola continua de 50 ml de NaOCl al 2%, en el grupo 2 la ola no fue usada, pero el conducto fue bañado con 12 ml de NaOCl al 2% posteriormente de 2ml durante 30 seg. El grupo 3 fue tratado de la misma forma que el grupo 2 pero el conducto fue bañado con 6 ml de NaOCl al 2% y poco después de 2ml en 1 minuto. El grupo 4 fue tratado de la misma forma que el grupo 1 pero usando agua como irrigante. Antes de iniciar con todos los métodos fueron capturadas y almacenadas las imágenes iniciales posteriormente evaluando la cantidad de dentina removida. Para analizar se utilizó un examen de Kruskalwallis y un Manwhitney. Como resultado se obtuvo una diferencia significativa en todos los grupos. Los grupos 1, 2 y 3 difirieron significativamente del grupo 4; pero no hubo una diferencia significativa entre ellos mismos.

Como conclusión se obtuvo que una jeringa con NaOCl al 2% (6 y 12 ml) fue tan efectiva como una ola continua de 50 ml. de hipoclorito de sodio al 2%. Mientras que el agua no demostró efectividad para la remoción de debris dentinario a nivel apical.<sup>19</sup>

**S.J. Lee y Cols., 2004** compararon la habilidad de irrigación con jeringa e irrigación ultrasónica para remover debris dentinaria, después del ensanchado el conducto radicular y se dividieron en dos las paredes. A una pared se le realizó una fisura de 4mm de largo, 2 mm de ancho a 0.5 mm de profundidad y se cortó a 6 mm del ápice para simular canal sin obturar, en la otra mitad de la pared se realizaron depresiones de 0.3 mm de largo con 0.5 mm de profundidad para simular canales sin instrumentar a estas depresiones se les colocó restos de debris dentinaria con NaOCl al 2 % para representar una pared que ha sido instrumentada y que acumula restos durante la preparación de un conducto. Las dos paredes fueron unidas de nuevo y se les colocó NaOCl al 2% a 8 muestras con jeringa y a otras 8 muestras con irrigación ultrasónica. Se obtuvieron como resultados que las dos formas de irrigación redujeron significativamente los restos de lodillo dentinario; sin embargo estadísticamente se encontró menos cantidad en los que fueron instrumentados con irrigación ultrasónica pasiva.<sup>20</sup>

**Iris Slutzky-Goldberg y Cols.,** en el 2004, realizaron el estudio “**Efecto del hipoclorito de sodio sobre la micro dureza dentinaria**”, en el cual se evaluó la micro dureza del conducto dentinario, posterior a la irrigación con NaOCl al 2.5% y al 6% en donde se utilizaron 42 muestras que fueron divididas en 7 grupos. Siendo el grupo control irrigado con solución salina. Las muestras experimentales fueron continuamente irrigadas con NaOCl al 2.5% y al 6% durante 5, 10 y 20 minutos.

Arrojando como resultado una mayor pérdida de micro dureza dentinaria al irrigar con NaOCl al 6% en comparación al 2.5% durante 10 ó 20 minutos.<sup>21</sup>

**Weber y Cols.**, En el 2003 evaluaron el efecto de la irrigación ultrasónica pasiva de la clorhexidina al 2 % contra el hipoclorito de sodio al 5.25 % sobre la actividad residual microbiana en los conductos radiculares. 94 órganos dentales unirradiculares fueron utilizados para este estudio y fueron instrumentados usando la técnica step-down. 42 conductos fueron irrigados con clorhexidina al 2%, otros 42 conductos con hipoclorito de sodio al 5.25% y 10 canales de control irrigados con solución salina. Los grupos de clorhexidina e hipoclorito de sodio fueron divididos igualmente en grupos de un minuto en la irrigación ultrasónica pasiva final. Los conductos fueron ampliados con una broca de Para-Post. Los 3 a 5mm apicales fueron recubiertos con esmalte de uñas. Los conductos fueron lavados con solución salina, secados e introducidos de nuevo en solución salina y almacenada. A las 6 horas 20 micro litros de fluidos fue tomado de cada pipeta e introducidos en placas de agar, que fueron cultivadas con streptococcus sanguis. Las placas fueron incubadas, las zonas de inhibición fueron medidas. La muestra fue repetida a las 24, 48, 72, 96, 120, 144 y 168 horas. La actividad antimicrobiana residual con clorhexidina al 2% fue estadísticamente superior al hipoclorito de sodio al 5.25% con solo irrigación y al final activación ultrasónica pasiva. Los grupos de clorhexidina experimental mostraron efectos antimicrobianos hasta después de 168 horas.<sup>22</sup>

**HaticeDog y Cols.**, en el 2001, en su estudio **“Efectos de los agentes quelantes y el hipoclorito de sodio sobre el contenido mineral de la dentina”** Investigaron los efectos de protocolizar la aplicación de EDTA, RC Prep y NaOCl en el contenido mineral del conducto utilizando energía de dispersión en 36 especímenes, encontrando posterior a la irrigación niveles de calcio, fósforo y magnesio en el interior del conducto, y concluyendo que utilizar el NaOCl como agente de irrigación final altera la actividad de los agentes quelantes en el interior del conducto. <sup>23</sup>

**Según Briseño B.M. y Cols.**, en 1999, en su estudio **“Eficacia de diferentes métodos de irrigación y concentraciones de soluciones irrigantes sobre bacterias presentes en el conducto radicular”** en el cual compara la efectividad de 2 soluciones irrigantes, mediante 2 métodos distintos de irrigación In Vitro.

Se utilizaron 75 especímenes los cuales fueron esterilizados e inoculados previamente con cultivos de E. Coli y S. Mutans. Después de la inoculación, las raíces fueron irrigadas mediante la técnica manual y con ultrasonido por los mismos intervalos de tiempo (20 segundos) con la misma cantidad (5 ml) de NaOCl al 1% y al 2%. Como resultado se obtuvo que el NaOCl al 1% fué más efectivo en contra de E. Coli y S. Mutans en comparación a la utilización del NaOCl al 2% con irrigación ultrasónica. <sup>24</sup>

**Siqueira y Cols.**, Observaron en 1997 la efectividad al 4% del hipoclorito de sodio usando tres métodos de irrigación en la eliminación de *Enterococcus Faecalis* del canal radicular in vitro. Canales radiculares contaminados con *E. Faecalis* fueron tratados: 1) 2 ml de NaOCl y agitación con limas manuales, 2) Irrigación 2ml y agitación ultrasónica, 3) Alternando peróxido de hidrógeno. Canales contaminados irrigados con solución salina sirvieron de control. Puntas de papel fueron usados para sacar muestra y fueron transferidos a tubos conteniendo 5ml de infusión cerebro corazón. No hubo diferencia significativa entre los grupos, sin embargo al aplicar NaOCl fue más efectivo que la solución salina al desinfectar.<sup>25</sup>

**Según Mentz**, en 1982 en su estudio “**El uso de hipoclorito de sodio como un medicamento general en endodoncia**”, realizado en el departamento de cardiología y en odontología en la Universidad de Nijmegen, el hipoclorito de sodio presenta propiedades importantes entre las cuales se encuentran: El efecto antimicrobiano, la disolución de pulpa remanente, debris y la propiedad irrigante que tiene sobre los tejidos vitales, pudiendo utilizarse en una concentración desde el 2.5% hasta el 3% como agente irrigante para endodoncia.<sup>26</sup>

## MARCO TEÓRICO

Debido a la complejidad anatómica de la mayoría de los conductos radiculares, las bacterias y residuos orgánicos que se alojan en los tubulillos dentinarios no se pueden eliminar con la instrumentación mecánica, por lo que diversas sustancias se han utilizado durante e inmediatamente después de la instrumentación para eliminar los restos de dentina, microorganismos y tejido necrótico del conducto radicular.<sup>27</sup>

Las bacterias son la causa más común de la inflamación periapical. Uno de los objetivos más importantes de un tratamiento de conductos es la eliminación completa de los microorganismos que habitan dentro del sistema de conductos. Aunque la instrumentación químico-mecánica reduce la cantidad de bacterias, la completa desinfección del sistema de conductos no es posible debido a su complejidad anatómica. Por ello se utilizan agentes antimicrobianos como el hipoclorito de sodio durante la instrumentación y como irrigación final.<sup>27</sup>

Es innegable la importancia del uso de determinadas sustancias químicas y de soluciones irrigadoras de productos que favorezcan la conformación de conductos atrésicos y de fármacos que contribuyen con la desinfección del sistema de conductos.<sup>27</sup>

El *Enterococcus Faecalis* es la especie que probablemente mejor se adapte y tolere las condiciones más exigentes dentro de un conducto radicular obturado, por lo que la desinfección será clave en su eliminación. Estas son células esféricas y se agrupan en pares o en cadenas cortas. Se forman en colonias blanquecinas, son gram<sup>+</sup>, y tienen la capacidad de crecer en hipoclorito de sodio al 6.5% y a temperaturas que van desde 101 °C a 451°C. Pueden sobrevivir 30 minutos a 601 °C y a un pH de 9.6. La mayoría de los enterococcus son anaerobios facultativos, pero algunas especies son aerobias estrictas. El *Enterococcus Faecalis* es relativamente fácil de destruirse en formas platónicas in vitro pero es mucho más resistente cuando se presenta en conductos radiculares infectados esto es debido esto puede deberse a la activación de factores de virulencia, la formación de biofilm o la invasión en los túbulos dentinarios. Los enterococcus poseen un número de factores de virulencia que permiten la adherencia a las células huésped y a la matriz extracelular facilitando la invasión a los tejidos para causar daño.<sup>28</sup>

Factores de virulencia:

- ⊙ Agregación por sustancias
- ⊙ Proteínas en la superficie de los enterococos
- ⊙ Presencia de Gelatinasa
- ⊙ La toxina citolisina

- ⊙ Producción extracelular de superóxido
- ⊙ Capsulación de polisacáridos
- ⊙ Resistencia a los antibióticos <sup>28</sup>

## **Irrigación en Endodoncia**

En endodoncia se entiende por irrigación el lavado de las paredes del conducto con una o más soluciones antisépticas, y la aspiración de su contenido con rollos de algodón, conos de papel, gasas o aparatos de succión. <sup>29</sup>

La solución de hipoclorito de sodio fue introducida en la medicina en 1847 por Semmelweis, para la desinfección de las manos.

Schreier en 1893, retiró tejidos necróticos mediante la introducción de potasio o sodio metálicos en los conductos radiculares, produciendo según el autor "fuegos artificiales". <sup>30</sup>

Posteriormente Dakin en 1915 (al término de la primera guerra mundial) comenzó a usar el hipoclorito de sodio al 0,5% para el manejo de las heridas

"Solución de Dakin". Así con el transcurso del tiempo aparecieron numerosas soluciones que contenían cloro.

Entre los años 1930 y 1940 se utilizaron enzimas proteolíticas por su propiedad de disolver los tejidos, estas enzimas no obtuvieron una amplia aceptación y se mostró que poseían muy poca propiedad para disolver el tejido necrótico dentro de los sistemas de conductos radiculares.<sup>31</sup>

Antes de 1940, el agua destilada era el irrigante endodóntico habitualmente utilizado, igualmente se utilizaron ácidos como el ácido clorhídrico al 30% y ácido sulfúrico al 50% sin entender los peligros que estos agentes ocasionarían a los tejidos periradiculares.<sup>31</sup>

Grossman en 1941, preconiza la irrigación del sistema de conductos radiculares con peróxido de hidrógeno , el cual lo combina con hipoclorito de sodio, aplicándolo en forma alternada, consiguiendo de esta manera una mayor limpieza, obtenida por la efervescencia debida al oxígeno naciente que libera el agua oxigenada.<sup>32</sup>

Lasala<sup>31</sup> refiere, que Richmann en 1957, empleó el ultrasonido por primera vez durante el tratamiento de conductos, utilizando el cavitron con irrigación, obteniendo buenos resultados.

### **Importancia de la Irrigación en la terapia endodóntica**

La irrigación del sistema de conductos juega un rol bien importante en la limpieza y desinfección del mismo, y es una parte integral del procedimiento de preparación del conducto.<sup>33</sup>

La solución irrigadora tiene como efecto principal actuar como lubricante y agente de limpieza durante la preparación biomecánica, removiendo microorganismos, productos asociados de degeneración tisular y restos orgánicos e inorgánicos, lo que impide la acumulación de los mismos en el tercio apical, garantizando la eliminación de dentina contaminada y la permeabilidad del conducto desde el orificio coronario hasta el agujero apical.<sup>34</sup>

Durante la preparación biomecánica, luego de instrumentar las paredes del conducto se forma la capa de desecho, que está compuesta de depósitos de partículas orgánicas e inorgánicas de tejido calcificado aunado a diversos elementos orgánicos como tejido pulpar debridado, procesos odontoblásticos,

microorganismos y células sanguíneas compactadas al interior de los túbulos dentinarios. Esa capa de desecho puede llegar a obturar parte del conducto y ser a su vez una fuente de reinfección del conducto radicular.<sup>34</sup>

Existe controversia de opiniones en cuanto a la conveniencia de la presencia o ausencia de la capa de desecho en las paredes del sistema de conductos radiculares, algunos autores apoyan su presencia debido a que actúa como una barrera impidiendo la penetración de bacterias en los túbulos dentinarios. Otros refieren que su remoción reduce la microflora e incrementa la permeabilidad dentinaria, por lo tanto, mejora la penetración de medicamentos, desinfectantes y materiales de obturación.<sup>35\*36</sup>

De acuerdo a la mayoría de los autores, esta capa debe ser retirada mediante las sustancias irrigadoras. La irrigación del conducto radicular tiene una función física, química y biológica.<sup>34</sup>

### **Objetivos de la irrigación del sistema de conductos<sup>37</sup>:**

1. Arrastre, retirando los restos de dentina para evitar el taponamiento del conducto radicular.

2. Disolución, de agentes orgánicos e inorgánicos del conducto radicular, incluyendo la capa de desecho que se produce en la superficie de la dentina por la acción de los instrumentos y se compacta al interior de los túbulos dentinarios.

3. Acción antiséptica o desinfectante.

4. Lubricante, sirviendo de medio de lubricación para la instrumentación del conducto radicular.

5. Acción blanqueante, debido a la presencia de oxígeno naciente.

Es importante también mencionar las propiedades que debe tener una solución irrigadora ideal:<sup>38</sup>

a. Ser bactericida o bacteriostático, debe actuar contra hongos y esporas.

b. Baja toxicidad, no debe ser agresivo para los tejidos periradiculares.

c. Solvente de tejidos o residuos orgánicos e inorgánicos.

d. Baja tensión superficial.

e. Eliminar la capa de desecho dentinario.

f. Lubricante

g. Otros factores: aplicación simple, tiempo de vida adecuado, fácil almacenaje, costo moderado, acción rápida y sostenida.

## **Diferentes agentes de irrigación utilizados en la terapia endodóntica**

Se han utilizado diversas sustancias para la irrigación del sistema de conducto radicular<sup>39</sup>, como son:

1. Soluciones químicamente inactivas: Solución salina, agua, soluciones anestésicas.

2. Soluciones químicamente activas:

2.1 Enzimas: estreptoquinasa, estreptodornasa, papaína enzyomol y tripsina.

2.2 Ácidos: a. fosfórico al 50%, a. sulfúrico al 40%, a. cítrico de 6 a 50%, a. láctico al 50%, a. clorhídrico al 30%.

2.3 Álcalis: Hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de calcio en agua (agua de cal), urea, hipoclorito de sodio de 0,5% a 5,25%.

2.4 Agentes quelantes: sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético del 10 al 15% (EDTA), sal disódica del ácido etilendiaminotetraacéticocon

peróxido de urea (RC-Prep), sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético con Cetavlon o bromuro de cetil-trimetilamonio (EDTAC), acetato de bisdequalinium (Salvizol), largal ultra.

2.5 Agentes oxidantes: peróxido de hidrógeno al 3% y peróxido de urea (Gly-Oxide)

2.6 Agentes antimicrobianos: clorhexidina del 0,2 al 2%

2.7 Detergentes: lauril sulfato sódico (tergentol)

También se han utilizado otras soluciones como Cloramina T al 5%, Yodopax al 0,4%, Biosept al 0,1% e Hibitane al 0,1%.

Ningún irrigante solo ha demostrado ser capaz de disolver material pulpar orgánico, predentina y desmineralizar la porción calcificada orgánica de las paredes del conducto.<sup>40</sup>

De todos estos diversos agentes mencionados, ninguno ha sido tan eficaz como la solución de hipoclorito de sodio al 5,25%.<sup>31</sup>

**Hipoclorito de sodio de 0,5 - 6% (NaOCl):** Se considera la solución irrigadora más utilizada en la práctica actual, por ser la que más se acerca a las condiciones ideales por su efectividad para eliminar tejido vital y no vital y además de poseer un amplio efecto antibacteriano, matando rápidamente bacterias, esporas, hongos y virus (incluyendo el HIV, rotavirus, HSV-1 y  $\&endash;2$ , y el virus de la hepatitis A y B)<sup>3</sup>, tiene un pH alcalino entre 10.7 y 12.2 es excelente lubricante y blanqueador, posee una tensión superficial baja, posee una vida media de almacenamiento prolongada y es poco costoso <sup>34</sup>. Sin embargo el hipoclorito de sodio resulta un agente irritante para el tejido periapical<sup>33</sup>, el sabor es inaceptable por los pacientes y por sí solo no remueve la capa de desecho, ya que solo actúa sobre la materia orgánica de la pulpa y predentina.<sup>41</sup>

Las concentraciones clínicas varían entre el 0,5% al 6%, la dilución del NaOCl disminuye significativamente la propiedad antibacteriana, la propiedad de disolución del tejido y la propiedad de desbridamiento del conducto, al igual que disminuye su toxicidad. <sup>42</sup>

Siqueira y cols.,<sup>43</sup> compararon los efectos antibacterianos producidos por la irrigación con hipoclorito de sodio al 1%, 2,5% y 5,25%. Ellos concluyeron que los cambios regulares y el uso de grandes cantidades del irrigante deben

mantener la efectividad antibacteriana del hipoclorito de sodio, compensando los efectos de concentración.

Walton y Rivera <sup>38</sup> recomiendan diluir el hipoclorito de sodio al 5,25% en partes iguales con agua para una solución de 2,6%. Esta es tan eficaz como la solución a toda su capacidad, pero más segura y más agradable para usar.

El aumento de la temperatura ambiental a la temperatura corporal aumenta la eficacia del hipoclorito de sodio, al igual que el tiempo (NaOCl al 5,25% elimina en 1/2 hora todo el tejido pulpar), el volumen empleado y la cercanía a la constricción apical.

En vista de que el hipoclorito de sodio no cumple con dos propiedades como son baja toxicidad y eliminación de la capa de desecho, es necesario combinarlo con agentes quelantes u otros agentes irrigantes para poder lograr los objetivos de la irrigación del sistema de conductos.

Entre ellos tenemos:

**Uso del ultrasonido:** El uso del hipoclorito de sodio combinado con el ultrasonido o un sistema de vibración de ondas es el medio de irrigación que mayor efecto antibacterial presenta. Utilizando esta combinación se mejora el intercambio de las sustancias en el conducto, permite un calentamiento de la sustancia irrigadora, se eliminan restos dentinarios y parte de la capa de desecho, logrando así un mayor efecto de limpieza. <sup>44</sup>

Cameron <sup>45</sup> en 1987, refiere que al usar el NaOCl al 4% o más con ultrasonido durante 3 min. se logra remover completa la capa de desecho.

**Agentes quelantes:** Las sustancias quelantes son desde el punto de vista químico moléculas grandes de forma compleja, que están en la capacidad de unirse a los iones de calcio provenientes de la dentina. La dentina de la raíz debe reblandecerse químicamente, lo cual facilita la preparación de los conductos estrechos y/o calcificados; Hasta el momento no se ha comprobado el hecho de que si una sustancia quelante permanece en un conducto radicular por más tiempo, ésta tenga un mayor efecto. <sup>34</sup>

**Sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA):** Fue presentada por Nygaard-Ostby en 1957. Es una sustancia fluida con un pH neutro de 7,3. Se emplea en una concentración del 10 al 17%. Con esta solución se logra reducir a siete el grado de dureza Knoop de la dentina, que normalmente tiene una dureza de cuarenta y dos cerca de la luz del conducto no tratado. Posee un pequeño efecto antibacterial sobre ciertas especies bacterianas como *Streptococcus* alfa-hemolíticos y *Staphylococcus aureus*, y tiene un alto efecto antimicótico <sup>37</sup>. Produce una reacción inflamatoria leve al contacto con tejido blando, al contacto con tejido óseo reacciona en forma similar al de la dentina.<sup>34</sup>

Se ha demostrado que el método más efectivo para remover la capa de desecho es irrigar el sistema de conductos con 10 ml de 17 % de EDTA seguido de 10 ml de 5% de NaOCl, aunque realizando este método se ha observado erosión de los túbulos dentinarios. Se ha recomendado aplicar el EDTA al 17% en un período de tiempo menor a 2 min. ó en menor volumen o cantidad; incluso en un estudio realizado por Calt y cols. en el 2000, recomiendan el uso de 10 ml de EGTA al 17% (ethyleneglycol-bis tetraaceticacid) combinado con 10 ml de NaOCl al 5,25% ya que éste es un quelante menos fuerte que el EDTA el cual es efectivo en la remoción de la capa de desecho aunque en el tercio apical no es tan efectivo, pero no induce erosión en los túbulos dentinarios, por lo que se pudiera considerar un quelante alternativo para la remoción de la capa de desecho. <sup>40</sup>

Weine<sup>37</sup> recomienda, que al terminar la sesión, el conducto debe ser irrigado con hipoclorito de sodio y una lima de pequeño calibre para asegurar la penetración del hipoclorito de sodio e inactivar la acción del agente quelante.

El EDTA y el ácido cítrico han sido usados frecuentemente para la irrigación final.<sup>46</sup>

El tiempo de trabajo necesario para obtener la completa remoción de la capa de desecho es de 2-3 min. o más.<sup>47</sup>

En conductos curvos el EDTA debe ser usado solo después de la preparación porque este puede aumentar la transportación del conducto.<sup>48</sup>

**Sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético con peróxido de urea (RC-Prep):** El RC-Prep fue desarrollado por Stewart en 1969, esta solución contiene 15% EDTA asociado con 10% de peróxido de urea y glicol como base, en consistencia jabonosa. Actúa como antiséptico y al ser espumosa tiene una efervescencia natural que es aumentada al combinarla con el hipoclorito de

sodio, así logrando lubricar, ensanchar y descombrar los conductos más estrechos.<sup>34</sup>

Se ha demostrado que el RC-Prep no remueve completamente la capa de desecho, posiblemente por su bajo pH.<sup>49</sup>

**Sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético con cetavlon o bromuro de cetil-trimetril-amonio (EDTAC):** Está compuesta por: 17 g de EDTA, 8,84 g de cetavlon, 9,25 ml de 5/N hidróxido sódico y 100 ml de agua destilada. Se utiliza en una concentración al 15% y tiene un pH entre 7,3 a 7,4. El cetavlon posee acción antibacteriana y reduce la tensión superficial de la dentina, lo cual provoca el aumento de la capacidad de penetración del hipoclorito de sodio cuando se utilizan ambas soluciones combinadas EDTAC y NaOCl. Esta combinación resulta ser muy efectiva para la eliminación de la capa de desecho.<sup>31</sup>

Weine<sup>37</sup> afirma que tiene mayores propiedades germicidas y es más irritante que la sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) para los tejidos periodontales.

**Ácido cítrico:** Yamaguchi y cols. en 1996 propusieron al ácido cítrico como un irrigante sustituto del EDTA. Ellos notaron que uno de los principales problemas de este agente irrigante es su bajo pH, lo que lo hace más ácido y biológicamente menos aceptable, mientras que el EDTA tiene un pH neutro. Ellos concluyeron que todas las concentraciones de ácido cítrico(0,5, 1 y 2 M.) mostraron buenos efectos antibacterianos y ser buenos quelantes (elimina la capa de desechos), y sugieren que el ácido cítrico puede ser usado como una solución irrigante para los conductos alternándolo con hipoclorito de sodio. <sup>50</sup>

Di Lenarda y cols., <sup>47</sup> en el 2000, llegan a la conclusión que la acción del ácido cítrico es comparable a la acción del EDTA, y sugieren que este irrigante es conveniente debido a su bajo costo, buena estabilidad química si es usado correctamente alternándolo con NaOCl, y su efectividad aún con una aplicación corta de tiempo (20 seg).La efectividad del ácido cítrico se reduce al disminuir la concentración y tiempos de aplicación de este agente.

Entre otras soluciones irrigantes podemos nombrar:

**Clorhexidina:** La clorhexidina es un compuesto catiónico antibacteriano, como irrigante endodóntico es utilizado al 0,12% o 2%, posee excelentes propiedades antibacterianas como el hipoclorito de sodio al 5,25% e incluso tiene mejor

efecto residual que el hipoclorito de sodio a las 24 horas, pero no tiene la capacidad de disolver tejido pulpar.<sup>51</sup>

La clorhexidina por su baja toxicidad es recomendada como irrigante en pacientes alérgicos al hipoclorito, e igualmente puede ser utilizada en dientes con ápices abiertos o inmaduros, o en dientes con perforaciones.<sup>51</sup>

Debido a que la clorhexidina carece de efecto disolvente de tejido, debemos tener presente, que al usarla, es necesario valernos de otros métodos para completar la limpieza de los conductos, como por ejemplo, combinarla con quelantes u otras soluciones irrigadoras, instrumental rotatorio o valernos de vibración ultrasónica.

En un estudio realizado por Kuruvilla y col, encontraron que al alternar el uso de 1,5 ml de NaOCl al 2,5% con 1,5 ml de gluconato de clorhexidina al 0,2% resultó en una gran reducción de la flora microbiana (84,6%) cuando se comparó con el uso individual del NaOCl al 2,5%( 59,4%) o el gluconato de clorhexidina al 0,2%(70%).<sup>52</sup>

En un estudio realizado por White y col.<sup>53</sup> en 1997, acerca del efecto residual de la clorhexidina sobre la dentina a dos concentraciones distintas, luego de instrumentar e irrigar conductos de dientes monorradiculares recién extraídos, obtuvieron resultados excelentes en cuanto a la inhibición de crecimiento bacteriano, hasta 72 horas con la concentración de 0,12% y por más de 72 horas con la concentración al 2,0%, lo que confirma que puede ser utilizada como irrigante en la terapia endodóntica y más aún, utilizada como medicamento intraconducto entre citas para controlar la infección.

**Peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>):** El peróxido de hidrógeno es un ácido débil, en endodoncia es usado al 3% (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 3%) debido a sus propiedades desinfectantes y a su acción efervescente. La liberación de oxígeno destruye los microorganismos anaerobios estrictos y el burbujeo de la solución cuando entra en contacto con los tejidos y ciertas sustancias químicas, expulsa restos tisulares fuera del conducto.<sup>34,37</sup> La acción solvente del agua oxigenada en tejidos orgánicos es mucho menor que el hipoclorito de sodio.<sup>37</sup>

La mezcla de las soluciones irrigadoras de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> al 3% y de NaOCl al 5,25% propuesta por Grossman en 1943, produce liberación de oxígeno libre, y una formación profusa de espuma lo que facilita la eliminación de restos dentinales y restos de tejidos<sup>34</sup>, por lo que ha sido recomendada usarla durante el tratamiento para la irrigación de dientes que han permanecido abiertos al medio

bucal con el fin de favorecer la eliminación de partículas de alimento, así como también, restos que puedan estar alojados en los conductos.<sup>31</sup>

La última irrigación debe realizarse con NaOCl, ya que el peróxido de hidrógeno puede seguir liberando oxígeno nascente después de cerrar la cavidad de acceso y elevar la presión interna desencadenando dolor e inflamación.<sup>34</sup>

Esta mezcla parece ser efectiva para la limpieza del sistema de conductos, sin embargo no es superior al uso único del NaOCl, por lo que no es benéfica.<sup>38</sup>

**Peróxido de urea:** Este medio de irrigación contiene peróxido de urea al 10% en una base de glicerol (Gly-Oxide). Los tejidos lo toleran mejor que al hipoclorito de sodio, su efecto antibacteriano y el grado de disolución de los tejidos es leve, pero más fuerte que el Peróxido de hidrógeno, por lo tanto es un irrigador excelente para el tratamiento de conductos con ápices abiertos, donde al utilizar soluciones más irritantes, pueden provocar inflamaciones severas al sobrepasar el ápice. La principal indicación es para la preparación de conductos estrechos y curvos en los que se puede aprovechar el efecto lubricante del glicerol, A diferencia de las sustancias quelantes, no tiene ninguna acción sobre la dentina radicular, por lo que no es posible con el peróxido de urea la eliminación de la capa de desecho<sup>37</sup>. Además, el peróxido de urea luego de ser

irrigado con el hipoclorito de sodio desprende grandes cantidades de oxígeno naciente en forma de finas burbujas, que tienden a eliminar detritus del conducto radicular.<sup>31</sup>

Senia y cols., referido en Weine<sup>37</sup>, aseguran que el hipoclorito de sodio no puede llegar al ápice de los conductos más pequeños si antes no se ensanchan hasta el tamaño 20 o superior. Sin embargo, como el Gly-Oxide es más viscoso y tiene mayor tensión superficial, puede introducirse en conductos muy pequeños hasta alcanzar el tamaño 20, momento en el que recomiendan cambiar al hipoclorito de sodio.

**Hidróxido de Calcio en Agua (Agua de cal):** Maisto y Amadeo, citados por Lasala<sup>31</sup>, recomiendan como irrigador una solución de saturación de hidróxido cálcico en agua, la cual denominan lechada de cal, y que podría alternarse con el agua oxigenada, empleando como último irrigador la lechada de cal, que por su alcalinidad, incompatible con la vida bacteriana, favorecería la reparación apical, por lo cual ha sido recomendada en dientes con ápices abiertos.

**Solución salina:** Es el irrigador más biocompatible que existe, puede utilizarse como único o alternado con otros, como último cuando se desea eliminar el

remanente del líquido anterior <sup>31</sup>. El efecto antimicrobiano y su disolución de tejido es mínima si se compara con el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> con NaOCl. <sup>34</sup>

**Solución anestésica:** Se ha recomendado el uso de anestésico local como medio de irrigación para el tratamiento de los conductos con restos de pulpa vital o con sangrado profuso por pulpitis aguda, aunque no hay evidencias científicas que sustenten este medio. <sup>34</sup>

**Alcoholes (Alcohol isopropílico o etílico):** Las soluciones concentradas de alcohol al 70 a 90% se utilizan como irrigantes finales para secar el conducto y eliminar restos de otros químicos. <sup>38</sup> Debido a su baja tensión superficial presenta buena difusión. Su efecto principal radica en secar el conducto radicular. Sólo se utiliza una cantidad pequeña de alcohol (1 a 2 ml por conducto).<sup>34</sup>

**Soluciones activadas electroquímicamente (ECA):** Estas soluciones ECA son producidas de agua del grifo y soluciones con una baja concentración de sal. La tecnología ECA representa un nuevo paradigma científico desarrollado por científicos rusos. Está basada en el proceso de transferir líquidos a una vía por medio de una acción electroquímica unipolar (ánodo o cátodo) a través del uso de un elemento reactor. La irrigación con soluciones activadas electroquímicamente proporcionan una eficiente limpieza de las paredes del

conducto y puede ser una alternativa al hipoclorito de sodio en el tratamiento de conducto convencional. Más investigaciones de soluciones ECA deben ser realizadas.<sup>54</sup>

Marais en su estudio, compara el NaOCl y el agua activada electroquímicamente en los efectos de limpieza en las paredes del sistema de conductos, él concluyó que el agua activada electroquímicamente produjo superficies más limpias que el NaOCl y removió la capa de desechos en grandes áreas por lo que el ECA fue considerada ser superior al NaOCl.<sup>55</sup>

### ***Propuesta de Protocolo de Irrigación:***

1.- La irrigación debe ser tan frecuente e intensa según la proporción de contaminación del conducto radicular. El volumen de la solución es más importante que la concentración de la sustancia.<sup>43</sup>

2.- En la fase inicial del tratamiento endodóntico puede rociarse la sustancia irrigadora en la cámara pulpar. En esta fase inicial se aconseja usar el ultrasonido, el cual brinda ventajas para que el medio de irrigación fluya hacia el tercio apical a través del uso de limas delgadas.<sup>34</sup>

3.- Durante la instrumentación se aconseja utilizar NaOCl junto con un lubricante que contenga EDTA como el RC-Prep.

4.- La reserva de líquido en la cámara pulpar debe ser reemplazada frecuentemente.

5.- Se recomienda irrigar el conducto cada vez que se pase a otra lima de diferente calibre.

6.- Es aconsejable el uso de una jeringa con aguja delgada (diámetro 0,4 mm) y penetrar la aguja hasta la región apical y luego retirarla 2 mm para evitar colocar una inyección en la región apical. <sup>34</sup>

6.- La irrigación se debe realizar en forma lenta y con baja presión, y se debe aspirar con un succionador.

7.- La irrigación debe hacerse hasta que el líquido que salga del conducto no salga turbio.

8.- Se recomienda irrigar con volúmenes grandes (2 a 5 ml por conducto) de líquido. Para la irrigación final, se recomienda un volumen de 10 ml de NaOCl por conducto, seguido de una irrigación de EDTA de 2 a 3 min., y finalmente 10 ml más de NaOCl para la completa remoción de la capa de desecho. <sup>46</sup>

9.- Una alternativa de la irrigación manual es la irrigación por ultrasonido. Durante la irrigación con ultrasonido se debe evitar que las limas contacten con las paredes, pues las rotaciones de las limas se pueden bloquear y disminuir la efectividad de la irrigación. <sup>34</sup>

10.- Al finalizar la preparación del conducto y la irrigación profusa se hace el secado del conducto con puntas de papel equivalentes a la lima principal apical.

11.- Por último, se realiza una última irrigación con alcohol al 95% para asegurar que el conducto quede seco.<sup>34</sup>

## **HIPOCLORITO DE SODIO**

Como es conocido la irrigación del sistema de conductos, es quizás uno de los procedimientos más importante durante la terapia endodóntica, esta es definida por autores como Lasala<sup>56</sup>, como un lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara pulpar o conductos radiculares.

Muchas soluciones han sido consideradas como irrigantes endodónticos, cada una con sus ventajas y desventajas, sin embargo el hipoclorito de sodio es la alternativa más recomendada para la irrigación del sistema de conductos.

El hipoclorito de sodio ha sido definido por la Asociación Americana de Endodoncistas<sup>31</sup> como un líquido claro, pálido, verde-amarillento, extremadamente alcalino y con fuerte olor clorino, que presenta una acción

disolvente sobre el tejido necrótico y restos orgánicos y además es un potente agente antimicrobiano.

Químicamente, el hipoclorito de sodio (NaOCl), es una sal formada de la unión de dos compuestos químicos, el ácido hipocloroso y el hidróxido de sodio, que presenta como características principales sus propiedades oxidantes. La fórmula química de este compuesto es la siguiente:  $\text{NaOH} + \text{HOCl} = \text{NaOCl}$

Al NaOCl se le han atribuido varias propiedades beneficiosas durante la terapia endodóntica:

1. Desbridamiento, la irrigación con NaOCl expulsa los detritos generados por la preparación biomecánica de los conductos.
2. Lubricación, humedece las paredes del conducto radicular favoreciendo la acción de los instrumentos.
3. Destrucción de microorganismos, se ha demostrado que esta solución es un agente antimicrobiano muy eficaz, puede eliminar todos los microorganismos de los conductos radiculares, incluyendo virus y bacterias que se forman por esporas.<sup>51</sup> Según Ohara et al.<sup>57</sup> el ácido hipocloroso ejerce su efecto por la oxidación de los grupos sulfhidrilos de los sistemas enzimáticos de las bacterias, produciendo desorganización de importantes reacciones metabólicas,

resultando en la muerte de la bacteria. Por otro lado, el pH alcalino (11,8) del NaOCl neutraliza la acidez del medio y por lo tanto crea un ambiente inadecuado para el desarrollo bacteriano; sin embargo, ciertos autores consideran que esta propiedad añade un componente tóxico a la solución haciendo el NaOCl más cáustico<sup>51</sup>.

4. Disolución de tejidos, es el disolvente más eficaz del tejido pulpar. Una pulpa puede ser disuelta en un tiempo de 20 minutos a 2 horas <sup>58</sup>. La eficacia de la disolución del hipoclorito de sodio se ve influida por la integridad estructural de los componentes del tejido conjuntivo de la pulpa. Si la pulpa está descompuesta, los restos de tejidos se disuelven rápidamente, si está vital y hay poca degradación estructural, el NaOCl necesita más tiempo para disolver los restos.<sup>51</sup> El hipoclorito reacciona con residuos orgánicos en el conducto radicular y de esta forma facilita la limpieza, sin embargo, esta reacción inactiva químicamente al NaOCl y reduce su capacidad antibacteriana, por esto una solución fresca de NaOCl debe ser aplicada frecuentemente dentro del conducto radicular para reactivar la reacción química y la remoción de restos. <sup>45</sup>

5. Baja tensión superficial, gracias a esta propiedad penetra a todas las concavidades del conducto radicular, al mismo tiempo que crea las condiciones para la mayor eficacia del medicamento aplicado de forma tópica.<sup>58</sup>

En cuanto a su capacidad de remoción de capa de desecho se han publicado artículos que confirman que el NaOCl utilizado como lavado final en los conductos radiculares preparados no remueve la capa de desecho.<sup>48</sup>

Por otro lado, al revisar otros trabajos publicados se puede observar que afirman que cuando el lavado final se realiza con NaOCl, los resultados en cuanto a la remoción de la capa de desecho fueron demostrablemente más efectivos.<sup>55</sup>

Es importante señalar ante estas discrepancias, estudios realizados por Mérida<sup>59</sup>, en los cuales se obtuvo como resultados que la capacidad de penetración del NaOCl está relacionada con su concentración, cuando se encuentra en una concentración de 1% puede penetrar 100 micras a los canalículos dentinarios, al 2,5% penetra 220 micras y al 5,25% penetra 350 micras. Alternando EDTA y luego NaOCl al 5,25% se puede lograr una penetración de 500 micras y en algunos puntos anatómicos casi hasta el límite dentina-cemento.

## **Factores que afectan las propiedades del Hipoclorito de Sodio**

Tanto la temperatura, la concentración del hipoclorito de sodio, la luz, el aire, el tiempo y tipo de almacenamiento y el grado de pureza afectan la eficacia de la solución

### ***1-Efectos de la temperatura***

Al aplicar calor a una solución se aumenta la energía cinética de las moléculas, las cuales contactarán más rápido y producirán la desintegración de las superficies que contacten en un tiempo menor.

El aumento de la temperatura tiene un efecto positivo sobre la acción disolvente del NaOCl. Temperaturas de 35,5°C aumentan el poder solvente sobre tejidos necróticos y en tejidos frescos se obtiene el mayor efecto a 60°C.<sup>50</sup>

Cunningham et al.<sup>46,47</sup> demostraron que el NaOCl al 5,25% y 2,6% eran igual de eficaces a una temperatura de 37°C. Sin embargo, a temperatura ambiente (21°C), la solución al 2,6% resultaba menos eficaz. El calentamiento de la solución aumenta su efecto bactericida, pero se debe tener precaución al calentarla a 37°C, ya que se mantiene estable por no más de 4 horas antes de degradarse, por lo que no se recomienda recalentar la solución.

Gambarini<sup>50</sup> refiere que se ha comprobado que al aumentar la temperatura se mejora el desbridamiento, las propiedades bactericidas y disolutorias y que este aumento no afecta la estabilidad química de la solución, aunque recomienda cierta precaución ya que no se sabe que daño puede causar a los tejidos periapicales.

## ***2-Dilución***

Algunos clínicos diluyen el NaOCl al 5,25% para reducir el olor o reducir el potencial de toxicidad a los tejidos periradiculares. La dilución del NaOCl al 5,25% disminuye significativamente la propiedad antimicrobiana, la propiedad de disolución del tejido y la propiedad de desbridamiento del sistema de conductos.<sup>60</sup>

La dilución del NaOCl al 5,25% aumenta el tiempo de exposición necesaria para destruir los microorganismos. Una dilución 1 a 1 hasta una concentración de 2,6% aproximadamente, triplica el tiempo de exposición necesaria para destruir las mismas bacterias. No se recomienda la dilución de NaOCl. Sin embargo, si se determina diluir el NaOCl no debe utilizarse una dilución mayor del 1 a 1 de la concentración al 5,25% con agua destilada estéril, ya que esta reducción al

2,6% produce una solución que es sólo ligeramente más eficaz que el agua o solución normal.<sup>61</sup>

El NaOCl es más eficaz en la disolución de tejido vital desvitalizado y fijado al utilizarse en concentraciones de 5,25% que al 2,6, 1 y 0,5%.<sup>61</sup>

### ***3-Grado de pureza***

Los hipocloritos de acuerdo a su pureza química de extracción se clasifican de acuerdo a su porcentaje diferencial en: menos puros de 1 a 96% los cuales tienen mayor cantidad de contaminantes dañinos (plomo, arsénico, mercurio, bismuto, aluminio), entre ellos los de grado técnico (70%), industrial (60%) y doméstico (40-50%) y más puros de 96-100% como los de tipo pro-análisis (99-100%) y USP(98%) los cuales tienen apenas trazas de contaminantes. Por lo tanto, no es recomendable usar cloro casero o doméstico para irrigar durante el tratamiento de conductos radiculares.<sup>59</sup>

El Clorox tiene 60% de pureza y se incluye entre los hipocloritos de uso industrial y es el recomendado para la terapia endodóntica; los otros tienen una pureza de 40-50%, por lo cual se incluyen entre los hipocloritos de uso doméstico, éstos últimos no son muy recomendables.<sup>59</sup>

#### **4-Aire, luz, tiempo y tipo de almacenamiento**

Debido a que el hipoclorito de sodio es degradado por la luz, el aire, los metales y los contaminantes orgánicos, se cree que la pérdida de estabilidad química de la solución es un factor que puede alterar sus propiedades.<sup>50</sup>

Todas las soluciones muestran degradación con el tiempo y ésta es más rápida en soluciones que contienen cloro al 5% cuando son almacenadas a temperaturas de 24°C que cuando se almacenan a 4°C.<sup>62</sup>

Por otra parte, el contenido de cloro de las soluciones tiende a disminuir después que los envases se han abierto, por lo que se recomienda el uso de soluciones frescas o recientes.<sup>50</sup>

Nicoletti et al<sup>63</sup> refieren que la estabilidad química se altera en presencia de luz, ausencia de tapa y el tiempo en que la solución ha sido almacenada; igualmente refieren que los envases más recomendados son los de ámbar, seguidos de los de plástico opaco verde y blanco, donde este último ofreció la menor protección.

## IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA

El primer uso del ultrasonido en la terapia endodóntica de conductos radiculares se le atribuye a Richman en 1957.<sup>36</sup>

En una primera fase evolutiva el ultrasonido no tuvo aceptación, el acumulo de masa dentinaria o de debris en el conducto radicular era considerado un serio problema, los instrumentos se rompían o dejaban restos metálicos.<sup>36</sup>

En 1976 se inició la segunda fase cuando Martin Cunninham y Moodnick establecen que el sinergismo del ultrasonido complementado con la irrigación provee una mejor limpieza y desinfección con las técnicas convencionales.<sup>36</sup>

Una de las grandes ventajas que el sistema de ultrasonidos ofrece es el gran volumen de solución de irrigación que proporciona, durante su utilización, ya que gracias a la activación ultrasónica es posible que la solución irrigadora que se deposita llegue hasta la conductometría de trabajo seleccionada, a diferencia de la sola aplicación con puntas de jeringa número 27.<sup>35</sup>

Los aparatos ultrasónicos proporcionan una acción químico-mecánica de limpieza por el uso combinado y simultaneo de la activación energizante del instrumento o por la punta vibradora metálica, con la activación ultrasónica de la solución de irrigación. En este acto operatorio hay sinergismo de limpieza

químico mecánica, representado por la remoción de residuos pulpares, del barrillo dentinario (smearlayer) y de las virutas de dentina que se forman durante el tratamiento del sistema de conductos radiculares.<sup>35</sup>

## **Propiedades Físicas, Mecánicas y Biológicas del Ultrasonido en el Conducto Radicular**

Las propiedades del ultrasonido que presentan interés en el campo de la endodoncia son: la producción de movimiento oscilatorio del instrumento, la cavitación, la microcorriente acústica y la generación de calor; así como la combinación de estas propiedades con la irrigación, que genera un efecto sinérgico que potencia la acción biológica del irrigante dentro del conducto radicular.<sup>35</sup>

### ***Cavitación***

La cavitación se define como la formación de vacíos submicroscópicos, como resultado de vibrar un medio fluido por el movimiento alternante de alta frecuencia de la punta de un instrumento. Cuando estos vacíos hacen implosión, se crean ondas de choque que se propagan a través del medio y producen liberación de energía en forma de calor.

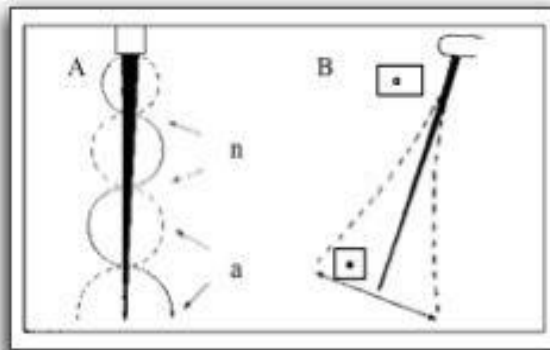
El contacto de la lima ultrasónica con las paredes del conducto radicular va a reducir el efecto de cavitación, debido a que el posible contacto de la pared, impide el movimiento de oscilación de la lima y disminuye la amplitud del movimiento oscilatorio, reduciendo la cavitación. Ahmad y Roy <sup>41</sup> realizaron observaciones de las fracturas de instrumentos endodónticos activados por ultrasonido, observando que en su superficie presentaban excavaciones, las cuales asumieron, como producto de las implosiones de las microburbujas sobre la superficie del instrumento. <sup>37</sup>

### ***Movimiento oscilatorio***

El dispositivo de ultrasonidos va a generar energía acústica que al ser transmitida al instrumento, va a causar que éste vibre con un movimiento oscilatorio característico que va a depender de la frecuencia de la vibración. Generalmente esta frecuencia va a oscilar en un rango de 20 a 50 Khz. en los dispositivos ultrasónicos y de 2 a 6 Khz. en los dispositivos sónicos. <sup>64</sup>

El diseño del instrumento va a influir en el tipo de movimiento oscilatorio que éste presente al activarse. En el caso de estar en un mismo plano con respecto al eje de inserción a la fuente de poder, el instrumento presenta un patrón de

oscilación longitudinal, teniendo una mayor amplitud de desplazamiento en la punta, que va a disminuir progresivamente hacia el mango.<sup>37</sup>



Diferentes tipos de oscilación vistos en el aire con algunas limas (A) ultrasónicas y (B) sónicas. a= antinodo, n= nodo, Tomado de Lumley A, Walmsley A, Laird W. 1991

### ***Microcorriente acústica***

La Microcorriente acústica es la circulación de un fluido, inducida por las fuerzas creadas por la vibración hidrodinámica, en vecindad a un pequeño objeto vibratorio, como una lima endodóntica activada por ultrasonido.<sup>40</sup> Cuando un objeto oscilante con una baja amplitud de desplazamiento es sumergido en un líquido, se forman patrones de oscilación del fluido alrededor del objeto. Estas oscilaciones van a formar corrientes en remolino, que crean un gradiente de

velocidad produciendo tensiones vibratorias, de manera tal, que cualquier material biológico que entre en el área de la corriente va a ser sometido a tensiones vibratorias y posiblemente sea dañado.<sup>37</sup>

### ***Generación de calor***

La generación de calor es otra de las propiedades físicas que produce la aplicación de ultrasonido dentro del conducto radicular. La generación de calor y el consiguiente aumento de la temperatura resulta como producto de la energía liberada durante el efecto de cavitación, debido a la implosión de las microburbujas de gas, o también puede producirse por la fricción generada por el contacto de la lima oscilatoria con las paredes del conducto radicular.<sup>37</sup>

La vibración sónica y ultrasónica difieren de la manual y mecánico rotacional en que el corte de la dentina es facilitado por un aparato mecánico que imparte un movimiento sinusoidal al instrumento por transferencia de energía vibratoria a lo largo del tallo.<sup>36</sup>

Entre las ventajas de estos aparatos podemos incluir menor dolor postoperatorio, mejor capacidad para remover detritus de las irregularidades del conducto, reducción del material obstruido a través del ápice radicular, mayor efecto antibacteriano y mayor efecto de capacidad de corte.<sup>36</sup>

La mejor acción solvente de tejidos y antibacteriana atribuida a la irrigación por ultrasonido e hipoclorito de sodio fue responsabilizada a la agitación mecánica (cavitaria acústica) y a la mayor actividad clínica del irrigante.<sup>36</sup>

También es importante mencionar que la corriente acústica y no la cavitación, es el mecanismo primario que se utiliza en el debridamiento ultrasónico.<sup>36</sup>

Es importante dejar claramente establecido que en la práctica endodóntica tanto los aparatos ultrasónicos como los aparatos sónicos son incapaces de lograr individualmente todos los pasos implicados en el tratamiento de conductos rutinario.

No obstante las distintas limitaciones descritas son aparatos que ocupan un lugar dentro del armamiento del endodoncista que verá en ellos su eficacia en la limpieza del conducto en un periodo corto de tiempo, con un mínimo de esfuerzos.<sup>36</sup>

Una terapia endodóntica exitosa requiere de una limpieza y conformación cuidadosa del sistema de conductos radiculares, así como de una obturación tridimensional de los mismos. La irrigación es una parte integral de la preparación biomecánica. Ésta actúa en la remoción de detritus, reducción del número de microorganismos y en la desinfección del conducto.<sup>65</sup>

## **HIPÓTESIS**

H 0: La irrigación del conducto radicular con hipoclorito de sodio al 6% activado con irrigación ultrasónica pasiva por 10 minutos no es altamente efectiva en la eliminación del E. Faecalis.

H 1: La irrigación del conducto radicular con hipoclorito de sodio al 6% activado con irrigación ultrasónica pasiva por 15 minutos es altamente efectiva en la eliminación del E. Faecalis.

H 2: La colocación de hipoclorito de sodio al 1% dejándolo reposar por 10 minutos con activación ultrasónica pasiva es altamente efectiva en la eliminación del E. Faecalis.

H 3: La colocación de hipoclorito de sodio al 1% dejándolo reposar por 15 minutos con activación ultrasónica pasiva es altamente efectiva en la eliminación del E. Faecalis.

## **OBJETIVO**

Comparar la desinfección dentinaria cuando se utiliza la irrigación de NaOCl al 6 % utilizando la irrigación pasiva ultrasónica por 10 minutos y 15 minutos, así como el NaOCl al 1% dejándolo reposar en el conducto radicular por 10 minutos y 15 minutos.

## TIPO DE ESTUDIO

Experimental, comparativo, prospectivo, transversal.

### **Variables:**

#### ***Dependientes:***

- Desinfección dentinaria

#### ***Independientes:***

- Irrigación con NaOCl al 1% durante 10 minutos
- Irrigación con NaOCl al 1% durante 15 minutos
- Irrigación con NaOCl al 6% durante 10 minutos aplicando Irrigación ultrasónica pasiva.
- Irrigación con NaOCl al 6% durante 15 minutos aplicando Irrigación ultrasónica pasiva.

## **UNIVERSO DE TRABAJO**

90 Órganos dentarios uniradiculares

### ***Criterios de inclusión***

- Órganos dentarios de reciente extracción
- Esterilización previa a la inoculación bacteriana
- Unirradiculares
- Incisivos, caninos o premolares
- Formación apical completa

### ***Criterios de exclusión***

- Órganos dentarios calcificados
- Con reabsorción radicular
- Con presencia de fractura

- Con ápice inmaduro
- Multiradiculares
- Corona anatómica

### ***Materiales y métodos***

- 90 Órganos dentarios unirradiculares (80 para el estudio, 6 de control positivo y negativo, 4 de reserva)
- Tiosulfato de sodio
- NaOCl al 6% (Clorox)
- NaOCl al 1%
- Agua bidestilada
- Esterilizador Autoclave
- Bolsas para esterilizar
- Plumón negro (Sharpie)
- Cultivo bacteriano de E. Faecalis
- Cronometro (Casio)
- Radiovisógrafo (Shick)
- Múltiples Jeringas hipodérmicas (Protec)
- Agujas Navitips
- Limas K File (1ra Serie) (Dentsply)

- Pieza de Alta Velocidad (Torque Midwest)
- Pieza de Baja Velocidad
- Pinzas de curación
- Fresas de bola No.2,3
- Fresas 331
- Fresa Endo- Z
- Fresas Gates Glidden 2,3,4 (Mani)
- Explorador Endodóntico DG16 (Hu-friedy)
- Puntas de papel (Maillefer)
- Torundas de algodón (Protec)
- Discos de carburo (Brasseler)
- Ultrasonido Varios NSK
- Medios de cultivo BHI (Infusión Cerebro Corazón)
- EDTA (Smear Clear)
- Topes (Dentsply)
- 200 Tubos de ensayo
- Cajas petri
- Regla milimétrica (Dentsply)
- Micromotor (X Smart Dentsply)
- Sistema rotatorio (K3, SybronEndo)
- Puntas ultrasónicas (Irrisafe)
- Colonia aislada de E. Faecalis
- Pipetas

- Cámara Fotográfica (Canon SX10)
- Caja de guantes estériles (Protec)
- Microscopio Clínico (Global)

## METODOLOGÍA

1- Como paso inicial, se procedió a la clasificación y sub clasificación de los 90 órganos dentarios, dividiéndolos en 4 grupos de 20 y sub clasificándolos. La clasificación se llevó a cabo siguiente manera: El Grupo A, fue sub clasificado de la siguiente manera: (A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7,A8,A9,A10,A11,A12,A13,A14,A15 hasta el 20) que será utilizado para irrigar con NaOCl al 6% durante 10 minutos, el Grupo B, fue sub clasificado de la siguiente manera: (B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14,B15 hasta 20) que será utilizado para irrigar con NaOCl al 6% durante 15 minutos, Grupo C, fue sub clasificado de la siguiente manera: (C1,C2,C3,C4,C5,C6,C7,C8,C9,C10,C11,C12,C13,C14,C15 hasta 20) que será utilizado para irrigar con NaOCl al 6% durante 9 minutos posteriormente realizando Irrigación Pasiva Ultrasónica (1 minuto) durante 3 intervalos de 20 segundos con cambio de solución, finalizando con el Grupo D, que fue sub clasificado de la siguiente manera: (D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7,D8,D9,D10,D11,D12,D13,D14,D15 hasta C20) que será utilizado para irrigar con NaOCl al 6% durante 14 minutos posteriormente realizando Irrigación Pasiva Ultrasónica (1 minuto) durante 3 intervalos de 20 segundos con cambio de solución. Grupo P; 3 órganos que se clasificaran para control positivo, Grupo N; 3 para control negativo y Grupo R; 4 como especímenes de reserva.

2- Alternó a la instrumentación se llevó a cabo la preparación del medio de cultivo BHI (Infusión Cerebro Corazón) para así vaciarlo en 130 tubos de ensayo.

De los cuales se clasificaron 120 tubos en 2 grupos: TA1, TA2, TB1, TB2, TC1, TC2, TD1 Y TD2 utilizándose los grupos 1 para cultivar órganos dentarios y los grupos 2 para cultivar debris dentinario para realizar diluciones seriadas y unidades formadoras de colonia.



3- Como segundo paso se llevó a cabo la decoronación de todos los especímenes, utilizando discos de corte diamante (Brasseler).



- 4- Se procedió a obtener la conductometría con una lima K calibre 10 mediante la transportación apical (verificada por el microscopio clínico), realizando un retorno de 0.5mm para obtener una longitud lo más exacta posible y concluir la patentización.
  
- 5- Posteriormente se llevó a cabo la instrumentación mediante la utilización de la técnica Crown Down con fresas Gates Glidden (4, 3, 2) y se utilizó el sistema rotatorio K3, 40 (.04). Durante esta se irrigó copiosamente con NaOCl al 6% (Clorox) entre cada instrumento, utilizando en todas las muestras el protocolo clásico de irrigación de Abou-Rass (3mm antes de la longitud de trabajo), terminando con el secado de los conductos con puntas de papel calibradas y estériles (Maillefer).



- 6- Ya preparados los 90 especímenes, se procedió a inyectar Smear Clear (SybronEndo) en todas las muestras. Añadiendo un baño general durante 5 minutos, para lograr así la eliminación de la capa residual.
- 7- Las piezas se colocaron en un recipiente de vidrio con agua destilada para su esterilización Separando los grupos A (20), B (20), C (20), D (20) P (3), N (3) Y R (4), llevando a cabo la esterilización a través de autoclave (120LP) durante 15 min).



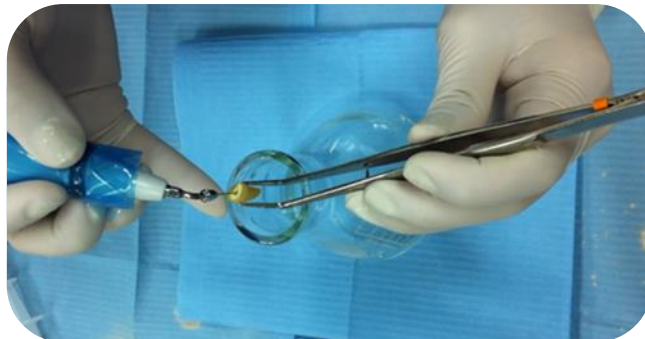
- 8- Ya que se esterilizaron las muestras se procedió a la inoculación del E. Faecalis en los grupos A, B, C, D Y P. mientras que el grupo N (control negativo) se mandó directamente a los tubos de ensayo con BHI (BrainHeartInfusion) y el grupo R permaneció almacenado estéril.

- 9- Se fomentó el desarrollo correcto de las bacterias durante 2 semanas haciendo un recambio del medio de cultivo (caldo BHI) una vez por semana para así enriquecer su crecimiento. Al concluir el proceso de inoculación se colocó el grupo P en los tubos de ensayo con BHI funcionando como control positivo.



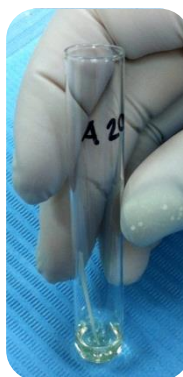
- 10- Se efectuó el primer protocolo propuesto de irrigación en el grupo A, irrigando cada órgano dentario en forma abundante al 6% a 10 minutos

(1 min de IPU) (cronómetro Casio), con la técnica de Abou-Rass (a 3mm de la longitud de trabajo).



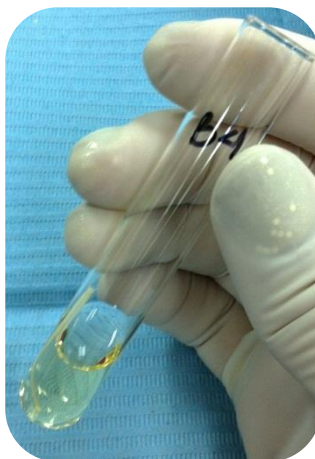
11-Concluido el tiempo de irrigación se colocaron posteriormente las muestras en un matraz con tiosulfato de sodio, para así inactivar la acción del NaOCl.

12-Se tomó cuidadosamente cada espécimen, haciendo un ligero raspado al interior del conducto con una lima Hedstrom calibre 25 y se introdujo una punta de papel. Posteriormente se arrojó la punta de papel en el tubo de ensayo correspondiente.



13-Se efectuó el segundo protocolo propuesto de irrigación en el grupo B, irrigando cada órgano dentario en forma abundante durante 10 minutos (cronómetro Casio), con hipoclorito de sodio al 6% por 15 min (1 min IPU) con la técnica de Abou-Rass (a 3mm de la longitud de trabajo).

14-Concluido el tiempo de irrigación se tomó cuidadosamente cada espécimen y haciendo un ligero raspado al interior del conducto con una lima Hedstrom calibre 25 se arrojó la punta de papel en el tubo de ensayo correspondiente.



15-Se efectuó el tercer protocolo de irrigación propuesto en el grupo C, inicialmente depositando NaOCl al 1% en el conducto y dejándolo reposar por 10 minutos (1 min de IPU\*) colocando posteriormente las muestras en un matraz con tiosulfato de sodio, para así inactivar la acción del NaOCl.

\*IPU utilizando el ultrasonido a 3mm de la longitud de trabajo durante 20 segundos en 3 intervalos (Irrigación Pasiva Ultrasónica), utilizando  $\frac{1}{4}$  de la intensidad del aparato ultrasónico (Varios 560 NSK) con una lima irrisafe (ActeonProduct #20 de 21 mm de longitud.)

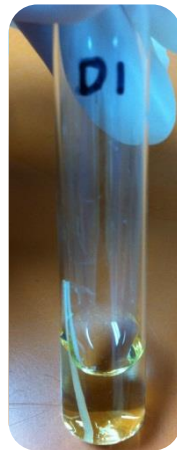
16-Al igual que los grupos A y B se tomó cuidadosamente cada espécimen haciendo un ligero raspado al interior del conducto con una lima Hedstrom calibre 25, posteriormente colocando una punta de papel en el interior. Se arrojó la punta de papel en el tubo de ensayo correspondiente.



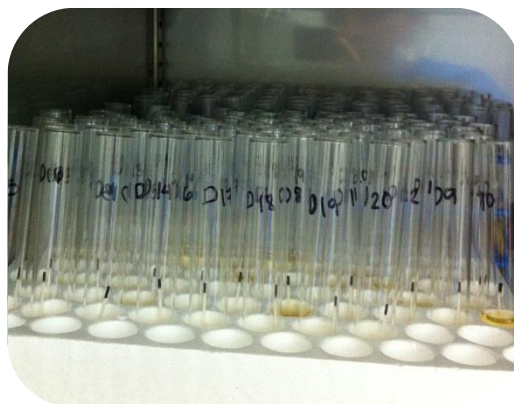
17-Finalmente se efectuó el cuarto protocolo de irrigación propuesto en el grupo D, inicialmente depositando NaOCl al 1% en el conducto dejándolo reposar por 15 minutos, posteriormente utilizando el ultrasonido a 3mm

de la longitud de trabajo durante 20 segundos en 3 intervalos (Irrigación Pasiva Ultrasónica), utilizando  $\frac{1}{4}$  de la intensidad del aparato ultrasónico (Varios 560 NSK) con una lima irrisafe (ActeonProduct) #20 de 21 mm de longitud.

18-AI igual que los grupos A, B y C se tomó cuidadosamente cada espécimen haciendo un ligero raspado al interior del conducto con una lima Hedstrom calibre 25 y colocando la punta de papel. Posteriormente arrojando la punta de papel en el tubo de ensayo.



19- Ya colocados todos los especímenes en los tubos de ensayo A1, B1, C1 Y D1 se llevaron a la estufa de cultivo donde permanecerán durante 1 semana. Si existía desarrollo bacteriano, el caldo se tornaría turbio.

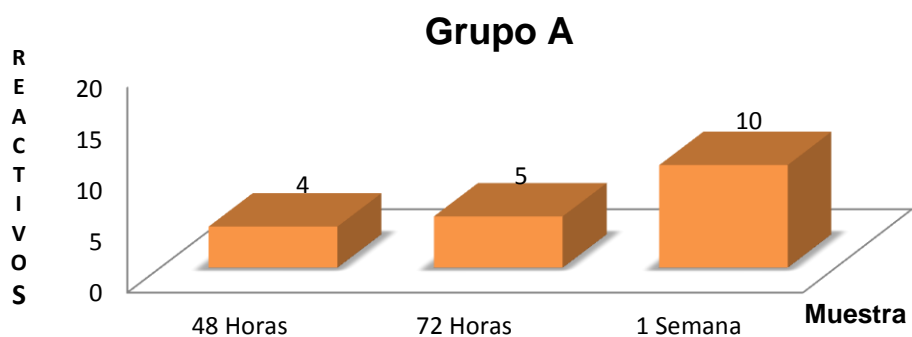


20- Se observaron las muestras a las 48, 72 horas y a los 7 días de haber el protocolo. Los resultados fueron arrojados en la tabla de recolección de datos

## RESULTADOS

### Grupo A: Irrigación con Hipoclorito de Sodio al 6% por 10 min. (1 min IPU)

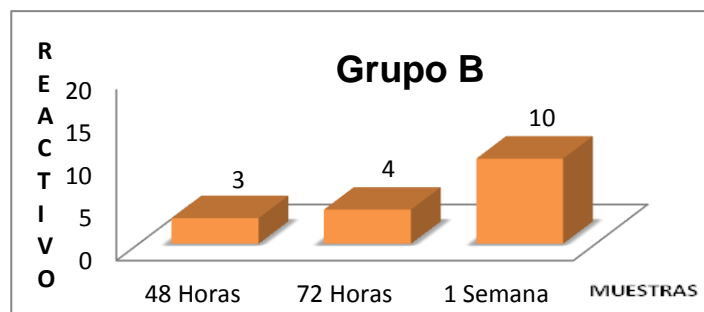
MUESTRA	48 HRS	72 HRS	1 SEMANA
A1			X
A2		X	X
A3			
A4			
A5	X	X	X
A6			X
A7			
A8			
A9			
A10			
A11			
A12	X	X	X
A13	X	X	X
A14			
A15			X
A16			
A17			X
A18			X
A19	X	X	X
A20			
<b>RESULTADOS</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>10</b>



Gráfica 1: Muestra los resultados del Grupo A a las 48 horas, 72 horas y 7 días en donde observamos que a la semana es cuando encontramos mayor contaminación de las muestras tomadas. Deduciendo que sí encontramos crecimiento bacteriano en la mitad de las muestras al usar NaOCl al 6% por 10 minutos con 1 min. de IPU.

**Grupo B: Irrigación con Hipoclorito de Sodio al 6% por 15 min. (1 min IPU)**

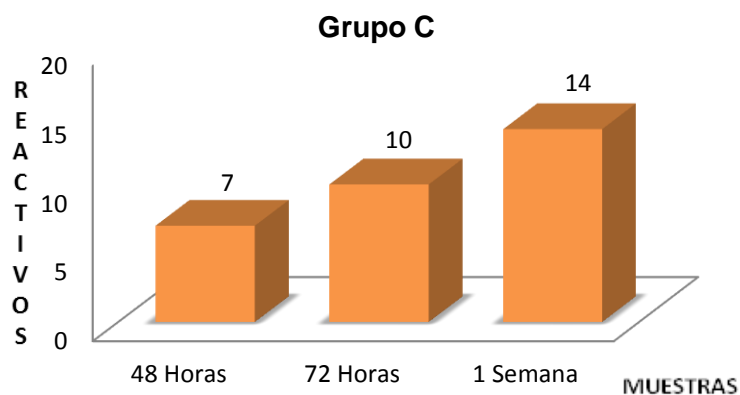
MUESTRA	48 HRS	72 HRS	1 SEMANA
B1		X	X
B2			
B3			X
B4			
B5			
B6			X
B7			
B8			X
B9	X	X	X
B10			X
B11			
B12			X
B13	X	X	X
B14			X
B15			
B16			
B17			
B18			
B19			
B20	X	X	X
<b>RESULTADOS</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>10</b>



Gráfica 2: Muestra los resultados del Grupo B a las 48 horas, 72 horas y 7 días, en donde observamos que a la semana es cuando encontramos mayor contaminación de las muestras tomadas. Deduciendo que sí encontramos crecimiento bacteriano en la mitad de las muestras a los 7 días utilizando NaOCl al 6% por 15 min, con 1 min IPU.

**Grupo C: Irrigación con Hipoclorito de Sodio al 1% por 10 min (1 min. IPU)**

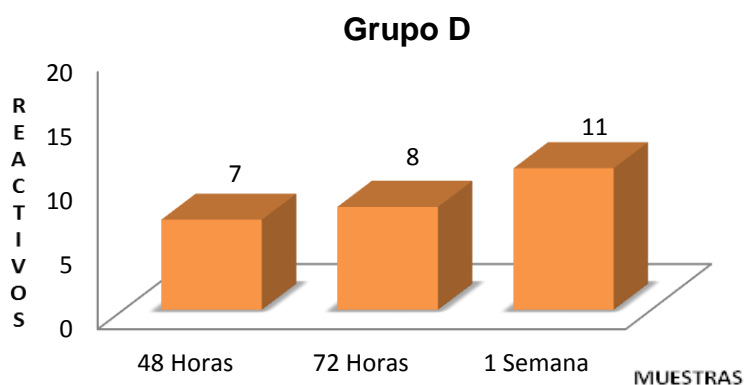
MUESTRA	48 HRS	72 HRS	1 SEMANA
C1			
C2	X	X	X
C3	X	X	X
C4			
C5			
C6	X	X	X
C7		X	X
C8	X	X	X
C9		X	X
C10			
C11			
C12		X	X
C13			X
C14			X
C15	X	X	X
C16	X	X	X
C17			X
C18			X
C19	X	X	X
C20			
<b>RESULTADOS</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>14</b>



*Gráfica 3: Muestra los resultados del Grupo C a las 48 horas, 72 horas y 7 días en donde observamos que a la semana es cuando encontramos mayor contaminación de las muestras tomadas. Deduciendo que sí encontramos crecimiento bacteriano en más de la mitad de las muestras al utilizar NaOCl al 1% por 10 minutos con 1 min de IPU.*

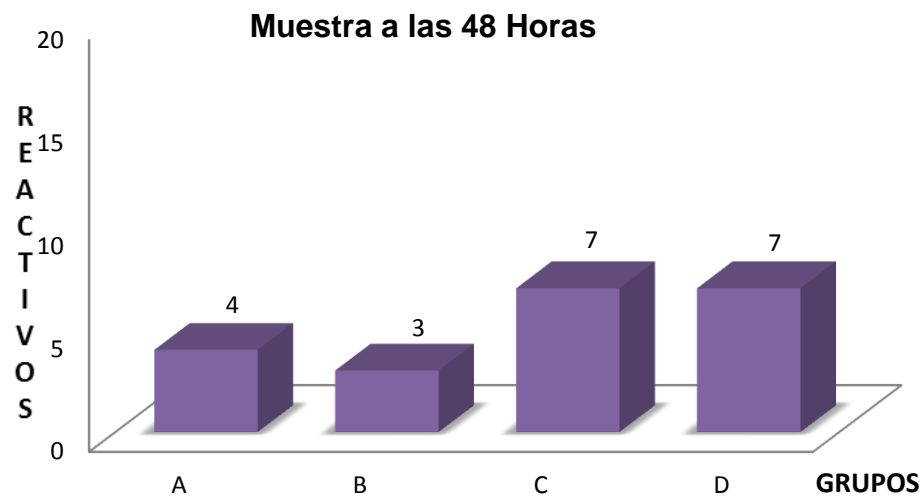
**Grupo D: Irrigación con Hipoclorito de Sodio al 1% por 15 min (1 min. IPU)**

MUESTRA	48 HRS	72 HRS	1 SEMANA
D1			
D2	X	X	X
D3	X	X	X
D4			X
D5		X	X
D6	X	X	X
D7			
D8			
D9	X	X	X
D10			X
D11			
D12			
D13			
D14			X
D15	X	X	X
D16			
D17	X	X	X
D18	X	X	X
D19			
D20			
<b>RESULTADOS</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>11</b>

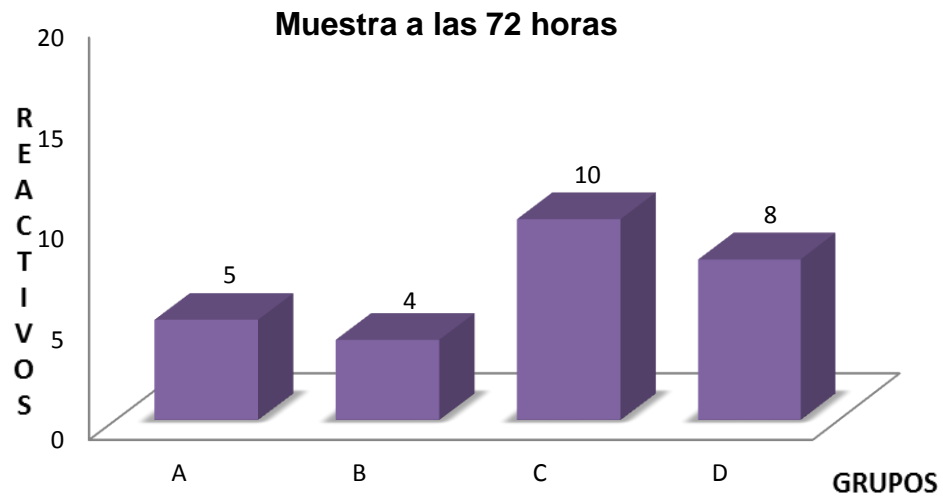


Gráfica 4: Muestra los resultados del Grupo C a las 48 horas, 72 horas y 7 días en donde observamos que a la semana es cuando encontramos mayor contaminación de las muestras tomadas. Deduciendo que sí encontramos crecimiento bacteriano en más de la mitad de las muestras al utilizar NaOCl al 1% por 10 minutos con 1 min de IPU.

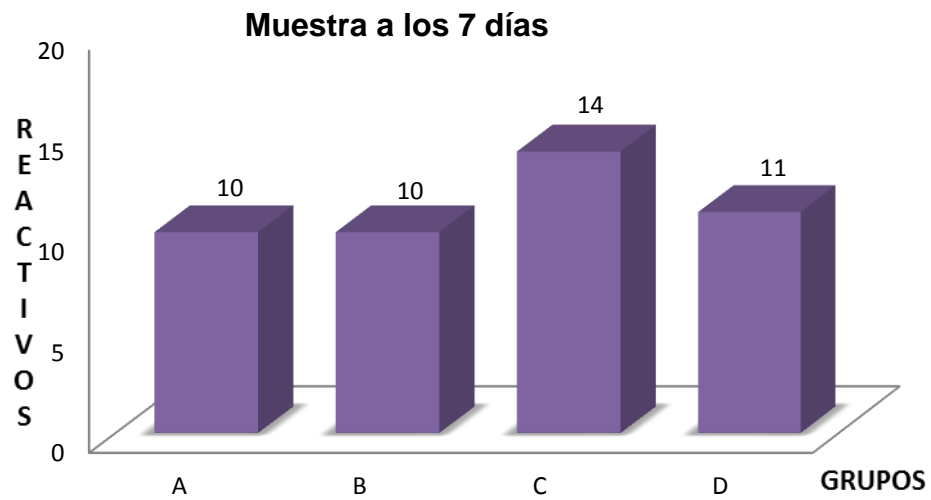
## RESULTADO DE LAS MUESTRAS



*Grafica 5: Muestra los resultados de los diferentes grupos a las 48 horas, en donde en los grupos C y D, encontramos que hubo mayor crecimiento bacteriano, deduciendo que encontramos que el usar NaOCl al 1% nos traerá como resultado mayor crecimiento bacteriano.*



*Gráfica 6: Muestra los resultados de los diferentes grupos a las 72 horas, en donde encontramos que el grupo C (NaOCl al 1%) hubo mayor contaminación. Deduciendo que el uso de hipoclorito de sodio al 1% nos traerá mayor crecimiento bacteriano que el uso del hipoclorito de sodio al 6%*



*Gráfica 7: Muestra los resultados de los diferentes grupos a los 7 días, en donde el grupo C (NaOCl al 1%) se encontró mayor contaminación. Deduciendo que el uso de hipoclorito al 1% por 10 minutos nos va a traer mayor crecimiento bacteriano que el uso de NaOCl al 6%.*

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### *Prueba Mann-Whitney*

- **Hipótesis Nula H0:** Las diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio nos proporcionan iguales resultados en cuanto a la desinfección de los conductos.
- **Hipótesis Alternativa H1:** Hay diferencia significativa entre los grupos.

Al 95% de nivel de confianza, el valor de tablas de la normal estandarizada es  $Z = \pm 1.96$

### *Muestra*

**Rangos**

VAR00003	N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00001 Grupo A	20	18.50	370.00
Grupo C	20	22.50	450.00
Total	40		

**Estadísticos de contraste<sup>b</sup>**

	VAR00001
U de Mann-Whitney	160.000
W de Wilcoxon	370.000
Z	-1.442
Sig. asintót. (bilateral)	.149
Sig. exacta [2* (Sig. unilateral)]	.289 <sup>a</sup>

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: VAR00003

### ***Análisis Estadístico***

Decisión estadística: Si la estadística de prueba  $z$  de la prueba Mann-Whitney está entre  $-1.96$  a  $1.96$ , entonces se acepta la hipótesis  $H_0$

Si la estadística de prueba  $z$  de la prueba Mann-Whitney está fuera de  $-1.96$  a  $1.96$ , entonces se acepta la hipótesis  $H_1$

Se concluye que no hay diferencia estadística significativa entre los diferentes grupos, excepto entre el Grupo A y C a las 72 horas, en los cuales sí se encontró diferencia estadística significativa.

## DISCUSIÓN

En estudios pasados se ha comprobado la eficacia del ultrasonido en conjunto con el NaOCl en la eliminación de cepas de *E. Faecalis*, como lo mencionan Bhuva y cols.<sup>4</sup> Cuyo objetivo fue comparar la eficacia de la irrigación ultrasónica pasiva utilizando NaOCl al 1%, con la irrigación convencional utilizando jeringa con NaOCl al 1% sobre un biofilm interradicular de *E. Faecalis*.

En el estudio de Sassone y cols.<sup>15</sup> Se lleva a cabo una evaluación de la capacidad antimicrobial del NaOCl utilizándolo al 1 y al 5% arrojando como resultado la eliminación en forma efectiva de todas las bacterias presentes en las muestras, incluyendo al *E. Faecalis*. En nuestro estudio estamos en desacuerdo con sus resultados, puesto que se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el grupo A (NaOCl al 6%) y C (NaOCl 1%), la comparación entre las muestras que salieron positivas y las que no se contaminaron, son evidentes, comprobando que la irrigación con NaOCl al 6% conjunta con el uso del ultrasonido da como resultado el menor número de muestras contaminadas, por lo tanto una mejor desinfección.

Van Der Sluis y cols.<sup>16</sup> También mencionan el uso de una aguja de calibre pequeño para activar el irrigante con el ultrasonido en canales curvos, siendo este capaz de remover mayor cantidad de debris dentinario. En nuestro estudio se efectuó la irrigación con una lima calibre 20 y aunque si mostro diferencia el

uso del ultrasonido, las muestras con menos contaminación se debieron a la irrigación con NaOCl al 6%.

Concordamos con Grundling y cols.<sup>3</sup> que realizaron un estudio con el propósito de evaluar in vitro el efecto de la irrigación ultrasónica del hipoclorito de sodio y EDTA en los conductos radiculares de dientes de bovinos infectados con *Enterococcus Faecalis*. Sus resultados en las pruebas microbiológicas, dieron que los grupos que utilizan el hipoclorito de sodio no mostraban crecimiento bacteriano. También concordamos con el estudio de Harrison y cols.<sup>10</sup>, que investigaron la habilidad de la actividad ultrasónica para la remoción de bacterias presentes en el conducto y tubulillos dentinarios y en este estudio concluyen que la irrigación activada ultrasónicamente por 1 minuto con NaOCl al 1% después de la preparación del conducto muestra un paso suplementario para el control microbiano. En nuestro estudio el uso del ultrasonido demostró ser un coadyuvante en la eliminación del *E. Faecalis* puesto que la desinfección realmente se debió al uso del NaOCl al 6%, como lo muestran las tablas comparativas entre los Grupos A y C.

## CONCLUSIÓN

Por medio de este estudio comprobamos lo que estudios pasados afirmaban, el uso de NaOCl en conjunto con el ultrasonido forman parte esencial en la desinfección de los conductos radiculares, eliminando la mayor cantidad de debris dentinario y por lo tanto de colonias bacterianas.

Con los resultados obtenidos en este estudio podemos concluir que el protocolo más efectivo en la eliminación del *E. Faecalis* a los 7 días, fue el uso del NaOCl al 6% por 15 minutos (1 minuto de IPU).

Por lo antes expuesto y basado en los resultados obtenidos, recomendamos la irrigación con NaOCl al 6% por 15 minutos (1 minuto de IPU), sobre todo en retratamientos e infecciones de carácter crónico donde la presencia de *E. Faecalis* es más común.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Hülsmann M. Irrigación del conducto radicular: objetivos, soluciones y técnicas. J. Endodon Pract. Edición en español. 1998; 4(1): 15-29
2. Azuero, M.M. et al. Irrigantes de uso endodóntico, Pontificia Universidad Javeriana. Enero 2006 pp 1-14
3. Gründling GL, Zechin JG, Jardim WM, de Oliveira SD, de Figueiredo JA Effect of ultrasonics on *Enterococcus faecalis* biofilm in a bovine tooth model. J Endod. 2011 Aug;37(8):1128-33.
4. Bhuva B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D, Mannocci F. The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular *Enterococcus faecalis* biofilms in extracted single-rooted human teeth. Int Endod J. 2010 Mar;43(3):241-50.
5. Bronnec, S. Bouillaguet y P. Machtou. Evaluación de la penetración y renovación de los conductos durante la limpieza y conformación de estos con una sustracción digital con un estudio radiográfico. International Endodontics Journal, 43, 275-282. 2010.
6. R. Rajasingham, Efecto de irrigación con hipoclorito de sodio y EDTA, individual y alternados en la superficie de un diente, International Endodontic Journal, 2010.
7. Xiaoli Hu, Yanwen Peng, Effects of concentrations and exposure times of Sodium Hypochlorite on dentin deproteinization: Attenuated total reflection fourier transform infrared spectroscopy study, JOE- Volumen 1-4, October 2010.

8. R. G. Macedo, P.R. Wesselink, F. Zaccheco 2, D. Fanali 2 & L. W. M. Van der Sluis, Reaction rate of NaOCl in contact with bovine dentine: effect of activation, exposure time, concentration and PH. *International Endodontic Journal* 43, 1108-1115, 2010.
9. S. Kirk Huffaker, DMD, MDS, Kamran Safavi, Influence of a passive sonic irrigation system on the elimination of bacteria from root canal system: A clinical study, *JOE – Volumen 36, Number 8, August 2010*.
10. A. J. Harrison, P. Chivatxaranukul, P. Parashos & H. H. Messer<sup>1</sup>, The effect of ultrasonically activated irrigation on reduction of *Enterococcus Faecalis* in experimentally infected root canals, *International Endodontic Journal*, 43, 968-977, 2010.
11. T. Ro dig, M. Sedghi, F. Konietschke, Efficacy of syringe irrigation, RinsEndo and Passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canals with different apical sizes, *International Endodontic Journal*, 43, 581-589, 2010.
12. Zeltner M, Peters OA, Paqué F., Temperature changes during ultrasonic irrigation with different inserts and modes of activation. *J Endod.* 2009 Apr; 35(4):573-7.
13. Lsmann, Tina Ro Dig & Sabine Nordmeyer, Complications during root canal irrigation, *Endodontic Topics*, 2001, 16, 27-63.
14. Brito, MSc,\* Letícia C. Souza, MSc,\* Julio C. Machado de Oliveira, PhD, Flávio R.F. Alves, PhD,\* Gustavo De-Deus, PhD, He'lio P. Lopes, LD,\* and Jose F. Siqueira, Jr, PhD, Comparison of the effectiveness of three

irrigation Techniques in reducing intracanal *Enterococcus Faecalis* populations: An In Vitro Study, JOE-Volumen 35, Number 10.

15. Sassone, DDS, MSc, PhD1; Rivail Antonio Sergio Fidel, DDS, MSc, PhD1; Cristiana FrancescuttiMurad, DDS1; Sandra Rivera Fidel, DDS, MSc, PhD1, and Rafael Hirata JR., dds, msC, PhD2, Antimicrobial activity of sodium hypochlorite and chlorhexidine by two different test, AustEndodod J 2008, 34; 19-24.
16. Van der Sluis, M. Versluis, M. K. Wu<sup>1</sup> & P. R. Wesselin, Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature, International Endodontic Journal, 40, 415–426, 2007
17. J. Craig Baumgartner, Stephen Johal, DMD and J. Gordon Marshall, DMD, Comparison of the antimicrobial efficacy of 1.3% NaOCl/BioPure MTAD to 5.25% NaOCl 15% EDTA for Root Canal Irrigation, JOE-Volume 33, Number 1.
18. Zehnder, Dr. med.dent;PhD, “Root Canal Irrigants” JOE-Vol. 32 No.5
19. Van der Sluis , G. Gambarini<sup>2</sup>, M.K. Wu & P.R. Wesselink, The influence of volumen, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation; International Endodontic Journal, 39, 472-476, 2006
20. Lee y cols, Efecto de irrigación con jeringa y ultrasonido para remover restos sobre irregularidades simuladas en preparaciones de conductos preparados , International of Endodontics, 2004

21. Iris Slutzky-Goldberg, DMD, Manal Maree, DMD, Reuven Liberman, DMD, and Hana Heling, DMD, MSc, Effect of Sodium Hypochlorite on Dentin Microhardness, JOE, Vol. 30, Number 12.
22. Weber CD, McClanahan SB, Miller GA, Diener-West M, Johnson JD. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. J Endod. 2003 Sep;29(9):562-4
23. Hattice Dog an, DDS, MSc, PhD, and Semra C, alt DDS, PhD, Effects of chelating agents and sodium hypochlorite on mineral content of root dentin, JOE, Vol. 27, Number 9.
24. Briseno B.M., Hamm G. Stanhratinger W., Efficacy of different irrigation methods and concentrations of root canal irrigation solutions on bacteria in the root canal, International Endodontic Journal, 1999, 8: 6-11.
25. Siqueira, A. G. Machado, Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, in vitro, International Endodontic Journal (1997) 30, 279–282
26. Mentz, DDS, The use of sodium hypochlorite as a general endodontic medicament, International Endodontic Journal, 1982, 15, 132-136.
27. Krishnamurthy and Sudhakaran, "Evaluation and Prevention of the Precipitate Formed on Interaction Between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine". JOE, Vol.36, No.7, July 2010.

28. Portenier, Tuomos M.T. Waltimo & Markus Haapasalo, "Enterococcus faecalis – the root canal survivor and 'star' in post-treatment disease", *Endodontic Topics* 2003, 6, 135–159.
29. Gutierrez JH, Jofré A, Villena F. Scanning electron microscopic study on the action of endodontic irrigants on bacteria invading the dentinal tubules. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1990; 69:491-501
30. Harrison. Irrigation of the root canal system. *DentClin North Am* 1984;28:797-808.
31. Glossary: American Association of Endodontics. Contemporary terminology for Endodontics. 6th ed. Chicago, 1998.
32. Harrison JW, Hand RE. The effect of dilution and organic matter on the antibacterial property of 5,25% sodium hypochlorite. *J Endodon* 1981; 7:128
33. Baker NA et al. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solution. *J Endodon* 1975; 1:127-31.
34. Basrani E, Cañete M, Blank A. *Endodoncia integrada* 1999. Colombia. Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica C.A.
35. Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci SC, Hume WR, Heithersay GS. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *IntEndod J* 1991; 24:308-16.
36. Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1982; 54(3)323-8.

37. Cameron JA. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hypochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *J Endodon* 1987;13(11):541-4.
38. Goldberg F, Abramovich A. Analysis of the effect of EDTAC on the dentinal walls of the root canal. *J Endodon* 1977; 3: 101-5.
39. Heling I, Chandler NP. Antimicrobial effect of irrigant combinations within dentinal tubules. *IntEndod J* 1998; 31:8-14.
40. Caleró FS, Palanco SN, Sanches RJ, Bonetti J, Khouri E, Bramante C. Acao química do EDTA sobre a dentina radicular-anàlise com espectrofotometria de absorcao atômica. *Rev FOB* 1997; 5:65-68.
41. Buck R, Eleazer P, Staat R. In vitro disinfection of dentinal tubules by various endodontic irrigants. *J Endodon* 1999; 25:786-8.
42. Ingle JI, Bakland LK. *Endodoncia* 1996. México. MacGraw&endash;Hill Interamericana.
43. Aktener BO, Bilkay U. Smear layer removal with different concentrations of EDTA-Ethylenediamine mixtures. *J Endodon* 1993; 19(5):228-31.
44. Burns DR, Hugh DB, Moon PC. Comparison of the retention of endodontic posts after preparation with EDTA. *J ProstDent* 1993; 69: 262- 66.
45. Byström A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *IntEndod J* 1985; 18:35-40.
46. Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg* 1980; 4:175.

47. Cunningham WT, Joseph SV. Effect of temperature on the bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg* 1980; 50:569.
48. Garberoglio R, Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78:359-67.
49. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endodon* 1983; 9(11):475-79.
50. Gambarini G et al. Quematical stability of heated sodium hypochlorite endodontic irrigant. *J Endodon* 1998; 24: 432-4.
51. Cohen S, Burns RC. *Pathways of the pulp* 1994. Missouri. Mosby.
52. Ciucchi B, Khettabi M, Holz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of smear layer: a scanning electron microscopic study. *IntEndod J* 1989; 22:21-8.
53. Heling I, Iraní E, Karni S, Steinberg D. In vitro antimicrobial effect of RC-Prep within dentinal tubules. *J Endodon* 1999; 25: 782-5.
54. Goldman M, Kronman JH, Goldman LB, Clausen H, Grady J. New method of irrigation during endodontic treatment. *J Endodon* 1976; 2(9):257-60.
55. Goldman M, Goldman L, Cavaleri R, Bogis J, Sun Lin P. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *J Endodon* 1982; 11:487-92.
56. Lasala A. *Endodoncia* 1993. 4ta ed. México, Salvat.
57. Ohara PK, Torabinejad M, Kettering JD. Antibacterial effects of various endodontic irrigants on selected anaerobic bacteria. *EndodDentTraumatol* 1993; 9:95-100.

58. Leonardo M, Simoes A. Preparación biomecánica de los conductos radiculares, medios físicos: irrigación, aspiración e inundación. En: Leonardo M, Leal J. Editores. Endodoncia tratamiento de los conductos radiculares. Argentina, Editorial Médica Panamericana, 1994:268-75.
59. Mérida H, Díaz M. Estudio con microscopio electrónico de barrido de la acción desinfectante de diez diferentes irrigantes sobre los conductos dentinarios. V Interamerican Electron Microscopy Congress, 1999, Porlamar, Isla de Margarita.
60. Harrison. Irrigation of the root canal system. DentClin North Am 1984;28:797-808.
61. Harrison JW, Hand RE. The effect of dilution and organic matter on the antibacterial property of 5,25% sodium hypochlorite. J Endodon 1981; 7:128
62. Piskin B, Turkun M. Stability of various hypochlorite solutions. J Endodon 1995; 21:253-5.
63. Nicolleti A, Mahalhaes J. Influence of the container and environmental factors in the stability of sodium hypochlorite. Bol Oficina SanitPanam 1996; 121:301-9.
64. Yamada RS, Armas A, Goldman M. A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: part 3. J Endodon 1983; 9:137-42.
65. Walton RE, Torabinejad M. Endodoncia. Principios y práctica clínica 1991. México. MacGraw&endash;Hill Interamericana.