

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



“EFECTIVIDAD DE LA SOLUCIÓN DS-X EN LA REMOCIÓN DE LA CAPA RESIDUAL EN COMPARACIÓN CON EDTA AL 17% EN EL TRATAMIENTO DE CONDUCTOS RADICULARES BAJO IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA PASIVA”

Trabajo terminal para obtener el:

DIPLOMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

PRESENTA
SANTA ROSARIO ZAMORA IBARRA

PRESIDENTE
DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL

ALICIA PERCEVAULT MANZANO

SINODAL

DR. MIGUEL ÁNGEL CADENA ALCÁNTAR

MC.

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, ABRIL 2013

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	5
ANTECEDENTES.....	6
MARCO TEORICO.....	13

I IRRIGACION ENDODONTICA

- Importancia de la Irrigación en la Terapia Endodóntica
- Objetivos de la Irrigación del Sistema de Conductos
- Técnica para la Irrigación
- Propiedades de un Irrigante Ideal

II SUSTANCIAS UTILIZADAS COMO IRRIGANTES EN ENDODONCIA

- Hipoclorito De Sodio
- Clorhexidina
- Peróxido De Urea
- Hidróxido De Calcio
- Solución Salina
- Quelantes
- Edta
- Ácido Cítrico
- Rc-Prep
- Cloruro De Benzalconio

- Sol. DS-X

III ULTRASONIDO

- Propiedades Físicas, Mecánicas y Biológicas del Ultrasonido en el Conducto Radicular
- Efectos de la Aplicación del Ultrasonido en el Conducto Radicular
- Irrigación y Desinfección Ultrasónica

IV CAPA RESIDUAL

V BIOFILM

- Concepto y Patogenia del Biofilm
- Morfología del Biofilm
- Formación y Evolución Del Biofilm
- Localización del Biofilm y su Relevancia en el Éxito de su Tratamiento
- Aspectos Actuales de la Irrigación en el Tratamiento del Biofilm

HIPÓTESIS.....	69
OBJETIVO.....	70
TIPOS DE ESTUDIO.....	71
UNIVERSO DE TRABAJO.....	73
MATERIALES.....	74
METODOLOGÍA.....	76
RECOLECCIÓN DE DATOS.....	87
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	90

DISCUSIÓN.....98
CONCLUSIONES.....101
BIBLIOGRAFÍA.....103

INTRODUCCIÓN

El debridamiento completo del conducto radicular es esencial para el éxito del tratamiento endodóntico. La preparación biomecánica del conducto radicular consiste no solamente en remover tejido pulpar, restos necróticos, microorganismos y dentina infectada, sino también en la conformación que facilita la obturación que sellará el foramen apical.

El objetivo final de la preparación químico-mecánica es proveer limpieza en el conducto radicular, y paredes dentinales lisas a las cuales el material obturador pueda adherirse.

En la terapia endodóntica, la irrigación es un paso indispensable para lograr la limpieza del conducto radicular con ella se pretende eliminar la capa residual compuesta por restos orgánicos e inorgánicos, incluyendo microorganismos que podrían permanecer viables en su interior y ser causa de reagudizaciones; Por ello el endodoncista ha estado siempre en la búsqueda de un agente irrigante ideal para el tratamiento de los conductos radiculares, con características que permitan optimizar el trabajo y obtener con su uso resultados clínicos satisfactorios; Por tal razón, se ve obligado a utilizar diferentes sustancias irrigantes que le permitan llegar a cualquier zona del conducto radicular con el fin de obtener una mejor desinfección, buscando así el éxito en cada uno de nuestros tratamientos.

En el presente proyecto se ponen a prueba la efectividad del EDTA al 17% en comparación con una nueva solución llamada DS-X, sobre la eliminación de la capa residual, mediante el uso de irrigación pasiva y activación ultrasónica en los conductos radiculares, teniendo como control un grupo que solo fue irrigado con NaOCL, el cual se sabe que no elimina el tejido inorgánico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Sabemos que el debridamiento inadecuado del conducto radicular, permitirá que los microorganismos y sus toxinas permanezcan dentro de este, actuando como irritantes continuos. La irrigación juega un papel importante en dicho debridamiento de conductos ya que cumplen la función de facilitar la preparación biomecánica, al desintegrar tanto el barrillo dentinal (smear-layer), como el componente calcificado y mineralizado de las paredes dentinales y de esta forma permiten el paso de la sustancia irrigante dentro de los túbulos dentinales para la eliminación de los microorganismos presentes en el conducto radicular.

El hipoclorito de sodio es el irrigante de elección para cumplir con la desinfección del conducto y la disolución de los tejidos y acción antimicrobiana las cuales permiten la limpieza del sistema de conductos radiculares, pero incapaz de disolver la materia inorgánica, sin embargo al ser combinado con un quelante como el EDTA según investigaciones podemos lograr la acción que buscamos eliminando la capa residual.

Una nueva solución, DS-X anti-biofilm, desinfectante dentinario y removedor de capa residual está en proceso de patente y próxima a lanzarse al mercado, prometiendo ser un irrigante en la ayuda de la eliminación de microorganismos, en combinación con el hipoclorito de sodio.

El componente principal de esta nueva solución es el cloruro de benzalconio (BAK) es un detergente catiónico que expresan una alta afinidad a las proteínas de membrana.

¿Será que esta nueva solución, DS-X utilizada como irrigante final será eficaz en la remoción de la capa residual?

JUSTIFICACIÓN

Estamos de acuerdo en que el principal objetivo del tratamiento endodóntico debe ser optimizar la desinfección del conducto radicular y prevenir la reinfección. Para que esto sea posible es necesario que el conducto este conformado (vacío, seco y con su permeabilidad dentinaria restablada) y para esto es necesario un irrigante que elimine los trozos de dentina resquebrajada y de tejidos blandos del conducto que quedan sobre las paredes del conducto después de la preparación mecánica.

Después de la eliminación de esta capa amorfa denominada capa residual la permeabilidad de los tubulos dentinarios estará aumentada y facilitara la acción del cemento en el momento de la obturación.

En este estudio se busca demostrar la efectividad de la solución DS-X como irrigante final en la remoción de la capa residual ayudada por el hipoclorito de sodio como irrigante de primera elección y en consideración con el uso de la irrigación ultrasónica pasiva.

ANTECEDENTES

G. Rossi-Fedele y cols. 2012 Examinaron las interacciones antagónicas que ocurren cuando hipoclorito de sodio (NaOCl), clorhexidina (CHX), EDTA y ácido cítrico (CA) se utilizan juntos durante el tratamiento endodóntico. Y concluyeron que las interacciones antagónicas incluida la pérdida de cloro libre disponible para NaOCl cuando está en contacto con los quelantes, que en consecuencia reduce la capacidad de disolución de tejido y, en menor medida las actividades antimicrobianas. Cuando CHX y NaOCl se mezclan, se forma un precipitado que puede presentar consecuencias perjudiciales para el tratamiento endodóntico, incluyendo un riesgo de decoloración y el potencial de irritación de los productos químicos no identificados en los tejidos periapicales. Mezclas de CHX y EDTA causan un precipitado, mientras CHX y CA no muestran interacción. (1)

H. Ozgur Ozdemir y cols. 2012 Evaluaron y compararon la química y efectos del (EDTA) y (NaOCl) en dentina vieja y joven. En la dentina radicular joven con 10 minutos de tratamiento con EDTA + NaOCl no altera significativamente la estructura química y morfológica y por lo tanto parece ser innecesaria. En la dentina vieja, se extendió tiempo de tratamiento con EDTA + NaOCl, se debe evitar debido a la desmineralización excesiva y la erosión. En ambos tipos de dentina, el EDTA no es eficaz en la eliminación completa de la capa de barrillo. (2)

D. Jaramillo y cols. 2012 analizaron la adhesión bacteriana y el crecimiento de biofilm en superficies cubiertas con cloruro de benzalconio (BAK) en comparación en superficies cubiertas con hipoclorito de sodio (NaOCL). Ellos observaron al microscopio electrónico de barrido donde se encontró que en ambos grupos hubo mucha menor colonización en comparación del grupo de control que no fue cubierto con ninguna solución. (3)

F. Bukiet y cols. 2012 evaluaron el efecto de la adición de cloruro de benzalconio y de hipoclorito de sodio, sus propiedades de humectación, ángulo de contacto, y la energía superficial, determinando la concentración micelar crítica de benzalconio en hipoclorito de sodio, e investigar la influencia de la adición de benzalconio en el nivel de cloro libre, citotoxicidad y propiedades antisépticas de la mezcla. La adición de cloruro de benzalconio al hipoclorito de sodio a la concentración micelar crítica redujo el ángulo de contacto de 51,2% y la energía de superficie por 53,4%, sin afectar al contenido de cloruro libre, citotoxicidad, o antibacteriano propiedades de la mezcla. (4)

C. Fabiani y cols. 2011 Evaluaron in vitro dos diferentes procedimientos para la eliminación de la capa de residual en cavidades retro preparados con puntas ultrasónicas. Las muestras se prepararon para microscopía electrónica de barrido. Se notó la presencia de capa de frotis en las paredes de la

cavidad retrograda. 80 % de los dientes mostró una óptima limpieza de las paredes, con los túbulos dentinarios completamente abiertos.

El análisis de las muestras mostró que el ácido ortofosfórico es más eficaz que el EDTA en la eliminación de la capa de frotis quirúrgico incluso con menos tiempo de acción. (5)

L. Jiang, y cols. 2011 realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de la intensidad de ultrasonido con irrigación ultrasónica pasiva para eliminar los restos de dentina y si existe algún efecto lateral más allá de la punta ultrasónica. La mayor intensidad ultrasónica resultó en una mayor amplitud de la lima oscilante y, en consecuencia, mejora la eficacia de la limpieza de la irrigación ultrasónica pasiva. (6)

M. Prado y cols. 2011 Compararon la eficacia del ácido fosfórico al 37% con el de EDTA al 17% de y el del ácido cítrico al 10% en la eliminación de la capa de frotis. En periodos de tiempo de 30 segundos, 1 minuto, y 3 minutos. Las muestras se prepararon y se observaron por medio de microscopía electrónica de barrido. Ninguno de las sustancias analizadas en este estudio fue eficaz para la eliminación de la capa de frotis en 30 segundos. En 1-minuto la solución de ácido fosfórico mostró mejor resultados que las otras sustancias evaluadas. En la 3 - periodo de minutos, toda la sustancia funcionaba bien en los tercios medios y cervicales a pesar de solución de ácido fosfórico mostró excelentes resultados, incluso en el tercio apical. Estos hallazgos apuntan

hacia la posibilidad que la solución de ácido fosfórico puede ser un agente promotor para la eliminación de frotis de capa. (7)

K. Zhang y cols. 2010 probaron la hipótesis nula de que no hay ninguna diferencia entre el uso de 1,3% NaOCl / 17% de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y 5,25% NaOCl al 17% EDTA regímenes de irrigación sobre la degradación del colágeno y la reducción de resistencia a la flexión en dentina mineralizada. La degradación del colágeno se incrementó significativamente y la resistencia a la flexión de la dentina mineralizada fue significativamente reducida tras el uso de 5,25% NaOCl como la irrigante inicial durante más de 1 hora. Por el contrario, los cambios fueron insignificantes en el 1.3% NaOCl se utilizó como irrigante inicial para un máximo de 4 horas La hipótesis nula fue rechazada. Los efectos perjudiciales atribuidos a la utilización de NaOCl en dentina son dependiente de la concentración y dependiente del tiempo y no están asociados con la desmineralización causada por el uso de EDTA como el irrigante activo final. (8)

D. Uroz T y cols. 2010 evaluaron la efectividad del Sistema de EndoActivator en la eliminación de la capa residual después de instrumentación con y sin un enjuague final de 17% ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), en los tercios coronal, medio y apical. El grupo de NaOCl / EndoActivator no elimino cualquier capa de mancha de la pared del conducto radicular, en los grupos que utilizaron 17% de EDTA (con o sin EndoActivator), la capa residual se

eliminó por completo en el tercio coronal, pero la cantidad de eliminación fue menor en los otros dos tercios. las comparaciones entre NaOCl frente a los grupos NaOCl / EndoActivator y EDTA / NaOCl frente a EDTA / EndoActivator / NaOCl grupos no mostraron diferencias significativas en el tratamiento de conducto tercios. El Sistema EndoActivator hizo no mejorar la eliminación de la capa de frotis en comparación con irrigación convencional con NaOCl y EDTA. (9)

L. Mello y cols. 2010 Verificaron el impacto de la irrigación final sobre la capacidad de eliminación de la de frotis con 17% ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Los datos fueron analizados con el test de Kruskal-Wallis y Dunn. El grupo de enjuague continuo presentó más sin residuos superficies en comparación con el grupo de empapado del conducto. Puede ser que un continuo enjuague con 5 ml de EDTA durante 3 minutos se puede eliminar de manera más eficiente la capa de frotis de las paredes del conducto radicular. (10)

H. Guan Kuah y cols. 2009 Realizaron un estudio para valorar el efecto que tiene el EDTA al 17% con y sin activación ultrasónica para remover el barro dentinario In Vitro; utilizaron 105 premolares extraídos los cuales fueron divididos en 7 grupos con diferentes protocolos de irrigación final; grupo A solución salina por 3 minutos con activación ultrasónica; grupo B hipoclorito de sodio a 1% por 3 minutos sin activación ultrasónica; grupo C hipoclorito al 1% por 3 minutos con activación ultrasónica; grupo D y E irrigación con EDTA 17%

por 3 minutos sin y con activación ultrasónica; grupo G y F irrigación con EDTA 17% por 1 minuto sin y con activación ultrasónica. El análisis estadístico mostró que los grupos irrigados con EDTA 17% con activación ultrasónica (sin diferencia estadística entre 1 y 3 minutos) tuvieron más especímenes con remoción completa de barro dentinal y debris. La utilización de EDTA 17% por 1 minuto con activación ultrasónica es suficiente para la remoción de barro dentinario. (11)

Gregorio y cols. 2009 Valoraron la penetración de NaOCl solo y en combinación con EDTA 17% en canales laterales simulados con activación sónica y ultrasónica. Para esto se simularon 480 conductos laterales en 80 dientes unirradiculares diafanizados introduciendo limas K 06 a 2, 4.5 y 6mm de la longitud de trabajo. Los 80 dientes se dividieron en 4 grupos: 1 NaOCl 5.25% con activación sónica; 2 NaOCl 5.25% con activación ultrasónica; 3 NaOCl 5.25% + EDTA 17% con activación sónica; 4 NaOCl 5.25% + EDTA 17% con activación ultrasónica. Encontraron que la activación ya sea sónica o ultrasónica de los irrigantes va a permitir una mayor penetración en los conductos laterales. Sin embargo encontraron que la presencia o no de EDTA 17% no es un factor determinante para lograr una mayor penetración en los conductos laterales. (12)

Da Silva y cols. 2008 realizaron un estudio in vitro con 30 dientes extraídos asignados de manera aleatoria en 3 grupos: grupo 1= EDTA 14,3%, grupo 2=

SmearClear, grupo 3= no remoción de barro dentinario (control). Los resultados mostraron que tanto SmearClear como EDTA 14.3% no tuvieron diferencia estadística significativa. En conclusión se sugiere que ambas sustancias se indican para remoción de barro dentinario. (13)

S. Khedmat y cols. 2008 compararon la eficacia de SmearClear 17% de EDTA, y 10% de ácido cítrico en la eliminación de la capa de frotis. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en la eficacia de tres agentes quelantes en absoluto en los conductos radiculares. La comparación de los tres uno tercios en cada grupo no mostró diferencias significativas en los grupos SmearClear y EDTA. Sin embargo, la eficacia de ácido cítrico en apical fue significativamente menos en comparación con los tercios coronal y medio de los conductos. En conclusión, el protocolo usado en su estudio no fue eficaz para eliminar completamente el frotis de capa especialmente en el tercio apical del conducto. (14)

MARCO TEORICO

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. (15)

Históricamente, se han sugerido un sin número de compuestos en solución acuosa, desde sustancias inertes como cloruro de sodio (solución salina), hasta altamente tóxicas y biocidas alergénicos como el formaldehído.

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. (19)

Los sistemas de conductos radiculares infectados se llenan de materiales potencialmente inflamatorios. La acción de conformar genera detritos que también pueden provocar una respuesta inflamatoria. La irrigación por sí misma puede expulsar estos materiales y minimizar o eliminar su efecto. Se trata del proceso más importante en el tratamiento endodóntico. (17)

I. 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.
(22)

Schreier en 1983, retiró los tejidos necróticos mediante la introducción de potasio o sodio metálicos en los conductos radiculares, produciendo “fuegos artificiales”. (23)

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

Antes de 1940, el agua destilada era el irrigante endodóntico habitualmente utilizado, así como el ácido clorhídrico al 30% y el ácido sulfúrico al 50% sin entender los peligros que estos ocasionarían a los tejidos perirradiculares.(25)

Grossman en 1941, preconiza la irrigación del sistema de conductos radiculares con peróxido de hidrógeno, el cual 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. (25)

IMPORTANCIA DE LA IRRIGACIÓN EN LA TERAPIA ENDODONTICA

Uno de los objetivos principales de la terapia endodóntica es lograr la desinfección completa del sistema de conductos para así poder garantizar el éxito del tratamiento.

Dentro de esta fase adquiere especial importancia la irrigación de los mismos con diferentes soluciones. Es necesario tener en cuenta que no sólo se debe eliminar el tejido orgánico sino también los productos producidos por la instrumentación, por lo que se deben utilizar irrigantes que eliminen la sustancia orgánica e inorgánica. (23)

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.

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.

(26)

OBJETIVOS DE LA IRRIGACIÓN DEL SISTEMA DE CONDUCTOS

1. LIMPIEZA O ARRASTRE FÍSICO de trozos de pulpa esfacelada, sangre líquida o coagulada, virutas de dentina, polvo de cemento o Cavit, plasma, exudados, restos alimenticios, medicación anterior, etc. Deberá disolver el tejido necrótico remanente.

La frecuencia de la irrigación y el volumen del irrigante utilizado son factores importantes en la eliminación de detritos.

La frecuencia de la irrigación debe incrementarse en la medida en que los instrumentos se aproximan a la constricción apical una cantidad apropiada es al menos 2 ml cada vez que se limpia el canal o se saca la lima que se está utilizando.

2. ACCIÓN DETERGENTE y de lavado por la formación de espuma y burbujas de oxígeno naciente desprendido de los medicamentos usados.

3. ACCIÓN ANTISÉPTICA o desinfectante propia de los fármacos empleados inactivando las endotoxinas. El hipoclorito de sodio puede matar todos los microbios de los conductos radiculares incluidos los virus y las bacterias que se forman por esporas. Este efecto microbicida se mantiene incluso con concentraciones diluidas aunque en menor grado.

4. ACCIÓN BLANQUEANTE, debido a la presencia de oxígeno naciente, dejando el diente así tratado menos coloreado. (29)

TÉCNICA PARA LA IRRIGACIÓN

La técnica consiste en insertar la aguja en el conducto, pero procurando no obliterarlo para facilitar la circulación de retorno y que en ningún momento pueda penetrar más allá del ápice, e inyectar lentamente de medio a dos centímetros cúbicos de la solución irrigadora, para que la punta de aguja, plástico o goma del aspirador absorba todo el líquido que fluye del conducto. El líquido de retorno también puede ser recogido en un rollo de algodón o gasa.

Dado que los irrigantes pueden tener contacto con tejidos vitales, la solución irrigante no deberá ser un tóxico sistémico, sin efectos caústicos en el peridonto y con un potencial pequeño de causar una reacción anafiláctica.

La penetración del irrigante al conducto radicular instrumentado guarda una relación al tamaño de la preparación. Aunque no hay evidencia directa, la introducción de la aguja con una terminación segura (aguja especiales para irrigación endodóntica) debe llegar 1 mm antes del foramen. Cuando se utilice una aguja calibre 30, la preparación del tercio apical deberá ser del número estandarizado 35 o 40 para asegurar la irrigación correcta en esa área. (16)

PROPIEDADES DE UN IRRIGANTE IDEAL

1. Bactericida o Bacteriostático, debe actuar contra hongos y esporas.
2. Baja toxicidad, no debe ser agresivo para los tejidos periradiculares.
3. Solvente de tejidos o residuos orgánicos e inorgánicos.
4. Baja tensión superficial.
5. Eliminar la capa de desecho dentinario.
6. Lubricante

Otros factores como una aplicación simple, tiempo de vida adecuado, fácil almacenaje, costo moderado, acción rápida y sostenida. (30)

II. SUSTANCIAS UTILIZADAS COMO IRRIGANTES EN ENDODONCIA

HIPOCLORITO DE SODIO

Los hipocloritos también conocidos como compuestos halogenados están en uso desde 1792 cuando fueron producidos por primera vez con el nombre de Agua de Javele y constituía una mezcla de hipoclorito de sodio y de potasio.

En 1870, Labaraque, químico francés obtiene el hipoclorito de sodio al 2.5% de cloro activo y usa esa solución como desinfectante de heridas.

El hipoclorito de sodio ha sido usado como irrigante intraconductos para la desinfección y limpieza por más de 70 años. Se le ha reconocido como agente efectivo contra un amplio espectro de microorganismos patógenos: gram positivos, gram negativos, hongos, esporas y virus incluyendo el virus de inmunodeficiencia adquirida. (14)

El hipoclorito de sodio ha sido definido por la asociación americana de endodoncia 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.

Hay discusión entre los autores sobre la mejor concentración del hipoclorito de sodio. 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 Dankin, neutralizado con ácido bórico). El porcentaje y el grado de la disolución están en función de la concentración del irrigante.

El hipoclorito de sodio a concentración inferior a 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 pulpaes.

Algunos investigadores han reportado que el calentamiento de la solución de hipoclorito de sodio produce una disolución de los tejidos más rápidamente.

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 tejido blando se disuelven rápidamente. Si la pulpa está vital y hay poca degradación estructural, el

hipoclorito sódico necesita más tiempo para disolver los restos, por lo que se debe dejar un tiempo para conseguir la disolución de los tejidos.

Grossman en 1943, propuso el uso del hipoclorito de sodio al 5% alternado con peróxido de hidrógeno al 3%, método que sigue vigente, o según otros autores, con EDTA, combinando de esta forma la acción de cada uno de estos elementos. La última solución debe ser hipoclorito de sodio para evitar accidentes por las burbujas del oxígeno generado. (18)

Al Hipoclorito de sodio 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 MICRORGANISMOS: 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.

Según Ohara et al. 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 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.

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.

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.

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.

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. (19)

FACTORES QUE AFECTAN LAS PROPIEDADES DEL HIPOCLORITO DE SODIO

1. **EFFECTOS 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.
2. **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. Cunningham et al. 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 calentarlo 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 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. Para calentarlo se pueden utilizar los calentadores de café, que mantienen una temperatura de 37°C, se coloca agua y posteriormente las jeringas con el hipoclorito de sodio.

3. 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.

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.

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%.

4. 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.

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.

5. 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. 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. 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.

Nicoletti et al. 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. (17)

CLORHEXIDINA

La clorhexidina fue desarrollada en los finales de los 1940s en los laboratorios de investigación de Imperial Chemical Industries Ltd (Manchester, Inglaterra). Actualmente se fabrica como gluconato de clorhexidina. Químicamente es una bisbiguanidina catiónica comercializada como sal de gluconato. (11)

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.

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.

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.⁽¹³⁾

Es eficaz contra microorganismos grampositivos, gramnegativos, levaduras, aerobios o anaerobios y facultativos; los de mayor susceptibilidad son estafilococos, estreptococo mutans, S. salivarius, bacterias coli.

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%).

En un estudio realizado por White y col. 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.

Se dice generalmente que la clorhexidina es menos caústico que el hipoclorito de sodio. Sin embargo, la solución al 2% es irritante a la piel. Como también sucede con el hipoclorito de sodio, calentando la solución de clorhexidina de una concentración menor aumenta su eficacia local en el sistema de conductos radiculares y al mismo tiempo se mantiene la toxicidad sistémica más baja.

No puede ser recomendada como la solución principal para irrigación de conductos radicualres debido a:

1. la clorhexidina no disuelve tejido necrótico remanente
2. es menos efectiva en bacterias gram-negativas (que predominan en infecciones endodónticas) y más efectiva en gram-positivas.⁽²⁰⁾

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. (29)

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. 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.

Senia y cols. Referido en Weine, 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. (29)

HIDRÓXIDO DE CALCIO EN AGUA (AGUA DE CAL)

Maisto y Amadeo, citados por Lasala, 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. (42)

SOLUCIÓN SALINA

Es el irrigador más biocompatible que existe ha sido recomendada por algunos pocos investigadores porque minimiza la irritación y la inflamación de los tejidos.

En concentración isotónica, la solución salina no produce daños conocidos en el tejido y se ha demostrado que expelle los detritos de los conductos. (19)

Esta solución es susceptible de contaminarse con materiales biológicos extraños por una manipulación incorrecta antes, durante y después de utilizarla. La irrigación con solución salina sacrifica la destrucción química de la materia microbiológica y la disolución de los tejidos mecánicamente inaccesibles, por ejemplo, los tejidos de los canales accesorios y de los puentes interconductos. La solución salina isotónica es demasiado débil para limpiar los conductos concienzudamente.

Puede utilizarse como único o alternado con otros, como último cuando se desea eliminar el remanente del líquido anterior. El efecto antimicrobiano y su disolución de tejido es mínima si se compara con el H₂O₂ ó con NaOCl. (26)

QUELANTES

Se denominan quelantes las sustancias que tienen la propiedad de fijar los iones metálicos de un determinado complejo molecular.

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

La quelación es por lo tanto un fenómeno fisicoquímico por el cual ciertos iones metálicos son secuestrados de los complejos de que forman parte sin constituir una unión química con la sustancia quelante aunque sí una combinación. Este proceso se repite hasta agotar la acción quelante y por lo tanto no se efectúa por el clásico mecanismo de la disolución. (26)

INDICACIONES DE LOS QUELANTES EN LOS TRATAMIENTOS DE LOS CONDUCTOS RADICULARES

Las soluciones quelantes están indicadas para la preparación biomecánica de los conductos atresicos o calcificados. Prácticamente inocuos para los tejidos apicales y periapicales, son recomendados tanto para los casos de biopulpectomía como para las necropulpectomías. A pesar de los excelentes resultados obtenidos con este producto en cuanto a la limpieza de los conductos radiculares, no lo indicamos sólo como solución irrigadora, sino también como un auxiliar para el ensanchamiento de los conductos atascados con dentina, calcificados o ambas cosas.

A pesar de que parece que el hipoclorito de sodio es el irrigante más adecuado, no puede disolver partículas de dentina inorgánicas y evitar la limalla o barrillo dentinario (smear layer) ⁽¹⁷⁾

Por lo tanto se han recomendado agentes desmineralizantes como el ácido etilendiaminotetracético y el ácido cítrico.

ACIDO ETILENDIAMINOTETRACÉTICO (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 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. (32)

Produce una reacción inflamatoria leve al contacto con tejido blando, al contacto con tejido óseo reacciona en forma similar al de la dentina.

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. o en menor volumen o cantidad. (19)

Weine 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.

El tiempo de trabajo necesario para obtener la completa remoción de la capa de desecho es de 2-3 min. O más.

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

Ni el ácido cítrico y el EDTA deben ser mezclados con el hipoclorito de sodio. Son sustancias que interactúan fuertemente entre sí. Tanto el ácido cítrico como el EDTA inmediatamente reducen la cantidad de cloro en la solución haciéndola inefectiva sobre bacterias y sobre el tejido necrótico.

Las principales desventajas de la utilización de EDTA incluyen sus efectos destructivos sobre tercios coronales y medio de dentina radicular y sus efectos antibacterianos limitados. (26)

ÁCIDO CÍTRICO

Este ácido es una sustancia irrigante clasificada como un quelante que por su bajo pH reacciona con los iones metálicos en los cristales de hidroxiapatita para producir un quelato metálico que reacciona con las terminaciones del agente quelante al remover los iones de calcio de la dentina formando un anillo. La dentina se reblandece cambiando las características de

solubilidad y permeabilidad del tejido especialmente la dentina peritubular rica en hidroxapatita, incrementando el diámetro de los túbulos dentinales expuestos.

Éste se encuentra naturalmente en el cuerpo, lo cual lo hace biológicamente más aceptable que otros ácidos.

En endodoncia, la irrigación con solución del 10 al 50% ha sido efectiva para la remoción de calcio. Se ha recomendado como irrigante final debido a su habilidad para remover el barrillo dentinario que se genera durante la instrumentación. (9)

El barrillo dentinario es de estructura de adherencia débil y está compuesto por material orgánico e inorgánico que permite la viabilidad bacteriana; para removerlo se requiere de una combinación de NaOCl (solvente orgánico) y sustancias activas que actúen sobre el componente inorgánico, incluyendo agentes quelantes o ácidos para remover ambos componentes, orgánico e inorgánico.

El ácido cítrico no es una sustancia químicamente activa que posea efecto antimicrobiano como tal, sino que el remover dicha capa hace que los microorganismos sean barridos con ella permitiendo la limpieza del sistema de conductos radiculares. Al reducir el barrillo dentinal se va a reducir la microflora

asociada a endotoxinas, se aumenta la capacidad de selle de los materiales de obturación y se disminuye el potencial de las bacterias para sobrevivir y reproducirse

Di Lenarda y cols. 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).

Ni el ácido cítrico y el EDTA deben ser mezclados con el hipoclorito de sodio. Son sustancias que interactúan fuertemente entre sí. Tanto el ácido cítrico como el EDTA inmediatamente reducen la cantidad de cloro en la solución haciéndola inefectiva sobre bacterias y sobre el tejido necrótico. (27)

SAL DISÓDICA DEL ÁCIDO ÉTILENDIAMINOTETRAACÉTICO CON PERÓXIDO DE UREA (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.

Se ha demostrado que el RC-Prep no remueve completamente la capa de desecho, posiblemente por su bajo pH. (26)

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. (21)

CLORURO DE BENZALCONIO

Es el detergente catiónico más comúnmente utilizado en la medicina. En oftalmología, es el conservante más común para evitar la contaminación de las soluciones oculares. En odontología, se utiliza con frecuencia en los

adhesivos dentinarios, resinas de ortodoncia, y en el ácido etilendiaminotetraacético. Recientemente es usado como irrigante del conducto radicular cuya composición sigue siendo desconocido. (34)

SOLUCION DS-X

Esta nueva solución DS-X creada por el Dr. David Jaramillo de la universidad de Loma Linda, promete grandes beneficios como una acción antimicrobiana y acción quelante.

Como característica muy especial. Su viscosidad es tan baja que se difunde perfectamente bien dentro de istmos, aletas, cond laterales. Por lo que si no se tiene la opción de activarla, de cualquier manera funciona, siendo esta una gran ventaja, y permitiendo desempeñar una acción antifibilm, desinfectante dentinario y removedor de capa residual. (3)

Esta solución está en proceso de patente por lo Que no se conocen los porcentajes exactos, pero sabemos que dentro de sus componentes básicos se encuentran: un agente surfactante, un quelante y un antimicrobiano. (3)

Contienen alcohol como agente surfactante disminuye la tensión superficial lo que le permite penetrar en zonas inaccesibles para los

instrumentos cabe mencionar que se desconoce su concentración y porcentaje dentro de la formula. (3)

El segundo componente básico es un agente quelante, el ácido cítrico que posee un PH bajo, teniendo como ventaja su baja toxicidad siendo más seguro y biocompatible. Se ha demostrado en múltiples estudios como el de Yamaguchi, Di Lenarda, Wayman, ser capaz de eliminar la capa residual a diferentes concentraciones teniendo un efecto comparable al de el EDTA si se utiliza al 45% y se potencializa su efecto al alternarse con el NaOCL.(3)

El tercer componente fundamental es un agente antimicrobiano el cloruro de benzalconio que por sus siglas en ingles se conoce como BAK, tiene la capacidad de evitar la formación de biofilm en las superficies cubiertas con BAK evitando que las bacterias orales o del conducto radicular colonicen nuevamente las paredes.

La solución DS-X tiene un potencial de reducción del biofilm que parece estar relacionadas con las etapas iniciales de su formación, estos hallazgos constituyen un paso adelante en la prevención del biofilm y por lo tanto evitar la colonización secundaria tras la obturación. (25)

La solución DS-X no causa daño a la membrana celular pero podría interferir con los mecanismos de adhesión antibiofilm, previniendo su

formación, además ofrece una acción quelante para la remoción de la capa residual

III. ULTRASONIDO

El primer uso del ultrasonido en la terapia endodóntica de conductos radiculares se le atribuye a Richman en 1957.

En 1976 Martin Cunningham y Moodnick establecen que el sinergismo del ultrasonido complementado con la irrigación provee una mejor limpieza y desinfección con las técnicas convencionales.⁽²⁴⁾

Una de las grandes ventajas que el sistema de ultrasonido 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.⁽¹⁶⁾

Los aparatos ultrasónicos proporcionan una acción química mecánica de limpieza por el uso combinado y simultáneo de la activación energizante del instrumento o por la punta vibradora metálica, con la activación ultrasónica de la solución de irrigación.⁽²⁷⁾

En este acto operatorio hay sinergismo de limpieza químico mecánica, representado por la remoción de residuos pulpares del barrillo dentinario.

El ultrasonido es una forma de energía sónica que se transmite en forma de un patrón de ondas elásticas que tiene la propiedad de propagarse a través de distintos medios, sólidos, líquidos y gaseosos.

El uso del ultrasonido en la terapéutica endodóncica abarca desde la eliminación de restauraciones para acceder al sistema de conductos, eliminación de obstrucciones como instrumentos fracturados y calcificaciones, la preparación biomecánica, irrigación ultrasónica y obturación del sistema de conductos, así como en la cirugía endodóncica. (28)

PROPIEDADES FÍSICAS, MECÁNICAS Y BIOLÓGICAS DEL ULTRASONIDO EN EL CONDUCTO RADICULAR

1. **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. El diseño del instrumento va a influir en el tipo de movimiento oscilatorio que éste presente al activarse. Generalmente, el diseño de los instrumentos ultrasónicos para endodoncia, van a tener una angulación de 60 a 90 grados con respecto a su eje de inserción, lo que va a ocasionar que durante su activación, el patrón de vibración generado se produzca en forma transversal en vez de longitudinal.

2. **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.

Cuando un objeto vibrante es inmerso en un fluido las oscilaciones son transmitidas a éste, lo que produce que haya un incremento local (compresión) y una reducción (rarefacción) en la presión del fluido.

Durante la aplicación de una lima ultrasónica dentro del conducto radicular, el irrigante va a circular por todo alrededor de la lima, debido a que las ondas acústicas van a impulsar a la solución, a circular en todas las dimensiones del sistema de conductos. Éste flujo de irrigante acompañado por el movimiento oscilatorio de la lima, va a permitir la generación del efecto de cavitación, resultando en la limpieza y el desalojo de los detritos de la superficie de las paredes del conducto. La cavitación produce la remoción efectiva de todo residuo orgánico, emulsión y degradación de las proteínas necróticas remanentes y crea un efecto de succión del material orgánico suspendido en el irrigante hacia la corriente principal del movimiento de irrigación permitiendo así su desalojo.

Según Nyborg y Willians, citados por Walsmley de acuerdo a la frecuencia de oscilación de la energía acústica, la cavitación puede variar de una forma estable, donde las burbujas vibran sin fragmentarse, hasta una forma transitoria, donde existe una rápida formación y colapso de las burbujas generando calor y campos vibratorios hidrodinámicos. Éstos campos pueden ocasionar una ruptura electrolítica de la molécula de agua, generando radicales libres (H y OH) que podrían producir productos intermedios como el peróxido de hidrógeno (H₂O₂), que podrían resultar en un riesgo biológico al reaccionar con los tejidos vivos, así como también producir algún efecto antimicrobiano.

La combinación del efecto del ultrasonido con el líquido irrigante va a producir que las ondas de choque producidas por el fenómeno de cavitación, viajen a través del líquido, pero no tienen la capacidad de remover la capa de desecho dentinario de las paredes del conducto radicular por sí misma. La energía ultrasónica potencia la acción biológica de la solución irrigante e incrementa su efecto de limpieza sobre las paredes del conducto radicular.

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.

3. 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.

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.

La lima oscilatoria del sistema endodóntico produce campos de corriente alrededor de toda su longitud, generando la mayor tensión vibratoria en los puntos de mayor desplazamiento, que son la punta de la lima y los antinodos formados a lo largo de su longitud. Por esta razón se le atribuyen a las áreas de microcorrientes, muchos de los efectos benéficos del ultrasonido.

Ahmad, Pittford y Crum, realizaron observaciones de la microcorriente acústica producida por una lima activada por ultrasonido. Observaron que el líquido alrededor de la lima fue transportado de la punta hacia el

extremo coronal de ésta, así como la formación de un patrón oscilatorio irregular de movimientos en remolino, que parecían concentrarse en la mitad apical de la lima. Mientras un movimiento en remolino más rápido ocurría en la punta de la lima que en el segmento coronal, el flujo del líquido en la punta era menor.

4. **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.

El aumento de la temperatura potencia la acción biológica del hipoclorito de sodio. Cunningham y Balekjian, observaron que el aumento de la temperatura a soluciones de hipoclorito de sodio, de una concentración de 2.6%, potenciaba su capacidad de disolver tejidos orgánicos, igualando la capacidad de soluciones, de concentración de 5.0%, utilizadas a temperatura ambiente.

EFFECTOS DE LA APLICACIÓN DEL ULTRASONIDO EN EL CONDUCTO RADICULAR

1. **EFFECTOS SOBRE LA DENTINA:** El efecto de oscilación transversal del instrumento endodóntico al ser activado ultrasónicamente, va a producir un efecto de corte irregular sobre las paredes dentinarias. Éste efecto de corte va a depender de la carga aplicada sobre el instrumento, ya que la energía convertida en oscilación transversa es poca, por lo que puede anularse con la aplicación de una pequeña carga sobre el instrumento en sentido del eje axial del diente. La acción de corte del instrumento endodóntico va a incrementarse en forma directamente proporcional al aumento de poder en la unidad generadora.

Waplinton et al. Realizaron un estudio in Vitro para determinar el patrón bajo el cual se produce el efecto de corte de la dentina. Al realizar un análisis microscópico, observaron que en una cavidad tallada en una muestra de dentina, las paredes aparecían estriadas con un gran cúmulo de virutas en dichas estrías. Un análisis de estos fragmentos reveló que el tamaño de las virutas aumentaba cuando el poder de la unidad generadora era incrementado. Esto sugiere que la remoción de dentina a una mayor energía, produce que la punta del instrumento sea capaz de desplazar fragmentos de dentina de mayor tamaño, en vez de remover una mayor cantidad de virutas de dentina. Un análisis de los

residuos dentinarios, determinó que éstos se producían por fractura dúctil de la estructura dentinaria, mecanismo semejante a la acción de corte de los instrumentos rotatorios, además se observó formación de algunas virutas por quiebre de la estructura dentinaria, principalmente producida por el efecto abrasivo de la punta de los instrumentos activados por ultrasonido.

La aplicación del ultrasonido sobre la estructura dentinaria también puede producir la formación de microgrietas a lo largo del conducto radicular. Esto ha sido reportado principalmente en estudios sobre la aplicación de dispositivos ultrasónicos en la preparación retrógrada del segmento apical de la raíz dentaria.

La formación de microgrietas en las paredes dentinarias de la preparación apical esta atribuida principalmente al calor generado y a la vibración del instrumento.

Min et al. Observaron que la formación de microgrietas en la dentina radicular reseca se incrementaba, a medida que era aumentada la intensidad de la energía ultrasónica, por lo que concluyeron que la intensidad del ultrasonido parece tener influencia sobre el desarrollo de las microfracturas.

2. EFECTOS SOBRE LA CAPA DE DESECHO DENTINARIO: La instrumentación del conducto radicular produce que las paredes del mismo sean recubiertas con detritos dentinarios. Esta cubierta conocida como capa de desecho, se extiende en las paredes del conducto por medio de las espiras de los instrumentos endodónticos y es bruñida sobre la superficie del conducto por los movimientos realizados durante la instrumentación.

La capa de desecho dentinario está formada por virutas de dentina, mezclada con tejido orgánico, como restos de tejido pulpar, bacterias, endotóxicas, y algunas veces, restos de material de restauración. La remoción de la capa de desecho va a permitir una interfase más estrecha entre el material de obturación y las paredes del conducto, Si por el contrario, se mantiene la capa de desecho, el sistema de conductos radiculares va a ser sellado inadecuadamente, aumentando el potencial de microfiltración, y la subsecuente disminución del porcentaje de éxito.

Se ha demostrado que la capa de desecho dentinario se puede remover por la acción de ácidos orgánicos como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), así como la aplicación del ultrasonido dentro del sistema de conductos, combinado con un agente irrigante como el hipoclorito de sodio.

Distintos autores han tratado de explicar, el mecanismo por el cual ocurre la eliminación de la capa de desecho dentinario por efecto del ultrasonido. Cunningham y Martin relacionaron la remoción de la capa de desecho dentinario con el fenómeno de cavitación, ya que las presiones hidrodinámicas producidas en el irrigante, desaloja a los detritos que se encuentran adosados a la pared del conducto, y crea un efecto de succión sobre el tejido orgánico liberado arrastrando a los detritos fuera de las ramificaciones laterales del conducto, hacia la corriente principal del flujo del irrigante, donde son posteriormente expulsados del conducto.

El intercambio continuo de irrigación-succión crea que se produzca un efecto sinérgico dentro del conducto, equivalente a un baño ultrasónico donde los detritos son succionados por la acción hidrodinámica del irrigante, activando la acción biológica del irrigante por efecto del aumento de la temperatura.

Otros autores como Ahmad et al., Walmsley y Cameron, relacionaron a la remoción de la capa de desecho dentinario como resultado producido por el fenómeno de la microcorriente acústica.

Ahmad et al. Realizaron un estudio in Vitro para evaluar la evidencia de la formación de la corriente microacústica, y su influencia sobre la capa de desecho. Observaron que los conductos presentaban áreas

desiguales de dentina libre de capa de desecho, esto lo atribuyeron a que la lima no se encontraba lo suficientemente humectada como para producir una corriente microacústica, que resultara en fuerzas hidrodinámicas que contribuyeran en la remoción de la capa de desecho.

Walmsley relacionó el papel de la microcorriente acústica producida por la lima oscilante con la limpieza del conducto. Además de mejorar el efecto del hipoclorito de sodio por su calentamiento, produce un flujo continuo del irrigante por toda la extensión del conducto, por medio del cual se propagan ondas de choque que desintegran bacterias y sustancias orgánicas y liberan detritos adosados a las paredes del mismo.

Cameron, establece una relación sinérgica entre el hipoclorito de sodio y la aplicación de ultrasonido, ya que el flujo creado por el ultrasonido en conjunto con el reemplazo del irrigante va a crear un incremento dramático en la acción biológica del hipoclorito de sodio. Cuando es aplicada energía ultrasónica a un líquido, se genera una microcorriente acústica que va a "fregar" las paredes del conducto removiendo la capa de desecho dentinario. El autor obtuvo como resultado que soluciones de hipoclorito de sodio de por lo menos 2%, combinado con la aplicación

de ultrasonido, producían la eliminación de la capa de desecho dentro de un periodo de tres minutos.

En un estudio comparativo sobre la efectividad de la limpieza e irrigación de conductos ovaes por medio de dispositivos sónicos y ultrasónicos, realizado por Lumley et al. Observaron que los dispositivos sónicos eran más efectivos en la limpieza y remoción de la capa de desecho dentinario, debido a que el patrón de oscilación de las limas sónicas tiende a ser elíptico, el cual produce una corriente de mayor intensidad alrededor del instrumento, que la producida por el instrumento activado por ultrasonido.

Huque et al. Realizaron un estudio in Vitro para determinar la acción antibacteriana del uso del hipoclorito de Sodio combinado con ultrasonido, obtuvieron como resultado que la aplicación de una solución de hipoclorito de sodio en concentraciones de 12% y 5.5% combinada con ultrasonido, era suficiente para eliminar las capas de desecho dentinario, mientras que la irrigación con jeringa no es efectiva para eliminar dicha capa. Los autores argumentan que la erradicación bacteriana sólo puede lograrse con la eliminación completa de la capa de desecho dentinario, debido a que las bacterias se encuentran distribuidas por toda la extensión de la misma así como distribuidas en los tapones de desecho que obliteran a los túbulos dentinarios.

3. EFECTOS ANTIMICROBIANOS: La combinación de los fenómenos producidos por el ultrasonido junto con los efectos antimicrobianos del irrigante, van a incrementar la desinfección del sistema de conductos radiculares. La cavitación y la microcorriente acústica, van a producir la remoción de los detritos y de la capa de desecho dentinario de la superficie del conducto, así como la potenciación de la acción biológica del agente irrigante causado por el aumento de temperatura.

La acción del ultrasonido va a producir la ruptura de las paredes celulares de los microorganismos, debido a la turbulencia creada por la microcorriente acústica y los cambios de presión, permitiendo que el agente antimicrobiano penetrar al interior de las células rápidamente, produciendo su efecto bactericida por alguna de las siguientes acciones biológicas: liberación de radicales libres, oxidación y degeneración de las moléculas, destrucción enzimática y ruptura de la pared celular.

Huque et al. Concluyeron, de acuerdo un estudio realizado in Vitro, que el uso del ultrasonido combinado con una solución de hipoclorito de sodio al 12% erradicaba las bacterias presentes en la capa de desecho dentinario, producía la remoción de ésta, y propiciaba la penetración del irrigante hacia las capas más profundas de la dentina radicular, para de esa manera actuar sobre los microbios contenidos dentro de los canalículos dentinarios. Observaron además, efecto antimicrobiano

sobre las bacterias ubicadas en las paredes de la dentina radicular, con la utilización de una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 5.5%, por lo cual consideraron esta concentración como suficiente para lograr, en conjunto con la aplicación de ultrasonido, una desinfección eficaz del sistema de conductos radiculares.

IRRIGACIÓN Y DESINFECCIÓN ULTRASÓNICA

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.⁽¹⁹⁾

Cunningham y Balekjian, propusieron que la acción de una solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 2.5% era más eficaz para disolver tejido colágeno, cuando era calentado a una temperatura de 37° C., que una solución de mayor concentración (5%) a temperatura ambiente.

Martin relacionó el efecto de drenaje y limpieza del conducto radicular al efecto sinérgico que producía la combinación de ultrasonido con el hipoclorito de sodio, debido a que el ultrasonido potenciaba la acción antimicrobiana del irrigante, y además, por los efectos de cavitación y de Microcorriente acústica,

se producía un efecto de cepillado sobre la superficie de las paredes del conducto radicular produciendo un desalojo de los detritus. También impulsaba a la solución irrigante por todas las dimensiones del sistema de conductos, efectos que no conseguían los demás métodos de irrigación.

El efecto de fricción producido por el contacto entre la lima con las paredes del conducto radicular genera calor, el cual produce un aumento de la temperatura del irrigante, potenciando su acción antimicrobiana.

La aplicación de la irrigación con hipoclorito de sodio de concentración al 2% o más, combinado con ultrasonido, por un periodo de tres minutos, produce la eliminación de la capa de barrillo dentinario que recubre la superficie del conducto radicular, tal como lo demostró Cameron. Éste lo atribuyó al efecto sinérgico que se producía entre el ultrasonido y el irrigante, ya que la aplicación del ultrasonido o del hipoclorito por si solos no eliminaban la capa de desecho.

Según Ahmad et al. El efecto de cavitación no parece tener ningún papel en la limpieza y desinfección del conducto. Ellos asumieron que la Microcorriente acústica era el mecanismo causal más importante que intervenía en el procedimiento de limpieza y desinfección. Lumley et al.⁶³ propusieron que la restricción de la oscilación de la lima producida por el contacto de ésta con las paredes del conducto, limitaba el efecto de la Microcorriente acústica, reduciendo así el flujo del irrigante en toda la extensión

del sistema de conductos por lo que disminuía su efectividad en lograr un efecto de limpieza y desinfección adecuados. (21)

Distintos autores han reportado la superioridad de la irrigación ultrasónica en la limpieza y desinfección del conducto radicular, comparado con la técnica manual. Dichos reportes han sido realizados por medio de estudios al microscopio y evaluando la efectividad de la limpieza del conducto radicular, en base a los restos de tejidos orgánicos, detritus dentinarios, y eliminación de la capa de desecho. (29)

IV. CAPA RESIDUAL

La capa de frotis es una capa de microcristalina y partículas de desecho orgánico que se encuentra extendido en conductos radiculares paredes después de la instrumentación del conducto radicular. (7)

Fue descrita por primera vez en 1975 y mucha investigación se ha llevado a cabo desde entonces para evaluar su importancia en ayudar o impedir la penetración de bacterias en los túbulos dentinarios.

La capa de barrillo en sí puede estar infectada y puede proteger a las bacterias ya presentes en los túbulos dentinarios.

La Presencia de esta capa residual previene o retrasa penetración de la medicación intracanal, irrigantes intraconducto y agentes antimicrobianos en las irregularidades del sistema de conductos radiculares y los túbulos dentinarios y además evita que la adaptación completa de los materiales de obturación a las superficies preparadas canales radiculares.(7)

Los componentes de la capa de frotis son partículas muy pequeñas con una gran superficie-masa, que los hacen muy soluble en ácidos. Debido a esta característica, los ácidos se han utilizado para eliminar la capa residual.

En la actualidad, el acondicionamiento químico es la única manera para obtener la limpieza completa de las paredes dentinales.

La Eliminación de la capa de frotis requiere una combinación de hipoclorito de sodio (un disolvente orgánico) y sustancias activas en compuestos inorgánicos, incluidos los agentes quelantes (EDTA o REDTA) o ácidos (ortofosfórico, poliacrílico, ácido tánico, ácido maleico o cítrico) para eliminar ambos componentes orgánicos e inorgánicos.

Los primeros estudios de las paredes dentinales después de la preparación de la cavidad realizada por Brännström y Johnson (1974) mostró la presencia de una fina capa de escombros que era 2 a 5 micrómetros de espesor. (9)

En 1975 McComb y Smith describió primero la capa de barrillo. Se observó una capa amorfa de los desechos, con una superficie irregular y granular, en instrumentadas paredes dentinales utilizando un microscopio electrónico de barrido (SEM).

Esta capa de barrillo estaba compuesta por dentina, pulpa y bacterianas remanentes. Los autores afirman que "las técnicas de instrumentación más usuales produjeron un muro canal que estaba manchado y lleno de escombros".

En 1984 Pashely describe la capa de barrillo como estando compuesto de dos fases, una fase orgánica, compuesta de colágeno y residuos de glicosaminoglicanos de la matriz extracelular de células de la pulpa, que actúa como una matriz para una fase inorgánica.

Este contenido organomineral se compone de dos capas superpuestas distintas. La primera capa cubre la pared del canal y es ligeramente adherente y fácil de quitar. La segunda capa sin embargo ocluye los dentinales túbulos y se adhiere fuertemente a las paredes del canal. (11)

En el mismo año Mader et al. Estudió las morfológicas características de la capa residual en los dientes endodónticamente que estaban instrumentados con archivos de tipo k y regadas con el 5,25% NaOCl. (31)

Se ha reconocido que la instrumentación del conducto radicular produce una capa de barrillo que cubren las superficies de las paredes del canal preparadas. Se compone de los residuos compactados en la superficie de los túbulos dentinales por la acción de los instrumentos.

Esta capa contiene las sustancias orgánicas e inorgánicas que incluyen fragmentos de procesos odontoblastos, microorganismos y materiales necróticos. (30)

V. BIOFILM

Son comunidades microbianas, conocidas como biopelículas. Las biopelículas pueden definirse como comunidades de microorganismos adheridos a una superficie y embebidas en una matriz de polisacáridos y proteínas que forman una capa viscosa. La matriz típicamente toma 85% del volumen de un biofilm.

Distintos estudios concluyen que el porcentaje de éxito del tratamiento de conductos en dientes necróticos es menor que en dientes vitales. Hoy día, se postula que la verdadera causa de fracaso de muchos tratamientos de conductos aparentemente correctos es la entidad infecciosa conocida como biofilm. Además, se ha mostrado como un tipo de infección muy difícil de eliminar del conducto. Por tanto, se trata de uno de los retos para la Endodoncia moderna.

CONCEPTO Y PATOGENIA DEL BIOFILM

El biofilm o biopelícula se puede definir como una estructura asociativa de una o varias estirpes bacterianas, embebidas en una matriz extracelular de polisacáridos autoproducida y que se encuentra adherida a una superficie o sustrato. Según la OMS, el biofilm se puede definir también como un ecosistema bacteriano proliferante y enzimáticamente activo. Los biofilms se

unen a superficies inertes, tanto biológicas como sintéticas. Dentro de las biológicas optan preferentemente por tejidos necróticos. La importancia para la Endodoncia de esta forma de vida bacteriana es que es más resistente a los distintos germicidas conocidos que las bacterias en suspensión y que se postula como la causa de fracaso de tratamientos de conductos aparentemente correctos. Produce en el paciente signos y/o síntomas clínicos leves o imperceptibles durante su crecimiento, debido a una baja tasa de división bacteriana, inusual en los organismos bacterianos individuales. Además, dicha capacidad de resistencia es la característica principal del biofilm y no la virulencia, aunque no carece de ella, por lo que se trata de cuadros de avance lento y leve, pero de muy difícil erradicación. Para Siqueira y Ragas los casos de infección periapical crónica deben considerarse, a día de hoy, causadas por infecciones de tipo biofilm.

Se ha postulado que la asociación de bacterias en forma de biofilm no es más que un mecanismo de adaptación de estos microbios a un entorno nuevo, generalmente hostil.

La primera noción sobre biofilm que, sin saberlo, tenemos los dentistas es la relativa a la profilaxis de la endocarditis bacteriana. Recordemos que esta profilaxis se administra a pacientes portadores de prótesis valvulares y/o articulares, previa a la realización de procedimientos odontológicos que involucren sangrado y, por tanto, posible bacteriemia. La profilaxis pretende

eliminar las bacterias que podrían pasar al torrente sanguíneo durante el tratamiento y anidar en superficies inertes, como las de esas prótesis. Por esto, la administración de antibiótico se recomienda de manera profiláctica, ya que la eliminación de las bacterias recién ingresadas en el torrente sanguíneo (bacterias en suspensión) es más fácil y predecible que si se les da la oportunidad de formar biofilm en alguna superficie apta. Así mismo, en Odontología se estudia el biofilm desde otros muchos puntos de vista, como la Cariología, la Periodoncia, la Prostodoncia o la Implantología.

MORFOLOGÍA DEL BIOFILM

Las formas de biofilm se han descrito muy variadas, desde pequeñas formaciones hasta cadenas de biofilm, pero la formación más característica encontrada es la de biofilm en forma de champiñón (mushroom-shape). Estas colonias se observan al microscopio como estructuras unitarias de la forma señalada, separadas de otras por canales de agua, todo dentro de la matriz de polisacárido.

Se piensa que estos canales permiten la distribución de los nutrientes y la eliminación de los residuos de las colonias, así como la atenuación de los agentes biocidas externos, tales como antibióticos, irrigantes y medicaciones intraconducto. Se postula que este tipo de organización bacteriana se trata de biofilm con un alto nivel de organización y se asemeja a un prototejido, con un primitivo sistema circulatorio (los canales de agua). Además, en los estudios

consultados, estas formaciones sólo se originaron en biofilm de larga evolución y no en los casos de colonias jóvenes e inmaduras.

FORMACIÓN Y EVOLUCIÓN DEL BIOFILM

El proceso de formación del biofilm en el conducto radicular es aún muy desconocido. La teoría más aceptada consta de cuatro fases y fue descrita por Svensater y Bergenholtz, En la primera fase se forma una película adhesiva sobre la dentina promovida por el depósito de proteínas y otros compuestos derivados de las bacterias en suspensión, del proceso necrosis y/o inflamación, etc. En la segunda, sobre esa película pegajosa, se fijan algunas bacterias específicas con capacidad de adhesión, de todas las que están en suspensión.

En la tercera, la primera capa de bacterias ya adherida, segrega mediadores que, por un lado van fijando más y más bacterias, de esa estirpe o de otras, y por otro, va formando la matriz extracelular de polisacárido, primera barrera defensiva característica del biofilm. En la cuarta y última, el biofilm va madurando y creando sistemas de defensa más complejos. Al mismo tiempo, arroja bacterias al exterior que cronifican la respuesta inflamatoria del huésped. Siqueira expone que en esta etapa el conjunto del biofilm puede consistir en 15% de bacterias y 85% de matriz de polisacáridos, además de contar con más de 300 capas de bacterias superpuestas.

La evolución del biofilm es aún un misterio y no se conocen los mecanismos por los cuales las bacterias se asocian en biofilm. Lo que sí se conoce es que la madurez del biofilm es directamente proporcional a su capacidad de defensa y a su resistencia a ser eliminado, por lo que, a día de hoy, la desinfección prematura del mismo o de las bacterias en suspensión que lo promueven parece ser un factor clave en el tratamiento. Hay que recordar que no se puede saber clínicamente cuando se está tratando un biofilm, pero sí se debe sospechar su existencia en dientes con necrosis de larga evolución o retratamientos.

La eliminación directa consiste en la remoción y/o lisis de la entidad mediante la instrumentación y, sobre todo, la irrigación. La eliminación indirecta consistiría en alterar el hábitat lo suficiente como para hacerlo hostil al biofilm, en un primer paso y mediante la irrigación. En un segundo paso, la obturación de la zona, mantendría ese hábitat sin llegada de nutrientes nuevos el tiempo suficiente como para que el biofilm, finalmente, pereciera por inanición. Por tanto, en el momento actual, la mayoría de autores consideran que para el tratamiento del biofilm en Endodoncia todas las fases son importantes, pero la irrigación resulta un elemento clave. (33)

LOCALIZACIÓN DEL BIOFILM Y SU RELEVANCIA EN EL ÉXITO DEL TRATAMIENTO

Se han descrito formaciones de biofilm tanto en el interior del conducto radicular como en la superficie externa de la raíz. Dicha localización determinará el tipo de tratamiento, ya que no se enfocará de igual manera si se trata de biofilm intrarradicular o extrarradicular.⁽³³⁾

El más frecuente es el biofilm intrarradicular, alojado en zonas de difícil acceso, mientras que las bacterias en suspensión se reparten por todo el sistema de conductos. Las zonas accesibles a las limas no necesitan de más ayuda para la eliminación de ambos tipos de presentación bacteriana, pero muchas zonas de este sistema no están al alcance de las limas, por lo que no pueden contactar con la infección y eliminarla.

El irrigante es el único que puede penetrar en ciertas zonas del sistema y contactar con la infección, no sin ciertas dificultades y mediante una técnica depurada. Aun así, el irrigante puede dejar zonas sin desinfectar, fundamentalmente por problemas de acceso. Si a esto le sumamos el factor, antes explicado, de que las bacterias tienden a asociarse y formar biofilm en caso de crecer en un hábitat extremo, para sobrevivir, es más probable que ese hábitat se de en zonas de acceso compleja dentro del sistema de conductos.

Por tanto, un irrigante debe demostrar capacidad de penetración antes que capacidad de desinfección, ya que si no hay contacto con la infección, ni el mejor desinfectante podrá desinfectar. Además, la posibilidad de que la obturación pueda "asfixiar" al biofilm es menor si el irrigante no ha abierto camino previo hasta él, porque si un producto más fluido (el irrigante) que cualquier material de obturación (gutapercha y/o sellador), no es capaz de contactar con los microorganismos, es mucho menos probable que lo haga la obturación, por razones físicas obvias. Dentro del conducto radicular, el biofilm se puede encontrar a lo largo de todo su recorrido y entramado, pero es el tercio apical la zona más predispuesta a su anidamiento. En ella, se dan los factores adecuados para la formación de biofilm: anatomía más compleja, menor acción de los irrigantes y medicamentos, baja tensión de oxígeno y cierto acceso a nutrientes, provenientes de los tejidos pulpaes y/o periapicales. Por tanto, en los casos de necrosis de larga evolución, el biofilm encuentra un hábitat adecuado para desarrollarse y perpetuarse a lo largo del tiempo, con sus consiguientes repercusiones.

ASPECTOS ACTUALES DE LA IRRIGACIÓN EN EL TRATAMIENTO DEL BIOFILM

Desde el punto de vista de la irrigación, los factores clave en el tratamiento del biofilm son la anatomía del sistema de conductos, la madurez del biofilm y la estrategia de irrigación. se sabe que la posibilidad de que las

bacterias se asocien en biofilm, aumenta con el tiempo, así como aumenta también la organización, complejidad y sistemas de defensa del mismo, disminuyendo la eficacia de los agentes biosidas.

Kara y cols. Afirman que biofilms maduros necesitan concentraciones de antisépticos cien veces más potentes que biofilms jóvenes y más tiempo de contacto entre biofilm y antiséptico. Por tanto, un paciente con necrosis de larga evolución presenta peor pronóstico a la curación con tratamiento endodóntico convencional que otro con menor tiempo de evolución o que no la presente. Por ello, el objetivo del tratamiento de conductos en casos de sospecha de biofilm debe ser el de eliminarlo o, al menos, cambiar el ambiente de hostil a completamente nocivo para esas bacterias de la forma más precoz y rápida posible. Tras el tratamiento de conductos, se elimina la mayor cantidad de biofilm, pero se ha descubierto que aún puede verificarse en conductos laterales, deltas apicales, tubulillos dentinarios, istmos y los microespacios producidos por la falta de ajuste entre la pared dentinaria y el material de obturación.

Nair y cols. Opinan que la clave en la eliminación del biofilm está en la interrelación irrigante-anatomía, y que la complejidad del sistema de conductos no permite al líquido llegar a contactar con el biofilm de forma eficaz y destruirlo. Williamson y cols. Opinan que los estudios más valiosos son los que

se basan en modelos de diente infectado, ya que simulan mejor las condiciones reales en las que se produce el contacto irrigante-biofilm. (33)

El estudio clásico de los irrigantes se ha modernizado y enfocado hacia la eliminación del biofilm. El efecto antibacteriano de los irrigantes es amplio y han demostrado capacidad para eliminar bacterias, esporas, hongos y virus.

Sena y cols. Estudiaron la capacidad de diferentes agentes irrigantes, con y sin agitación del mismo, sobre varios biofilms mono microbianos. Los resultados muestran que el hipoclorito de sodio al 5,25% es el más eficaz, aún sin agitar. En sus conclusiones, los autores remarcan la importancia de conseguir el mayor contacto posible entre irrigante-biofilm, además de complementar al irrigante con un sistema mecánico que aumente la distribución del mismo dentro del conducto. (33)

HIPÓTESIS

HI la solución DS-X es efectiva en la remoción de la capa residual bajo irrigación ultrasónica pasiva.

HN el EDTA es más efectivo en la remoción de la capa residual bajo irrigación ultrasónica pasiva que la solución DS-X.

HA ninguna solución quelante es efectiva para la remoción de la capa residual.

OBJETIVO

Probar la efectividad de la solución DS-X en la remoción de la capa residual en comparación con EDTA al 17% en el tratamiento de conductos radiculares bajo irrigación ultrasónica pasiva.

TIPOS DE ESTUDIO

- Prospectivo
- Transversal
- Comparativo
- Experimental

VARIABLES:

DEPENDIENTES

Capa Residual en el tercio apical

INDEPENDIENTES

- Irrigación pasiva con NaOCL AL 6% + 5 min de DS-X y 20 seg. de Irrigación Ultrasónica Pasiva
- Irrigación pasiva con NaOCL AL 6% + 5 min de EDTA al 17% y 20 seg. de Irrigación Ultrasónica Pasiva
- Irrigación pasiva con NaOCL AL 6% sin quelante, y 20 seg. de Irrigación Ultrasónica Pasiva

OPERACIÓN DE VARIABLE

Capa Residual: es una película de espesor y homogeneidad variable que se deposita en la pared del conducto y que, por lo tanto, su presencia podrá afectar o alterar en algún grado la obturación posterior del conducto. Además, la persistencia de esta capa parietal endodóncica repercute sobre la existencia de bacterias en el interior de los túbulos dentinarios, la desinfección de los conductos, la permeabilidad de la dentina y el sellado de los conductos una vez obturados.

UNIVERSO DE TRABAJO

34 Dientes unirradiculares

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Dientes de reciente extracción
- Unirradiculares
- Dientes anteriores superiores e inferiores
- Ápice maduro

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Dientes calcificados
- Dientes con reabsorción radicular
- Dientes con presencia de fractura
- Corona anatómica
- Multirradiculares

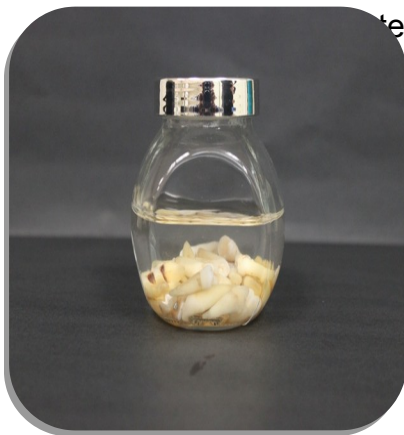
MATERIALES

- 34 dientes unirradiculares
- Disco de diamante (DREMEL)
- Frascos de vidrio con tapa hermética
- NaOCL al 6 % (CLOROX)
- EDTA al 17% (SMEAR CLEAR)
- Sol DS-X
- Formol al 4%
- Agua bidestilada
- Alcohol al 100%
- Suero fisiológico
- Jeringas hipodérmicas #5 (PROTEC)
- Aguja calibre #27 (ENDO-EZE DE ULTRADENT)
- Motor Endo-mate (NSK)
- Sistema rotatorio K3 25-40 .04 (SYBRON-ENDO)
- Ultrasonido Varios 350 (NSK)
- Limas U # 20 (MANI)
- Plumón negro (SHARPIE)
- Limas k file # 15 (DENTSPLY)
- Limas k file # 20 (DENTSPLY)
- Pinzas de curación
- Gasas

- Tubos de plástico
- Puntas de papel (DENTSPLY)
- Topes (DENTSPLY)
- Regla milimétrica (DENTSPLY)
- Cámara fotográfica (CANON)
- Guantes (AMBIDERM)

METODOLOGÍA

Se hizo la recolección de 34 órganos dentarios unirradiculares.

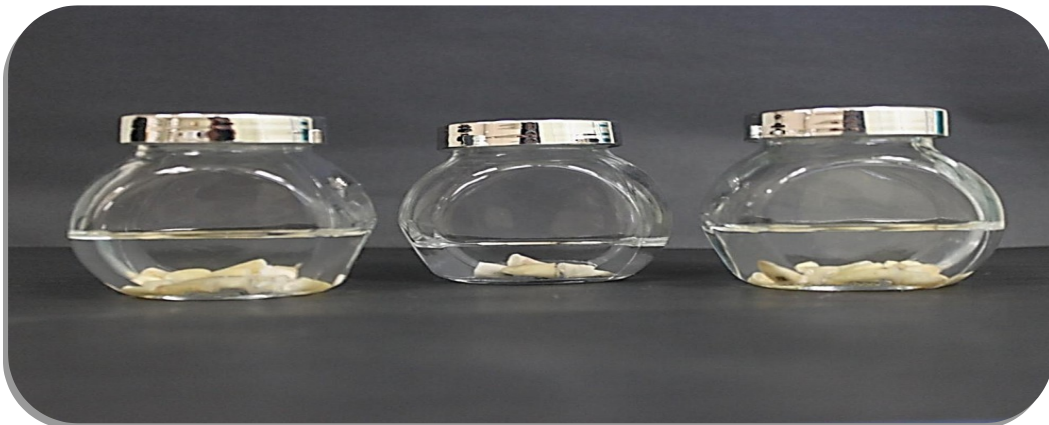


Después de la recolección fueron almacenados en solución

Fueron decoronados con un disco de diamante (DREMEL) estandarizados a 15 mm de longitud introduciéndolos en NaOCL al 5.25%



Se dividieron en 2 grupos A y B de 15 muestras cada uno y un 3er grupo C con 4 muestras de control.

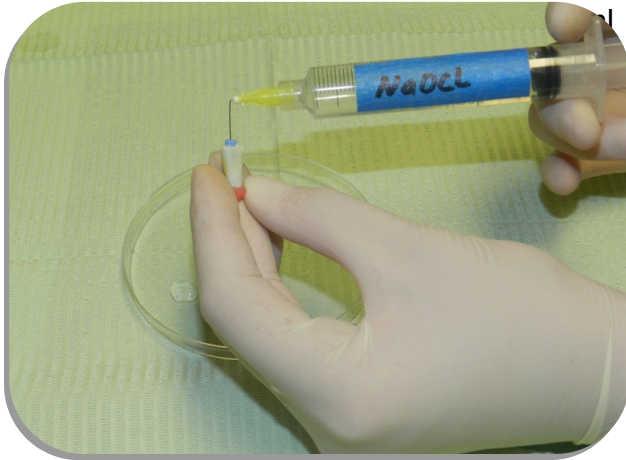


Solo se utilizaron piezas en las que la lima tipo K (DENTSPLY) #20 y #25 de inicio ajustaban en el tercio apical.



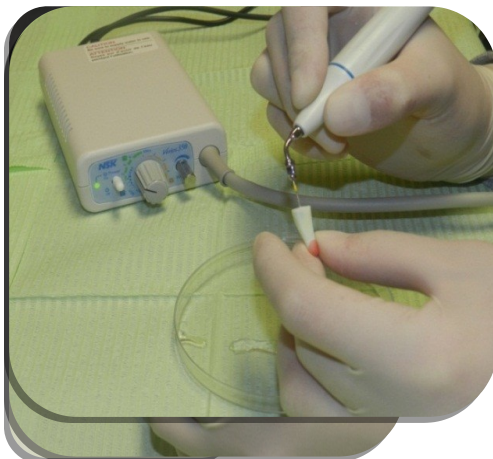
El grupo A (A1-A15) fue instrumentado con el sistema K3 (15-40) .04 de (SYBRON-ENDO) con el motor Endo-mate de NSK.





l de NaOCL (CLORALEX) al 5.25%
ya con una jeringa hipodérmica # 5
TRADENT) que penetro el conducto

Como irrigación final 2 ml constantes de EDTA al 17% (SMEAR CLEAR SYBRON-ENDO) 5 min dentro del conducto y 20 seg. De Irrigación Ultrasónica Pasiva con el ultrasonido varios 350 de NSK, con una lima U #20 (MANI)





sol. Fisiológica (PISA) entonces los conductos fueron secados con puntas de papel. Todas las muestras de este grupo fueron introducidas juntas en formol al 4% para su fijación.



El grupo B (B1-A15) fue instrumentado con el sistema K3 (15-40) .04 de (SYBRON-ENDO), con el motor endo-mate de NSK y como protocolo de irrigación 1 ml de NaOCL (Cloralex) al 5.25% entre cada instrumento con irrigación pasiva con una jeringa hipodérmica # 5 con aguja calibre #27 (endo-eze de ultradent) que penetro el conducto 2mm antes del de la longitud de trabajo. Y como irrigación final 2 ml constantes de Sol. DS-X (proporcionada por el Dr. David Jaramillo) 5 min dentro del conducto y 20 seg. De Irrigación Ultrasónica Pasiva con el ultrasonido varios 350 de NSK, con una lima U #20 (MANI) posteriormente se enjuaga con sol fisiológica (PISA) entonces los conductos son secados con puntas de papel. Todas las muestras de este grupo fueron introducidas juntas en formol al 4% para su fijación.



El grupo C (C1-C4) fue instrumentado con el sistema K3.04 (15-40) de sybron-endo con el motor endo-mate de NSK y como protocolo de irrigación 1 ml de NaOCL (Cloralex) al 5.25% entre cada instrumento con una irrigación pasiva con jeringa hipodérmica # 5 con aguja calibre #27 (endo-eze de ultradent) que penetro el conducto 2mm antes del de la longitud de trabajo y 20 seg. De Irrigacion ultrasonica pasiva con el ultrasonido varios 350 de NSK, con una lima U #20 (MANI) Este grupo se utilizó como grupo control y no fue irrigado por ningún quelante, posteriormente se enjuaga con sol fisiológica (PISA), entonces los conductos son secados con puntas de papel. Todas las muestras de este grupo fueron introducidas juntas en formol al 4% para su fijación.



Posteriormente se cortaron los dientes longitudinalmente de mesial a distal con un disco de diamante (DREMEL) cuidando que este no pase a través del conducto, separando las muestras en dos partes con un cincel.

En este momento las dos partes de la muestra se guardaron en tubos nuevamente con formol al 4% por 24 horas para su fijación.



Posteriormente se colocaron las secciones en varias diluciones de alcohol para deshidratar las muestras, Iniciando con alcohol al 70% por 5 minutos, después al 80% por 5 minutos, 90% por 5 minutos, 100% 10 minutos.



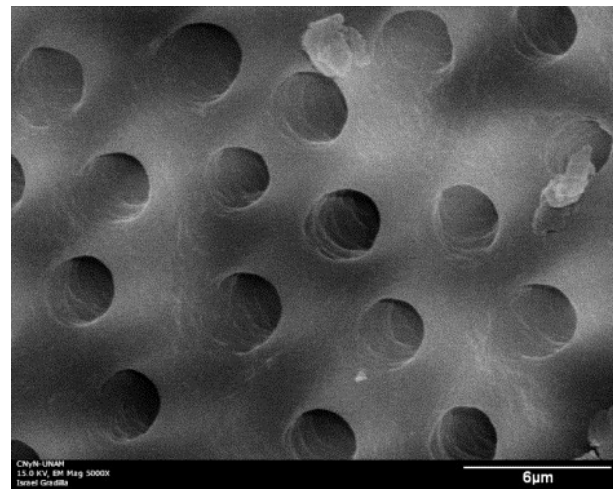
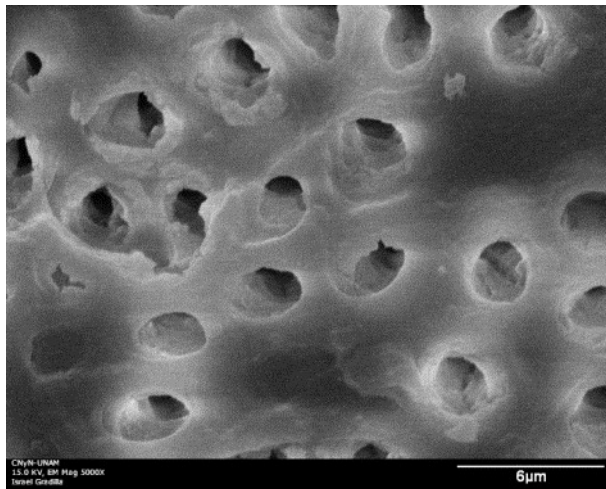
Una vez deshidratados las muestras, son colocadas las piezas nuevamente en algún recipiente completamente seco, libre de humedad BIEN CERRADO se colocan las muestras de nuevo individualmente para que no se contaminen con polvo.



Una vez las muestras deshidratadas se observaron al Microscopio Electrónico de barrido

Las muestras fueron estandarizadas por tercio (5mm cada tercio) y montadas en platinas para su examinación únicamente del tercio apical.

Se tomaron fotos a 2000 aumentos y 5000 aumentos.

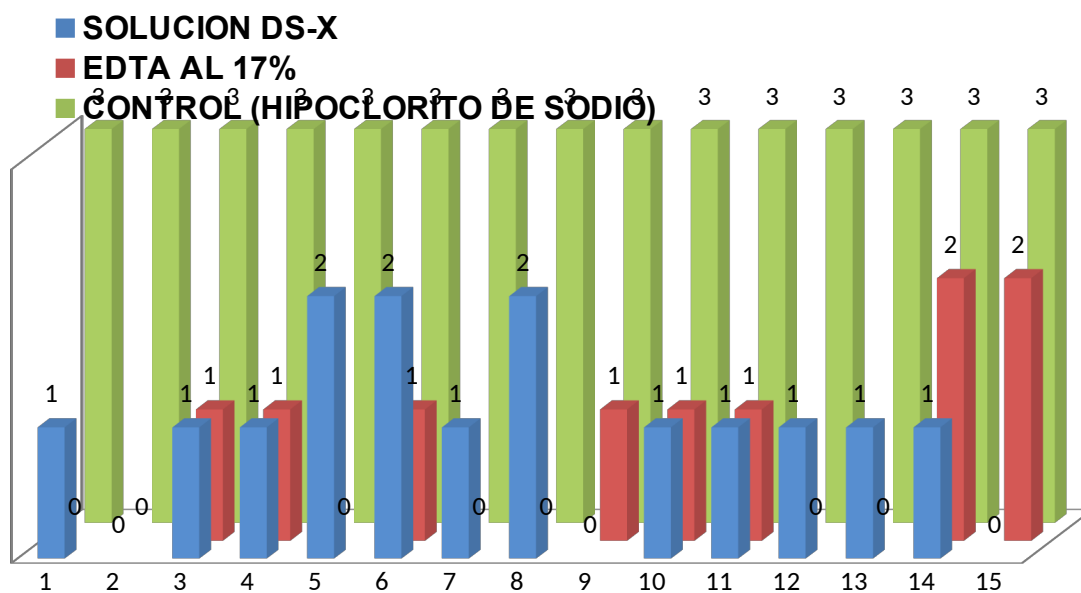


RECOLECCIÓN DE DATOS

Sol. DS-X

MUESTRA	VALOR	RESPUESTA DE LOS VALORES
1	1	0 NULO Túbulos Completamente Limpios Nada De Capa Residual 1 ESCASO Presencia De Capa Residual 2 MEDIO 3/4 De Capa Residual 3 ABUNDANTE 4/4 Con Presencia De Capa Residual
2	0	
3	1	
4	1	
5	2	
6	2	
7	1	
8	2	
9	0	
10	1	
11	1	
12	1	
13	1	
14	1	
15	0	

Calificación asignada de la capa residual al emplear Solución DS-X, EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).



MUESTRA	VALOR
1	0
2	0
3	1
4	1
5	0
6	1
7	0
8	0
9	1
10	1
11	1
12	0
13	0
14	2
15	2

EDTA al 17%

RESPUESTA DE LOS VALORES

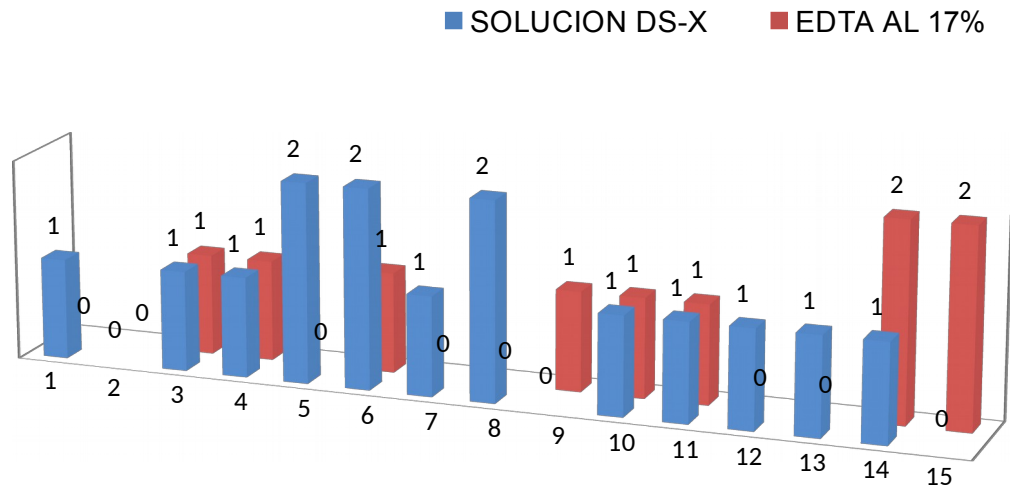
0 NULO Túbulos Completamente Limpios Nada De Capa Residual

1 ESCASO Presencia De Capa Residual

2 MEDIO 3/4 De Capa Residual

3 ABUNDANTE 4/4 Con Presencia De Capa Residual

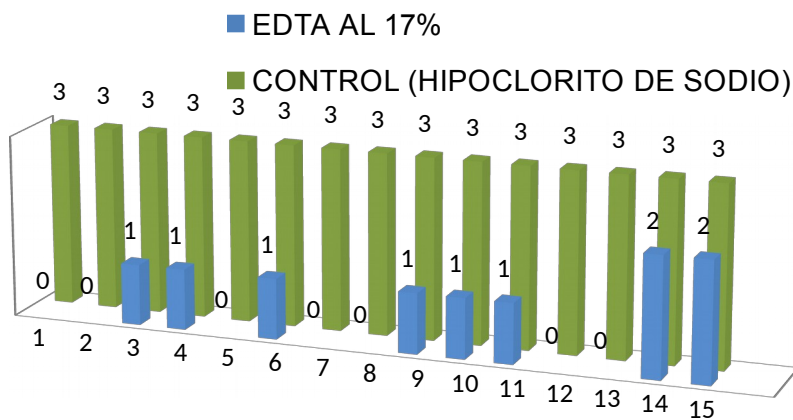
Calificación asignada de la capa residual al emplear Solución DS-X, EDTA al 17%.



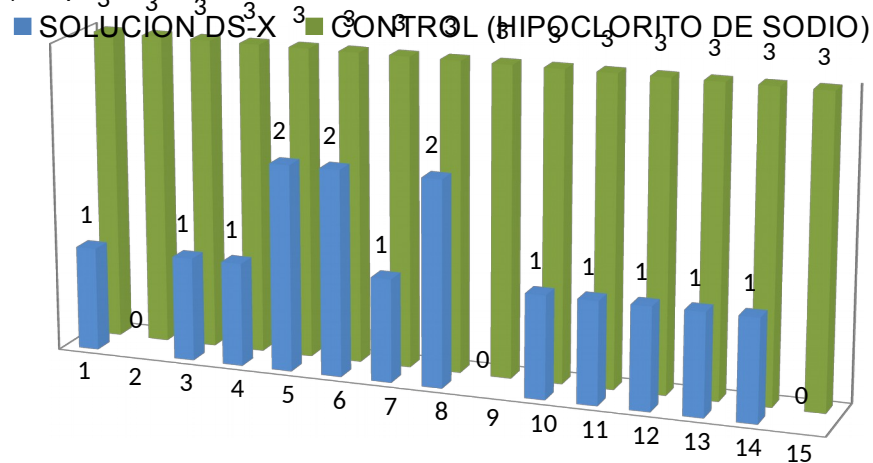
CONTROL (HIPOCLORITO DE SODIO)

MUESTRA	VALOR	RESPUESTA DE LOS VALORES
1	3	0 NULO Túbulos Completamente Limpios Nada De
2	3	Capa Residual
3	3	1 ESCASO Presencia De Capa Residual
4	3	2 MEDIO 3/4 De Capa Residual
		3 ABUNDANTE 4/4 Con Presencia De Capa Residual

Calificación asignada de la capa residual al emplear EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).



Calificación asignada de la capa residual al emplear Solución DS-X e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS:

Prueba estadística de igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear Solución DS-X, EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

HIPÓTESIS:

Ho: Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear Solución DS-X, EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

H1: diferencia entre las medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear Solución DS-X, EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

RESULTADO DE LA PRUEBA:

- Prueba de Kruskal-Wallis

Rangos

	VAR00002	N	Rango promedio
VAR00001	SOLUCION DS-X	15	17.50
	EDTA AL 17%	15	13.50
	CONTROL	15	38.00
	Total	45	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	VAR00001
Chi-cuadrado	32.869
gl	2
Sig. asintót.	.000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: VAR00002

La estadística de contraste 32.869 es mayor que el valor de tablas 5.99 de la distribución de probabilidad Chi-cuadrado al 95% de nivel de confianza con 2 grados de libertad. Por lo que se rechaza la hipótesis de la igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: Solución DS-X, EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

CONCLUSIÓN

Hay una diferencia significativa estadísticamente al emplear: Solución DS-X, EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS:

Prueba estadística de la Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: Solución DS-X y EDTA al 17%.

HIPÓTESIS:

Ho: Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: Solución DS-X y EDTA al 17%.

H1: diferencia entre las medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: Solución DS-X y EDTA al 17%.

RESULTADO DE LA PRUEBA:

- Prueba de Mann-Whitney

Rangos

	VAR00002	N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00001	SOLUCION DS-X	15	17.50	262.50
	EDTA AL 17%	15	13.50	202.50
	Total	30		

Estadísticos de contraste

	VAR00001
U de Mann-Whitney	82.500
W de Wilcoxon	202.500
Z	-1.362
Sig. asintót. (bilateral)	.173
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.217 ^a

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: VAR00002

La estadística de contraste $z = -1.362$ es mayor por un lado al valor de tablas $z = -1.959$ y por el otro lado es menor que el valor de tablas $z = 1.959$ de la distribución de probabilidad normal estandarizada al 95% de nivel de confianza para dos extremos. Lo que indica que no se rechaza igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: Solución DS-X y EDTA al 17%.

CONCLUSIÓN

No existe diferencia significativa estadísticamente al emplear: Solución DS-X y EDTA al 17%.

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

Prueba estadística de la Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: Solución DS-X e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control)

HIPÓTESIS:

H₀: Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: Solución DS-X e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control)

H₁: diferencia entre las medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: Solución DS-X e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control)

RESULTADO DE LA PRUEBA:

- **Prueba de Mann-Whitney**

Rangos

		N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00002				
VAR00001	SOLUCION DS-X	15	8.00	120.00
	CONTROL	15	23.00	345.00
	Total	30		

Estadísticos de contraste^b

	VAR00001
U de Mann-Whitney	.000
W de Wilcoxon	120.000
Z	-5.070
Sig. asintót. (bilateral)	.000
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.000 ^a

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: VAR00002

El valor absoluto de la estadística de contraste $z = 5.070$ es mayor que el valor absoluto de tablas $z = 1.959$ de la distribución de probabilidad normal estandarizada al 95% de nivel de confianza para dos extremos. Lo que indica que se rechaza igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: Solución DS-X e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control)

CONCLUSIÓN

Existe una diferencia significativa estadísticamente al emplear: Solución DS-X e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control)

En lo particular el Hipoclorito de Sodio (Grupo Control) presentó mayor capa residual que la Solución DS-X.

PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

Prueba estadística de la Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control)

HIPÓTESIS:

Ho: Igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control)

H1: Diferencia entre las medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control)

RESULTADO DE LA PRUEBA:

- **Prueba de Mann-Whitney**

Rangos

VAR00002	N	Rango promedio	Suma de rangos
VAR00001 EDTA AL 17%	15	8.00	120.00
CONTROL	15	23.00	345.00
Total	30		

Estadísticos de contraste^a

	VAR00001
U de Mann-Whitney	.000
W de Wilcoxon	120.000
Z	-5.047
Sig. asintót. (bilateral)	.000
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.000 ^a

a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: VAR00002

El valor absoluto da estadística de contraste $z = 5.047$ es mayor que el valor absoluto de tablas $z = 1.959$ de la distribución de probabilidad normal estandarizada al 95% de nivel de confianza para dos extremos. Lo que indica que se rechaza igualdad de medianas respecto a la calificación asignada de la capa residual al emplear: EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

CONCLUSIÓN

Existe una diferencia significativa estadísticamente al emplear: EDTA al 17% e Hipoclorito de Sodio (Grupo Control).

En lo particular el Hipoclorito de Sodio (Grupo Control) presentó mayor capa residual que EDTA al 17%.

DISCUSIÓN

La acción bacteriostática o bactericida, la capacidad de disolución sobre el tejido orgánico e inorgánico, la acción rápida y sostenida así como el mecanismo de fácil aplicación, figuran entre las características más importantes que debe cumplir un agente de irrigación ideal.

El hipoclorito de sodio logra efectivos resultados en la remoción del tejido pulpar ^{(26) (37) (43)}. Por el contrario su acción sobre el tejido inorgánico ha mostrado ser poco convincente. Su empleo como agente de irrigación durante la instrumentación manual o mecanizada no logra la remoción de la capa de desecho dentinario, dejando las paredes del conducto cubiertas de dicho substrato aún al realizar una irrigación final. ^{(26) (28) (31) (36) (39) (44) (50)}.

Ante la necesidad de hacer más efectiva la remoción del componente inorgánico del sistema de conductos, con el objetivo de eliminar la capa de desecho dentinario; Östby ⁽⁴⁶⁾, basado en los experimentos previos de Niniforuk et al, ⁽⁴⁵⁾ propone este ácido orgánico para la desmineralización de la dentina radicular como sustituto del uso de ácidos inorgánicos durante la irrigación del sistema de conductos radiculares.

Una vez comprendido el fenómeno de la formación de la capa de desecho dentinario, por la instrumentación (42) (37), diversos autores proponen su eliminación por ser ésta un substrato que no favorece a la obtención de una correcta limpieza, pudiendo contener microorganismos por brindarles soporte, dificultando la acción de medicamentos intraconducto y por crear una interfase que impide un sellado hermético. (32) (33) (34) (43) (48).

Zehnder y Chavez de Paz recomiendan el manejo del EDTA y ácido cítrico como adyuvantes en la terapia de conducto radicular. Estos son altamente biocompatibles, ambos agentes muestran una alta eficiencia en la eliminación de la capa de frotis, además de su capacidad de limpieza, pueden desprender biofilm adheridos a las paredes del conducto radicular. Al igual que la solución DS-X que también tiene la propiedad de eliminar la formación de biofilm así como la eliminación de la capa residual ya que en esta investigación lo hemos comparado con EDTA.

La sal disódica del EDTA por ser un catión quelante divalente y no coloidal se emplea para eliminar la capa de desecho dentinario (46) (49). La dentina como complejo molecular, tiene la propiedad de fijar iones metálicos específicos para el ión calcio y al aplicar un agente quelante como el EDTA, ésta podría quedar desprovista de dichos iones, logrando la desmineralización de la misma y por lo tanto la eliminación de la capa de desecho.

Surgen así diferentes formulaciones químicas y combinaciones (EDTAC, Rc-prep,, REDTA, Glyoxide, y EDTA-T,) de éste compuesto con agentes químicos tensoactivos, antibacterianos y lubricantes, con el objetivo de mejorar su comportamiento fisicoquímico dentro del sistema de conductos.

Considerando la escasa acción del EDTA sobre el tejido orgánico, su moderada citotoxicidad ⁽⁴⁹⁾ ⁽³¹⁾ y limitada acción bactericida ⁽⁴⁰⁾ ⁽⁴¹⁾ ⁽⁴⁶⁾ se hace indispensable emplear una técnica alternada y secuencial de irrigación con NaOCl, la cual ha demostrado ser la más efectiva en cuanto a disolución del tejido pulpar, eliminación de microorganismos, eliminación de la capa de desecho dentinario, facilita la instrumentación y finalmente aumenta la capacidad de sellado de los materiales de obturación. ⁽²⁶⁾ ⁽²⁸⁾ ⁽³⁰⁾ ⁽³¹⁾.

El efecto del EDTA sobre la dentina radicular ha sido discutido igualmente por varios autores, algunos sugieren que debe permanecer por un lapso entre 5 y 15 minutos en el interior de los conductos radiculares ⁽³⁵⁾ ⁽⁴⁶⁾ ⁽⁴⁷⁾. Otros han demostrado que el mayor poder de descalcificación se obtiene en el primer minuto de contacto con las paredes radiculares. ⁽²⁹⁾

Hong-Guan Kuah menciona en su artículo que una irrigación final con EDTA al 17% elimina considerablemente la capa residual y es aún mejor si se

aplica algún ciclo con ultrasonido. Además de que el hipoclorito de sodio es ineficaz en la eliminación del barrido dentinario.

En nuestra investigación se encontraron resultados similares.

Nicola Maria Grande y Gianluca Plotino argumentan que es necesario la utilización del ultrasonido tanto para NaOCl y EDTA en la eliminación de la capa de frotis porque ni EDTA ni NaOCl son capaces de eliminar tanto componentes orgánicos e inorgánicos de la capa residual cuando se utiliza solo.

Jaramillo afirma en su artículo que la solución DS-X tiene un potencial de reducción del biofilm que parece estar relacionadas con las etapas iniciales de su formación, estos hallazgos constituyen un paso adelante en la prevención del biofilm y por lo tanto evitar la colonización secundaria tras la obturación, así como la eliminación completa de la capa residual.

Estamos completamente de acuerdo ya que en esta investigación el grupo donde se utilizó esta solución está en su totalidad libre de capa residual.

CONCLUSIONES

La eliminación de la capa residual de la superficie de los conductos reveló la presencia de tubulos dentinarios en el tercio apical, el uso del EDTA al 17% fue efectivo en la remoción de la capa de desecho, cuando se utilizó como irrigante final. Además El EDTA en el MEB no mostro un efecto desmineralizante. De la misma forma las superficies irrigadas con la solución DS-X quedaron libres de frotis dentinario llegando a la conclusión de no encontrar diferencia significativa al emplear La sol. DS-X y el EDTA al 17%, mostrando así ser capaz de eliminar la capa residual.

En cuanto al grupo control que fue irrigado únicamente con NaOCL mostro la presencia de una capa de barrillo pesada en la superficie del conducto. Estas superficies fueron cubiertas con una capa de escombros en la porción apical. Los Túbulos dentinarios no eran visibles.

Se sugiere hacer más investigaciones acerca de la solución DS-X ya que es otra opción como irrigante ofreciendo varias ventajas. El método de irrigación ideal, será aquel que le proporcione al operador un manejo sencillo, conveniente y le brinde los mejores resultados clínicos. La efectividad está relacionada con la capacidad de remoción del tejido orgánico e inorgánico, la frecuencia, volumen empleado, temperatura y la cercanía a la constricción apical. Todas las aseveraciones discutidas deben

conducir al clínico a modificar el protocolo y métodos de irrigación para lograr mayor efectividad durante la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares.

Estadísticamente no hubo diferencia significativa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Giampiero Rossi-Fedele, Antagonistic Interactions between Sodium Hypochlorite, Chlorhexidine, EDTA, and Citric Acid, JOE, Volume 38, Number 4, April 2012
2. H. Ozgur Ozdemir, Chemical and Ultramorphologic Effects of Ethylenediaminetetraacetic Acid and Sodium Hypochlorite in Young and Old Root Canal Dentin, JOE, Volume 38, Number 2, February 2012
3. David E. Jaramillo, Decreased Bacterial Adherence and Biofilm Growth on Surfaces Coated with a Solution of Benzalkonium Chloride, JOE, Volume 38, Number 6, June 2012
4. Frederic Bukiet, Wetting Properties and Critical Micellar Concentration of Benzalkonium Chloride Mixed in Sodium Hypochlorite , JOE, Volume 38, Number 11, November 2012
5. Lei-Meng Jiang, The Influence of the Ultrasonic Intensity on the Cleaning, Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation, JOE , Volume 37, Number 5, May 2011
6. Maira Prado, Scanning Electron Microscopic Investigation of the Effectiveness of Phosphoric Acid in Smear Layer Removal When Compared with EDTA and Citric Acid, JOE, Volume 37, Number 2, February 2011
7. Kai Zhang, Effects of Different Exposure Times and Concentrations of Sodium Hypochlorite/Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Structural

Integrity of Mineralized Dentin, JOE, Volume 36, Number 1, January 2010

8. David Uroz-Torres, Effectiveness of the EndoActivator System in Removing the Smear Layer after Root Canal Instrumentation, JOE , Volume 36, Number 2, February 2010
9. Isabel Mello, Influence of Final Rinse Technique on Ability of Ethylenediaminetetraacetic Acid of Removing Smear Layer, JOE, Volume 36, Number 3, March 2010
10. Hong-Guan Kuah, The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer, JOE, Volume 35, Number 3, March 2009
11. Sedigheh Khedmat, Comparison of the Efficacy of Three Chelating Agents in Smear Layer Removal, JOE, Volume 34, Number 5, May 2008
12. Alves Soares, Influence of sodium hypochlorite-based irrigants on the susceptibility of intracanal microbiota to biomechanical preparation, Brazilia Dental Journal. vol.17 no.4 2006
13. Juárez, R.P, Complicaciones ocasionadas por la infiltración accidental con una solución de hipoclorito de sodio, Revista ADM sep.-oct. 2001; 63(5):173-176.
14. Buck R, In vitro disinfection of dentinal tubules by various endodonyics irrigants. JOE, Volume 25, Number 4, jun 1999
15. Ingle JI, Endodoncia 1996. Mexico. MacGraw&endash; Hill Interamericana

16. Jaquez Bairan Edna, Una Visión Actualizada del Uso del Hipoclorito. El Odontólogo Invitado. Nov 2001 Pag. 1-7
17. Cohen S, Pathways of the pulp, 1998, Missouri, Mosby
18. Goldman M, The efficacy of several endodontic irrigating solutions: A scanning electron microscopic study, JOE, 11, 1982
19. Gutierrez JH, 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
20. Baker NA, Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solution. JOE, 1975; 1:127-31
21. Harrison JW, The effect of dilution and organic matter on the antibacterial property of 5.25% sodium hypochlorite, JOE 1981; 7:128
22. Basrani E, Endodoncia integrada, 1999. Columbia, Actualidades Medico Odontologicas Latinoamericanas.
23. Gambarini G, Quematical stability of heated sodium hypochlorite endodontic irrigant. JOE, 1998; 24:432-4
24. Di Lenarda R, Caderano M, Sbaizero O. Effectiveness of 1 mol L ‐1 citric acid and 15% edta irrigation on the smear layer removal. Int Endod J 2000; 33:46-52.
25. Luis E. Chavez, The Effects of Antimicrobials on Endodontic Biofilm Bacteria, JOE, JUNIO, 2011

26. Abbott PV, Heijkoop PS, Cardaci WR, Hume WR, Heithersay GS. An SEM study of the effects of different irrigation sequences and ultrasonics. *Int Endod J* 1991; 24:308-16.
27. Burns DR, Hugh DB, Moon PC. Comparison of the retention of endodontic posts after preparation with EDTA. *J Prost Dent* 1993; 69: 262- 66.
28. Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 1985 ; 18:35-40.
29. 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.
30. Cameron JA. The synergistic relationship between ultrasound and sodium hipochlorite: a scanning electron microscope evaluation. *J Endodon* 1987; 13:541-44.
31. Ciucchi B, Khettabi M, Holz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 1989; 22: 21-28.
32. Cury JA, Bragotto C, Valdrighi L. The demineralizing efficiency of EDTA solutions on dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981; 52:446-8.

33. Drobotij E, Grower M, Petters D, Lorton L, Bernier W. Comparison of the flushing effectiveness of four different types of needles after root canal preparation. *J Endodon* 1980; 6: 870-5.
34. Fraser JG. Chelating agents: their softening effect on root canal dentin. *Oral Surg* 1974; 37:803-11.
35. Gambarini G. Shaping and cleaning the root canal system: a scanning electron microscopic evaluation of a new instrumentation and irrigation technique. *J Endodon* 1999; 25:800-3.
36. Garberoglio R, Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78:359-67.
37. Goldberg F, Massone JE, Spielberg C. Effect of irrigation solutions on the filling of lateral root canals. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2:65-6.
38. Goldman M, Kronman J, Goldman N, Klausen H, Grady J. New Method of irrigation during endodontic treatment. *J Endodon* 1976; 2:257-260.
39. 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.
40. Heling I, Iraní E, Karni S, Steinberg D. In vitro antimicrobial effect of RC-Prep within dentinal tubules. *J Endodon* 1999; 25: 782-5.

41. Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hoshino E. Bacterial eradication from root canal dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. *Int Endod J* 1998; 31:242-250.
42. Lalh MS, Titley KC, Torneck CD, Friedman S. Scanning electron microscopic study of the interface of glass ionomer cement sealers and conditioned bovine dentin. *J Endodon* 1999; 25(11):743-6.
43. Lumley PJ. Cleaning efficacy of two apical preparation regimens following shaping with hand files of greater taper. *Int Endod J* 2000; 33:262-5.
44. 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.
45. Ngeow WC, Thong L. Gaining access through a calcified pulp chamber: a clinical challenge. *Int Endod J* 1998; 31: 367-71.
46. Östby N. Chelation in root canal therapy. Ethylenediamine tetra-acetic acid for cleansing and widening of root canals. *Odont T* 1957; 65:3-11.
47. Östby N. Introduction to endodontics. Oslo-Bergen-Tromsø. Scandinavian University Books. 1971:34-5.

48. Ove P, Barbakow F. Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: a scanning electron microscopic study. *J Endodon* 2000; 26:6-10.
49. Segura JJ, Calvo JR, Guerrero J.M, Jimenez A, Sam Pedro C, Llamas R. The disodium salt of EDTA inhibits the binding of vasoactive intestinal peptide to macrophage membranes: Endodontic implications. *J Endodon* 1996; 22:337-40.
50. Wayman BE, Kopp WM, Pinero GJ, Lazzari EP. Citric and lactic acids as root canals irrigants in vitro. *J Endodon* 1979; 5:258-65.