



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

IMPORTANCIA DEL PROTOCOLO DE IRRIGACIÓN EN
ENDODONCIA.

**TRABAJO TERMINAL ESCRITO DEL DIPLOMADO DE
ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

NOEMI MONSERRAT MAR MARTÍNEZ.

TUTOR: Esp. MARÍA DEL ROSARIO LAZO GARCÍA.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México por ser una excelente institución académica que me ha brindado la oportunidad de aprender de sus grandes profesores y dentro de sus excelentes instalaciones.

A la facultad de odontología por mi formación durante esta etapa tan importante de mi vida.

A la Doctora María Del Rosario Lazo García por su apoyo y guía en este trabajo, por su gran paciencia, sus enseñanzas y sobre todo su extrema confianza.

A mi familia por todo su apoyo incondicional por confiar en mí por alentarme en los momentos difíciles a seguir adelante a pesar de las circunstancias.

A Omar por el apoyo incondicional que siempre me has mostrado en estos 5 años

A amigos y compañeros que en algún momento de mi camino estuvieron para alentarme.

A Sergio Ramírez Santiago por apoyarnos a pesar de no tener obligación alguna parte del que este hoy aquí es gracias a ti.



DEDICATORIAS

Dedico esta tesina a Rox, gracias por ser una mujer maravillosa que me dio la vida por impulsarme por soportarme sé que no ha sido fácil el camino y esto es el comienzo de grandes cosas. Pase lo que pase todo estará bien porque somos un Tripode siempre juntos siempre unidos.

A mi hermano Pequeño ciclón que te puedo decir no tengo manera de decir lo que eres para mí porque lo eres todo mi orgullo mi fuerza mi esperanza mi impulso mis sueños gracias por tanto que me has dado y realmente no estaría aquí sin ti esto también es tuyo recuerda apenas es el comienzo de nuestro camino ninja porque es el camino que elegimos juntos siempre juntos a pesar de todo siempre estaré ahí para ti y mamá.

A mi abuelita Cuqui por todas las bases que me diste por siempre apoyarme alentarme quererme mi segunda madre.

A mi padre porque a pesar de la distancia y la ausencia me diste la vida y las bases que también culminaron en este trabajo gracias



ÍNDICE

Introducción	7
Objetivos.....	8
1. Antecedentes históricos	9
2. Marco teórico de referencia.....	11
3. Preparación biomecánica	12
3.1 Preparación.....	13
3.2 Recursos convencionales utilizados en la preparación biomecánica.....	14
4. Irrigación.....	15
4.1 Soluciones irrigadoras.....	16
5. Tipos de Irrigantes	19
5.1 Compuestos halogenados.....	21
5.1.1 Hipoclorito de sodio (NaOCl).....	22
5.2 Detergentes sintéticos.....	28
5.2.1 Detergentes sintéticos en endodoncia.....	28
5.2.2 MTAD.....	29
5.3 Quelantes.....	30
5.3.1 EDTA (Acido etilendiaminotetraacético).....	33
5.4 Clorhexidina.....	39



5.5	Peróxido de hidrógeno.	42
5.6	Solución salina.	44
5.7	Descalificadores.	46
5.7.1	Yodo yoduro de potasio (IKI).	46
6.	Técnicas de irrigación	48
7.	Accidentes asociados al uso de soluciones irrigantes	53
7.1	Accidente por hipoclorito.	53
7.2	Accidente asociado al uso de EDTA.	54
	Accidente asociado a Peróxido de hidrogeno.	56
	Enfisema de tejidos.	56
8.	Asociaciones de irrigantes	58
8.1	Asociación de detergentes con quelantes.....	58
8.2	Asociación del EDTA en vehículo cremoso.	59
8.2.1	RC-PREP.	59
8.2.2	ENDO-PTC.	60
8.2.3	GLYDE file prep	61
	GlyOxide.....	62
9.	Protocolo de Irrigación	63
9.1	Propuestas de protocolos de irrigación.....	63



Conclusiones.....	70
Fuentes de información.....	71
Anexos	76

INTRODUCCIÓN

En endodoncia existen varios factores para lograr el éxito del tratamiento de conductos radiculares, uno de ellos y de suma importancia es la limpieza y conformación del conducto radicular, en la cual la irrigación y aspiración son un elemento fundamental.

Se entiende por irrigación el lavado del conducto con una o más soluciones antisépticas con las que se elimina el tejido y los productos de la instrumentación, por lo que se deben utilizar irrigantes que eliminen los elementos orgánicos e inorgánicos del conducto radicular.

Una solución irrigadora ideal debe tener capacidad de humectación, poder de limpieza, cualidad antimicrobiana, acción de solvencia y biocompatibilidad.

Las soluciones irrigantes tienen contacto con tejidos vitales, por lo que se requiere de soluciones no tóxicas, no cáusticas¹ a los tejidos periodontales, sin potencial para causar alguna reacción anafiláctica², esto hace evidente la importancia de seleccionar dichos agentes de acuerdo a la situación clínica que se presente.

La remoción de los remanentes de tejido pulpar, microorganismos así como toxinas bacterianas del sistema de conductos, es esencial para el éxito de la terapia endodóntica, y es ampliamente aceptado que la forma para lograrlo se basa en la limpieza y conformación del sistema de conductos radicular, con lo que se impide la acumulación de los mismos en el tercio apical, garantizando la eliminación de dentina contaminada y la permeabilidad del conducto.

Se requiere contar con un protocolo de irrigación adecuado, para posteriormente conocer los diferentes métodos y las distintas soluciones que se emplean para la completa desinfección del conducto radicular.

En el presente trabajo se realiza una revisión bibliográfica de la importancia de la irrigación en el tratamiento de conductos abordando lo siguiente:

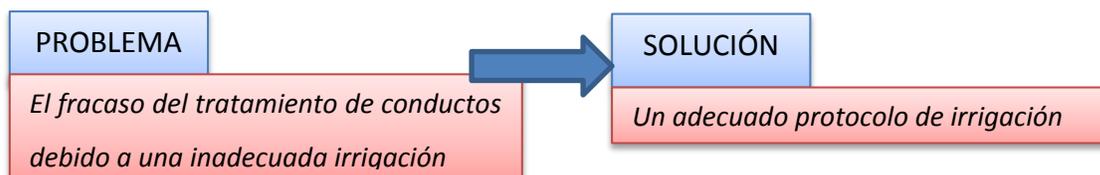


Figura 1. Relación problema-solución del tema de tesis.

¹ En química, se dice que un producto es cáustico cuando quema los tejidos orgánicos.

² Reacción de hipersensibilidad del organismo.



OBJETIVOS

- Definir de acuerdo a la revisión bibliográfica la importancia de un adecuado protocolo de irrigación en endodoncia.
- Conocer las soluciones irrigadoras más utilizadas en endodoncia, sus características, propiedades y mecanismo de acción.
- Identificar combinaciones de irrigantes útiles en la práctica endodóntica.



1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Los irrigantes y otros medicamentos intraconducto son complementos necesarios para mejorar el efecto antimicrobiano de la limpieza mecánica y, por lo tanto, aumentar la eficacia clínica general. Está bien establecido que áreas grandes de las paredes de los conductos ovales y de forma acintada no pueden ser limpiados con métodos mecánicos, lo que significa que los microorganismos presentes en estas áreas no alcanzadas pueden sobrevivir.

La desinfección química es una piedra angular importante para el éxito del tratamiento, puesto que elimina algunas de las bacterias y hongos presentes en los túbulos dentinarios y en las ramificaciones del sistema del conducto radicular (2).

Los términos “preparación mecánica”, “preparación químico-mecánica”, “instrumentación”, “limpieza y forma”, “biomecánica” son utilizados indistintamente en Odontología, a pesar que en la II a. Convención Internacional de Endodoncia realizada en la Universidad de Pennsylvania, Filadelfia, USA en 1953, se estableció como correcto el término *Biomecánica* de los conductos radiculares. El término “biomecánica” es justificado por que este acto operatorio es realizado con principios y exigencias biológicas (2).

Callahan (1894), Grossman (1943,1960), Stewart (1955), Ingle & Zeldow (1958) y Nichols (1962), presentaron las diferentes etapas o secuencia del tratamiento endodóntico que, fundamentalmente, consisten en instrumentación, ampliación del conducto radicular, desinfección y obturación. Para esos autores ninguna etapa es más importante que las demás. Todas están correlacionadas y cualquier descuido en alguna de ellas podrá provocar el fracaso del tratamiento endodóntico.

Autores como Auerbach (1953), Stewart (1955), Vella (1955) consideran la preparación biomecánica como la fase más importante del tratamiento endodóntico. Leonardo (1991), con base en diversas investigaciones científicas, comparte la idea del relevante papel de la preparación biomecánica de los conductos radiculares.



Existe un axioma en endodoncia, cuya afirmación es atribuida a Sachs, citado por Schilder (1982) y Leonardo & Leal (1991) que dice: “Lo más importante en la terapéutica de los conductos radiculares es lo que se retira de su interior y no lo que allí se coloca”. Se han utilizado distintos tipos de irrigantes tanto en medicina como en endodoncia, buscando en esta última una solución que lograra cumplir con los estándares establecidos para la buena desinfección de los conductos radiculares (3).

El primer uso reportado de una sustancia química durante el tratamiento endodóntico fue en 1894, cuando Callahan utilizó ácido sulfúrico, menciona que tenía la capacidad de esterilizar los conductos radiculares.

En 1915, Dakin propone utilizar hipoclorito de sodio al 0.5 % de cloro activo neutralizado con ácido bórico logrando un pH casi neutro para la desinfección de heridas conocida como solución de Darkin (3).

En 1918, Carrel y De Helly, citados por Sollman desarrollaron la técnica de irrigación de los campos operatorios con soluciones cloradas esas soluciones se introdujeron durante la primera guerra mundial, para la limpieza y desinfección de heridas.

En 1936 Blass sugirió el uso de hipoclorito de sodio en endodoncia para desinfección de los conductos radiculares, Walker es quien lo emplea pero es Grossman el que se encargó de difundirlo como irrigante.

En 1941, Grossman y Meiman evaluaron varios agentes químicos utilizados durante la preparación biomecánica de los conductos radiculares y comprobaron que la solución de hipoclorito de sodio al 4-6% (soda clorada doblemente concentrada) fue el disolvente más eficaz del tejido pulpar (3).

Estudios realizados por Marshall, en 1960, mostraron que los antisépticos acuosos penetraban más fácilmente en los túbulos dentinarios que las sustancias no acuosas como la solución de hipoclorito de sodio al 5%, esta penetración aumentaba la permeabilidad dentinaria.



2. MARCO TEÓRICO DE REFERENCIA

Endodoncia es el tratamiento de conductos radiculares, cuyo objetivo es el estudio de la estructura, morfología, fisiología y patología de la pulpa dental.

El tratamiento endodóntico conservador representa un método predecible para conservar un diente que de otro modo habría que extraer. Los resultados del tratamiento endodóntico en un diente con la pulpa viva son mejores que los que se obtienen en un diente necrosado con patosis perirradicular. La diferencia radica en la irritación persistente que causan los restos de tejido necrótico y en la imposibilidad de eliminar los microorganismos y sus subproductos. Los factores que más influyen en este proceso son la anatomía y la morfología dental y los instrumentos e irrigantes disponibles para el tratamiento (4).

El tratamiento endodóntico comprende todos aquellos procedimientos dirigidos a mantener la salud de la pulpa dental o de parte de la misma. Este tejido conjuntivo constituido por células, aferencias nerviosas y vasculares, que ocupa parte de la corona y la raíz o raíces del diente. Entre estos procedimientos se encuentra la preparación biomecánica la cual nos ayuda a preparar un acceso adecuado para posteriormente dar la limpieza y conformación del conducto radicular.

3. PREPARACIÓN BIOMECÁNICA

La preparación biomecánica del conducto radicular consiste en obtener, un acceso directo y franco a las proximidades de la unión cemento-dentina-conducto (límite CDC) en los casos de biopulpectomía y de necropulpectomía, y al foramen apical, en los casos de necropulpectomía, seguido de la preparación del conducto dentinario. Esa preparación se realiza por medio de la limpieza química mecánica, para darle una conformación cónica en sentido ápice/corona, con el propósito de hacer que su obturación sea más fácil y hermética ⁽³⁾.

La palabra “biomecánica” se introdujo en la terminología odontológica durante la segunda Convención Internacional de Endodoncia en la Universidad de Pensilvania, Filadelfia (E.U.A.), en 1953, para designar al conjunto de intervenciones técnicas que permiten preparar la cavidad pulpar para su ulterior obturación. Este término sustituye a los que se usaban hasta entonces como: preparación mecánica, preparación químico mecánica, instrumentación etc.

El éxito de la terapia endodóntica depende, en primer término, de la limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares, y esto se lleva a cabo mediante el procedimiento conocido como Preparación Biomecánica ⁽⁵⁾⁽⁶⁾.

La preparación biomecánica tiene por finalidad ⁽³⁾.

	Finalidad	Importancia
Biopulpectomía	<ul style="list-style-type: none">• Combatir la posible infección de la pulpa en caso de pulpitis irreversible.• Ensanchar y alisar las paredes del conducto dentinario.• Remover restos pulpares, viruta de dentina y barro dentinario, resultantes de la instrumentación del conducto dentinario.	En los casos de biopulpectomía, nunca debemos traumatizar, irritar o destruir el tejido que el conducto cementario contiene, sea química, biológica o mecánicamente, por ser una zona que debe ser preservada por su alta

	Finalidad	Importancia
	<ul style="list-style-type: none">• Dejar el “conducto dentinario” preparado para ser obturado, en la misma sesión de tratamiento.	capacidad de defensa, reparación y mineralización.
Necropulpectomia	<ul style="list-style-type: none">• Neutralizar en el sentido corono/ápice, sin ejercer presión, el contenido séptico tóxico del conducto radicular.• Remover mecánica y químicamente las bacterias, sus productos y subproductos, disminuyendo la microbiota del sistema de conductos radiculares.• Dejar el conducto dentinario en condiciones ideales para recibir una obturación lo más hermética posible.	En los casos de necropulpectomia con excepción de los casos de abscesos dentoalveolares agudos, el tejido del conducto cementario debe ser preservado, durante la neutralización y remoción del contenido séptico tóxico.

Tabla 1. Finalidad e importancia de la Biopulpectomia y Necropulpectomia.

Tabla tomada de L. M.R, Tratamiento de conductos radiculares Principios Técnicos y Biológicos, Brasil: Editorial Médica Panamericana.

3.1 Preparación.

Schilder en 1967 introdujo el concepto de limpieza³, conformación⁴ y resumió así los principios de la preparación:

Producir una forma cónica continua desde la porción apical hasta la corona. La preparación apical debe ser tan pequeña como sea práctico y quedar en su posición espacial original.

Así mismo también es conveniente eliminar una capa uniforme de dentina en todas las dimensiones y zonas del conducto, en la preparación como en la limpieza; la dimensión del conducto, su forma y curvatura, así como las propiedades físicas de los instrumentos

³ Se refiere a la remoción de todo el contenido del sistema de conductos radiculares.

⁴ Se refiere a una cavidad de una forma específica.



que se usan para prepararlo, obstaculizan la posibilidad de lograr una preparación constante, cónica, uniforme.

3.2 Recursos convencionales utilizados en la preparación biomecánica.

La preparación biomecánica convencional se realiza por medio de la instrumentación de los conductos radiculares, complementada con irrigación, aspiración e inundación con soluciones irrigadoras, teniendo la función de limpieza mecánica y de acción antibacteriana en los casos de necropulpectomía y/o la función de limpieza mecánica, aunque citofiláctica⁵, en biopulpectomía⁽³⁾.

Los recursos convencionales para ejecutar la preparación biomecánica son:

- **Medios químicos.**- Representados por el uso de sustancias o soluciones de irrigación.
- **Medios físicos.**- Comprenden los actos de irrigar y simultáneamente aspirar, así como inundar el conducto radicular con la solución de irrigación.
- **Medios mecánicos.**- Representados por la acción de los instrumentos, con los que efectuamos la instrumentación de los conductos radiculares.

Los medios químicos y físicos cooperan con los medios mecánicos, por lo que se concluye que la instrumentación complementada con la irrigación, aspiración e inundación de los conductos radiculares, con sustancias y soluciones de irrigación, constituye clínicamente un proceso único , simultaneo y continuo⁽³⁾.

⁵ Acción protectora ejercida por ciertas soluciones salinas naturales (aguas minerales) o artificiales sobre las células.

4. IRRIGACIÓN

La irrigación del sistema de conductos es el lavado y aspiración de su contenido con rollos de algodón, conos de papel, gasas o aparatos de succión, de todos los restos y sustancias que puedan estar contenidos en la cámara pulpar o dentro de los conductos radiculares (7).

La irrigación es un paso en la terapia endodóntica tan importante como lo son la correcta instrumentación y obturación. La sustancia irrigante escogida debe permitir la neutralización e inactivación de toxinas bacterianas mediante un completo debridamiento y desinfección del espacio del conducto radicular lo cual es fundamental para el éxito del tratamiento (7).

También es importante mencionar la aspiración, la cual consiste en quitar todo el contenido dentro de la cavidad pulpar producto de la instrumentación e irrigación, esto se realiza ya sea con algodón, puntas de papel o algún método de succión, con el fin de ayudar a quitar todos los restos de dentina contaminada, viruta, barrillo dentinario y para nuestro caso el irrigante después de ser utilizado. Si el irrigante no es removido puede causar inflamación en el periapice e irritación debido a la naturaleza toxica de la mayoría de estos (8).

Los objetivos de la irrigación y la aspiración del conducto radicular son (4):

1. Eliminar (por movimientos o disolución, o ambos) los detritos presentes en el interior del conducto radicular, ya sea preexistente (restos pulpares, materiales del medio bucal) o creados como consecuencia de la instrumentación (virutas de dentina). Estos detritus tienden a acumularse en el tercio apical del conducto por la acción de los instrumentos endodónticos hasta obstruirlo, e inclusive pueden ser impulsados hacia la zona periapical, donde ejercerán una acción agresiva, sobre todo si estuvieran contaminados.
2. Reducir la cantidad de bacterias existentes en los conductos radiculares por el acto mecánico del lavado y por la acción antibacteriana de la sustancia utilizada.



3. Facilitar la acción conformadora de los instrumentos endodónticos por mantener las paredes dentinarias hidratadas y ejercer una acción lubricante.

Con la irrigación se busca:

- Limpieza.
- Desinfección.
- Lubricación.

Estos objetivos llevan a escoger soluciones irrigadoras que posean acción antiséptica con poder disolvente de la materia orgánica y capacidad para neutralizar toxinas presentes sin ser agresivas, al menos en forma acentuada, para los tejidos periapicales ⁽⁴⁾.

4.1 Soluciones irrigadoras.

Se utilizan durante el tratamiento de conductos radiculares para eliminar los desechos sueltos, disolver la materia orgánica en el canal radicular y como antimicrobiano, Se ha demostrado que cuando no se utiliza la irrigación durante la instrumentación, hay residuos en un 70% y permanecen en el conducto, en comparación con conductos radiculares que fueron irrigados ⁽⁹⁾.

Se han utilizado diversas soluciones irrigantes en busca del ideal para cada tipo de tratamiento. Hasta hoy en día no existe un irrigante ideal, puesto que ninguna solución es selectiva para los microorganismos e inocua para el tejido periapical ⁽¹⁰⁾.

No existe un irrigante ideal, pero las propiedades deseables en una solución son ⁽²⁾:

Propiedades del irrigante Ideal:

1. Ser germicida y fungicida eficaz.



2. No irritar los tejidos periapicales.
3. Mantenerse estable en solución.
4. Tener un efecto antimicrobiano prolongado.
5. Ser activo en presencia de sangre, suero y derivados proteicos del tejido.
6. Tener una tensión superficial baja.
7. No interferir en la reparación de los tejidos periapicales.
8. No teñir la estructura dental.
9. Poder inactivarse en un medio de cultivo.
10. No inducir una respuesta inmune celular.
11. Poder eliminar completamente el barrillo dentinario y poder desinfectar la dentina subyacente y sus túbulos.
12. No ser antigénico, tóxico ni carcinogénico para los elementos tisulares que rodean al diente.
13. No tener efectos adversos en las propiedades físicas de la dentina expuesta.
14. No tener efectos adversos en la capacidad de sellado de los materiales de obturación.
15. Ser de aplicación práctica.
16. Ser relativamente económico.

Las soluciones irrigadoras tienen las siguientes funciones ⁽³⁾(11).

1. Remoción de detritus.
2. Disolución de tejido: los irrigantes proteolíticos como el hipoclorito de sodio pueden disolver materia orgánica y desbridar eficazmente el sistema de conductos.
3. Lubricación: facilitan el paso sin obstáculos de los instrumentos dentro del conducto.
4. Quelación: sustancias orgánicas que quitan iones metálicos (como calcio) fijándolos químicamente.



5. Acción antibacteriana: ayudan en la remoción de microorganismos patógenos del conducto radicular.
6. Ciertos irrigantes pueden causar acción de blanqueamiento.
7. Solvente de tejido de desecho: disolver o alterar el tejido blando, los restos de tejido duro o ambos, para permitir su retiro donde los instrumentos no pueden llegar.
8. Baja toxicidad: el irrigante no debe provocar reacción en los tejidos periapicales.
9. Baja tensión superficial: esto favorece el flujo hacia zonas inaccesibles. Irrigar con alcohol disminuye la tensión superficial y aumenta la capacidad de penetración, sin embargo, se ignora si esto fomenta el desbridamiento.
10. Eliminación de la capa superficial de desechos: la capa citada es un estrato de desechos micro cristalinos diseminados sobre las paredes del conducto luego de prepararlo. Se sabe que soluciones quelantes y otras descalcificadoras quitan la capa superficial.

5. TIPOS DE IRRIGANTES

Entre las soluciones irrigantes más utilizadas podemos mencionar primeramente el Hipoclorito de Sodio (NaOCl) con diferentes concentraciones de cloro activo. En 1915 (al término de la primera guerra mundial) se empezó a utilizar el Hipoclorito de Sodio al 0.5% para el manejo de las heridas a lo que se le nombró “Solución de Dakin”. Así fue que empezó la aparición de muchas soluciones las cuales contenían cloro. Su importancia radica en que tiene una acción de disolución de tejidos y un gran potencial bactericida, pero tiene la gran desventaja de poseer alta citotoxicidad. Dentro del grupo de soluciones químicamente inactivas podemos mencionar: la solución salina, solución anestésica y el agua. Dentro de las soluciones químicamente activas se encuentran: peróxido de hidrógeno, peróxido de urea y los ácidos (ácido cítrico al 6 o al 50%). Por otra parte tenemos el grupo de los quelantes: (sal disódica de ácido Etilendiamino Tetraacético del 10 al 15% “EDTA”, o en su variante con peróxido de urea, y por último a los agentes microbianos (Clorhexidina al 0.2% o al 2%) (7).

En endodoncia, las soluciones y sustancias más comúnmente indicadas son (3).

Tipo de Irrigante	Irrigante
Compuestos halogenados	<ul style="list-style-type: none">• Solución de hipoclorito de sodio al 0.5% (liquido de Dakin).• Solución de hipoclorito de sodio al 1% +ácido bórico (solución de Milton).• Solución de hipoclorito de sodio al 2.5% (licor de Labarraque).• Solución de hipoclorito de sodio al 4-6.5% (Soda clorada

Tipo de Irrigante	Irrigante
	<p>doblemente concentrada).</p> <ul style="list-style-type: none">• Solución de hipoclorito de sodio al 5,25% (preparación oficial, USP⁶).
Detergentes Sintéticos	<ul style="list-style-type: none">• Duponol C- AL 1% (Alquil-sulfato de sodio).• Zefirol- cloruro de alquildimetil-bencilamonio (Cloruro de Benzalconium).• Dehyquart-A (Cloruro de centrimetilamonio).• Twenn- 80 (Polisorbato 80).
Quelantes	<ul style="list-style-type: none">• Soluciones de ácido etilendiaminotetracético-EDTA.• Largal ultra (agente quelante comercial).• Redta (agente quelante comercial).
Asociaciones	<ul style="list-style-type: none">• RC Prep (ácido etilendiaminotetracético + peróxido de urea + base hidrosoluble y polietilenglicol- Carbowax).• Endo-PTC (peróxido de urea+ Tween 80+ Cabowax).• Glyde File Prep.• MTAD- (asociación de tetraciclina isomérica, ácido cítrico y un detergente- Tween 80).• Smear Clear.

⁶ Los Estándares de Referencia USP son muestras físicas altamente caracterizadas que las industrias farmacéuticas y otras relacionadas usan en sus análisis para ayudar a garantizar la identidad, potencia, calidad y pureza de medicamentos (fármacos, productos biológicos y excipientes), suplementos dietéticos e ingredientes de alimentos.

Tipo de Irrigante	Irrigante
Otras soluciones de irrigación	<ul style="list-style-type: none">• Agua destilada esterilizada.• Agua de hidróxido de calcio -0.14 %.• Peróxido de hidrógeno -10 vol.• Suero fisiológico.• Solución de ácido cítrico.• Solución gluconato de clorhexidina al 2%.

Tabla 2. Soluciones y sustancias más utilizadas en endodoncia.

Tabla tomada de L. M.R, Tratamiento de conductos radiculares Principios Técnicos y Biológicos, Brasil: Editorial Médica Panamericana, 2005.

5.1 Compuestos halogenados.

Son compuestos ya sea sintético o natural, que en su composición participa algún elemento halógeno. Si los halógenos se unen con elementos metálicos, forman sales halogenadas, como por ejemplo, los cloruros, yoduros, fluoruros, y bromuros. También se combinan con el hidrógeno formando ácidos, y con el oxígeno más un elemento metálico ⁽¹²⁾.

Compuesto halogenado más usado en endodoncia.

El cloro es el compuesto halogenado más usado en la endodoncia. En 1915, 1916 y 1917 Dakin y Dunham mencionan que los compuestos de cloro comenzaron a ser ampliamente utilizados en Medicina, Cirugía y también en Odontología, debido al bajo costo de este producto. El cloro es uno de los más potentes germicidas conocidos, ejerce acción antibacteriana en la forma de ácido hipocloroso no disociado ⁽³⁾.



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

Piskin y Türkün, concluyeron que el hipoclorito de sodio al 5% debe almacenarse en vidrio de color ámbar perfectamente sellado y que la pérdida de cloro activo es directamente proporcional al tiempo, independientemente de las condiciones de temperatura (13).

5.1.1 Hipoclorito de sodio (NaOCl).

La solución de hipoclorito de sodio al 0.5% fue usada con eficacia durante la primera guerra mundial para la limpieza de heridas contaminadas y se ha venido usando en el tratamiento endodóntico por muchas décadas, ya que es efectivo contra microorganismos aún aquellos difíciles de erradicar como *Enterococcus*, *Actinomyces* y *Candida* (2).

Químicamente, el hipoclorito de sodio (NaOCl), es una sal formada de la unión de dos compuestos químicos, el ácido hipocloroso y el hidróxido de sodio, que presenta como características principales sus propiedades oxidante (14).

El NaOCl presenta varias propiedades beneficiosas para la terapia endodóntica (2) (3) (15).

PROPIEDADES DE NaOCl
1. Neutraliza parcialmente productos tóxicos; al 5.25% el hipoclorito de sodio ayuda evitando agudizaciones de los procesos periapicales crónicos.
2. Bactericida al entrar en contacto con los restos orgánicos pulpares, libera oxígeno y

PROPIEDADES DE NaOCl

cloro (antisépticos), efectivo contra microorganismos de la microbiota del conducto radicular, como *Enterococcus*, *Actinomyces* y *Candida*.

3. Ph alcalino la solución de hipoclorito de sodio neutraliza la acidez del medio dejando el ambiente impropio para el desarrollo bacteriano.

4. Acción disolvente de acuerdo con las investigaciones de Grossman y Meiman el hipoclorito de sodio es el disolvente más eficaz para tejido pulpar; una pulpa puede ser disuelta en 20 minutos a 5 horas. La eficacia de la disolución del hipoclorito de sodio se ve influida por la integridad estructural de los componentes del tejido conjuntivo pulpar. Si la pulpa está descompuesta, los restos de tejido se disuelven rápidamente, si está vital y hay poca degradación estructural, el NaOCl necesita más tiempo. 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. Tiene doble acción detergente actúan sobre los ácidos grasos saponificándolos, transformándolos en jabones solubles y de fácil eliminación, disminuyen la tensión superficial de los líquidos. Tiene acción humectante y detergente.

6. No es irritante en las condiciones de uso la solución de hipoclorito de sodio al 2.5% o al 5.25% en uso clínico.

Tabla 3. Propiedades del hipoclorito de sodio.

Tabla tomada de L. M.R, Tratamiento de conductos radiculares Principios Técnicos y Biológicos, Brasil: Editorial Médica Panamericana, 2005.

Estudios recientes que comparan el hipoclorito de sodio a diferentes concentraciones (1%, 2.5% y 5.25%) no encontraron diferencias significativas en la reducción del número de bacterias. El hipoclorito de sodio tiene un amplio espectro de actividad antimicrobiana,



mata rápidamente *bacterias vegetativas, bacterias formadoras de esporas, hongos, protozoos y virus (HIV, HSV1, HSV2), hepatitis A y B y rotavirus.*

En el siguiente cuadro se muestran las distintas concentraciones de hipoclorito de sodio de acuerdo a la situación clínica que se presente (2) (16).

INCICACIÓN EN LAS DIFERENTES CONCENTRACIONES DE HIPOCLORITO DE SODIO	
Solución de Milton (1%)	Biopulpectomía. Necropulpectomía sin lesión periapical.
Soda clorada doblemente concentrada (4-6%)	Dientes despulpados. Necropulpectomía con lesión periapical.
Hipoclorito de sodio al 5.25%	Dientes despulpados. Necropulpectomía con lesión periapical.

Tabla 4. Diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio.

Tabla tomada de S. Cohen y K. Hargreaves, *Vías de la pulpa*, 10° Ed. Editorial Elsevier, 2011.

Factores que afectan las propiedades del hipoclorito de sodio.

Clarkson y Mopule, en 1998 hicieron consideraciones sobre la solución de hipoclorito de sodio, sobre su almacenaje y su manipulación (3).

La temperatura, concentración del hipoclorito de sodio, la luz, el aire, el tiempo y tipo de almacenamiento y el grado de pureza afectan la eficacia de la solución (15).



1. Efecto de la temperatura.

Al aplicar calor a una solución se aumenta la energía cinética de las moléculas, las cuales contactarán más rápido y producirán la desintegración de las superficies que contacten en un tiempo menor. El aumento de temperatura tiene 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 ⁽¹⁷⁾.

Cunningham y cols demostraron que el NaOCl a 5.25% y 2.6% eran igual de eficaces a temperatura de 37°C., sin embargo, a temperatura ambiente (21°C), la solución a 2.6% resulta 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 ^{(18) (19)}.

Se ha comprobado que al aumentar la temperatura se mejora el desbridamiento, las propiedades bactericidas, disolutorias y que este aumento no afecta la estabilidad química de la solución, aunque se recomienda precaución porque se desconoce el daño que puede causar a los tejidos periapicales ⁽¹⁷⁾.

2. Dilución.

Algunos clínicos diluyen el NaOCl al 5.25% para reducir el olor o reducir el potencial de toxicidad a los tejidos perirradiculares. La dilución de NaOCl al 5.25% disminuye significativamente la propiedad antimicrobiana, la propiedad de disolución de tejido y desbridamiento del sistema de conductos ⁽²⁰⁾.

3. Grado de pureza.

El hipoclorito de sodio de acuerdo a su pureza química de extracción se clasifica 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 ⁽²¹⁾.

4. Aire, luz, tiempo y tipo de almacenamiento

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 ⁽¹⁷⁾.

Todas las soluciones muestran degradación con el tiempo y 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 ⁽²²⁾.

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 ⁽¹⁷⁾.

La estabilidad de soluciones de hipoclorito de sodio se reduce por la disminución del pH, en presencia de iones metálicos, por exposición a la luz durante la apertura de los recipientes, por aumento de temperatura y el aumento de la concentración, para asegurar la estabilidad (vida útil), todas las soluciones de hipoclorito de sodio, deberán estar acondicionadas en recipientes a prueba de luz (vidrio ámbar) y en un lugar fresco ⁽³⁾.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características del Hipoclorito de sodio mencionando su mecanismo de acción (1) (23) (24).

IRRIGANTE	CARACTERISTICAS	MECANISMO DE ACCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
HIPOCLORITO SÓDICO (NaOCl)	<p>El NaOCl es la solución irrigante más utilizada. Excelente antibacteriano, capaz de disolver tejido necrótico, tejido pulpar vital y componentes orgánicos de dentina y biopelículas.</p> <div style="text-align: center;">  </div>	<p>a) Saponificación, actúa como un solvente orgánico que degrada los ácidos grasos hacia sales ácidas grasosas (jabón) y glicerol (alcohol), reduce la tensión superficial de la solución remanente.</p> <p>b) Neutralización, el hipoclorito de sodio neutraliza aminoácidos formando agua y sal.</p> <p>c) Cloraminación. La reacción entre el cloro y el grupo amino forma cloraminas que interfieren en el metabolismo celular. El cloro posee una acción antimicrobiana inhibiendo enzimas esenciales de las bacterias por medio de oxidación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Disolución tisular. • Lubricación. • Acción antimicrobiana y de blanqueamiento. • Económico y fácilmente disponible. 	<ul style="list-style-type: none"> • Causa daño celular leve a severo y toxicidad si se traspasa del ápice. La severidad depende de la concentración y el volumen. • Tiene alta tensión superficial que disminuye su capacidad de humectación a la dentina. • Es cáustica y puede causar inflamación del tejido gingival. Hay reportes de casos donde el NaOCl causó una quemadura severa extrabucalmente debido a su filtración por un dique de goma colocado defectuosamente. • Tiene un olor y gusto desagradable, y sus vapores pueden irritar los ojos. • Tiende a corroer el instrumental. • Puede blanquear la ropa si es derramado. • Puede causar edema faríngeo y quemaduras esofágicas si es tragado.

Tabla 5. Hipoclorito de sodio mecanismo de acción, ventajas y desventajas.



5.2 Detergentes sintéticos.

Son sustancias químicas similares al jabón, que bajan la tensión superficial de los líquidos, con lo que aligera la limpieza al penetran en todas las concavidades y anfractuosidades, se combinan con los residuos y los atraen hacia la superficie, o los mantienen en suspensión. La palabra detergente viene del latín detegere, que significa lavar.

Los detergentes pertenecen a la categoría de tensos activos también denominados surfactantes. Son sustancias que actúan en los procesos de: lubricación, humectación (riego), formación de espuma, emulsificación, dispersión, solubilización, además de que reducen la tensión superficial de los sustratos (3).

5.2.1 Detergentes sintéticos en endodoncia.

Por su baja tensión superficial, los detergentes penetran profundamente en los túbulos dentinarios, conductos laterales, colaterales, secundarios y accesorios, humedeciendo las paredes del conducto radicular, los restos orgánicos, virutas de dentina y bacterias que se encuentran en su interior, manteniéndolas en suspensión (3).

Para que ese proceso tenga lugar son necesarios los siguientes fenómenos de superficie que nos son proporcionados por los detergentes (3).

- Acción Humectante: mejora el poder humectante del agua, las moléculas o los iones permanecen alrededor del residuo y penetran en sus intersticios. Al disminuir la adhesión entre aquellos y el sustrato, se producirá como consecuencia, un total humedecimiento del mismo por la solución detergente.
- Acción emulsionante y dispersante remueve el residuo de la superficie y lo mantiene en suspensión estable. Los detergentes no crean por si mismos la dispersión, sin embargo, reducen la energía necesaria para que se forme esa dispersión y una vez formada la estabilizan por medio de dos mecanismos:

1. Reduciendo la tensión interfacial⁷ entre las dos fases.
2. Proporcionándole cargas negativas a las partículas dispersas, como consecuencia de la ionización de las moléculas detergentes situadas en las interfaces. Como los sustratos comunes están cargados negativamente, las partículas del residuo, dispersas (negativas), son repelidas por ellos; esto evita que haya nueva aposición y en consecuencia las partículas se mantienen en dispersión.
 - a. Acción solubilizante; se produce la solubilización no sólo del “residuo” polar (nivel de las interfases) sino también de aquél situado en medio de las micelas del detergente.
 - b. Acción espumante la formación de espuma facilita la separación del residuo y el sustrato, y crea entre ambos una capa aislante de aire. Agitación mecánica es fundamental, porque aumenta la superficie de contacto entre la solución detergente y la impureza. El calor facilita la solubilidad de los detergentes y disminuye al mismo tiempo la viscosidad del residuo graso, haciendo de esta forma que sea más fácil de dispersar.

Actualmente los detergentes más recomendados son los detergentes aniónicos, combinados con otros productos utilizados durante la instrumentación de conductos radiculares como, R. C. Prep, Endo PTC y el MTAD (3).

5.2.2 MTAD.

El MTAD es una mezcla de isómeros de tetraciclina (doxiciclina 3%), un ácido (ácido cítrico 4.25%) y un detergente (polisorbato 0.5%), es una solución ácida con un pH de 2.15 que es capaz de eliminar sustancias inorgánicas (25).

La eficacia del MTAD en la desinfección de la superficie interna y externa de los conductos es resultado de la presencia del efecto antibacterial de la doxiciclina, su capacidad de remover sustancias orgánicas e inorgánicas de la superficie radicular, por la presencia del

⁷ Dos fluidos inmiscibles en contacto no se mezclan y los separa una interfase.



ácido cítrico; y la presencia de un detergente adiciona su capacidad de difundir dentro del conducto y los túbulos dentinarios. La reducción de la tensión superficial por los detergentes ha demostrado que mejora las propiedades ⁽²⁶⁾.

El MTAD elimina gran parte del barrillo dentinario cuando se usa como solución irrigadora intraconducto, quedan algunos restos del componente orgánico del barrillo dentinario esparcidos sobre la superficie de las paredes del conducto radicular. La efectividad del MTAD en la eliminación completa del barrillo dentinario se ve favorecida cuando se emplean concentraciones bajas de hipoclorito de sodio como solución irrigadora intraconducto antes del empleo del MTAD como lavado final. Esta combinación y su secuencia no parecen variar significativamente la estructura de los túbulos ⁽²⁷⁾.

5.3 Quelantes.

Son sustancias que tienen la propiedad de fijar iones metálicos de un determinado complejo molecular. El término quelar deriva del griego khele que significa garra, así como la palabra quilópodo, pata de ciertas especies de crustáceos terminadas en pinza o garra, como la del cangrejo y que sirve para sujetar sus alimentos ^{(3) (28)}.

La quelación es un proceso físico-químico por medio del cual algunos iones metálicos son atrapados sin ser una unión química. Los quelantes presentan en un extremo de sus moléculas radicales libres que se unen a los iones metálicos del complejo molecular en forma entrelazada, fijándolos por unión coordinada. Los compuestos de coordinación resultantes de la unión entre el quelante y el ión metálico reciben el nombre de quelatos. En el quelato, diferentes grupos químicos, al menos dos, presentes en la molécula del agente quelante, establecen enlace coordinado con el ión metálico, quedando éste envuelto por la molécula del quelante que actúa como una pinza. El agente quelante fija al ión metálico y lo separa de la molécula en la que se encuentre. La acción de los agentes



quelantes consiste en robar iones metálicos del complejo molecular al que se encuentren entrelazados, fijándolos por unión coordinada ⁽³⁾ ⁽²⁹⁾.

En el caso de la dentina, los iones de calcio son secuestrados, dejando desprovisto a este tejido haciéndolo más fácil para su desintegración, los quelantes actúan de forma selectiva actúan sobre iones específicos.

Indicaciones del empleo de quelantes en el tratamiento de conductos radiculares.

Las soluciones quelantes están indicadas para la preparación biomecánica de los conductos atresados o calcificados. Son inocuas para los tejidos apicales y periapicales, son recomendados para biopulpectomía como para necropulpectomía, no se indica sólo como solución irrigadora, sino también como auxiliar para ensanchamiento de conductos atascados con dentina, calcificados o ambas cosas ⁽³⁰⁾.

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)

Por lo tanto se han recomendado agentes desmineralizantes como el ácido etilendiaminotetracético y el ácido cítrico ⁽³⁰⁾.

Quelante más usados en endodoncia.

El EDTA es el quelante más usado, de acuerdo con Nikforuk y Sreebny, el pH ideal de las soluciones de EDTA para descalcificación dentinaria, debe ser próximo al neutro o sea 7.5, entre las sales derivadas del EDTA la que presenta PH 7,7 es la trisódica, por ese motivo es la que debe usarse cuando se busca un efecto descalcificante más acentuado. En 1957 Ostby, utilizó la sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético, con alta capacidad de formar compuestos no iónicos y solubles con gran número de iones calcio. La solución sugerida por Ostby, con valor de pH 7.3, tiene la siguiente fórmula ⁽³⁾.



Hidróxido de sodio 5/N.....9,25ml.

Sal disódica de EDTA.....17,0 g.

Agua destilada.....100,0 ml.

En 1959, Hill sugiere adicionar Cetavlon (detergente catiónico-bromuro de ciltirimetil amonio) al EDTA, lo que mejora la tensión superficial y la acción bactericida de ese producto denominado EDTAC⁽³⁾.

La acción del EDTA sobre la dentina se ha comprobado por medio de microscopía con luz polarizada. Fehr y Otsby en 1963 observaron que la magnitud de la desmineralización por EDTA, fue proporcional al tiempo de aplicación. En estudios comparativos con ácido sulfúrico al 50%, los autores mostraron que la aplicación de EDTA sobre dentina durante 5 minutos, desmineralizaba una capa de 20 a 30 micrómetros; y por 48 horas aproximadamente 50 micrómetros. La capa que el agente alcanzó en el estudio, se presentaba bien definida y limitada por una línea regular de demarcación, demostrando que el EDTA tiene auto delimitación⁽³⁾.

En 1965, Weinreb y Meier, al observar la eficacia de las soluciones de EDTA con respecto a su tiempo de aplicación, concluyeron que 5 aplicaciones de 3 minutos cada una, fue más eficaz que una aplicación continuada de 15 minutos consecutivos. Según los mismos autores, la agitación mecánica de los instrumentos, aumenta dos veces y media la eficacia del producto, por eso recomiendan aplicar el quelante por 2 minutos, y a continuación usar un instrumento durante un minuto, repitiendo la operación sucesivamente tantas veces como sea necesario⁽³⁾.

Kotula y Bordacova, en 1970, mostraron in vivo que EDTA a 10% por 30 minutos, reduce la población bacteriana del conducto radicular.

Gutiérrez y Garcia, en 1968 realizaron estudios y demostraron que las paredes dentinarias resultaban más limpias y pulidas si se utilizaban soluciones a base de EDTA.



Fromme y Cols por medio de microscopía electrónica y Goldberg y Abramovich, en 1977 corroboraron la acción de limpieza cuando utilizaban sustancias líquidas a base de EDTA en los conductos radiculares (3).

La sal disódica de EDTA se acepta generalmente como el más eficaz agente quelante, siendo el más usado en la terapia endodóntica.

En 1993, Foster y Cols, evaluaron la difusión del hidróxido de calcio en la dentina radicular de 40 dientes humanos extraídos, en los cuales midieron los valores del pH y la presencia del Ca^{+2} en periodos de 1, 3, 5 y 7 días. Los resultados mostraron que la remoción de la capa de barro dentinario facilitó la penetrabilidad del hidróxido de calcio hacia el interior de la dentina radicular.

Drake y Cols en 1994, se propusieron comprobar, si el barro dentinario (“smear layer”) permitía la colonización de microorganismos. Utilizaron 26 diente caninos humanos extraídos después de contaminarlos con *Streptococcus anginosus*, concluyeron que en el grupo en el que el barro dentinario permaneció, hubo mayor colonización de bacterias, que en el grupo en que había sido removido (3).

5.3.1 EDTA (Acido etilendiaminotetraacético).

La principal propiedad química del EDTA y la que justifica su uso en Odontología, es su capacidad de actuar como agente quelante de iones metálicos.

El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), por la flexibilidad de su molécula y la disposición espacial de sus átomos y grupos químicos, actúa como agente quelante llegando a coordinarse octaédricamente con iones metálicos mediante el establecimiento de seis grupos coordinados, por lo que se dice que es un agente quelante hexadentado.

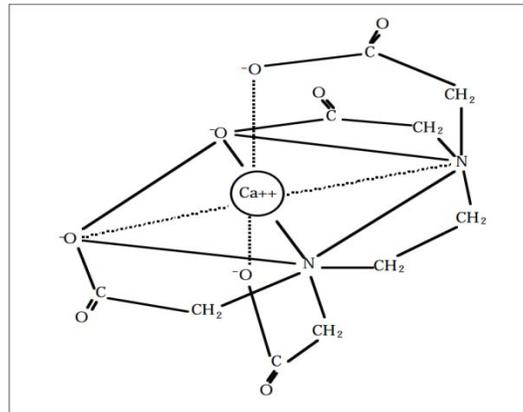


Figura 2. Quelación de un ión metálico por el EDTA mediante coordinación octaédrica.

Imagen tomada de El Acido Etilendiaminotetraacético (EDTA) y su uso en Endodoncia. Segura, J, y otros, y otros. 1997, Endodoncia Volumen15 Número2.

Gracias a su propiedad de quelar iones metálicos, el EDTA en disolución, o sus sales ionizadas, es muy eficaz para eliminar Ca, Mg, Mo, Fe, Cu y Zn, iones que puede sustraer de los compuestos químicos de los que formen parte (28).

La acción quelante del EDTA es utilizada para eliminar trazas de iones metálicos del agua destilada y purificada. Además, el EDTA se emplea como reactivo en los análisis químicos realizados por vía complexométrica⁸ a causa de la estabilidad de los quelatos que forma con numerosos cationes.

La reacción de quelación que lleva a cabo el EDTA sobre iones metálicos que forman parte de moléculas con actividad biológica, conlleva la inactivación de dichas sustancias y la inhibición de su actividad biológica (28).

⁸ se utiliza una sustancia que forma un complejo poco disociado con un determinado elemento, por lo general un ión metálico, para determinar la concentración de dicho ion en una disolución. Es una valoración de tipo volumétrica. Se utiliza un compuesto que produzca un claro cambio de color, para determinar con precisión la finalización de la valoración. El EDTA es uno de los valorantes complexométricos más versátiles, ya que posee seis sitios de potencial unión con cationes, dado que tienes dos grupos amino y cuatro grupos carboxilo, todos con un par de electrones libres. Además, el EDTA se combina con los iones metálicos en una proporción de 1 a 1, sea cual sea la carga del catión (42).



En base a esta acción, el EDTA es utilizado ampliamente en investigación biomédica como inhibidor enzimático, pues es capaz de fijar los iones Co^{++} , Fe^{++} , Cu^{++} ó Zn^{++} situados en los centros activos de diferentes enzimas (metaloenzimas) aboliendo su actividad catalítica, inactivándolas e inhibiendo las reacciones por ellas catalizadas. Por ejemplo, el EDTA inhibe la reacción de hidrólisis secuencial de enlaces peptídicos de proteínas a partir del extremo C-terminal mediada por la carboxipeptidasa A, quelando el ión Zn^{++} que contiene esta enzima en su centro activo.

Igualmente, la quelación de calcio sanguíneo efectuada por el EDTA hace que éste sea utilizado como agente anticoagulante, es conocida la necesidad de la presencia de calcio en el medio para que se produzca la cascada de coagulación, dado que la unión entre los diferentes factores de la coagulación se establece, entre otros, por puentes catiónicos divalentes mediados por el ión Ca^{++} (28).

El EDTA tiene las siguientes propiedades que se muestran el siguiente cuadro (1).

PROPIEDADES DEL EDTA
1.-Elimina la capa de desecho dentinario cuando se utiliza alternamente con NaOCl.
2.- Desmineralización de 20-30 micrones (hasta 50 u) de dentina cuando se usa por 5 minutos.
3.-Acción antimicrobiana contra ciertos microorganismos.
4.- Ausencia relativa de toxicidad que produce solamente un grado moderado de irritación.
5.- Tiene un pH casi neutro de 7.3.

Tabla 6. Propiedades del EDTA.

Tabla tomada de R. Rao, *Endodoncia Avanzada*, Venezuela: Editorial Amolca, 2011.

Los agentes quelantes están disponibles como una solución líquida o una suspensión viscosa. Entre las soluciones líquidas, algunas preparaciones comunes incluyen ⁽¹⁾.

- REDTA: EDTA al 17% +8 mg de cetrimida (para disminuir la tensión superficial).
- EDTAC: EDTA al 15% +0,75 gr de cetavlon.
- EDTAT: EDTA al 17% + Tergentol (lauril eter sulfato de sodio).
- EGTA: ácido etilen glicol-bis (aminoetil éter) N,N,N',N'tetraacético (unión más específica del Ca).
- Salvizol: aminoquinaldino-diacetato al 5% + propilenglicol.
- Decal: oxiacetato de amonio al 4.6%+ cetrimida.
- Tublicid Plus, Largal ultra.
- CDTA: ácido ciclohexano 1,2 diamino tetraacético al 1%.
- DTPA: ácido pentaacético de dietilenetriamina.
- Solvidont: acetato de bis-dequalinio.

Cuadro comparativo acerca de los diferentes tipos de EDTA que hay en el mercado mencionando su acción y características ⁽³⁾ ⁽³¹⁾.

PRODUCTO	CONTENIDO	ACCIÓN	CARACTERÍSTICAS
EDTA	Sal disódica del ácido Etilendiaminotetra acético.	Remueve el tejido inorgánico y el barrillo dentinario contenido dentro del conducto radicular.	<ul style="list-style-type: none"> • Poco tóxico. • Irritante leve. • pH de 7.3.
EDTAC	Sal disódica de Ácido etilendiaminotetra acético 17% con cetavlon 8.84gr, 5N	Acción antibacteriana gracias al cetavlon. Tiene la capacidad de reducir la tensión superficial por tanto hay mayor capacidad de	<ul style="list-style-type: none"> • pH de 7.3 a 7.4. • Cuando se usa NaOCI tiene mayor efectividad.

PRODUCTO	CONTENIDO	ACCIÓN	CARACTERÍSTICAS
	hidróxido sódico, 100ml de agua destilada.	penetración. Eliminación de la capa de desecho.	
GLY OXIDE	Peróxido de urea al 10% y EDTA.	Base de glicerol que lo hace permeable por efecto lubricante. Hidrosoluble por lo que hace más fácil el desprendimiento de la película cremosa que deja el glicerol.	<ul style="list-style-type: none">• Conocido como peróxido de carbamida.• La principal indicación es para la preparación de conductos estrechos y curvos en los que se puede aprovechar el efecto lubricante del glicerol.

Tabla 7. Tipos de EDTA.

Tabla tomada de L. M.R, *Tratamiento de conductos radiculares Principios Técnicos y Biológicos*, Brasil: Editorial Médica Panamericana, 2005.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características del EDTA mencionando su mecanismo de acción ventajas y desventajas ⁽³²⁾.

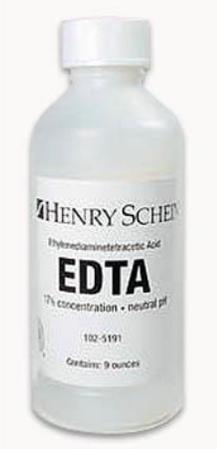
IRRIGANTE	CARACTERISTICAS	MECANISMO DE ACCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
EDTA (ACIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO)	<p>El EDTA fue mencionado y descrito en 1953 por Niniforuk cuando observó que el calcio era altamente quelante con un pH por encima de 6 y su nivel más alto de quelación fue con pH de 7.5. Posteriormente en 1957 Ostby lo describió como un material quelante en la terapia endodóntica, puesto que observó que era disolvente de dentina en cualquier clase de conductos.</p>	<p>Reacciona con los iones de Ca⁺⁺ presentes en los cristales de hidroxiapatita de la dentina produciendo un quelato metálico. Reblandece la dentina, particularmente la peri tubular. Remueve barro dentinario, aumenta la permeabilidad de la dentina genera efectiva desinfección de los conductos. El grado de desmineralización del EDTA es proporcional al tiempo de aplicación, teniendo una acción auto limitante. Acción desmineralizante es afectada por el pH disminuye la tasa de desmineralización también decrece limitando, la cantidad de dentina disuelta.</p> <p>Al combinar EDTA con irrigación con Hipoclorito de Sodio dentro de los conductos, se aumenta la remoción de barro dentinario que cuando se emplea EDTA solo, pero la combinación de ambos es muy citotóxica. El EDTA no es bactericida por sí solo, pero por su acción quelante se combina cationes asociados a la pared celular bacteriana causando sensibilidad de los microorganismos a una gran variedad de soluciones desinfectantes y antibióticos de uso intraconducto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elimina la capa de barro dentinario que el hipoclorito de sodio no remueve, por lo que colabora con la limpieza y desinfección de la pared dentinaria y además mejora la penetración del cemento de obturación. • Actúa como lubricante facilitando la entrada de los instrumentos en los conductos. • Al aumentar el diámetro de los túbulos dentinarios, facilita la acción germicida de la solución irrigadora. • Permite abordar conductos curvos y calcificados. 	<ul style="list-style-type: none"> • El uso de agentes quelantes se da cuando es utilizado en combinación con lubricantes grasos que dejan una película difícil de remover y que afectará el sellado de la obturación del conducto radicular. <div style="text-align: center;">  </div>

Tabla 8. Características generales del EDTA.



5.4 Clorhexidina.

Desarrollada a finales de 1940 en el laboratorio de investigación de química, Industries Imperial, inicialmente como una sustancia para obtener antivirales. La Clorhexidina es una base fuerte y más estable en la forma de sus sales originales que son acetato y clorhidrato las cuales son poco solubles en agua ⁽³⁾ ⁽¹⁴⁾.

Se utilizó por primera vez en Gran Bretaña en 1954, como antiséptico en heridas de piel, y en Odontología en 1959, en forma de enjuagues de Gluconato de Clorhexidina. Su uso fue en concentraciones al 0.2% y 0.1%. Se utiliza en el control de enfermedades bucales para reducir la cantidad de *Estreptococos* del grupo mutans ⁽³⁾.

La Clorhexidina es un fármaco antiséptico derivado del clorofenilbiguanido (bisbiguanida), de carga positiva catiónica, posee un amplio espectro de acción sobre varios microorganismos. Por su mecanismo de acción se une a moléculas de carga negativa, impidiendo el transporte de sustancias ⁽³³⁾.

Es altamente destructivo contra *Estreptococos sp*, *Estafilococos sp*, *Cándida albicans*, *Escherichia coli*, *Salmonellas sp* y bacterias anaeróbicas. Por otro lado cepas de *Proteus*, *Pseudomonas*, *Klebsiella* y cocos gram-negativos muestran baja susceptibilidad a Clorhexidina. En tejidos duros adamantinos, se une a iones de hidroxapatita del esmalte. La clorhexidina desequilibra y penetra la membrana de la célula bacteriana, precipita el citoplasma e interfiere con la función de la membrana, inhibiendo la utilización de oxígeno, lo que ocasiona disminución de los niveles de (Trifosfato de Adenosina) ATP y muerte celular ⁽³³⁾.

Posee "sustantividad" propiedad que le permite unirse a la hidroxapatita del esmalte, a la película adquirida, y a las proteínas salivales donde se va liberando gradualmente durante 12 a 24 hrs impidiendo la colonización bacteriana. A bajas concentraciones, tiene efecto bacteriostático, y a altas concentraciones es bactericida.



Estudios clínicos han demostrado que no hay un aumento significativo de la resistencia bacteriana ni desarrollo de infecciones oportunistas durante el tratamiento a largo plazo con Clorhexidina la cual tiene las siguientes propiedades ⁽³³⁾.

PROPIEDADES DE LA CLORHEXIDINA
1.-Efecto bactericida y bacteriostático.
2.-Actividad antimicrobial residual amplia, después del lavado y secado de los conductos.
3.-Concentración más usadas 0.12%.
4.-No es cáustico.
5.-Bajo poder de disolución de tejidos orgánicos.
6.-Actividad antimicrobiana alta y que sigue actuando 48 a 72 horas después de ser extraída del conducto radicular.
7.-pH superior a 3.5.

Tabla 9. Propiedades de la clorhexidina.

Tabla tomada de N. Choquehuanca, La clorexfordina. [En línea]. Disponible: <http://es.scribd.com/doc/51941332/LA-CLOREXIDINA#scribd>.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de las características de la clorhexidina, sus características, mecanismo de acción, ventajas y desventajas ⁽³³⁾.

IRRIGANTE	CARACTERISTICAS	MECANISMO DE ACCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Gluconato de clorhexidina (CHX)	<p>Antimicrobiano de amplio espectro, agonista activo frente a bacterias grampositivas, gramnegativas, y levaduras. Por su naturaleza catiónica, puede unirse electrostáticamente a superficies bacterianas de carga negativa, dañando las capas externas de la pared celular haciéndola permeable.</p>	<p>Desestabiliza y penetra la membrana de la célula bacteriana. Precipita el citoplasma e interfiere con la función de la membrana, inhibiendo la utilización de oxígeno, lo que ocasiona disminución de los niveles de ATP y muerte celular. En las bacterias Gram-negativas, afecta la membrana exterior permitiendo la liberación de enzimas periplasmáticas. La membrana interna de estos microorganismos no es destruida, pero sí impide la absorción de pequeñas moléculas. A baja concentración, tiene efecto bacteriostático a altas concentraciones es bactericida.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bactericida y bacteriostático. • Amplio espectro. • Sustantividad. • Baja tensión superficial. • Lubricante. • Antimicrobiano. • No tiene olor desagradable. • No es caustica. • Actividad residual después de la instrumentación. • Fácil almacenamiento y manipulación. • Baja toxicidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas extrínsecas de los dientes. • Lesiones dolorosas, descamativas en la mucosa oral asociada con sensación de ardor especialmente si se combina con alcohol. • Deterioro del gusto. • Raras ocasiones, hinchazón de glándula parótida por obstrucción del conducto parotídeo. <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  </div>

Tabla 10. Características generales de la clorhexidina.



5.5 Peróxido de hidrógeno.

Ácido débil, en Endodoncia es usado al 3% por sus propiedades desinfectantes y acción efervescente. La liberación de oxígeno destruye microorganismos anaerobios estrictos y el burbujeo cuando entra en contacto con los tejidos y ciertas sustancias químicas, expulsa restos tisulares fuera del conducto ⁽³⁰⁾.

Grupo químico: Oxidante.

Sinónimos: agua oxigenada, dióxido de hidrógeno, hidroperóxido.

Fórmula química: H_2O_2 .

Propiedades físico-químicas: Líquido incoloro estable. Se comercializa como solución acuosa a concentraciones entre 3 y 90%. El contenido en H_2O_2 de dichas soluciones puede expresarse en porcentaje o en volúmenes. La expresión en volumen se refiere al contenido en oxígeno y se define como el número de veces que un determinado volumen de H_2O_2 lo contiene.

Soluble en agua y en éter; insoluble en éter de petróleo.

Se recomienda su empleo en dientes que se dejaron abiertos para poder facilitar el drenaje, ya que la efervescencia que se produce ayuda a la eliminación de restos pulpares como alimenticios. El peróxido de hidrógeno nunca debe dejarse en el conducto produce microenfisemas periapicales y periodontitis grave, debido a la efervescencia que es constante ⁽³⁰⁾.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características del peróxido de hidrógeno ⁽⁴⁾.

IRRIGANTE	CARACTERÍSTICAS	MECANISMO DE ACCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
PERÓXIDO DE HIDROGENO	<p>Potente agente oxidante. Utilizado para eliminar restos de sangre y favorecer la hemostasia durante la eliminación de pulpa cameral y su poder antiséptico.</p>	<p>Oxidación de grupos sulfhidrilo y dobles enlaces de enzimas bacterianas, provoca modificación conformacional de las proteínas que forman dichas enzimas, con la pérdida de su función, y por tanto, muerte celular. En virus desnaturalización proteínas de la cápside, posteriormente actúa sobre el material genético del virus. En esporas su poder oxidante desorganiza el ácido dipicolínico, que es la molécula que da la capacidad de resistencia.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Elimina restos de sangre y favorece la hemostasia. • Poder antiséptico. • Ayuda a controlar la contaminación del tejido pulpar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular la jeringa sin aplicar excesiva presión ya que por ser una solución precipitante podría causar enfisema (proyección de aire a tejidos blandos). <div style="text-align: right;">  </div>

Tabla 11. Características generales del Peróxido de Hidrogeno.



5.6 Solución salina.

Salino 0.9 % (Suero Fisiológico).

La solución salina al 0.9 % también denominada suero fisiológico, es la sustancia cristaloides estándar, es levemente hipertónica respecto al líquido extracelular y tiene un pH ácido. La relación de concentración de sodio (Na⁺) y cloro (Cl) es 1/1 en el suero fisiológico, es favorable para el sodio respecto al cloro (3/2) en el líquido extracelular (Na⁺ > Cl). Contiene 9 gramos de ClNa o 154 mEq de Cl y 154 mEq de Na⁺ en 1 litro de H₂O, con osmolaridad de 308 mOsm/L⁽³⁴⁾.

Esta indicado en biopulpectomía, arrastra detritus producidos por la Instrumentación y humecta las paredes dentinarias. En necropulpectomía, se usa como última solución de lavado para eliminar los cristales del hipoclorito de sodio que pudiesen permanecer en el conducto al final de la instrumentación⁽³⁵⁾.

Es el irrigador más biocompatible, puede utilizarse como único o alternado con otros, como último cuando se desea eliminar el remanente del líquido anterior. Efecto antimicrobiano y disolución de tejido mínima si se compara con peróxido de hidrógeno o con hipoclorito de sodio⁽¹⁵⁾.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de las características de la solución salina.

IRRIGANTE	CARACTERISTICAS	MECANISMO DE ACCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<p style="text-align: center;">SOLUCIÓN SALINA Salino 0.9 % (Suero Fisiológico).</p>	<p>Disolución acuosa de sustancias compatibles con los organismos vivos debido a sus características definidas de osmoticidad, pH y fuerza iónica. Compuesto de agua, electrolitos y a veces, distintas sustancias, como glucosa.</p>	<p>Controla la distribución del agua en el organismo y mantiene el equilibrio de líquidos.</p>	<p>Eliminar saliva, sangre y posibles restos de materiales extraños, principalmente lubrica. Compatibilidad con los tejidos peri apicales.</p>	<p>Efecto antimicrobiano y disolución de tejido mínima.</p> 

Tabla 12. Características de la solución salina.



5.7 Descalcificadores.

Solución de irrigación que ha perdido popularidad debido a su alto grado de toxicidad y acción descalcificante incontrolable. Actúan removiendo las sales minerales de la dentina para ayudar a la preparación del conducto ejemplo: ácido cítrico al 30-50%, HCL AL 30-50%, H₂SO₄ al 50% ácido poliacrílico al 40%⁽¹⁵⁾.

5.7.1 Yodo yoduro de potasio (IKI).

Irrigante antimicrobiano muy eficaz con baja toxicidad al tejido. Estudios in vitro demostraron que el (yodo yoduro de potasio al 2%) IKI penetra a profundidad mayor de 1,000 micrómetros de dentina en 5 minutos. El IKI es un desinfectante eficaz para la dentina infectada y puede destruir las bacterias de la misma en 5 minutos in vitro. Liberan vapores con fuerte efecto antimicrobiano. La solución se puede preparar mezclando 2gr de yoduro en 4gr de yoduro de potasio. Esta mezcla se disuelve en 94 ml de agua destilada. Constituye un irrigante eficaz para remover *Enterococcus fecalis* del conducto radicular⁽¹⁾.

La elección de una solución para irrigar un conducto radicular no debe ser aleatoria sino correspondiente a las acciones particulares de una substancia y las condiciones del conducto radicular en particular y en el momento en que se aplica, en la siguiente tabla comparativa nos muestra las características de los irrigantes más utilizados en endodoncia⁽¹⁴⁾.

Compuesto (concentración recomendada)	Tipo	Acción sobre biofilm endodóntico	Disolución de tejido	Inactivación de endotoxinas	Acción sobre barrillo dentinario	Potencial cáustico	Potencial alergénico
Peróxido de hidrógeno (3%-30%)	Oxigenante	+	-	-	-	DDC	-
Hipoclorito de sodio (1%-5%)	Agente liberador de halógeno	++	+++	+	++ en compuestos orgánicos	DDC	+
Yoduro de potasio (2%-5%)	Agente liberador de halógeno	++	-	NHI	-	-	++
Clorhexidina	Biguanidina	++	-	+	-	DDC	+
Acetato de equalinium	Compuesto de amonio cuaternario	NHI	-	NHI	+	-	++
Ácido etilendiaminotetracético		+	-	-	++ en compuestos inorgánicos	-	-
Ácido cítrico		-	-	-	++ en compuestos inorgánicos	-	-

-: ausente, +: reportado, ++: presente definitivamente, +++: fuerte, DDC: Dependiendo de Concentración, NHI: no hay información

Tabla 13. Tabla comparativa de características de irrigantes acuosos utilizados más frecuentemente en endodoncia.

Tabla tomada de Root Canal Irrigants. Zehnder, Matthias. 2006, The American Association Of Endodontists.

6. TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN

Al efectuar un tratamiento de conductos el contenido pulpar puede ser de distintos tipos, pulpa sana, pulpa inflamada y pulpa necrótica con o sin complicación periapical. Se debe considerar cada una de estas situaciones clínicas para decidir qué técnica de instrumentación e irrigación se empleará ⁽¹⁰⁾. La frecuencia y el volumen del agente irrigante son factores importantes en la remoción del tejido desbridado, la frecuencia de irrigación debería incrementar con la cercanía a la constricción apical del instrumento durante la preparación. A lo largo de la historia de la endodoncia, se ha tratado de desarrollar sistemas de entrega y agitación del irrigante. Estos sistemas podrían ser divididos en dos categorías: técnicas de agitación manual y sistemas de agitación ayudados por máquinas. El siguiente cuadro nos muestra las diferentes técnicas de irrigación ⁽³⁶⁾.

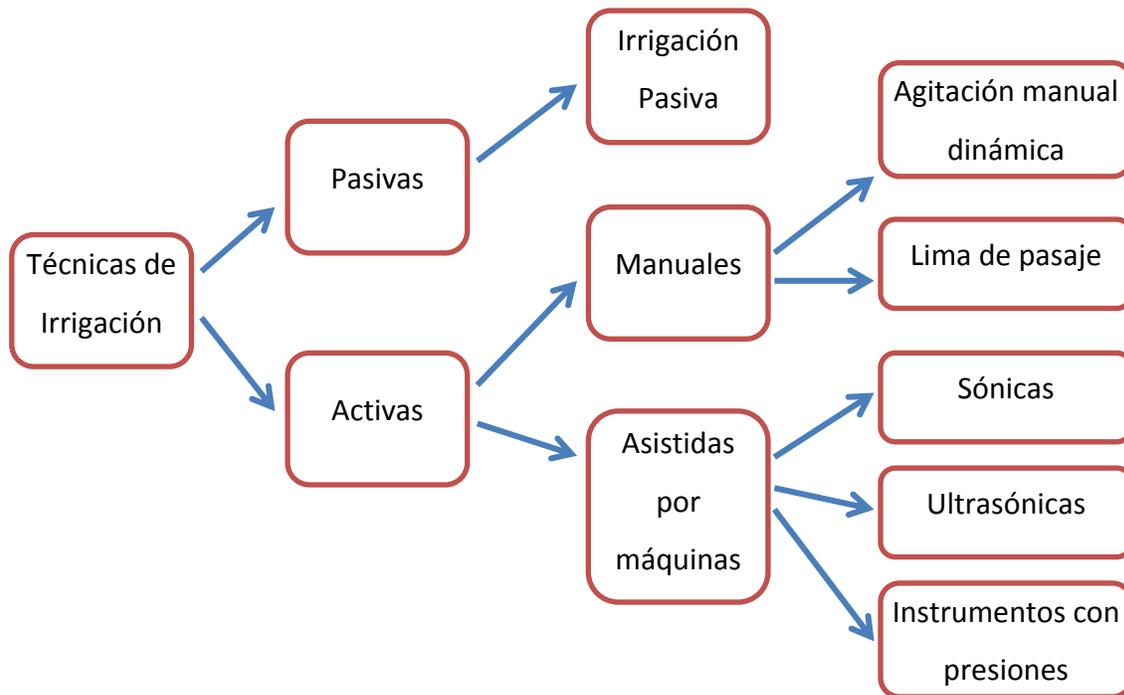


Figura 3. Distintas técnicas de irrigación.

Imagen tomada de Gloria Sierra, Liliana. Universidad de Buenos Aires Facultad de Odontología. Irrigantes y Técnicas de irrigación en endodoncia.

Técnica de irrigación	Función	Ventajas	Desventajas	Material empleado
Irrigación pasiva	<p>Depositar el irrigante en el interior del conducto mediante jeringa con aguja.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor proximidad de la aguja en el tercio apical, mayor volumen de irrigante. 	<ul style="list-style-type: none"> • La acción mecánica creada en los fluidos por la jeringa es débil, la solución solo profundiza 1mm más allá de la punta de la aguja y el irrigante no alcanza el tercio apical. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jeringa de 5,10 ml. • Agujas navitips, Endo- tips.
Agitación manual dinámica	<p>Una vez colocada la solución irrigante, se introduce un cono de gutapercha bien adaptado, se desplaza el cono en el interior del conducto con un movimiento hacia dentro y hacia fuera en un recorrido de 2 a 3 mm.</p> <p>-La agitación del cono produce efecto hidrodinámico que mejora el desplazamiento e intercambio de los irrigantes en el tercio apical Esto ha sido confirmado por (Mc Gill 2008) y (Huang 2008).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El cono de gutapercha bien adaptado al conducto genera diferentes grados de presión intraconducto que reparten mejor el irrigante hacia las zonas que no han sido instrumentadas. • El movimiento hacia adentro y hacia afuera del cono genera turbulencia intraconducto, que por extensión física permite mejor mezcla de los fluidos. • la frecuencia del movimiento de entrada y salida del cono es 100 movimientos en 30 segundos. Método simple, eficiente y de bajo costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • La naturaleza laboriosa del procedimiento activado a mano todavía su uso en la práctica rutinaria clínica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cono de gutapercha bien adaptado

Técnica de irrigación	Función	Ventajas	Desventajas	Material empleado
<p>Lima de pasaje</p>	<p>Para una acción efectiva el irrigante debe permanecer en contacto con la superficie radicular. Lo que es complicado en tercio apical por la burbuja de vapor formada por la mezcla de amonio y dióxido de carbono, proveniente del contacto del hipoclorito de sodio con el material orgánico del conducto radicular. Se utiliza una lima de bajo calibre (#8 o #10) y flexible que se mueve en forma pasiva, atravesando la constricción apical sin agrandarla. El instrumento se lleva 1mm más allá de la longitud de trabajo, lo que permite una mejor limpieza del tercio apical por la penetración del irrigante en esa zona.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • No produce un aumento de la incidencia, el grado, ni la duración del dolor postendodóntico. • Realizadas con limas #08 o #10, no produce transporte del conducto radicular a nivel apical y/o del foramen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Goldberg y Massone analizaron el transporte apical de incisivos laterales superiores usando limas de pasaje. Mostraron que el 60% de los forámenes apicales fueron transportados y este transporte comenzó con una lima #10. El uso de la lima de pasaje en la clínica es un tema controversial y que necesita mayor investigación para determinar los resultados clínicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limas de bajo calibre #8 o #10

Técnica de irrigación	Función	Ventajas	Desventajas	Material empleado
Sónica	El sistema endo activador utiliza puntas de polímero seguras y no cortantes en una pieza de mano subsónica que agita rápida y enérgicamente las soluciones irrigantes durante el tratamiento endodóntico.	<ul style="list-style-type: none">• La irrigación sónica opera a una frecuencia de 1-6khz, siendo más baja que la ultrasónica.• Genera una mayor amplitud de movimiento hacia atrás y hacia delante de la punta del instrumento la oscilación de la lima es longitudinal.• Las puntas son fuertes, flexibles y no se rompen fácilmente.• Tienen una superficie suave que no corta la dentina.• La vibración de la punta combinada con el movimiento hacia dentro y hacia afuera del conducto radicular produce un fenómeno hidrodinámico.	<ul style="list-style-type: none">• Las puntas de polímero médico (endo activador), son radiolúcidas.• Si se rompe es difícil encontrarla dentro del conducto.• Su acción de limpieza es inferior a la lograda por la irrigación ultrasónica pasiva.	<ul style="list-style-type: none">• Endo activador (DENTSPLY Tulsa Dental Specialties)

Técnica de irrigación	Función	Ventajas	Desventajas	Material empleado
Ultrasonido	<p>El ultrasonido produce alta frecuencia pero baja amplitud.</p> <p>Las limas oscilan entre 25 y 30 KH. Operan en oscilación transversa, creando un patrón de nodos y antinodos en toda su longitud.</p> <p>Las limas ultrasónicas no son cortantes y tienen punta redondeada reduciendo la posibilidad de crear defectos en el interior del conducto</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Potencial para preparar y desbridar mecánicamente los conductos radiculares. • Funcionan por vibración transversa, configurando un patrón característico de nodos y antinodos en su longitud 	<ul style="list-style-type: none"> • Causa una salida mínima, aunque estadísticamente insignificante, de irrigador fuera del ápice cuando suministra irrigador a la cámara pulpar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ultrasonido

Tabla 14. Técnicas de irrigación pasiva y activa.

Imagen tomada de Gloria Sierra, Liliana. Universidad de Buenos Aires Facultad de Odontología. Irrigantes y Técnicas de irrigación en endodoncia.

7. ACCIDENTES ASOCIADOS AL USO DE SOLUCIONES IRRIGANTES

Complicaciones sobre el uso inadecuado de hipoclorito de sodio, debido a su efecto citotóxico puede causar reacciones inflamatorias graves, edema, dolor severo, equimosis, hematomas, necrosis, parestesia y anestesia temporaria. En la mayoría de los casos el proceso ocurre por inyección transforaminal de la solución. La mejor forma de evitar los accidentes es adoptar medidas preventivas, como el uso de dique de goma, identificación de los tubitos anestésicos cuando se llenan con soluciones irrigadoras, colocación de topes de seguridad en limas y agujas de irrigación, aplicación de una aguja libre en el interior del conducto e irrigación lenta, para prevenir secuelas más graves (37).

7.1 Accidente por hipoclorito.

Se refiere a cualquier evento en que el hipoclorito de sodio sale por el ápice del diente y el paciente inmediatamente manifiesta una combinación de los siguientes síntomas (38).

- Dolor severo inmediato, aun estando la zona anestesiada.
- Desarrollo rápido de edema en tejidos blandos vecinos.
- Sangramiento profuso, tanto intersticial como a través del conducto radicular.
- Hematomas y equimosis de piel y mucosas.
- Sabor a cloro e irritación de garganta, en caso de inyección a seno maxilar.
- Anestesia reversible o parestesia.
- Necrosis de tejidos.
- Posible infección secundaria y desarrollo de abscesos.

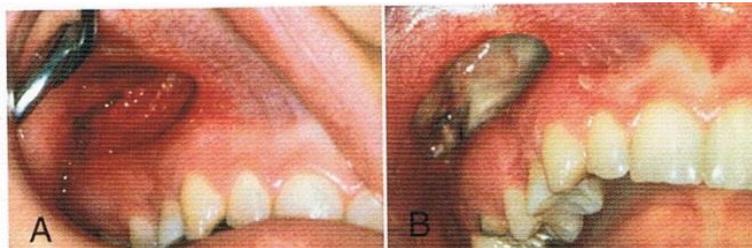


Figura 4. Efecto tóxico del hipoclorito de sodio sobre tejidos periradiculares.

S. Cohen y K. Hargreaves, *Vías de la pulpa*, 10° Ed. Editorial Elsevier, 2011



La extrusión de hipoclorito de sodio a los tejidos periapicales puede ocurrir por inyección forzada de la solución de irrigación, aguja atascada dentro del conducto, irrigación de un diente con foramen apical grande, reabsorción apical, ápice inmaduro o perforación a periodonto ⁽³⁸⁾.

Otras complicaciones son:

- **Lesiones en los ojos** por contacto con hipoclorito de sodio se presenta dolor inmediato, abundante lagrimeo, ardor intenso y eritema, puede presentarse pérdida de las células epitelial de la córnea, se recomienda irrigar el ojo inmediatamente con solución fisiológica y referir al paciente a un oftalmólogo para su evaluación y tratamiento.
- **Lesiones en piel y mucosa bucal:** Labios, mejillas, encías, lengua, garganta, pueden presentar ulceraciones e incluso necrosis por contacto con hipoclorito, esto ocurre por falla en el aislamiento absoluto.
- **Alergia al hipoclorito de sodio** se han reportado casos de alergia al hipoclorito de sodio, que puede ir desde una reacción tardía a una reacción de tipo inmediata (shock anafiláctico), de ahí la importancia de la anamnesis en cuanto a alergias a productos de limpieza domésticos que contengan cloro, y si fuera necesario, referir a especialista para realizar pruebas de sensibilidad.

7.2 Accidente asociado al uso de EDTA.

La literatura médica se refiere al EDTA como un producto no agresivo, su comportamiento biológico depende de la forma en que contacta con los tejidos; cuando se introduce EDTA en el tejido subcutáneo de animales provoca exudado severo y hemorragia, quizá por atraer el Ca necesario para la integridad de la pared de los vasos y para la coagulación. En el tejido periapical, se ha visto que el EDTA es capaz de producir descalcificación del hueso de la zona, lo que remite en pocos días, también altera la respuesta neuro-inmune, aún en bajas concentraciones ⁽³⁸⁾.



Segura Y cols, tomando en consideración la función esencial de los macrófagos en la reacción inflamatoria y respuesta inmune, realizaron un estudio in vitro sobre la inhibición de los mediadores químicos que intervienen en la acción de los macrófagos causada por la extrusión de EDTA al periápice. Concluyeron que la extrusión periapical de EDTA durante el tratamiento del sistema de conductos puede modificar los péptidos intestinales vaso activos (VIP), de la membrana del macrófago e interactuar en la modulación de los mecanismos inflamatorios involucrados en lesiones periapicales. Otros estudios demuestran que la presencia de EDTA en el tejido periapical durante la preparación de los conductos radiculares puede inhibir la función de los macrófagos y por lo tanto reducir la respuesta inflamatoria ⁽³⁸⁾.

El EDTA dentro del conducto no es capaz de inducir necrosis parcial ni total del tejido pulpar remanente.

El EDTA es también ampliamente usado en el campo médico como tratamiento en el caso de intoxicaciones con metales pesados y en aterosclerosis, administrándose por vía intravenosa, en la cual sólo se produce sensación de ardor en el sitio de inyección.

Prevención:

- Uso en concentraciones entre 3 y 17%
- no irrigar a presión y muy profundamente en el conducto, usando jeringas especiales para irrigación endodóntica (Monoject).
- No recargar los tubos de anestesia con solución de EDTA.

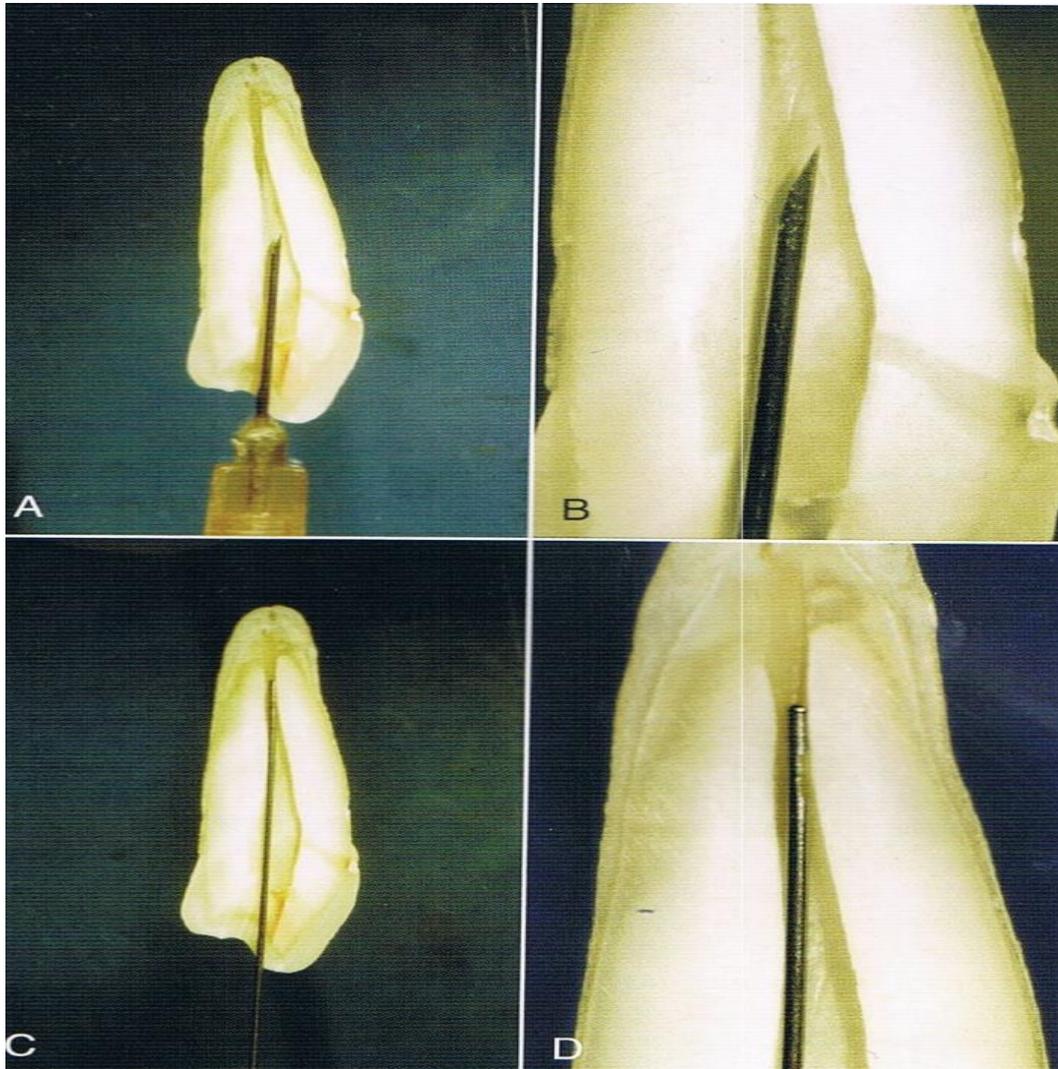


Figura 5. Aguja de irrigación insertadas en conductos radiculares preparados.

Imagen tomada de S. Cohen y K. Hargreaves, *Vías de la pulpa*, 10° Ed. Editorial Elsevier, 2011.

Accidente asociado a Peróxido de hidrogeno.

Enfisema de tejidos.

Complicación odontológica poco común ocasionada por aire a presión que penetra a los tejidos por defectos en su continuidad, quirúrgicos o traumáticos, produciendo abultamiento súbito crepitante a la palpación. Resuelve en una semana sin tratamiento específico por metabolismo y difusión de los gases constitutivos del aire.

El *enfisema de tejidos* o subcutáneo, se define como la presencia anormal de aire a presión, a lo largo o entre los planos faciales. Los planos faciales son áreas limitadas por tejido, que en condiciones no patológicas son sólo espacios potenciales. Estas áreas presentan tejido conjuntivo laxo donde un líquido o un gas a presión pueden crear un espacio real. El enfisema puede presentar complicaciones por la destrucción de tejidos, debido al movimiento de irrigantes/medicamentos del sistema de conductos radiculares hacia los tejidos periapicales o debido a infección secundaria. Cualquier solución de continuidad en piel o mucosa puede permitir el paso de aire en profundidad, esta puede ser de tres formas la primera, laceraciones de la mucosa nasal, segundo, laceraciones de la mucosa bucal, y tercero en apertura de la cámara pulpar ⁽³⁸⁾.



Figura 6. Fotografía de paciente con enfisema subcutáneo

Imagen tomada de <http://es.slideshare.net/jazmintortella/enfisema-22066969>

8. ASOCIACIONES DE IRRIGANTES

Se realizan investigaciones sobre diversas formas de asociación, que puedan reunir las mejores propiedades que las soluciones de irrigación ofrecen.

Esto se justifica, porque no tenemos una sustancia que por si sola, por medio de la preparación biomecánica, pueda ofrecernos, en apenas una única sesión y para obturación inmediata, las mejores condiciones bacteriológicas para el tratamiento del sistema de conductos radiculares (3).

8.1 Asociación de detergentes con quelantes.

Después que Osby, en 1957 introdujo el EDTA en la terapéutica endodóntica, Hill, en 1959, aconsejó el uso de la asociación del EDTA con un detergente catiónico, derivado del amonio cuaternario (Cetavlon(REDTA) Además de aumentar el poder bactericida de la solución, el Cetavlon permitía que el producto se difundiera más acelerado la quelación. McComb y Smith, en 1957, compararon, por microscopia electrónica, la acción de la instrumentación de conductos radiculares complementada con la irrigación con las siguientes soluciones:

- Hipoclorito de sodio en solución al 6%.
- Hipoclorito de sodio en solución al 1%.
- Irrigación alternada de solución de hipoclorito de sodio al 6% y agua oxigenada al 3%.
- RC-Prep (Premier Products).
- REDTA (Producto comercial a base de EDTA).
- Ácido poliacrílico en solución acuosa al 20%.

El producto REDTA produjo la mejor limpieza de las paredes dentinarias, removiendo la capa grasosa superficial (smear layer), sin que se observara ningún resto orgánico después de la instrumentación, complementada con la irrigación con ese producto, que presenta en su formula el “cetavlon”:



- Ácido etilendiaminotetracético disódico.....17ml.
- Bromuro dicetiltrimetilamonio (Cetavlon).....0.84ml.
- Hidróxido de sodio.....9.25ml.
- Agua destilada.....100.0ml.

8.2 Asociación del EDTA en vehículo cremoso.

8.2.1 RC-PREP®.

En 1961, Stewart, introduce el peróxido de urea en una base de glicerina anhidra (Glycoxide), como auxiliar para la preparación biomecánica de los conductos radiculares.

El peróxido de urea al 10% y la aplicación de sal disódica del EDTA en endodoncia asociados a una base estable, proporciona una rápida y completa preparación biomecánica la cual tiene el nombre comercial de RC-Prep.

Comprueban que la mejor y más estable asociación se obtuvo por la trituración del polvo de EDTA en peróxido de urea, homogenizando en base de Carbowax (polietilenoglicol). El carbowax es una sustancia de consistencia cremosa, que sirve como vehículo, es soluble en agua, se licuefacción a temperatura corporal, es resistente estable y actúa en el conducto radicular como lubricante para los instrumentos (3).

- EDTA.....15%.
- Peróxido de urea.....10%.
- Carbowax.....como base.



Figura 7. RC-PREP peróxido de urea en una base de glicerina anhidrida.

Imagen tomada de <http://www.novaendovita.com.br/produto.asp?p=5919>.

8.2.2 ENDO-PTC®.

En 1973, Paiva y Antoniazzi propusieron el uso de una crema, compuesta por la asociación de peróxido de urea, tween 80 (detergente anionico) y carbowax (polietilenoglicol), neutralizado con líquido de Darkin seguido de irrigación Y aspiración final con detergente aniónico (laurildietilenoglicol-eter sulfato de sodio) y furacin (3).



Figura 8. Asociación de peróxido de urea.

Imagen tomada de <http://www.novaendovita.com.br/fotos/978072701Endo%20ptc%20leve.jpg>.

8.2.3 GLYDE file prep ®.

Agente quelante producido por la casa Dentsply/maillifer que contiene EDTA con vehículo de gel, acondicionador de conductos que se adhiere a la lima endodóntica hace que la inserción en el conducto sea más fácil y cómoda. El efecto de efervescencia (cuando reacciona con el hipoclorito de sodio), ayuda a eliminar los restos de pulpa y dentina rápidamente. El resultado es la limpieza de los túbulos dentinarios y de conductos laterales. Está diseñado para ser utilizado conjuntamente en la instrumentación rotatoria y NaOCl. Este acondicionador del conducto radicular consiste en EDTA y peróxido de carbamida en una base soluble de agua. No se encontró diferencia significativa cuando se comparó la eficacia de EDTA al 17% y Glyde file Prep (3).



Figura 9. EDTA con vehículo en gel.

Tomado de <http://dentsply.co.in/products/endodontics/ultrasonics/glyde>.

GlyOxide®.

Introducido por Stewart en 1961, compuesto de EDTA al 15%, más Peróxido de Carbamida (Acción blanqueadora) y una base de glicerol lo que lo hace permeable por su efecto lubricante. (Polietilenglicol-100, Propilenglicol, Pluronic F-127 y Alcohol cetílico). Es hidrosoluble lo que facilita el desprendimiento de la película cremosa que deja el glicerol, disolución de tejidos baja, no tiene acción sobre dentina radicular, por lo que elimina la capa residual; el peróxido de úrea tiene actividad antimicrobiana y luego de ser irrigado con el hipoclorito de sodio desprende oxígeno en forma de burbujas, de este modo produce la eliminación de detritus del conducto radicular (11).

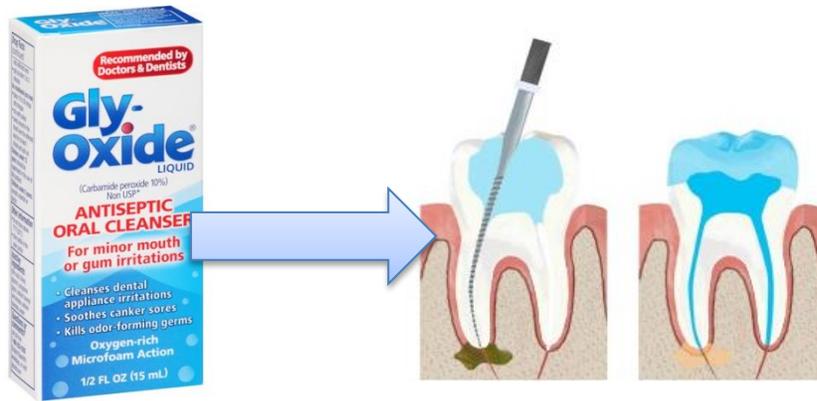


Figura 10. Compuesto de EDTA al 15%, más Peróxido de Carbamida (Acción blanqueadora) y una base de glicerol.

Tomado de <http://prestigebrands.com/products/oral-care/gly-oxide.html>.



9. PROTOCOLO DE IRRIGACIÓN

Protocolo se entiende como el conjunto de reglas que se siguen en la celebración de determinados actos oficiales o formales, y que han sido establecidas por decreto o por costumbre ⁽³⁹⁾.

Es bien conocido que dentro de la terapéutica endodóntica se han establecido pasos de procedimientos o técnicas de irrigación, instrumentación y obturación entre otras. Debido a la existencia de un conjunto de pasos programados se le ha denominado en consecuencia protocolo de irrigación endodóntica ⁽⁴⁰⁾.

El uso de un determinado protocolo de irrigación en endodoncia combinado con la activación de la misma mejora la erradicación de los biofilms intrarradiculares en terapia endodóntica, consiguiendo disminuir la carga bacteriana casi en su totalidad, logrando asepsia del sistema de conductos, aumentando así el porcentaje del éxito a largo plazo de nuestro tratamiento consiguiendo la supervivencia del diente en la boca del paciente por mayor tiempo.

9.1 Propuestas de protocolos de irrigación.

De acuerdo a la bibliografía revisada y las características de las soluciones se han realizado las siguientes propuestas de protocolos de irrigación ⁽¹⁵⁾.

Propuesta 1.

1. La irrigación debe ser tan frecuente e intensa según la proporción de contaminación del conducto radicular. El volumen de la solución es más importante que la concentración de la sustancia.
2. En la fase inicial del tratamiento endodóntico puede rociarse la sustancia irrigadora en la cámara pulpar. En la fase inicial se aconseja usar ultrasonido, que brinda ventajas para que el medio de irrigación fluya hacia el tercio apical mediante limas delgadas.



3. En la instrumentación utilizar NaOCl junto con lubricante que contenga EDTA como RC-Prep.
4. La reserva de líquido en la cámara pulpar debe ser reemplazada frecuentemente.
5. Irrigar el conducto cada vez que se pase a otra lima de diferente calibre.
6. Uso de jeringa con aguja delgada (diámetro 0,4 mm) y penetrar la aguja hasta la región apical y luego retirarla 2 mm. para evitar colocar la inyección en la región apical.
7. Irrigación en forma lenta y con baja presión, aspirando con succionador.
8. Continuar hasta que el líquido que salga del conducto no sea turbio.
9. Irrigar volúmenes grandes (2 a 5 ml por conducto) la irrigación final 10 ml de NaOCl por conducto, seguido de irrigación de EDTA de 2 a 3 min. finalmente 10 ml de NaOCl para la completa remoción de la capa de desecho.
10. En la irrigación con ultrasonido se debe evitar que las limas contacten con las paredes, pueden bloquear y disminuir la efectividad de la irrigación.
11. Al finalizar la preparación del conducto y la irrigación se hace el secado del conducto con puntas de papel.
12. Realizar última irrigación con alcohol al 95% para asegurar que el conducto quede seco.

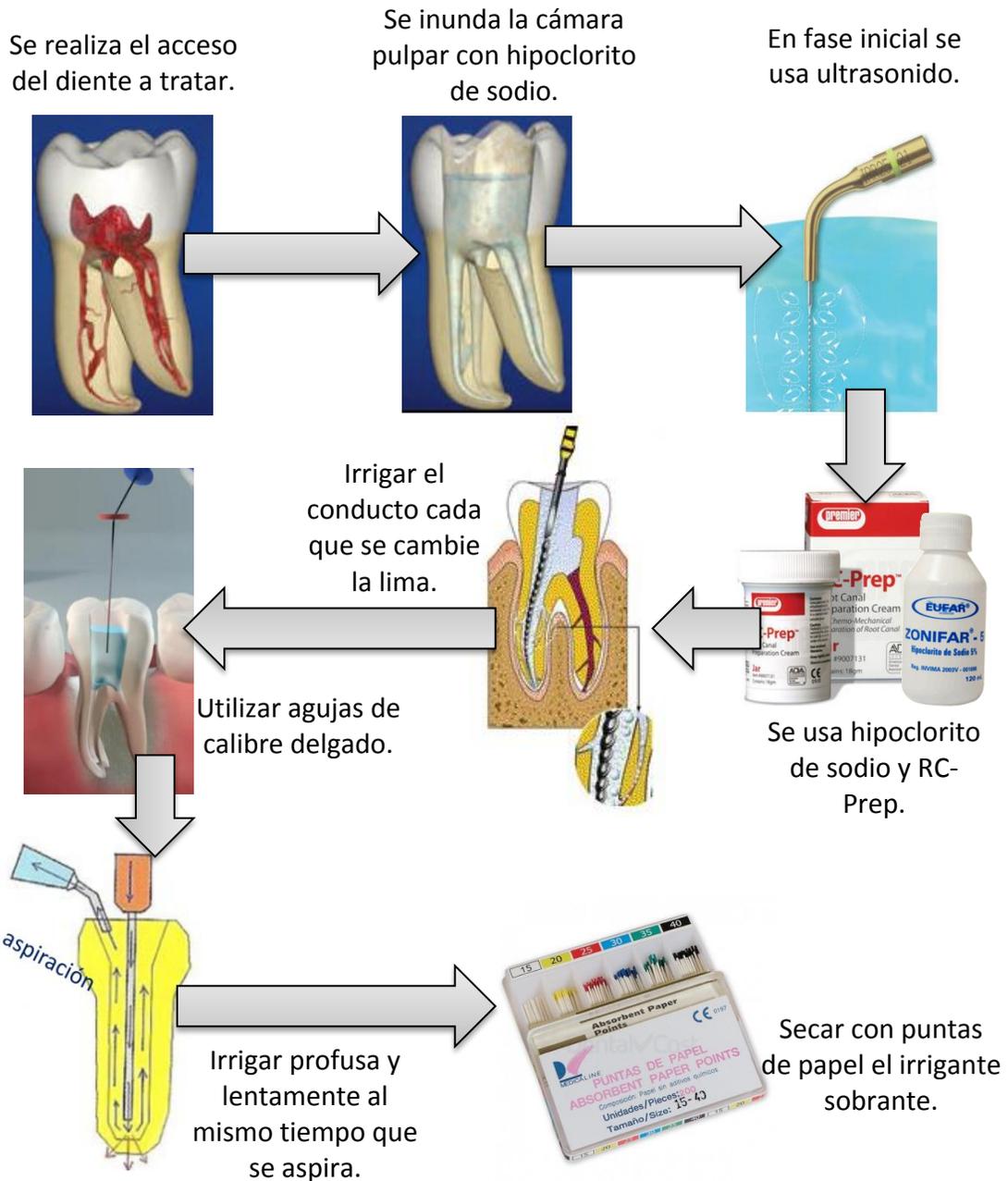


Figura 11. Propuesta 1 de protocolo de irrigación.

Tomado de <http://www.cursosendodncia.com/temadeactualidad/images/presion-negativa/Fig%205.jpg>, <http://dentalexperience.es.tl/LISTADO-MATERIALES-DE-ENDODONCIA.htm>, https://www.dentalcost.es/714-large_default/puntas-papel-medicaline.jpg, <http://grupoendodontico.com/wp-content/uploads/2014/11/1.png>.



Propuesta 2.

La técnica de alternar en forma secuencial los agentes de irrigación, se basa en la necesidad de optimizar la preparación biomecánica y remover el contenido orgánico e inorgánico del sistema de conductos radiculares; para ello resulta efectivo combinar EDTA entre 3-17% a un pH neutro con Hipoclorito de sodio (NaOCl) al 5,25% de alta pureza. La irrigación final con EDTA al 3-17%, seguida de la acción neutralizante del NaOCl al 5,25%, resulta en una mezcla sinérgica que disminuye la tensión superficial permitiendo la difusión facilitada del NaOCl, obtener una efectiva acción quelante sobre la hidroxiapatita de los túbulos dentinarios, actuar sobre los microorganismos presentes y favorecer el contacto íntimo del cemento sellador ⁽¹⁵⁾.

1.-Fase Inicial: Apertura cameral, localización de conductos radiculares y neutralización siempre con agentes antisépticos en la cámara pulpar.

2.-Preparación Biomecánica: Se utiliza una gran variedad de sustancias irrigadoras en volúmenes grandes, reserva de agente irrigante en la cámara pulpar (Hipoclorito de sodio y EDTA).

3.-Irrigación de forma lenta y con baja presión. Uso de aspirador volúmenes de 2 a 5ml por conducto.

4.-Irrigación final: Volumen de 10ml por conducto irrigación con EDTA de 2 a 3 minutos 10ml más NaOCl. Secado con puntas de papel y una última irrigación con una gota de alcohol al 95%.

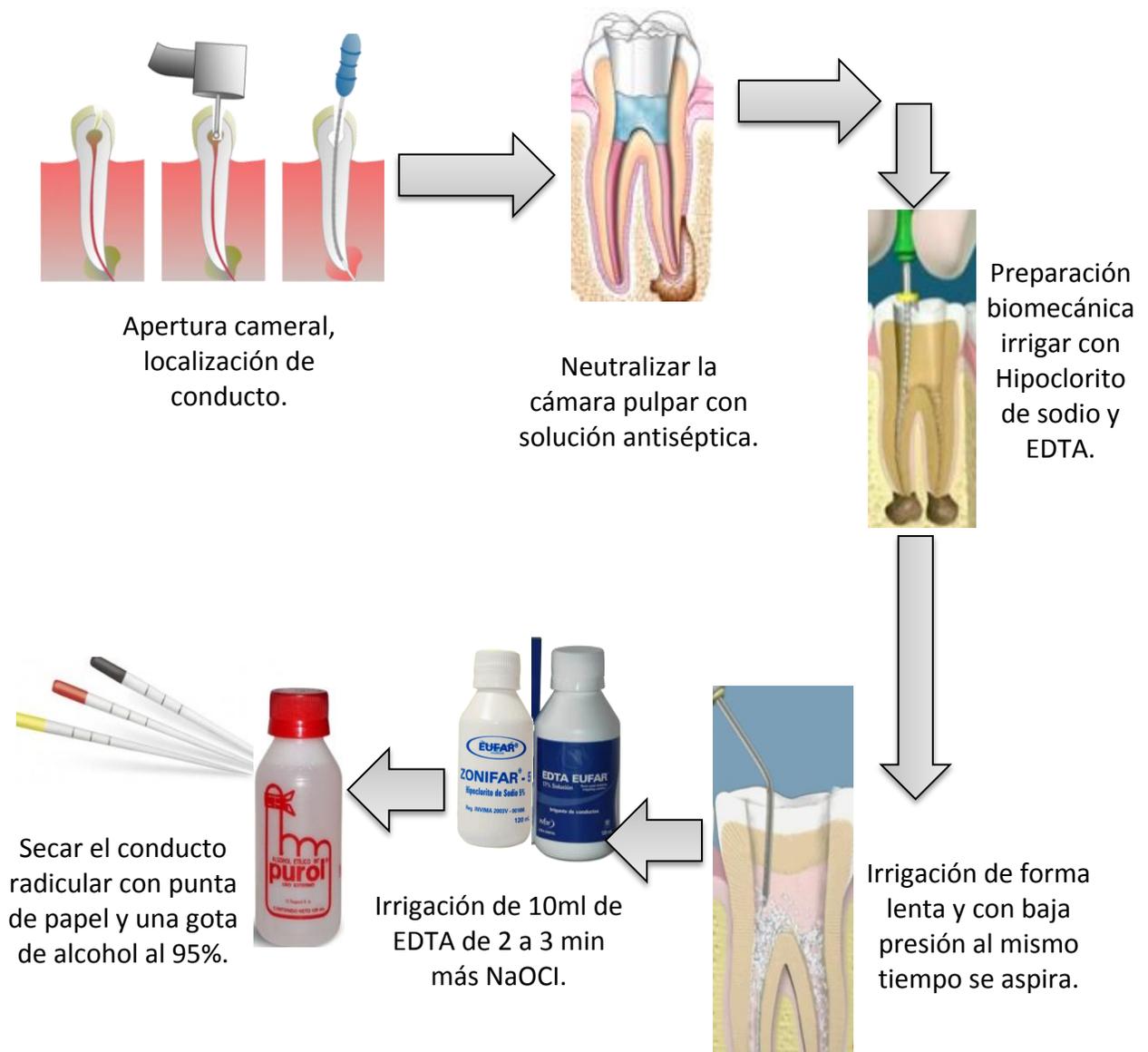


Figura 12. Propuesta 2 de protocolo de irrigación.

Tomado de http://www.zendental.es/img_contenidos/Irrigacionylimpiezadeconductos.png,
<http://dentalexperience.es.tl/LISTADO-MATERIALES-DE-ENDODONCIA.htm>,
http://endodoncia.cuidatusonrisa.com/index_archivos/image291.png.



Propuesta 3.

- 1.- Usar siempre el dique de goma.
- 2.-Colocar sin presión las agujas de irrigación dentro del sistema de conductos.
- 3.-Liberar el contenido de la jeringa suavemente.
- 4.-Evitar el uso de peróxido de hidrógeno mientras irriga dientes con ápices abiertos.
- 5.-Evitar el uso de peróxido de hidrógeno en conductos con pulpas hemorrágicas.
- 6.-Usar alta succión o puntas de papel absorbentes para secar o eliminar fluidos del sistema de conductos.
- 7.-Evitar el uso de aire comprimido directamente en las cámaras de acceso, durante los tratamientos endodónticos.
- 9.-Aplicar irrigación suficiente con suero fisiológico.
- 10.-Usar ultrasonido o instrumentos sónicos.

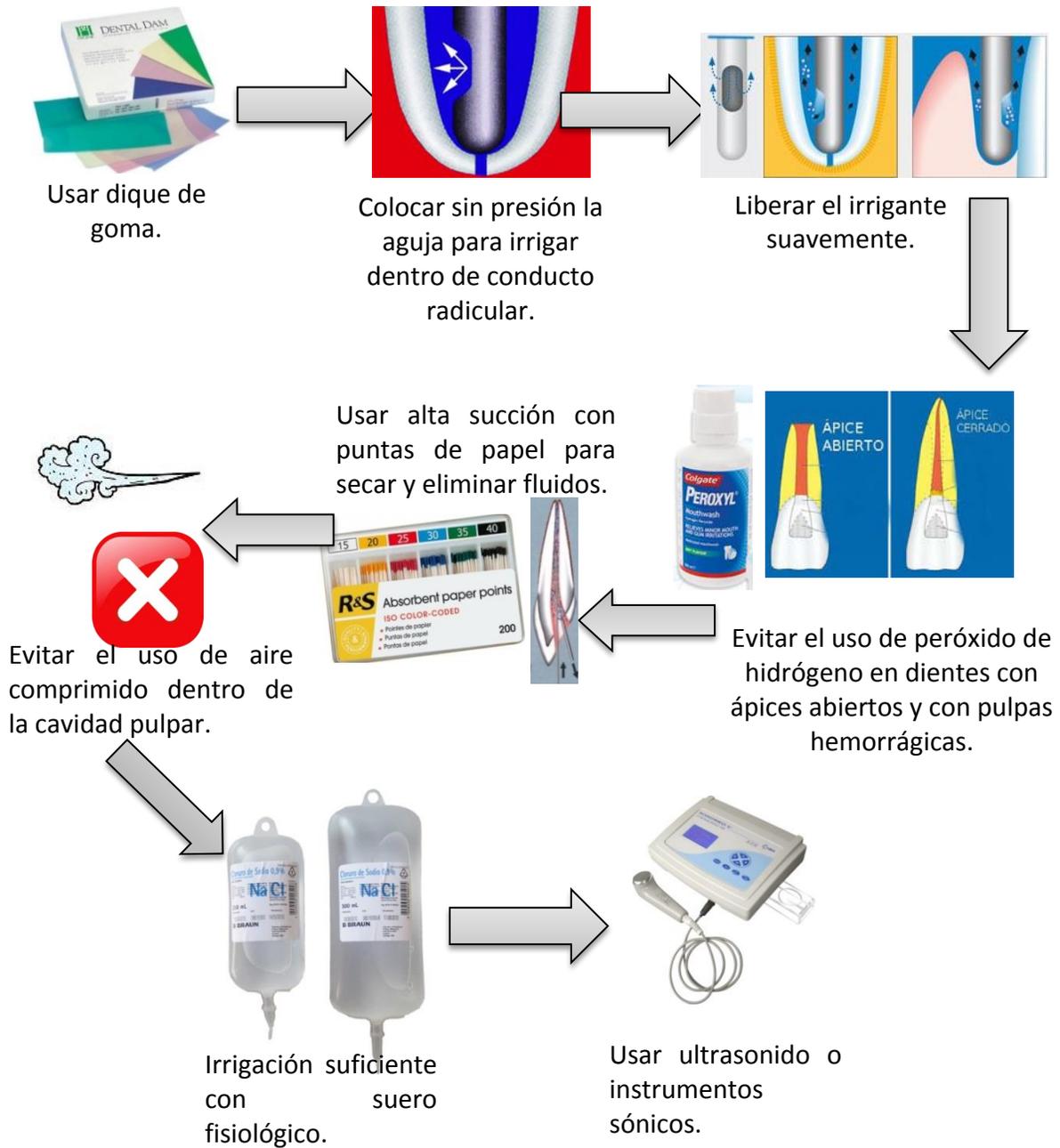


Figura 13. Propuesta 3 de protocolo de irrigación.

Tomado de <http://www.coadental.cl/uploads/productos/ImgProducto64.jpg>, http://proemer.cl/tienda/wp-content/uploads/2012/03/suero_grande.jpg, <http://www.fisiomedica.com/fisioco/wp-content/uploads/2010/08/sonomed-V1.jpg>



CONCLUSIONES

En el sistema de conductos radicular existen varios factores para lograr el éxito del tratamiento de conductos y en el presente trabajo se hace énfasis a la irrigación, la combinación de los irrigantes según el caso clínico requerido y la importancia de la misma para obtener tratamientos más efectivos y duraderos.

Por lo que cualquier situación endodóntica justifica una combinación correcta de irrigantes, elegir la combinación adecuada es esencial para prevenir el uso indebido de los irrigantes y de esto depende el éxito o el fracaso en los tratamientos.

Se ha demostrado a través de diversos estudios que no existe un irrigante ni técnica ideal, por lo cual se han creado varias asociaciones y diversos protocolos de irrigación para potencializar el efecto de los mismos y aumentar así su eficacia.



FUENTES DE INFORMACIÓN

- [1] R. Rao, **Endodoncia Avanzada**, Venezuela: Editorial Amolca, 2011. Pp. 133-137.
- [2] S. Cohen y K. Hargreaves, **Vías de la pulpa**, 10° Ed. Editorial Elsevier, 2011. Pp. 246-250.
- [3] L. M.R, **Tratamiento de conductos radiculares Principios Técnicos y Biológicos**, Brasil: Editorial Médica Panamericana, 2005. Pp. 435-475.
- [4] I. J. Soares y F. Golberg, **Endodoncia Técnicas y Fundamentos**, 2ª Ed. Editorial Médica Panamericana, 2012. Pp. 161-165.
- [5] A. La Sala, **Endodoncia**, España: 5ª Ed. Editorial Salvats Editores, 1993. Pp. 624.
- [6] F. Weine, R. Kelly y P. Lio, **The Effect Of Preparation With Endodontic Handpiece On The Original Canal Shape**, Journal of Endodontics, 1976; 10: 298-303.
- [7] M. Mercedes Azuero, A. F. Ordoñez y V. Tinjaca M, **Comparaciones de Soluciones Irrigantes Utilizadas en Endodoncia**. Disponible: <http://es.slideshare.net/jeanortiz5203/comparacion-de-tres-soluciones-irrigantes-utilizadas-en-endodoncia>. [Último acceso: 19-03-2015].
- [8] M. V. Rumich de Acosta, **Irrigación y aspiración de los conductos radiculares durante el tratamiento endodóntico**. EDIFAO, 2001.
- [9] J. Siqueira, I. Rocas, S. Santos, K. Lima, F. Magalhaes y M. Uzeda, **Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals**. J Endod, 2002.
- [10] E. Basrani, **Técnicas en preclínica y clínica**, Editorial Médica Panamericana, 1998. Pp. 129-138.



- [11] R. E Walton y M. Torabinejad, **Endodoncia Principios y Practica**, 4^{ta} Ed. Editorial Mc Graw-Hill interamericana, 1996. Pp.259-265.
- [12] Á. Méndez , **La guía**. 28 junio 2010. [En línea]. Disponible:
<http://quimica.laguia2000.com/general/compuestos-halogenados>.
[Último acceso: 13-03-2015].
- [13] C. Estrela, **Ciencia Endodóntica**, Editorial Artes Medicas Latinoamericana, Brasil 2005.Pp 146-150.
- [14] M. Zehnder, **Root Canal Irrigants**. The American Association Of Endodontists, 2006. 11: 389–398.
- [15] C. Bóveda Z, **Una Visión Actualizada del uso de hipoclorito de sodio en endodoncia**. 13 Noviembre 2011. [En línea]. Disponible:
http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_18.htm. [Último acceso: 15- 03 -2015].
- [16] C. Solis Alanis, **Estudios Comparativos de la Eficacia de Soluciones Irrigantes**, UNAM, facultad de odontología , 2009. Pp 12-26
- [17] G. Gambarini, **Quemical Stability Of Heated Sodium Hipoclorite**. J,Endodontics, 1998. 6:432.
- [18] W. Cunningham y A. Balekgian, **Effect Of Temperature On Collagen-Dissolving Ability Of Sodium Hypoclorite Endodontics Irrigant**. Oral Surg, 1980. 2:175.
- [19] W. Cunningham y S. Joseph, **Effect of temperature on the Bactericidal Action Of Sodium Hypoclorite Endodontic Irrigant**. Oral Surg, 1980. 54:323-8.
- [20] Harrison, **Irrigation Of The Root Canal System**. Dent Clin North Am, 1984. 4:797-808.



- [21] H. Mérida y M. Díaz, **Estudio con microscopio electrónico de barrido de la acción desinfectante de diez diferentes irrigantes sobre los conductos dentinarios.** V Interamericana Electrón Microscopy Congress, 1999. 4:2-19.
- [22] B. Piskin y M. Turkum, **Stability of Various Hypoclorito Solutions.** J Endodontics, 1995.
- [23] C. Estrela , C. Estrela, E. Barbin, J. Spáno, M. Machesan y J. Pécora, **Mechanism of Sodium Hypochlorite.** Braz Dent J, 2002. 2: 113-7.
- [24] S. Costa, **Reacciones adversas producida por el hipoclorito de sodio utilizado como irrigante en Endodoncia.** Farmacovigilancia 1, 2004.
- [25] M. Torabinejad, Y. Cho, A. khademi, L. Bakland y S. Shabahang, **The effect of varios concentrations of sodium hipochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer.** J of Endodontic, 2003. 32:32-39.
- [26] S. Shabahang y M. Torabinejad, **Effect of MTAD on Enterococcus fecalis-contaminated root canals of extractad human teeth.** J of Endodontic, 2003. 9:576.
- [27] M. Torabinejad, S. Shabahang, R. Aprecio y J. kettering, **The antimicrobial effect of MTAD: An invitro investigation.** J of Endodontic, 2003. 10: 400–403.
- [28] J. Segura, A. Jimenez, R. LLamas y A. Jimenez, **El Acido Etilendiaminotetraacético (EDTA) y su uso en Endodoncia.** Endodoncia Volumen15 Número2, 1997. 11:91-96.
- [29] E. Dickerson, H. Gray y D. Darensbourg, **Principios de Química,** Reverte S.A, 1986.
- [30] R. Rivas Muñoz , **Notas para el estudio de Endodoncia.** 2015. [En línea]. Disponible:<http://www.iztacala.unam.mx/~rrivas/limpieza2.html#ACIDO>. [Último acceso: 27-03-2015].
- [31] K. Medina Arguello, **Visión Actualizada de la irrigación en endodoncia.** 17-02-2001. [En línea].



Disponible:http://www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_19.html.

- [32] D. García, **Uso del ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) en la terapia endodóntica**. 2011. [En línea]. Disponible: http://www.carlosboveda.com/odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_21.htm. [Último acceso: 15 04 2015].
- [33] N. Choquehuanca, **La clorexhidina**. [En línea]. Disponible: <http://es.scribd.com/doc/51941332/LA-CLOREXHIDINA#scribd>.
- [34] V. Castellón Sejas, C. Guevara Crespo, C. Rosa Bustamante y J. M. Sejas Clavijo, **Cambio electrolíticos y ácido base en el paciente sometido a nefrectomía para donación renal en el centro médico quirúrgico boliviano- Belga**. Gaceta Médica Boliviana, 2010. 16:1012-2966.
- [35] J. Mondragon, **Endodoncia**, Mc Graw-Hill Interamericana , México.1995. Pp141-152.
- [36] L. Gloria Sierra, **Universidad de Buenos Aires Facultad de Odontología**. 2014. [En línea]. Disponible: <http://www.odon.uba.ar/uacad/endodoncia/docs/2014/irrigantesytecnicasdeiirriga.pdf>.
- [37] V. Lima Torres de Freitas, M. Sayáo y S. Ma Aves, **Accidentes provocados por soluciones irrigadoras durante la práctica endodóntica**. Rev. Asoc Odont Argent, 2001. 2:173-6.
- [38] M. Mercano Caldera, **Carlos Bóveda**. 13-05-2001. [En línea]. Disponible: http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_13.htm.



- [39] Farlex, **The free dictionary by farlex**. 2009. [En línea]. Disponible: <http://es.thefreedictionary.com/protocolo>.
- [40] I. Rodríguez H, M. I. Rodríguez S y E. Rodríguez M, **Uso de sustancias irrigadoras complementarias en endodoncia para la eliminación de la capa de barro dentinario propuesta de un protocolo de irrigación**. Odous científico, 2003.
- [41] J. Harrison y R. Hand, **The Effect Of Dilution and Organic Matter On the Antibacterial Property Of 5.25% Sodium Hypochlorite**. J, Endodontics, 1999. 7: 128–132.
- [42] M. Gonzalez, **La Guia Quimica**. 09 -11-2010. [En línea]. Disponible: <http://quimica.laguia2000.com/conceptos-basicos/valoracion-complexometrica>.



ANEXOS

FIGURAS

Figura 1. Relación problema-solución del tema de tesina.	7
Figura 2. Quelación de un ión metálico por el EDTA mediante coordinación octaédrica. ...	34
Figura 3. Distintas técnicas de irrigación.	48
Figura 4. Efecto tóxico del hipoclorito de sodio sobre tejidos perradiculares.	53
Figura 5. Agujas de irrigación insertadas en conductos radiculares preparados.	56
Figura 6. Fotografía de paciente con enfisema subcutáneo	57
Figura 7. RC-PREP peróxido de urea en una base de glicerina anhídrida.	60
Figura 8. Asociación de peróxido de urea.	60
Figura 9. EDTA con vehículo en gel.	61
Figura 10. Compuesto de EDTA al 15%, más Peróxido de Carbamida (Acción blanqueadora) y una base de glicerol.	62
Figura 11. Propuesta 1 de protocolo de irrigación.	65
Figura 12. Propuesta 2 de protocolo de irrigación.	67
Figura 13. Propuesta 3 de protocolo de irrigación.	69



TABLAS

Tabla 1. Finalidad e importancia de la Biopulpectomia y Necropulpectomia.	13
Tabla 2. Soluciones y sustancias más utilizadas en endodoncia.	21
Tabla 3. Propiedades del hipoclorito de sodio	23
Tabla 4. Diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio.....	24
Tabla 5. Hipoclorito de sodio mecanismo de acción, ventajas y desventajas.	27
Tabla 6. Propiedades del EDTA.....	35
Tabla 7. Tipos de EDTA.	37
Tabla 8. Características generales del EDTA.....	38
Tabla 9. Propiedades de la clorhexidina.....	40
Tabla 10. Características generales de la clorhexidina.....	41
Tabla 11. Características generales del Peróxido de Hidrogeno.....	43
Tabla 12. Características de la solución salina.	45
Tabla 13. Tabla comparativa de características de irrigantes acuosos utilizados más frecuentemente en endodoncia.....	47
Tabla 14. Técnicas de irrigación pasiva y activa.	52