



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA:
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

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

T E S I N A

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
C I R U J A N O D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

VÍCTOR MANUEL RENDÓN DE LOS REYES

TUTOR: Esp. ALEJANDRA RODRÍGUEZ HIDALGO

**ASESOR:
Mtra. FÁTIMA ILIANA RÍOS GARCÍA**

CDMX.

2021



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

DEDICATORIAS

Quiero expresar mi amor y gratitud a Dios por darme la oportunidad de terminar mi trabajo que tantos años anhelaba, a mi gran esposa por su apoyo y comprensión, y estar siempre a mi lado acompañándome para lograr mi objetivo, a mis queridos hijos por su solidaridad, sus consejos, cariño y preocupación de mi situación, los quiero por ayudarme a encontrar esa tranquilidad.

A mis amigos, casi hermanos, Dr. Javier Medina, Dra. Brenda Ceballos, Javier Jr. Y mi apreciable Dira; por sus grandes consejos y ayuda incondicional. Por compartir conmigo parte de su cariño en su seno familiar, nunca los olvidaré, éste inolvidable y bonito detalle, siempre estaré con ustedes.

A mis queridos apreciables maestros, Dra. Alejandra Rodríguez y Dra. Fátima Ríos, por sus consejos y motivaciones para seguir adelante, comprendiendo que la edad no es obstáculo para seguir aprendiendo, gracias y un fuerte abrazo con mucho cariño; también a mi universidad (UNAM) con mucho orgullo y cariño a inolvidable mansión de la cultura. Por mi raza hablará mi espíritu. Mis grandes respetos.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	OBJETIVOS	5
2.1.	Generales	5
2.2.	Específicos	5
3.	CONTENIDO.....	6
3.1.	Fundamentos del tratamiento del conducto radicular	6
3.2.	Fisiopatología de la enfermedad pulpar.....	6
3.3.	Fundamentos sobre la irrigación.....	7
3.4.	Definición	8
3.5.	Objetivos de la irrigación en endodoncia	8
3.6.	Capa de barro dentinario o smear layer	9
3.7.	Propiedades de una solución irrigadora	10
3.8.	Soluciones irrigadoras	11
3.8.1.	Hipoclorito de Sodio	13
3.8.2.	Gluconato de Clorhexidina	18
3.8.3.	Agua oxigenada H ₂ O ₂	21
3.9.	Soluciones quelantes.....	22
3.9.1.	Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA).....	22
3.9.2.	Ácido cítrico.....	24
3.10.	Otras soluciones.....	25
3.10.1.	MTAD	25
3.10.2.	Qmix	26
3.11.	Técnicas de irrigación.....	27
3.12.	Complicaciones durante la irrigación.....	29
3.13.	Protocolo de irrigación final	32
4.	DISCUSIÓN	36
5.	CONCLUSIÓN	38
6.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUCCIÓN

La terapia endodóncica consiste en la completa eliminación del tejido pulpar que ha sufrido un daño irreversible y de todos los tejidos remanentes mediante los procedimientos de limpieza, conformación y obturación del sistema de conductos radiculares, de manera que se pueda preservar el órgano dentario como una unidad funcional dentro del arco dental. Diversos estudios han comprobado que la instrumentación mecánica no puede proporcionar suficiente desinfección del sistema, sin importar el mecanismo empleado. Por lo que el estudio del procedimiento de irrigación resulta de interés, ya que solamente por este medio podríamos garantizar la total desinfección del sistema de conductos.

La irrigación consiste en el lavado del sistema de conductos con una o más soluciones antisépticas con las que se pretende eliminar el tejido infectado y los subproductos resultantes de la instrumentación. Se han propuesto diversas sustancias químicas para este fin. Una solución irrigadora ideal debería tener capacidad de humectación, poder de limpieza, cualidad antimicrobiana, acción de solvencia y biocompatibilidad. Estas soluciones irrigadoras se encuentran en contacto con tejidos vitales, por lo que se requiere que no sean citotóxicas. Esto hace evidente la importancia de seleccionar dichos agentes de acuerdo con la situación clínica en cuestión.

En la actualidad no existe una solución irrigadora ideal que utilizada de manera individual cumpla con todas las propiedades y sobre todo que sea capaz de eliminar la capa residual de barro dentinario, por lo que se ha optado por combinar soluciones para poder cumplir los objetivos deseados.

Este trabajo tiene como propósito realizar una revisión bibliográfica sobre los conceptos actuales en desinfección de conductos, específicamente la irrigación mediante diversas técnicas y sustancias disponibles para la terapia endodóncica.

2. OBJETIVOS

2.1. Generales

- Reconocer la importancia de la irrigación durante el tratamiento de conductos.
- Identificar las cualidades de las sustancias irrigantes más utilizadas en endodoncia
- Definir de acuerdo con la revisión bibliográfica la importancia de un adecuado protocolo de irrigación en endodoncia.
- Explicar nuevas técnicas desarrolladas de irrigación.

2.2. Específicos

- Definir los aspectos condicionantes de la irrigación.
- Conocer las diferentes interacciones entre las sustancias irrigantes.

3. CONTENIDO

3.1. Fundamentos del tratamiento del conducto radicular

La práctica clínica endodóncica abarca una gran variedad de tratamientos, pero quizás el más importante sea el tratamiento de la pulpa y la instrumentación del conducto radicular de forma que los pacientes tengan la posibilidad de conservar sus órganos dentarios con una función y estética aceptables. El tratamiento endodóncico tiene como principal objetivo curar o prevenir las lesiones periapicales. ⁽¹⁾

El tratamiento de conductos radiculares es un procedimiento con resultados predecibles y normalmente buenos. En diferentes estudios y revisiones de la literatura se han reportado porcentajes de éxito de hasta un 95% en el tratamiento de órganos dentarios diagnosticados con pulpitis irreversible y hasta del 85% en órganos dentarios necróticos. ⁽¹⁾

3.2. Fisiopatología de la enfermedad pulpar

Se ha propuesto una relación entre diversos factores prospectivos y preoperatorios y el éxito del tratamiento endodóncico. Entre esos factores se encuentran la posición del órgano dentario en la arcada, la extensión de la obturación del sistema de conductos radiculares y la aplicación de medicamentos intraconducto. La presencia de una lesión ósea periapical parece ser un factor pronóstico relevante que reduce la probabilidad de éxito del tratamiento del conducto radicular. ⁽¹⁾

Se pueden presentar diversas reacciones pulpares tan pronto como el grosor de la dentina remanente sea suficientemente permeable ante las bacterias y toxinas de la afección pulpar. Bajo condiciones experimentales, se ha detectado inflamación pulpar a las pocas horas de haber sido expuesta la dentina a la aplicación tópica de componentes bacterianos. En la lesión se desarrolla un ecosistema con sinergismos y antagonismos entre los distintos microorganismos. Estas interacciones son de relevancia cuando se desarrollan biofilms y las bacterias penetran en los túbulos dentinarios. ⁽¹⁾

3.3. Fundamentos sobre la irrigación

Sin importar la técnica empleada, la instrumentación del sistema de conductos radiculares solamente elimina una parte de su contenido. Los instrumentos empleados no tienen la capacidad de alcanzar las múltiples irregularidades de la anatomía interna radicular, lo que ha permitido, debido a esta complejidad que recibe el nombre de sistema de conductos radiculares. Ni la instrumentación rotatoria continua ni la recíproca asimétrica aumentan la limpieza de la limpieza de las paredes del conducto, ésta depende en mayor medida de la solución irrigante empleada. La limpieza y desinfección de las paredes de los conductos, incluyendo los laterales y accesorios, son una tarea reservada a la irrigación. ^(1,2)

3.4. Definición

La Asociación Americana de Endodoncistas define la irrigación como el lavado mediante una corriente de fluido; en el proceso de limpieza y conformación de los conductos radiculares la irrigación cumple un papel muy importante para asegurar la completa desinfección tanto de paredes, como de conductos radiculares, interconductos y todo tipo de ramificaciones que se puedan presentar debido a la tan diversa anatomía existente. De la misma manera, con este procedimiento se eliminan los desechos resultantes de la instrumentación mecánica del conducto radicular. ^(2,3)

3.5. Objetivos de la irrigación en endodoncia

La irrigación tiene 4 objetivos básicos:

1. Disolución de los restos pulpares vitales o necróticos.
2. Limpieza de las paredes de los conductos para eliminar los residuos que las cubren y que taponan la entrada de los túbulos dentinarios y de los conductos accesorios.
3. Destrucción de las bacterias y neutralización de sus productos y componentes antigénicos.
4. Lubricar los instrumentos para facilitar su paso y su capacidad de corte. ⁽⁴⁾

Un objetivo complementario es prevenir el oscurecimiento de la corona dental por la sangre y diversos productos que puedan haber penetrado por los túbulos dentinarios de la cámara pulpar. ⁽⁵⁾

La utilización de soluciones irrigadoras que faciliten la correcta conformación de conductos atrésicos que contribuyan a la desinfección del sistema de conductos, se denomina preparación química del conducto radicular. ⁽²⁾

3.6. Capa de barro dentinario o smear layer

La capa de barro dentinario o también llamada smear layer fue descrita por primera ocasión en 1975 por Mc Comb y Smith. Consiste en una capa que tapiza las paredes de los conductos radiculares que han sido instrumentados y obstruyen la entrada de los túbulos dentinarios y conductos accesorios. Su espesor es de 1-5 μm , y puede penetrar en los túbulos dentinarios hasta 40 μm de profundidad, favoreciendo así la proliferación bacteriana. ⁽⁵⁾

Las paredes que no han sido instrumentadas pueden presentar restos de tejido pulpar, pero no capa residual. Está formada por una mezcla de restos de dentina cortada, residuos de tejido pulpar y en los casos de órganos dentarios infectados, se ha detectado la presencia de bacterias. ⁽⁵⁾

La cuestión de mantener o eliminar esta capa residual ha resultado ser un tema de controversia. Algunos autores sugieren que el mantenimiento de esta capa residual provoca la obstrucción de los túbulos dentinarios, lo cual puede retardar o impedir la penetración de microorganismos y toxinas al sistema de conductos. En otro sentido, hay quienes afirman que la eliminación de esta capa residual aumenta la permeabilidad de la dentina, actuando como un reservorio de microorganismos, por lo que recomiendan efectuar el tratamiento en una sola sesión. ⁽⁵⁾

Actualmente existe un amplio consenso a favor de su eliminación mediante soluciones quelantes, con lo que se aumenta la permeabilidad de la dentina por precipitar las sales minerales, tras la desmineralización ácida, se disminuye el número de microorganismos dentro de los túbulos dentinarios. De la misma manera aumenta el número de conductos laterales y accesorios obturados y mejora el sellado apical al ofrecer una mejor adhesión del cemento con las paredes del conducto. ⁽⁵⁾

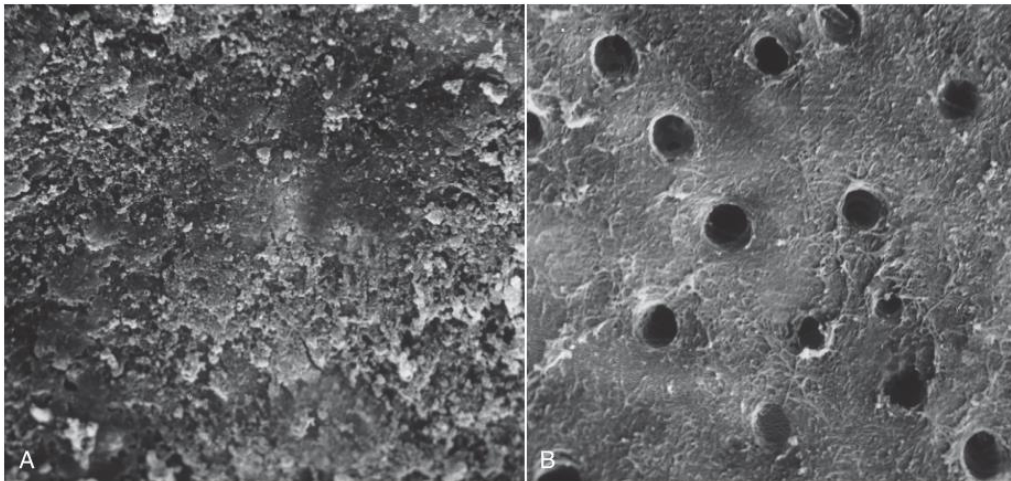


Fig. 1 Pared del conducto con (A) y sin (B) barro dentinario. ⁽⁶⁾

3.7. Propiedades de una solución irrigadora

Las propiedades deseables en una solución irrigadora se pueden resumir en las siguientes:

1. Capacidad para disolver materia orgánica, tanto en la luz de los conductos, en los istmos y, de forma especial, en los conductos accesorios que se abren al periodonto.



2. Baja tensión superficial para facilitar el flujo de la solución y la humectancia de las paredes de la dentina.
3. Deberá contener capacidad germinicida y antibacteriana.
4. Escasa toxicidad para los tejidos vitales del periodonto.
5. Capacidad para desinfectar la luz y las paredes de los conductos.
6. Lubricación para facilitar el deslizamiento de los instrumentos y mejorar su capacidad de corte.
7. Deberá evitar la decoloración del órgano dentario.
8. Capacidad para eliminar la capa residual de las paredes del conducto instrumentadas.
9. Capacidad antibacteriana residual o sustantividad. ^(5,7)

No existe una solución irrigadora que además de contar con actividad antimicrobiana, sea capaz de disolver material orgánico y de esta manera facilite el debridamiento mecánico; manteniendo las paredes del conducto lubricadas y que sea lo menos irritante posible para los tejidos. Otra característica que debería cumplir la solución irrigadora es la capacidad de eliminar el material inorgánico (barro dentinario), con la finalidad de dejar una superficie permeable que permita la correcta difusión de medicamentos intraconducto y un contacto más íntimo con el material obturador. ^(4,5)

3.8. Soluciones irrigadoras

La variedad de productos comerciales destinados a la irrigación del sistema de conductos radiculares es amplia. Para realizar una correcta selección de solución

irrigadora, es necesario realizar un cotejo entre las propiedades y los efectos deseados en cada una de las condiciones clínicas que el diente en tratamiento pueda presentar. ⁽²⁾

La conformación del conducto radicular sin la ayuda de un irrigante es riesgosa. Además de conducir fácilmente al bloqueo del canal por el barrillo dentinario producido, puede provocar la fractura del instrumento como resultado de la mayor fuerza requerida para su uso, la falta lubricación y el posible acoplamiento del instrumento en el conducto seco. ⁽⁷⁾



Fig. 2 A. La solución irrigadora presente en la cámara pulpar parece turbia después de que un instrumento ha trabajado en el conducto radicular. B. La solución irrigadora ha sido renovada entre el uso de un instrumento y el siguiente, para evitar que la suspensión del barro dentinario se concentre demasiado, lo que aumentaría el riesgo de bloquear el conducto. ⁽⁷⁾

En órganos dentarios con pulpa necrótica, la irrigación se integra al conjunto de acciones destinadas a promover la desinfección del sistema de conductos radiculares y la neutralización de las toxinas presentes en su contenido necrótico. ⁽²⁾

Estos objetivos llevan a seleccionar 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. En endodoncia, un efecto bactericida es más importante que un bacteriostático. ^(2,8)

Actualmente, ninguna de las soluciones irrigadoras disponibles puede ser considerada como la óptima. Sin embargo, con un uso combinado de soluciones la irrigación contribuirá en gran medida al resultado exitoso del tratamiento. Entre las soluciones irrigadoras más utilizadas, se pueden citar: ⁽⁸⁾

3.8.1. Hipoclorito de Sodio

El Hipoclorito de Sodio (NaOCl) ha sido definido por la Asociación Americana de Endodoncistas como un líquido claro, pálido, verde – amarillento, extremadamente alcalino y con fuerte olor clorino, que presenta una acción disolvente sobre el tejido necrótico y restos orgánicos y además es un potente antimicrobiano. Es un compuesto químico resultante de la mezcla de cloro, hidróxido de sodio y agua. Contiene varias propiedades deseables de una solución irrigadora del sistema de conductos radiculares, por lo que algunos autores lo denominan el irrigante más ideal. Se estima que ha sido utilizado durante casi un siglo. ⁽⁴⁾

Durante la Primera Guerra Mundial fue empleado para la desinfección de heridas en su concentración al 0.5%. En odontología, se considera que tiene actividad antimicrobiana de amplio espectro frente a microorganismos y biopelículas presentes en el sistema de conductos radiculares, incluyendo aquellos difíciles de erradicar, como las especies *Actinomyces*, *Candida* y *Enterococcus*. ⁽⁵⁾

En la lista de las propiedades que convierten al NaOCl en la opción más adecuada para la irrigación de los conductos radiculares destacan:

- a) Buena capacidad de limpieza.
- b) Poder antibacteriano efectivo.
- c) Neutralizante de productos tóxicos.
- d) Disolvente de tejido orgánico.
- e) Acción rápida, desodorizante y blanqueante. ⁽²⁾

A pesar de esto es incapaz de disolver la sustancia inorgánica que se encuentre en el barro dentinario, dificultando de esta manera su eliminación. Por lo que se recomienda su utilización en combinación con alguna sustancia quelante, de las cuales, una de las más utilizadas es el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17%. Otras desventajas del NaOCl son su sabor desagradable y alta toxicidad. ^(3,4,8)

El NaOCl tiene la capacidad de disolver material orgánico como el tejido pulpar y colágeno. En menor grado, podrán ser eliminadas las endotoxinas producidas por el proceso infeccioso. ⁽¹⁾

Durante la terapia endodóncica, las soluciones de NaOCl se pueden usar en diferentes concentraciones que van del 0.5 al 5.25%. A mayor concentración, mejores serán sus propiedades solventes y antibacterianas, pero también incrementa la toxicidad en los tejidos periapicales. Algunas concentraciones que se han propuesto son: ⁽⁵⁾

- NaOCl al 5% (soda clorada)
- NaOCl al 2.5% (solución de Labarraque)
- NaOCl al 1% con 16% de cloruro de sodio (solución de Milton)
- NaOCl al 0.5% con ácido bórico (solución de Dakin)
- NaOCl al 0.5% con bicarbonato de sodio (solución de Dausfrene) ⁽⁴⁾



Fig. 3 Viarzone-T NaOCl al 5.25% para uso odontológico. (Viarden Lab)

En bloques de dentina infectados, se demostró que una solución de NaOCl al 0.25% fue suficiente para eliminar *Enterococcus faecalis* en 15 min.; una concentración al 1% requirió una hora para eliminar *Candida albicans*. En dientes extraídos infectados, Ruff et al. hallaron que la aplicación de NaOCl al 6% y clorhexidina al 2% durante 1 min. fueron igualmente eficaces en la eliminación de *Candida albicans*. ⁽⁵⁾

Experimentos con bacilos gramnegativos han demostrado que el NaOCl a concentraciones del 0.5 al 5% han resultado eficaces para la eliminación de *Porphyronoma gingivalis*, *Porphyromona endodontalis* y *Prevotella intermedia*. ⁽⁸⁾

Como norma general, en los casos de tratamientos de conductos con vitalidad pulpar es preferible utilizar soluciones de hipoclorito de Sodio al 1%; cuando se trate de

dientes infectados, con necrosis pulpar, la concentración debe ser al menos del 2.5%; por otra parte, concentraciones más elevadas no han demostrado ser más eficaces. ⁽⁵⁾

La actividad del NaOCl parece ser más lenta en tejido pulpar necrótico fijado con paraclorofenol o formaldehído. Es importante tomar esto en cuenta al tratar conductos radiculares pretratados con estos medicamentos intraconducto. Debido a que el NaOCl tiene una baja tensión superficial, puede alcanzar áreas más allá del alcance de los instrumentos empleados para la conformación del conducto. ⁽⁷⁾

Otro uso del NaOCl en endodoncia consiste en la desinfección de los conos de gutapercha con los cuales será posteriormente obturado el sistema de conductos radiculares, los cuales no pueden ser esterilizados por medio de calor. La inmersión de los conos de gutapercha en NaOCl durante aproximadamente un minuto resulta suficiente para garantizar su desinfección, sin alterar su estructura fisicoquímica. ⁽⁷⁾

El efecto disolvente de materia orgánica del NaOCl, como cualquier otra reacción química, se incrementa por el calor. Diversos estudios han demostrado que calentar el NaOCl a aproximadamente 60°C aumenta significativamente la velocidad y eficacia de la disolución del tejido. Las jeringas precargadas con la solución pueden calentarse colocándolas en un baño de agua tibia. ⁽⁷⁾



Fig. 4 Dispositivo para calentar jeringas precargadas de solución irrigadora (Vista dental). (7)

El NaOCl también satisface la necesidad de usar una solución que evite la decoloración del órgano dentario y puede ayudar a blanquearlo. De hecho, su concentración al 5.25% se vende comercialmente como desinfectante y agente blanqueador doméstico. Esta propiedad es atribuida a su actividad oxidante. (7)



Fig. 5 A. Al momento de concluir la limpieza y conformación del incisivo lateral inferior derecho. B. 24 horas después de la limpieza y conformación se puede observar un tono más claro del órgano dentario en cuestión.

Las soluciones de NaOCl deben ser renovadas con frecuencia, ya que pierden efectividad con el tiempo. Al instrumentar, se debe irrigar tras el paso de cada lima para que no disminuya el efecto de la solución. Su uso impone cuidados durante la técnica de aplicación, pues su proyección inadvertida en el interior de los tejidos periapicales

determinará reacciones importantes. Otro cuidado importante durante el uso de hipoclorito está relacionado con su capacidad de teñir vestimenta de color. (2,5)

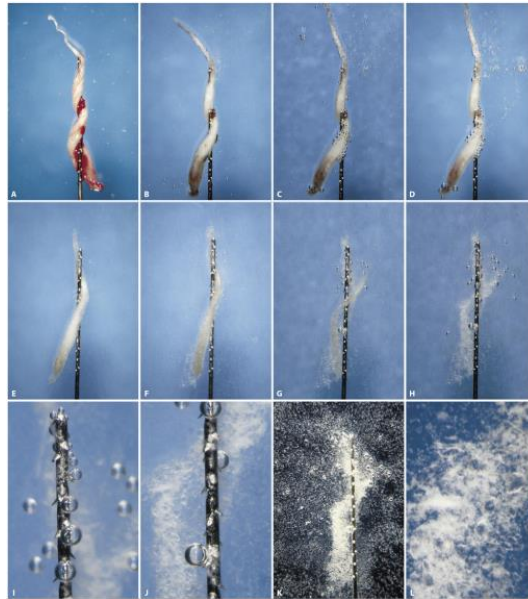


Fig. 6 Tejido pulpar recientemente extraído es sumergido en una solución de NaOCl al 5% a 50°C. Cada una de las fotografías fueron tomadas en un intervalo de 1 a 2 minutos. (7)

3.8.2. Gluconato de Clorhexidina

El gluconato de clorhexidina (CHX) en una concentración al 0.2% es un antiséptico bucal con actividad antimicrobiana de amplio espectro. Su acción bacteriostática y bactericida es efectiva contra microorganismos gramnegativos y grampositivos. Tiene acción prolongada derivada de su capacidad de absorción a las superficies, conocida como sustantividad. (9)

En endodoncia ha sido utilizado como solución irrigadora en forma de solución acuosa a concentraciones de entre 0.12 y 2% (Fig. 7). No tiene olor y no es citotóxica como el NaOCl. Sin embargo, su principal desventaja consiste a la incapacidad de disolver material orgánico. La clorhexidina (CHX) al 2% tiene una acción antimicrobiana similar a la del NaOCl y es más efectivo contra el *Enterococcus faecalis*.^(3,8)



Fig. 7 Solución de gluconato de clorhexidina al 2% para irrigación de conductos radiculares.⁽²⁾

Durante los últimos años, varios estudios han medido la efectividad de la clorhexidina en presentación de gel contra las bacterias presentes en el conducto radicular. Vianna et al. demostraron que la clorhexidina en forma de gel requería más tiempo para eliminar el *Enterococcus faecalis* que la presentación en solución acuosa. Oliveira et al. informaron que la clorhexidina en gel al 2% en conjunto con el NaOCl al 5.25% mostraron una excelente actividad antibacteriana contra el *Enterococcus faecalis*.⁽⁸⁾

Debido a que la clorhexidina carece de actividad de disolución de material orgánico del NaOCl, se han realizado esfuerzos para simplificar el trabajo clínico combinando las dos soluciones. Sin embargo, la clorhexidina y el NaOCl no son solubles entre sí y dan como resultado una solución color naranja parduzco, la cual no está indicada para ser aplicada como solución irrigante.⁽⁸⁾

La molécula de CHX plantea un riesgo sistémico debido a que, al descomponerse, genera subproductos reactivos tales como paracloroanilina (PCA). La PCA es generada por la hidrólisis de CHX en función del tiempo, pH alcalino y calor. Basrani et al. ha observado que al calentar CHX por encima de los 45° Celsius se produce la formación de PCA. Este subproducto ha sido clasificado por la Agencia Internacional para la investigación sobre el Cáncer en su grupo 2B, como agente posiblemente cancerígeno para los seres humanos. Para minimizar la formación de este precipitado se recomienda eliminar los residuos de NaOCl mediante la irrigación de EDTA o alcohol, antes de aplicar CHX. ⁽¹⁰⁻¹²⁾



Fig. 8 La mezcla de NaOCl con clorhexidina produce una solución color naranja parduzco. El color puede deberse a las impurezas de hierro en NaOCl. ⁽⁸⁾

A pesar de que la clorhexidina es un antimicrobiano eficaz, parece no ofrecer ventajas sobre el NaOCl como solución irrigadora. Puede considerarse una opción más para la irrigación en los tratamientos de dientes con pulpa necrótica y constituye una solución alternativa para pacientes alérgicos al hipoclorito de sodio y en casos de ápices abiertos, para evitar el riesgo de extrusión. ⁽²⁾

3.8.3. Agua oxigenada H₂O₂

Es una mezcla de agua con peróxido de Hidrógeno al 3%. Tiene actividad antimicrobiana contra diversos microorganismos, incluidos virus, bacterias, levaduras e incluso esporas bacterianas. Es más efectivo contra bacterias grampositivas. El H₂O₂ produce radicales libres de hidroxilo (OH) que atacan componentes bacterianos como proteínas y ADN. ⁽³⁾

En endodoncia se han empleado concentraciones que van desde el 1 al 30%. Ha sido utilizado para limpiar la cámara pulpar y detener hemorragias. El H₂O₂ ha utilizado tradicionalmente con NaOCl como irrigante del sistema de conductos radiculares, pero se ha comprobado que su efectividad es mínima comparado con otras soluciones. ^(3,8)

Los peróxidos son oxidantes, que actúan a través de la liberación de radicales libres de hidroxilo. Cuando se utilizan de manera concomitante H₂O₂ y NaOCl se produce un efecto burbujeante llamado efervescencia. Dicho fenómeno aumenta la capacidad de limpieza del NaOCl. ⁽¹³⁾



Fig. 9 H₂O₂ para uso médico (Dermocleen)

3.9. Soluciones quelantes

Se ha demostrado que las sustancias irrigadoras no remueven el contenido inorgánico adosado a las paredes, por lo que se ha visto la necesidad de utilizar sustancias quelantes que tengan la capacidad de atrapar los iones inorgánicos, con el fin de obtener un sistema de conductos adecuadamente limpio que pueda estar en contacto íntimo con el material de obturación. Las soluciones quelantes son sustancias ácidas que sustraen iones de calcio de la dentina, con lo que reblandecen y favorecen la limpieza de las paredes y la instrumentación. ^(4,5)

Tras el uso de una solución quelante quedan cristales en las paredes del conducto que deben eliminarse con una última irrigación con una solución irrigadora de NaOCl, especialmente en caso de necrosis pulpar. En conductos infectados se recomienda dejar actuar esta última irrigación durante un tiempo para que pueda penetrar por los conductos accesorios abiertos por el quelante y obtener una mayor eficacia antibacteriana. ⁽⁵⁾

3.9.1. Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)

El ácido etilendiaminotetraacético es un agente quelante del sistema de conductos radiculares, fue introducido como solución irrigadora en 1957 por Nygaard Ostby. Aunque inicialmente el efecto buscado era reblandecer la dentina y favorecer el tratamiento de los conductos estrechos y muy calcificados, posteriormente su mejor acción consiste en favorecer la eliminación de la capa residual y mejorar la efectividad del hipoclorito de sodio. En exposición directa durante un tiempo prolongado, este agente puede provocar la

liberación de proteínas de la envoltura celular bacteriana al ser combinado con iones metálicos, lo cual podría dar como resultado la muerte celular. Sin embargo, se considera que su actividad antibacteriana es mínima o nula. ^(3,8)

Está indicado su uso previo a la medicación y obturación intraconducto, debido a que este agente promueve el aumento de la permeabilidad dentinaria. Se ha demostrado que la eliminación de la capa de barro dentinario con EDTA mejora el efecto antibacteriano de los agentes desinfectantes en capas más profundas de la dentina, por lo que se ha recomendado ser aplicado previo a la irrigación con NaOCl, pero no de forma simultánea. Esto debido a que el contenido de cloro activo del NaOCl se reduce considerablemente al ser mezclado con EDTA. Se ha reportado la reducción de hasta el 80% en el contenido de cloro activo, independientemente de la dilución, dando como resultado la pérdida de la función eliminadora de material orgánico propia del NaOCl. En algunas circunstancias, la reacción entre NaOCl y EDTA puede ser vigorosamente exotérmica. Por lo tanto, si estas soluciones van a ser alternadas durante un tratamiento de conductos, los canales deberán ser evacuados y secados entre cada solución. El tiempo recomendado para remover el barro dentinario con EDTA al 17% es de 1 minuto. ^(6,8,14)



Fig. 10 EDTA al 17% para uso odontológico (Clarben)

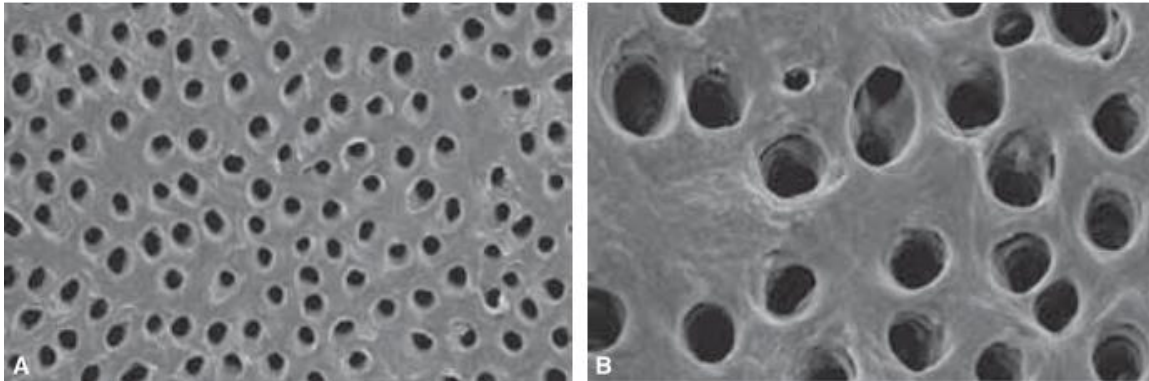


Fig. 11 A. Pared del conducto radicular instrumentada posterior a la irrigación con NaOCl al 5% y EDTA al 17% durante 5 minutos. B Microfotografía electrónica de barrido de la pared radicular después de retirar la capa de barro dentinario.

3.9.2. Ácido cítrico

Es un ácido orgánico, sólido y muy soluble, que cuando se aplica en tejidos duros, provoca su desmineralización. En endodoncia ha sido utilizado como agente quelante de los conductos radiculares. Similar al EDTA, la eliminación completa de la capa de barro dentinario requiere previa irrigación con NaOCl, debido a que presenta baja actividad antimicrobiana. Puede ser empleado a concentraciones que varían del 1 al 50%. (2,8)



Fig. 12 Ácido cítrico al 20% para uso odontológico (Ultradent)

3.10. Otras soluciones

3.10.1. MTAD

Esta solución está compuesta por una mezcla de isómero de Doxiciclina, ácido cítrico y un detergente. Se trata de una solución de nueva generación. Los principales beneficios del MTAD son que simplifica la irrigación al combinar la actividad quelante con el efecto antimicrobiano, presentando un efecto menor sobre la dentina que el EDTA. Se recomienda que la aplicación de MTAD sea precedido por la irrigación de NaOCl al 1.3% durante la conformación del conducto. ^(3,8)

El MTAD es menos citotóxico que el eugenol, pero más que el NaOCl al 2.63%. La actividad antibacteriana solo se debe a la presencia de antibióticos, pero carece de efectividad cuando se mezcla con otra solución irrigadora. ⁽³⁾



Fig. 13 BioPure MTAD. ⁽²⁾

3.10.2. Qmix

Es una solución irrigante de nueva generación de la casa comercial Dentsply, la cual está compuesta por EDTA, clorhexidina, un detergente y agua desionizada. Está diseñada para ser empleada como irrigante final y reemplazar el protocolo de lavado con EDTA al 17%. Su presentación consiste en una solución transparente lista para su uso, no requiere ser mezclada. Se recomienda que su aplicación tenga una duración de 60 a 90 segundos. ^(15,16)



Fig. 14 Qmix (Dentsply).

Se ha demostrado que Qmix es eficaz tanto en la eliminación de barrillo dentinario como para bacterias como el *Enterococcus faecalis* en una sola aplicación. Otra propiedad de esta solución es que no interactúa con el NaOCl residual si se usa como irrigante final, a diferencia del EDTA y la clorhexidina. ⁽¹⁶⁾

3.11. Técnicas de irrigación

Diferentes agujas y calibres han sido empleadas durante el tratamiento endodóncico. Sin embargo, la efectividad varía con cada una de ellas. Esto se debe a la capacidad de las agujas para llegar al tercio apical y depositar la solución irrigadora en toda la longitud de trabajo del conducto radicular. Las agujas de calibre 25 (25G) fueron las más utilizadas durante varios años, sin embargo, estas fueron reemplazadas en primer lugar por las de calibre 27 (27G), para finalmente ser reemplazadas por las agujas de calibre 30 (30G) y las de 31 (31G). Esto nos muestra una tendencia por parte de los profesionistas por seleccionar agujas del menor grosor posible. ⁽³⁾

Diversos estudios han demostrado que la efectividad de una aguja es muy limitada más allá de su punta, esto debido a la presencia de aire dentro del conducto, dando como resultado una irrigación inefectiva. Las agujas de menor calibre permiten que la solución ingrese al vértice del conducto radicular, pero representa un mayor riesgo de seguridad para el paciente. Se han introducido varias modificaciones de los diseños de punta de aguja en los últimos años para facilitar la eficacia y minimizar los riesgos de seguridad, una de estas modificaciones consiste en colocar una o varias aperturas laterales. Se ha demostrado que no existe una diferencia significativa entre el uso de una aguja con apertura apical y una con apertura lateral. (Fig. 15) ⁽³⁾

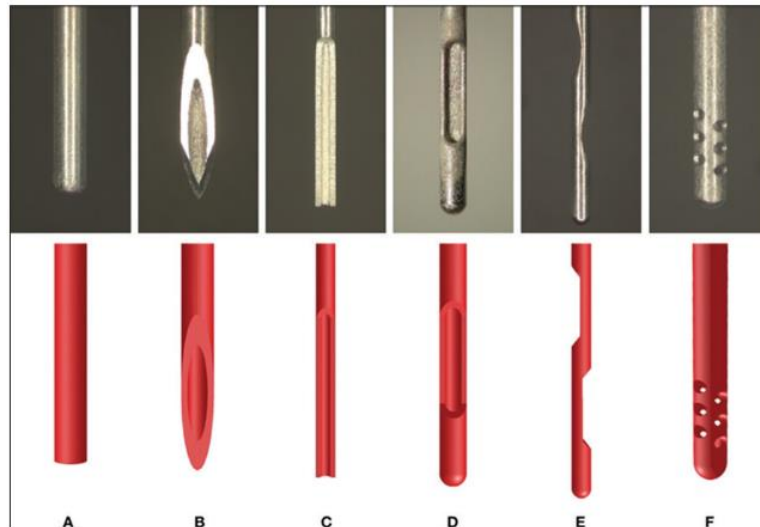


Figura 15. Diferentes diseños de aguja calibre 30 utilizadas para la irrigación de los conductos radiculares. A. Aguja plana. B. Biselada. C. Con muescas. D. Punta cerrada, apertura lateral. E. Apertura lateral doble. F. Aperturas múltiples. ⁽³⁾



Figura 16 Aguja Max-I-Probe de la casa comercial Dentsply.

Al momento de estar realizando la irrigación, es importante contar con aspiración mediante una cánula de diámetro moderado para ejercer el efecto de succión cerca de la entrada de los conductos. La técnica más habitual consiste en la introducción de la solución irrigadora mediante el uso de jeringas de plástico. Las agujas de los diferentes calibres se conectan mediante un mecanismo de rosca para evitar su posible desprendimiento. Las agujas pueden ser dobladas a conveniencia del operador para conductos radiculares de anatomía compleja. ⁽⁵⁾

La aguja debe mantenerse dentro del conducto de manera pasiva, sin que su extremo quede atrapado entre las paredes del conducto, para de esta manera permitir el reflujo de la solución irrigadora y que esta no sea forzada a presión en la zona apical. Se recomienda realizar movimientos de arriba abajo con la aguja, para producir agitación y evitar que la aguja se atasque. ⁽⁶⁾

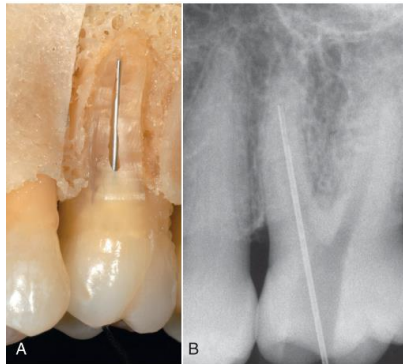


Fig. 17 Para una irrigación efectiva, la aguja debe colocarse de manera pasiva en el tercio apical de la raíz. ⁽⁶⁾

3.12. Complicaciones durante la irrigación

Existen varios reportes sobre las complicaciones de la irrigación con NaOCl durante el tratamiento endodóncico. La mayoría de las complicaciones son resultado de la extrusión accidental de la solución desde el foramen apical, canales accesorios o perforaciones en el área apical. ⁽¹⁷⁾

Cuando el NaOCl entra en contacto con tejido vital puede ocasionar inflamación, edema e incluso daños irreversibles como parestesia. Esto debido a sus características como agente hipertónico, cáustico e irritante y cuya acción no se limita solo al tejido necrótico. Resulta citotóxico para todas las células, con excepción del epitelio altamente

queratinizado. La mayoría de los casos tienen completa resolución en unas pocas semanas. (18,19)



Fig. 18 Situación clínica de paciente con incidente de extrusión de NaOCl. Típicamente incluye edema hemifacial y equimosis. (20)

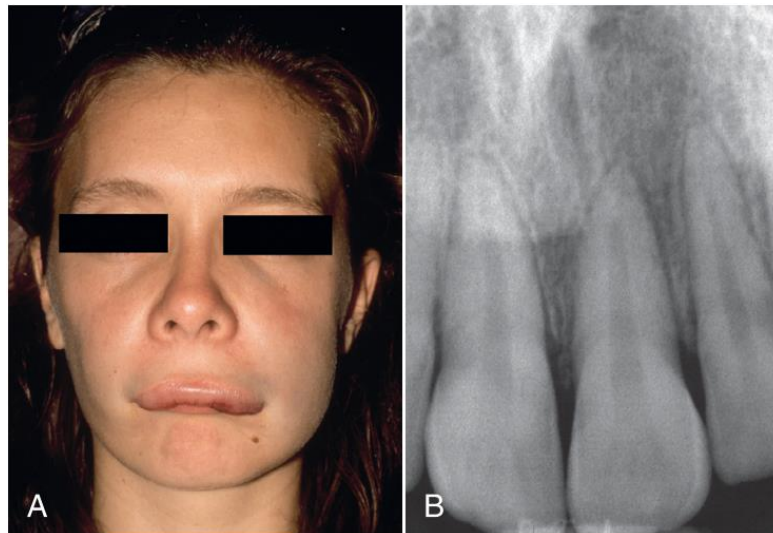


Fig. 19 Incidente de extrusión de NaOCl durante el tratamiento del incisivo superior izquierdo. Se produjo un extenso edema en el labio superior. (6)

Es importante la adecuada y oportuna atención en los casos de accidentes con NaOCl. A continuación, se enumeran algunos factores a considerar durante el tratamiento:

- Reconocimiento temprano del problema; el paciente debe ser informado de la causa y naturaleza del accidente.
- Realizar de manera inmediata la irrigación del sistema de conductos con solución salina, para de esta manera diluir el NaOCl.
- Permitir la respuesta de sangrado para eliminar el irrigante de los tejidos.
- Tranquilizar al paciente.
- Proporcionar al paciente instrucciones verbales y escritas.
- Mantener en vigilancia al paciente. ⁽¹⁷⁾

El tratamiento debe estar centrado en cuidados paliativos, que incluye compresas frías y calientes, enjuagues con solución salina, control del dolor, profilaxis antibiótica, terapia con corticoesteroides y mantener al paciente en observación. ^(17,19)

Para evitar la extrusión del NaOCl se recomienda:

- Preparación del acceso adecuado.
- Buen control de la longitud de trabajo.
- La punta de la aguja debe estar posicionada de 1 a 3 mm más corta que la longitud de trabajo.
- La aguja debe estar colocada de manera pasiva y no atascada dentro del conducto.
- La solución irrigante debe ser inyectada lentamente.

- Durante la irrigación deben realizarse movimientos constantes de entrada y salida de la aguja.
- Se debe observar un flujo de retorno de la solución al momento de estar irrigando.
- Usar agujas de administración lateral que estén diseñadas específicamente para fines endodóncicos. ⁽¹⁷⁾

Usar agujas convencionales para la irrigación del tercio apical representa un desafío. Debido a esto se han desarrollado nuevas técnicas y dispositivos para lograr una mayor eficacia. Estos dispositivos utilizan la tecnología de succión a presión. ⁽³⁾

3.13. Protocolo de irrigación final

En la literatura se describen una gran cantidad de propuestas de protocolo de irrigación final. A continuación, se describen los pasos más utilizados:

- a) Seleccionar la jeringa, el calibre de la aguja y la solución para realizar la irrigación del sistema de conductos radiculares. Escoger la cánula y acoplarla al aspirador. Se recomienda utilizar topes de goma. ⁽²⁾
- b) Luego, sujete la jeringa que contiene la solución irrigadora con una de las manos y haga que la punta de la aguja llegue hasta la entrada del conducto radicular. Con la otra mano, sostenga el dispositivo para la aspiración, de manera que el extremo

de la punta aspiradora quede colocado en el nivel de entrada de la cámara pulpar, donde permanecerá durante la irrigación. ⁽²⁾

- c) Con la aguja ubicada en la posición descrita y con leve presión sobre el émbolo de la jeringa, inicie la irrigación. ⁽²⁾
- d) Irrigar solución de NaOCl al 2.5 – 5% durante todo el procedimiento de irrigación hasta que se logre la conformación total del conducto radicular. Aplicar activación ultrasónica durante 20 segundos aproximadamente. ^(2,20)
- e) Para cada irrigación, se utilizarán alrededor de 2 a 3 ml de solución. Recargue la jeringa cada vez que se termine el líquido. ⁽²⁾
- f) Con suavidad y a medida que el líquido se deposita, se introduce la aguja irrigadora tomando los cuidados necesarios para que no obstruya la luz del conducto e impida el reflujo de la solución. La punta de la aguja irrigadora debe alcanzar, siempre que sea posible, el inicio del tercio apical, a 3 o 4 mm del tope de la preparación del conducto. Entonces debemos realizar discretos movimientos de vaivén; esta maniobra aumentará la agitación mecánica de la solución y ayudará a remover los residuos. ⁽²⁾
- g) El procedimiento de irrigación/aspiración se realiza en las diversas fases de preparación de los conductos radiculares siguiendo los mismos principios técnicos. ⁽²⁾
- h) Concluida la irrigación (que se realiza siempre después de usar cada instrumento), introduzca la aguja aspiradora en el conducto, con la mayor profundidad posible a fin de eliminar los detritos atrapados en su interior. Con la finalidad de neutralizar la actividad del NaOCl, se recomienda irrigar solución fisiológica o agua bidestilada. ⁽²⁾

- i) Eliminar la capa de barro dentinario resultante de la conformación mecánica mediante una solución quelante de EDTA al 17% o ácido cítrico al 10% durante aproximadamente 1 minuto. Realizar activación ultrasónica por 10 segundos. ⁽²⁰⁾
- j) En oportunidad de la última irrigación, se recomienda emplear solución fisiológica o agua bidestilada para eliminar cualquier resto de las demás soluciones irrigadoras antes utilizadas. Finalmente se procede a la aspiración final y secado del conducto con conos de papel absorbente estériles. ⁽²⁾

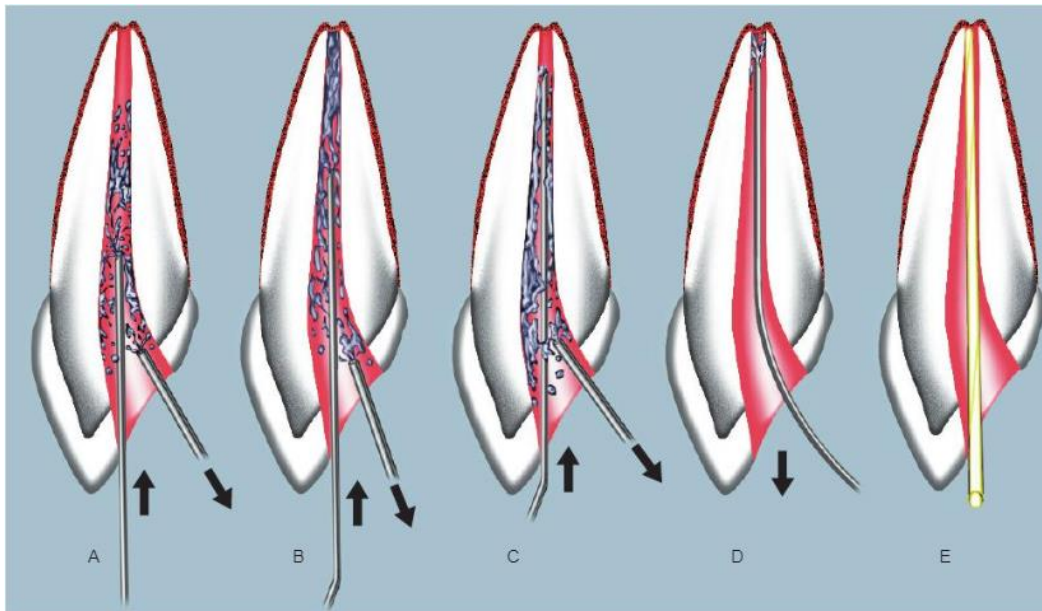


Fig. 20 Resumen esquemático de la técnica de irrigación/aspiración utilizada durante la conformación del conducto radicular. ⁽²⁾

En conductos muy estrechos, donde no es posible introducir la aguja, la solución irrigadora debe colocarse de modo que llene por completo la cámara pulpar. Se le llevará al interior del conducto por la acción de los instrumentos ensanchadores. La irrigación se realizará en forma efectiva a partir del momento en que el conducto, como consecuencia del proceso de conformación, presente un calibre suficiente para que pueda irrigarse. ⁽²⁾

La mayoría de las agujas para irrigación endodóncica tienen un diámetro superior al de un instrumento No. 25; esto hace que sólo puedan introducirse en el conducto cuando ya se hayan utilizado instrumentos con ese calibre. Las agujas más finas podrán llegar con más facilidad al interior del conducto. ⁽²⁾

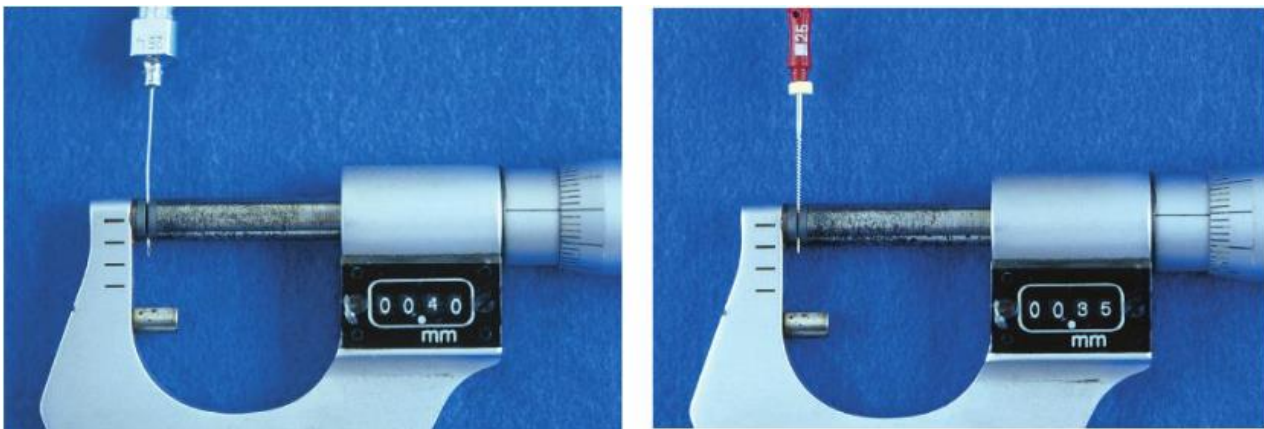


Fig. 21 Comparación del calibre de una aguja endodóncica (25x4) con una lima K #25.

La irrigación es un procedimiento técnico relativamente fácil, aunque deben tomarse precauciones para que la solución irrigadora no se impulse hacia el interior de los tejidos periapicales. En ese caso, provocarían irritación por su presencia física y por su acción química, sobre todo los productos con acción antiséptica, que son más agresivos para los tejidos vivos. ⁽²⁾

4. DISCUSIÓN

En la literatura, existen una gran cantidad de reportes de diversas soluciones empleadas para la desinfección del sistema de conductos radiculares. Sin embargo, Lugo et al. en 2013 comenta que hasta el momento no existe un irrigante ideal que de manera individual cumpla con todas las propiedades y sobre todo que tenga la capacidad de eliminar la capa residual de barro dentinario, por lo que en la actualidad se decide combinar soluciones para poder cumplir con todos los objetivos.

Castellucci et al. en 2005 menciona que las características que debería cumplir una solución para ser considerada como la ideal son: capacidad para disolver material orgánico, baja tensión superficial, capacidad antibacteriana, baja toxicidad, lubricación y debería evitar la decoloración del órgano dentario. A pesar de los avances científicos y de contar en el mercado con una gran variedad de soluciones irrigadoras, ninguna cumple con todas estas características.

Por medio de la aplicación de una encuesta a 219 profesionales de la salud, Sharkov et al. en 2018 demostró que la aguja más utilizada para realizar la irrigación del conducto radicular es la de calibre 27 con el 82%, seguida de las agujas con apertura lateral. Por otro lado, Karpagam et. al. menciona que no existe una diferencia significativa entre el uso de una aguja con apertura apical o lateral.

Al no contar con una solución irrigadora ideal, se recomienda mezclar soluciones para obtener una mejor desinfección del sistema de conductos radiculares. Prado et al. en 2013 realizó un estudio en el cual provocó la interacción de las diferentes soluciones



irrigadoras y quelantes disponibles, para de esta manera identificar cuáles de estas daban como resultado la formación de algún subproducto. La presencia de este precipitado imposibilita el correcto funcionamiento de las soluciones y en ocasiones representa un riesgo para la salud del paciente.

La solución irrigante mayormente empleada para la desinfección del sistema de conductos radiculares es el NaOCl, de acuerdo con Zhu et al. en 2013 debido a que tiene actividad antimicrobiana de amplio espectro, acción disolvente del material orgánico, es blanqueante y de rápida acción. Sin embargo, su empleo implica el riesgo de extrusión accidental de la solución hacia la zona periapical, lo cual podría ocasionar inflamación, edema e incluso daños irreversibles como parestesia.

Basrani et. al. en 2007 observó que al entrar en contacto NaOCl y CHX dentro del conducto radicular producía la formación de un precipitado denominado paracloroanilina. Este subproducto ha sido clasificado como un agente posiblemente cancerígeno por la Agencia Internacional para la investigación sobre el Cáncer. Para minimizar la formación de este precipitado se recomienda eliminar los residuos de NaOCl mediante la irrigación de EDTA o alcohol, antes de aplicar CHX.

5. CONCLUSIÓN

A pesar de los múltiples intentos para encontrar una solución irrigante ideal, no se ha logrado identificar o crear una solución que cumpla con todas las propiedades deseables. Sin embargo, el NaOCl es la solución que cumple con la mayor cantidad de virtudes. Tiene actividad antimicrobiana de amplio espectro, acción disolvente del material orgánica, blanqueante y es de rápida acción. Aunque su principal desventaja es su alta toxicidad. Al ser incapaz de eliminar el barro dentinario, su uso queda condicionado al posterior empleo de un agente quelante.

Debido a su alta toxicidad debe ser manipulado con mucha precaución, su proyección inadvertida en el interior de los tejidos periapicales determinará reacciones importantes. Puede ocasionar inflamación, edema e incluso una afección irreversible como parestesia. Durante la terapia endodóntica, las soluciones van del 2.5 al 5.0%

Referente a la técnica de irrigación se recomienda, utilizar jeringas de 3 ml y agujas con apertura lateral. La irrigación se realizará durante todo el procedimiento de la conformación radicular. Para cada aplicación se utilizarán de 2 a 3 ml. La punta de la aguja deberá estar posicionada de 1 a 3 mm más corta que la longitud de trabajo, se recomienda utilizar topes de goma. La aguja debe estar colocada de manera pasiva y no atascada dentro del conducto. Con suavidad y a medida que el líquido se deposita, se introduce la aguja. Entonces debemos realizar discretos movimientos de vaivén; esta maniobra aumentará la agitación mecánica.



Se ha demostrado que las soluciones irrigadoras no tienen la capacidad para eliminar la capa de barro dentinario resultante de la conformación mecánica. Por lo que se indica la aplicación de un agente quelante. Estas soluciones tienen como función remover el tejido inorgánico adosado a las paredes, con el fin de obtener un sistema de conductos limpio que pueda estar en contacto íntimo con el material de obturación. Se recomienda emplear EDTA al 17%. Finalmente se realizará un enjuague final con NaOCl y se procederá a la aspiración y secado del conducto con conos de papel absorbente estériles.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Hargreaves K M., Berman L H. CS. Cohen's Vías de la Pulpa. 10a ed. España: Elsevier Health Science; 2011. 231–291.
2. Soares IJ., Goldberg F. GM. Endodoncia: técnica y fundamentos. 2a ed. Buenos Aires, Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2012. 525.
3. Karpagam GN, Raj JD. Types of needles used in the irrigation of root canal system - A review. 2018;10(3):5–6.
4. Lugo De Langhe CD, Rocha MT, Finten SB. Actualización sobre irrigantes y nuevas técnicas de irrigación utilizados para la eliminación del smear layer o barro dentinario. Revista de la Facultad de Odontología. 2013;6(2):62.
5. Canalda Sahli C., Brau Aguadé E., Canalda O. MBA. Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas. 3a ed. Barcelona, España: Elsevier Masson; 2014. 462.
6. Walton RE, Rivera EM. Cleaning and Shaping. Principles and practice of endodontics. 2002;209.
7. Castellucci, A. West J. Endodontics. 1a Edición. Endodontics. Florencia, Italia: Il Tridente; 2005.
8. Ingle JI, Bakland LK, Baumgartner JC. Endodontics. 6th ed. B. C. Decker; 2008.
9. Hern DK, Tud E, Ben T. Estudio clínico comparativo en la eficacia del uso de Triclosan vs Clorhexidina en pacientes adultos con enfermedad periodontal activa. Oral. 2012;(40):826–31.
10. Onetto D, Correa V, Araya P, Yévenes I, Neira M. Efecto del ultrasonido endodóntico sobre clorhexidina al 2% en la formación de paracloroanilina. Estudio in vitro. Revista Clínica de Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral. 2015;8(3):185–91.
11. Basrani BR, Manek S, Sodhi RNS, Fillery E, Manzur A. Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate. Journal of Endodontics. 2007;33(8):966–9.
12. Prado M, Santos Júnior HM, Rezende CM, Pinto AC, Faria RB, Simão RA, et al. Interactions between irrigants commonly used in endodontic practice: A chemical analysis. Journal of Endodontics. 2013;39(4):505–10.



13. Mohammadi ZahedSS. Hydrogen peroxide in endodontics: a mini-review. *International Journal of Clinical Dentistry*. 2010;8(2):16–9.
14. Clarkson RM, Podlich HM, Moule AJ. Influence of ethylenediaminetetraacetic acid on the active chlorine content of sodium hypochlorite solutions when mixed in various proportions. *Journal of Endodontics*. 2011;37(4):538–43.
15. Yılmaz K, Tüfenkçi P, Adıgüzel M. The effects of QMix and EndoActivator on postoperative pain in mandibular molars with nonvital pulps: a randomized clinical trial. *Clinical Oral Investigations*. 2019;23(11):4173–80.
16. Gundogar M, Sezgin GP, Erkan E, Ozyilmaz OY. The influence of the irrigant QMix on the push-out bond strength of a bioceramic endodontic sealer. *European Oral Research*. 2019;52(2):64–8.
17. Mehdipour O, Kleier D, Averbach R. Anatomy of sodium hypochlorite accidents. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 2007;28(October):544–50.
18. Zhu WC, Gyamfi J, Niu LN, Schoeffel GJ, Liu SY, Santarcangelo F, et al. Anatomy of sodium hypochlorite accidents involving facial ecchymosis - A review. *Journal of Dentistry*. 2013;41(11):935–48.
19. Faras F, Abo-Alhassan F, Sadeq A, Burezq H. Complication of improper management of sodium hypochlorite accident during root canal treatment. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*. 2016;6(5):493–6.
20. Basrani B. *Endodontic irrigation: chemical disinfection of the root canal system*. 1°. Toronto, Canada: Springer; 2015. 325.