



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

IRRIGACIÓN COMPLEMENTARIA EN EL TRATAMIENTO
DE CONDUCTOS.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

PAOLA MELÉNDEZ RAMÍREZ

TUTOR: Esp. ROXANA BERENICE MARTÍNEZ VÁZQUEZ

MÉXICO, Cd. Mx.



2022



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:

En primer lugar, agradezco a mis padres Ana y César, que me enseñaron que los sueños se hacen realidad, pero sobre todo por ayudarme a cumplirlos, gracias por estar en todo el proceso y apoyarme incondicionalmente, sin ustedes no hubiera sido posible.

A mi hermano César por siempre ayudarme, explicarme y alentarme cuando no entendía algún tema, por más sencillo que fuera.

A mi novio Angel por estar siempre para mí, desvelarse conmigo y ayudarme a no querer tirar la toalla en los momentos difíciles.

Gracias a ustedes, por el amor y el apoyo incondicional.



ÍNDICE:

1.Inducción.....	1
2.Irrigación en endodoncia.....	3
2.1 Antecedentes de la irrigación.....	4
3.Irrigantes en endodoncia.....	5
3.1 Antecedentes de las soluciones irrigadoras.....	6
3.2 Características ideales de un irrigante.....	7
3.3 Soluciones irrigadoras.....	8
3.3.1 Hipoclorito de sodio (NaClO).....	8
3.3.1.1 Calentamiento de NaClO.....	10
3.3.1.2 Burbuja de vapor apical.....	11
3.3.2 Clorhexidina (CHX).....	11
3.3.3 Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y Ácido cítrico.....	12
3.3.4 Suero fisiológico.....	13
3.3.5 Otras soluciones.....	14
3.3.5.1 Dual Rinse®.....	14
3.3.5.2 Triton®.....	14
3.4 Interacciones entre los irrigantes.....	15
3.4.1 NaClO y CHX.....	15
3.4.2 NaClO Y EDTA.....	15
3.4.3 CHX y EDTA.....	15
4. Técnicas y sistemas de irrigación.....	16
4.1 Técnicas manuales.....	17



4.1.1 Técnica convencional (aguja adaptada a una jeringa).....	17
4.1.1.1 Irriflex®.....	20
4.1.2 Agitación manual mediante un cono de gutapercha.....	20
4.2 Técnicas mecánicas.....	21
4.2.1 Antecedentes de los sistemas de irrigación.....	21
4.2.2 Sistemas de irrigación.....	22
4.2.2.1 Ultrasónicos.....	22
4.2.2.1.1 Irrigación Ultrasónica Pasiva (PUI).....	23
4.2.2.1.2 Irrigación Ultrasónica Continua (CUI).....	27
4.2.2.2 Sónicos.....	30
4.2.2.2.1 Sistema Endoactivador®.....	31
4.2.2.2.2 Vibringe®.....	33
4.2.2.2.3 RinsEndo®.....	34
4.2.2.3 Sistemas por presión negativa.....	34
4.2.2.3.1 Sistema EndoVac®.....	35
4.2.2.4 Fotoactivación.....	38
Conclusiones.....	43
Bibliografías.....	44



1.Introducción

La limpieza y desinfección en Endodoncia no trata solamente de la instrumentación, sino también de la irrigación de los conductos, que consiste en la introducción de una o varias sustancias con ciertas características en los conductos radiculares, es importante que no solo se desinfecte el conducto principal, sino también las diferentes ramificaciones que puedan llegar a existir en el conducto radicular. La irrigación funciona a un nivel donde las limas de endodoncia no pueden llegar, por más flexibles que puedan ser.

La selección de los irrigantes se debe hacer con base en sus características y propiedades, así como las necesidades y efectos deseados en las diferentes condiciones del diente a tratar, algunos irrigantes serán más adecuados que otros, sin embargo, en cualquier patología es importante utilizar una solución irrigadora que posea buena capacidad de limpieza y desinfección.

Las características ideales de un irrigante son; humectación, baja tensión superficial, tensoactividad, potencial bactericida, biocompatibilidad, acción lubricante y efervescencia, aún no se conoce un irrigante que cumpla con todas estas características, es por esto que se pueden utilizar diferentes irrigantes a lo largo del tratamiento de conductos.

Las soluciones irrigantes utilizadas en Endodoncia son: Hipoclorito de Sodio (NaClO), Clorhexidina (CHX), Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y Ácido cítrico. Debido a sus características las sustancias irrigantes deben utilizarse en combinación ya que unas tienen una excelente interacción con las sustancias orgánicas y otras con las inorgánicas de la dentina, sin embargo, para lograr esto debemos neutralizar las sustancias con ayuda de la solución fisiológica, ya que las



sustancias pueden generar interacciones que en muchos casos tienen repercusiones negativas.

Para evitar la extrusión de la solución irrigante y al mismo tiempo evitar la burbuja de vapor, se han creado modificaciones de las agujas para irrigar como lo es la aguja Irriflex® que posee una doble salida lateral y es muy flexible.

Sin embargo, a pesar de los intentos por obtener una sustancia irrigante que posea todas las cualidades deseadas y las adaptaciones en la técnica de irrigación convencional, en el tercio apical no es posible obtener una total eliminación de los detritus y barrillo dentinario, por esto es necesaria la activación de las soluciones irrigantes para aumentar su eficacia, lo cual se obtiene a través de varios sistemas de activación como lo son el sónico, ultrasónico, de presión negativa y activación a través de láser.

Dentro de la irrigación ultrasónica existen la Irrigación Ultrasónica Pasiva (PIU), Irrigación Ultrasónica Continua (CUI). Por otro lado, en la irrigación sónica encontramos el sistema Endoactivator®, el sistema Vibringe® y el RinsEndo®. En el sistema de presión negativa está el EndoVac®, y por último los sistemas de fotoactivación. Un uso adecuado de la combinación de irrigantes y de técnicas de potencialización ayudan a que la limpieza del conducto sea mejor.

Objetivo: Descripción de diferentes sistemas de irrigación, sus ventajas y desventajas.

2.Irrigación en endodoncia

La irrigación en endodoncia es la introducción de una o más soluciones en los conductos radiculares con la finalidad de eliminar bacterias, tejido pulpar y restos de dentina, que puedan estar en el conducto aún después de una adecuada preparación biomecánica (Fig.1).¹



Fig.1 Irrigación en endodoncia. (Tomada de: [Endodoncia \(drasorayaperez.com\)](http://Endodoncia.drasorayaperez.com))

La desinfección del conducto radicular no es solo del conducto principal, es necesario que también se desinfecten los conductos laterales, secundarios, interconductos, deltas apicales y las diferentes ramificaciones que puedan existir, la irrigación funciona a un nivel en el que las limas de endodoncia no pueden llegar, por más flexibles que puedan llegar a ser. Distintos trabajos muestran que incluso con los sistemas de NiTi (Níquel-Titanio) mejorados, no todas las paredes del conducto son tocadas durante la limpieza y modelado. Es importante mencionar que lamentablemente la irrigación tradicional con aguja no tiene los resultados deseados.²

La eliminación de la capa de barrillo dentinario es muy importante para el éxito del tratamiento pulpar, por la eliminación de bacterias que se puedan encontrar en este y también para optimizar la acción de medicación intra y extra radicular tanto como para mejorar la calidad del sellado del material obturador, es por esto que al terminar la instrumentación se debe de irrigar.³



Los objetivos de la irrigación son:

- Reducir la cantidad de bacterias en los conductos por la acción mecánica de lavado y por la acción antibacteriana de la sustancia que se utilice.⁴
- Eliminar los detritos por medio de movimiento o disolución, que ya existían o fueron generados en la instrumentación y se encuentran dentro del conducto radicular. Los detritos se acumulan en el tercio apical del conducto hasta obstruirlo, pueden llegar a la zona periapical donde son muy agresivos si están contaminados. ⁴
- Facilitar la capacidad de conformación del conducto que tienen los instrumentos endodónticos para mantener las paredes dentinarias hidratadas y ejercer una acción lubricante. ⁴

2.1 Antecedentes de la irrigación

Históricamente en un inicio el tratamiento endodóntico era únicamente químico, ya que no existían instrumentos de calidad, que fueran seguros y con buen poder de corte para eliminar el tejido pulpar, es por esto que la eliminación del tejido pulpar se realizaba con sustancias químicas que disolvían el contenido orgánico del conducto radicular, sin preocuparse por el acceso de estas sustancias a los tejidos periapicales.³

En esa época se usaban ácidos, como el clorhídrico y sustancias tóxicas como el arsénico con el fin de conseguir la limpieza de los conductos. La endodoncia se realizaba en varias sesiones, en ellas se cambiaban las sustancias, hasta conseguir un conducto limpio y confirmaban esto por la ausencia de olor o exudado en el interior del conducto. ³



En 1894 se hizo la primera publicación sobre el uso de una sustancia química en endodoncia. Callahan, utilizando ácido sulfúrico al 40-50%, afirmaba que esa sustancia tenía la capacidad de esterilizar los conductos radiculares.³

La evolución de los estudios de microbiología demostró que la esterilización total del conducto radicular, es algo, hasta el momento, imposible, pero la utilización de sustancias químicas durante la fase de preparación del conducto radicular es muy importante para que alcancen niveles aceptables de descontaminación.³

3.Irrigantes en endodoncia.

La cantidad de productos destinados a la irrigación es amplia, la selección de un irrigante dependerá de las características y propiedades del producto, así como las necesidades y efectos deseados en las diferentes condiciones que el diente que se esté tratando pueda presentar.⁴ La capacidad de un irrigante para disolver el tejido pulpar, matar las bacterias y eliminar el barrillo dentinario son ya conocidas, algunos irrigantes son más adecuados para algunos casos que otros.²

No existe un irrigante que posea todas las características deseables sin tener también desventajas o características negativas. Los irrigantes se pueden clasificar en irrigantes con acción antibacteriana y en irrigantes con acción descalcificadora, es por esto que el protocolo de irrigación se basa en irrigantes de acción antibacteriana para una fase inicial, un irrigante de acción descalcificadora para una fase intermedia, en esta fase se libera de las paredes del conducto radicular el barrillo dentinario que se produce por la instrumentación y una fase final en la que se usa un irrigante antibacteriano que se puede utilizar con técnicas de potencialización para eliminar restos de tejidos y bacterias que dificultan después la adaptación



del material de obturación. Un uso adecuado de la combinación de irrigantes y de técnicas de potencialización ayudan a que la limpieza del conducto sea mejor, así como la obturación. ⁵

En cualquier patología es importante usar una solución irrigadora que posea buena capacidad de desinfección. En los dientes con la pulpa necrótica, la irrigación ayuda y promueve la desinfección del sistema de conductos y la neutralización de las toxinas presentes en el contenido necrótico.⁴

3.1 Antecedentes de las soluciones irrigadoras

La primera formulación del hipoclorito de sodio fue durante la Primera Guerra Mundial en Inglaterra por Henry Dakin en 1915 quien basó su investigación en las heridas de los soldados; Dakin partió de una concentración del 65% de cloro activo, hipoclorito de sodio y carbonato de sodio, de esta preparación resultó la solución de hipoclorito de sodio, que diluida, permitió la concentración al 0,5%, conocida como solución de Dakin.⁶

Walker en 1936 en un artículo relata la preocupación con los procedimientos odontológicos, desde la esterilización del material hasta la descontaminación del conducto radicular y menciona la indicación del Dr. Blass, sobre el uso de la solución de soda clorada en la limpieza del conducto radicular.³

Grossman en 1943 estudió el uso de hipoclorito de sodio en concentraciones al 5%, con peróxido de hidrógeno.³

El Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) fue introducido en endodoncia por Nygaard-Ostby, que recomendaba usarlo al 15% para facilitar la preparación de conductos estrechos o calcificados.^{3,8}



La clorhexidina fue introducida en la década de los 50 en Inglaterra para uso médico como desinfectante general con actividad microbiana de doble espectro, que actúa en bacterias Gram-positivas y Gram-negativas. En odontología fue utilizada por primera vez por Davies y colaboradores, en la antisepsia de campos operatorios y en la desinfección de los conductos radiculares.³

En 1983 Yamada propone la utilización de hipoclorito de sodio con EDTA para actuar sobre el material orgánico e inorgánico.⁴

3.2 Características ideales de un irrigante

Es importante que para la selección de un buen irrigante se conozcan las características que estos deben de tener.

- Humectación: El irrigante debe de tener la capacidad de dispersarse por todas las paredes del conducto radicular. ³
- Baja tensión superficial: Para que la sustancia irrigante tenga una mejor capacidad de penetración y contacto. ³
- Tensoactividad: Es la capacidad de la sustancia irrigante de bajar la tensión superficial de los componentes acuosos y lipídicos que se encuentran en el interior del conducto radicular. ³
- Potencial bactericida: La sustancia irrigante debe de tener propiedades bactericidas y no bacteriostáticas, para promover la eliminación de la mayor parte de la infección y no solo la inactivación de las bacterias como lo hacen los bacteriostáticos. ³
- Biocompatibilidad: Las sustancias irrigantes no deben de tener efectos citotóxicos sobre los tejidos periapicales ya que la finalidad



de el tratamiento de conductos es la reparación de los tejidos periapicales y para que esto suceda la región periapical debe de estar libre de cualquier agente irritante.⁹

- Acción lubricante: Las sustancias irrigantes deben de tener la capacidad de lubricación para que no exista un calentamiento por la fricción generada y los instrumentos sigan siendo eficientes, así como también se disminuya la probabilidad de fractura. ³
- Eferescencia: Las sustancias irrigantes deben ser eferescentes para generar la liberación de gases en agua que van a mantener en suspensión la suciedad que fue removida por la instrumentación en el interior del conducto, evitando que se deposite en la porción apical.³ Esto evitará la transportación de restos dentinarios que provoquen bloqueos en el conducto radicular.⁹

Aún no se conoce un irrigante que cumpla con todas estas características, es por esto que a lo largo del tratamiento de conductos y dependiendo de la etapa y necesidad en la que se esté podemos ocupar diferentes irrigantes para así tener un buen pronóstico con mayor tasa de éxito. ³

3.3 Soluciones irrigadoras

3.3.1 Hipoclorito de sodio (NaClO)

El hipoclorito de sodio es un compuesto halógeno, muy alcalino, es el irrigante más utilizado en endodoncia, tiene una acción disolvente sobre el tejido necrótico y los restos orgánicos, además es un potente agente antimicrobiano (Fig. 2). ³

El NaClO tiene varias de las características ideales de un irrigante y otras propias como lo son:



Fig. 2 Hipoclorito de sodio (NaClO) al 5.25% (Tomada de: [Hipoclorito de Sodio - Librería Médica Orizaba \(libreriamedica.com.mx\)](http://libreriamedica.com.mx))

- Acción bactericida: El NaClO mata las bacterias por bacteriólisis. ³
- Saponificación de las grasas: Agentes alcalinos presentan la capacidad de transformar los lípidos en jabones, bajando aún más su tensión superficial. ³
- Acción sobre las proteínas: El NaClO tiene la capacidad de quebrar las moléculas proteicas en fragmentos menores y por lo mismo hacerlas más solubles. ³
- Acción desodorizante: A causa de la liberación de cloros, el NaClO desodoriza el contenido del conducto radicular, lo que se necesita en los casos de necrosis pulpar, por el olor característico. ³
- Acción aclarante: Por la liberación de cloro, tiene un poder de aclarado de las estructuras dentinarias. ³

Concentraciones	Porcentaje de cloro activo	Usos
Concentraciones bajas	0,5% (Solución de Dakin)	Biopulpectomía
	1% (Solución de Milton)	
Concentraciones medianas	2,5%	Necropulpectomía
Concentraciones altas	4-6%	Necropulpectomía y Periodontitis apical aguda.

Tabla 1. Concentraciones de NaClO.³

Se debe de tener precaución de no inyectar NaClO con demasiada presión o muy cerca del foramen apical para que no exista una extrusión de este en el periapice. ³

Las desventajas del NaClO son su toxicidad en tejidos blandos, su sabor y su incapacidad para remover el barrillo dentinario, con todo y estas desventajas el NaClO es el único con la capacidad de disolver el material orgánico, biofilm y partes orgánicas de la capa residual.⁹

3.3.1.1 Calentamiento de NaClO

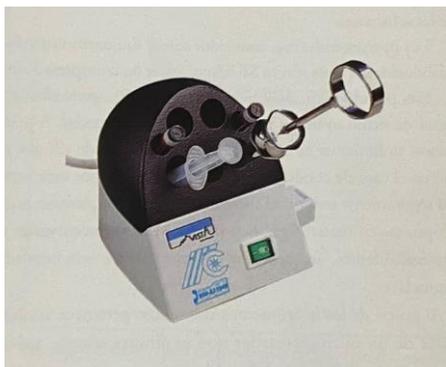


Fig. 3 Calentador para irrigantes térmicos. (Tomada de: Berutti E., Missimo G. Manual de endodoncia. Milano Italia: ALMOCA; 2017, p.329).

El calentamiento de NaClO es una forma de activación de gran importancia.¹⁰

Al calentar el NaClO se degrada rápidamente y esto es un inconveniente porque pierde sus capacidades bactericidas, como opción está el calentamiento con ayuda de un sistema cerrado como el calentador para irrigantes térmicos (Fig.3).⁵

El calentamiento también se puede llevar a cabo en el interior del conducto a través del uso de portadores de calor, como las puntas ultrasónicas o los instrumentos utilizados para la compactación en caliente de la gutapercha.¹⁰

La temperatura aumenta la tasa de reacción del NaClO y esto mejora su capacidad de disolución de los tejidos orgánicos. La temperatura aconsejada es de 50 ° y la solución se debe de cambiar cada 3 minutos, o

su calentamiento puede verse afectado por el rápido enfriamiento debido a la pequeña cantidad de líquido. ¹⁰

3.3.1.2 Burbuja de vapor apical:

Para que el irrigante tenga una acción efectiva debe permanecer en contacto con superficie radicular, en el tercio apical esto se complica porque el líquido no llega, debido a la burbuja de vapor que se forma por la mezcla

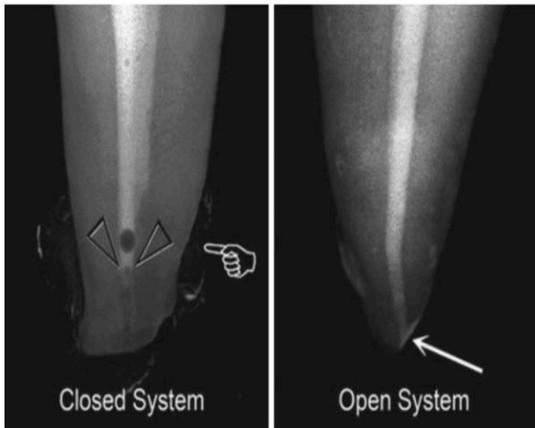


Fig.4 Burbuja de vapor apical. Flecha muestra que el fluido alcanza el ápice de la raíz en un sistema abierto. (Tomada de: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canadá: Springer; 2016. p.186.)

de amonio y dióxido de carbono que proviene del contacto de NaClO con material orgánico del conducto radicular.¹¹

La burbuja de vapor sucede debido a que el extremo de la raíz está encerrado por la cavidad ósea, lo que resulta en el atrapamiento de gas en su extremo cerrado durante la irrigación. Fue reportado por primera vez en la literatura de

ingeniería por Dovgyallo et al. De Gregorio et al. y Tay et al. informaron que este efecto se generaba en el conducto radicular (Fig. 4). ²⁶

Vera et al. explicó que el irrigante puede alcanzar el ápice de una raíz (in vitro) cuando la permeabilidad apical se realiza con una lima de bajo calibre #8 o #10, flexible, que se debe de mover de forma pasiva en el término del conducto radicular sin ensanchar el conducto esta técnica se denomina “lima de pasaje”. ¹¹

3.3.2 Clorhexidina (CHX)

La clorhexidina es una base fuerte, es utilizada en forma de sal (digluconato).³ El digluconato de clorhexidina se usa como irrigante en

concentraciones de entre 0,12 y 2%, ayuda a la desinfección y lubricación del conducto (Fig.5).⁴



Fig.5 Solución de gluconato de Clorhexidina al 2%, para irrigación de conductos radiculares. (Tomada de: [DentalShopMX e-commerce](http://DentalShopMX.commerce))

La clorhexidina es absorbida por la membrana celular de las bacterias y produce así el escape de sus componentes intracelulares.³ En concentraciones elevadas, tiene un efecto bactericida, y en bajas concentraciones un efecto bacteriostático, en ambas concentraciones es efectiva contra microorganismos gram-positivos y gram-negativos. ⁴

Tabla.2 Ventajas y desventajas de la CHX.

Ventajas	Desventajas
Sustantividad	No disuelve tejido orgánico
Baja toxicidad	No tiene acción blanqueadora

El CHX no puede reemplazar al NaClO como solución irrigadora de primera elección en endodoncia, pero es una muy buena opción para la irrigación de conductos en pacientes alérgicos al NaClO. ^{4,9}

3.3.3 Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y Ácido cítrico.

El EDTA y el Ácido cítrico son sustancias quelantes, esto quiere decir que atrapan a los iones metálicos que están presentes en los cristales de hidroxiapatita como lo son el calcio, fosfato, magnesio y zinc.³

Sus ventajas son su biocompatibilidad, que ayudan a la preparación de conductos angostos y calcificados, previenen el bloqueo apical y ayudan a la eliminación del barrillo dentinario. ³



Fig. 6 EDTA al 17%
(Tomada de:
[MD-Cleanser EDTA Solucion \(symdental.com\)](http://MD-Cleanser EDTA Solucion (symdental.com)))

EDTA:

El EDTA tiene una actividad autolimitante, porque una vez que todas las moléculas de EDTA se unen a los iones de calcio su actividad quelante ya no sucede.³ Se utiliza en una concentración del 17% en endodoncia (Fig. 6).³

Sus desventajas son que sus propiedades antisépticas son limitadas y su mal uso puede generar desviaciones y perforaciones iatrogénicas.³

Ácido cítrico:

En endodoncia se utiliza en una concentración del 10% y 20%; el ácido cítrico es uno de los compuestos utilizados como última irrigación de los conductos preparados (Fig. 7).³



Fig. 7 Acido cítrico al 20%. (Tomada de: [ACIDO CITRICO 20% 30ML. ULTRADENT - Henry Schein España, S.L.](#))

3.3.4 Suero fisiológico

Tabla.3 Uso, ventajas y desventajas del suero fisiológico.



Fig.8 Suero fisiológico
Tomada de: [Suero Fisiologico 0.9% 1000ml Fresenius Kabi \\$1990 ZPaN2 - Precio D Chile](#)

Uso	Neutraliza los irrigantes cuando se desea eliminar el líquido que se ocupó anteriormente. ¹²
Ventajas	Biocompatibilidad. ¹²
Desventajas	Remueve los detritos del interior del conducto de una manera débil y no tiene capacidad bactericida. ¹² (Fig. 8)

3.3.5 Otras soluciones

3.3.5.1 Dual Rinse®

Dual Rinse® es un polvo de etidronato que forma ácido etidróico (HEDP) en solución acuosa, recientemente ha sido aprobado para uso clínico. El Etidronato es una sustancia quelante relativamente débil que al disolverse



Fig.9 Dual Rinse® (Tomada de: [Dual Rinse® HEDP - DSI HUBER - Dental Science & Innovation \(dsi-huber.de\)](http://DualRinseHEDP-DSI-HUBER-DentalScience&Innovation.dsi-huber.de))

en NaClO pretende crear una nueva solución endodóntica (Fig.9).¹³ Se conoce que en la mezcla de NaClO con EDTA, la acción antibacteriana del NaClO se ve comprometida. Estudios previos han demostrado que la mezcla de

NaClO con HEDP acuoso provocó una reducción (20 %) en el contenido de cloro libre disponible después de una 1 hora ha manteniendo los efectos antibacterianos del NaClO, esto hace posible utilizar esta mezcla durante la preparación químico-mecánica del conducto radicular y para la irrigación final. ¹³

3.3.5.2 Triton®



Fig.10 Triton®. (Tomada de: [BrasselerCanada | Triton Irrigation Solution](http://BrasselerCanada.com))

Mediante el uso de una concentración más baja de NaClO y una mezcla patentada de surfactantes y agentes quelantes suaves, Triton es el primer irrigante que brinda todos los beneficios de NaClO, EDTA y CHX en un solo paso de irrigación todo en uno. Triton mantiene una concentración efectiva de NaClO para la disolución de tejidos orgánicos y, al mismo tiempo, permite la eliminación de desechos inorgánicos en un solo paso.¹⁴ (Fig. 10)

Sus ventajas son que al ser una solución de irrigación única multifuncional reduce el tiempo de consulta, los pasos del procedimiento y los costos de irrigación, además de



que elimina simultáneamente los residuos orgánicos e inorgánicos, es menos citotóxico que NaClO al 6% con EDTA.¹⁵

Aún no se han encontrado desventajas porque no se han hecho suficientes investigaciones ya que es un irrigante nuevo.

3.4 Interacciones entre los irrigantes

3.4.1 NaClO y CHX

Esta mezcla así sea con una concentración muy baja de NaClO genera pigmentos color naranja (paracloroanilina) y un precipitado. La paracloroanilina es tóxica, su principal efecto tóxico es la formación de metahemoglobina, la exposición a corto plazo en humanos produce cianosis, que es una manifestación de la formación de metahemoglobina. En 1991, se informó que la paracloroanilina era cancerígena en ratones. Es por esto que se debe de minimizar la formación de paracloroanilina con el lavado de los restos de hipoclorito con solución fisiológica antes de usar CHX.¹⁶

3.4.2 NaClO y EDTA

Al mezclar el NaClO con el EDTA, este último reducirá la cantidad de cloro y esto dará como resultado la pérdida de su capacidad antimicrobiana, es por esto que estas dos soluciones no deben de ser combinadas. También en caso de ser mezclados existirá una inactivación del EDTA, que se genera por una reacción de oxidación, que limita la desmineralización.¹⁷

3.4.3 CHX y EDTA

Esta mezcla da como resultado un precipitado blanco o lechoso en relación con las reacciones ácido-base. Aunque las propiedades de esta mezcla no han sido estudiadas, al parecer las propiedades del EDTA de remover el barrillo dentinario se reducen. Por la formación del precipitado no se deben de mezclar, para evitar la obliteración de los túbulos dentinarios.¹⁷



4. Técnicas y sistemas de irrigación

La irrigación de los conductos radiculares en el tratamiento de conductos se fundamenta en el uso de las soluciones químicas que tienen la característica de ser quelantes y/o bactericidas, con la finalidad de generar una mejor limpieza y desinfección de los túbulos dentinarios. Para que esto suceda, se debe tener en mente la naturaleza y el volumen de solución utilizado, así como conocer la cinemática recomendada para este proceso.⁸

Es importante mencionar que la misma anatomía interna radicular dificulta la limpieza y desinfección de las paredes del conducto, sobre todo en la zona apical, donde los túbulos dentinarios están dispuestos en mayor número y tienen un menor diámetro, es por esto que para que la irrigación final sea efectiva, la solución irrigante debe de llegar lo más profundo posible a las porciones apicales de los dientes. ⁸

Una manera de facilitar este proceso es con la irrigación que realizamos de manera convencional con la ayuda de agujas de irrigación de calibres muy pequeños para que al entrar en los conductos radiculares puedan llegar lo más cercano a la longitud de trabajo y la inyección de la solución irrigante ayude al movimiento del líquido en el interior del conducto, eliminando el barrillo de la superficie del conducto, a esto se le denomina irrigación por presión pasiva. ⁸

También existen distintos sistemas irrigación mecánica que ayudan a la desinfección de conductos como lo son los sistemas ultrasónicos, sónicos, de presión negativa y fotoactivación, estos sistemas son más eficaces para llegar a las zonas en donde el irrigante no puede entrar con facilidad. ¹⁸

4.1 Técnicas manuales

4.1.1 Técnica convencional (aguja adaptada a una jeringa)

Es la técnica más utilizada para la irrigación en el tratamiento de conductos, sin embargo, actualmente se sabe que con el uso de la jeringa y el flujo del líquido no se obtiene una limpieza suficiente.¹⁰

Se requiere una jeringa con atache atornillado tipo luer-lock o secure-lock, para impedir que la aguja se separe de la jeringa y como consecuencia se derramen las soluciones irigantes (Fig. 11). Las jeringas recomendadas para irrigación son las de los calibres 3, 5 y 10 ml. ¹⁰

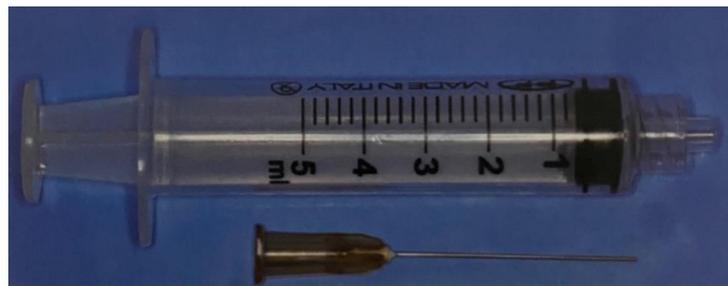


Fig.11 Jeringa con atache tipo luer, (Tomada de: Berutti E., Missimo G. Manual de endodoncia. Milano Italia: ALMOCA; 2017, p.326).

Las agujas más utilizadas en endodoncia por su forma son las de la apertura lateral¹⁰, como lo son las agujas con extremo cerrado con salida lateral, agujas con extremo cerrado con múltiples salidas y las agujas con extremo cerrado con doble salida lateral (Fig.12).¹⁹ Estas agujas se recomiendan porque permiten que la solución alcance alrededor de 1 mm más allá de la punta y que exista un menor riesgo de extrusión del irrigante.² La presencia de una salida lateral en la aguja de irrigación genera una reducción de la presión apical de 17%-19%.¹⁹



Fig.12 Tipos de agujas endodónticas. Biselada (A); plana (B); muesca (C); extremo cerrado con salida lateral (D); extremo cerrado con múltiples salidas (E); extremo cerrado con doble salida lateral (F). Baasch A, Brisson-Suárez K, Koury JM, Vieira VTL, Alves FF. Influencia de los Diseños de Agujas Endodónticas en la Irrigación de Conductos Radiculares. *Int j odontostomatol* [Internet]. 2021 [citado el 16 de noviembre de 2022];15(3):756–64. Disponible en: <https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci-arttext&pid=S0718-381X2021000300756>

Shen et al. en su investigación demostraron que la irrigación con aguja tradicional no logra limpiar los istmos, los conductos laterales y las diferentes ramificaciones del conducto, en consecuencia, la activación del irrigante endodóntico es un paso necesario e importante para una limpieza completa del sistema de conductos radiculares.²

Un factor importante para poder realizar una irrigación en profundidad es el calibre, es por esto que, si se quiere llegar a los últimos 3 mm apicales, es necesario usar una aguja con un diámetro 30, si es que la preparación se terminó con un diámetro de 20, una aguja de mayor dimensión podría entrar al conducto, pero es importante que la aguja no esté comprometida y no ejercer una presión excesiva, para evitar la extrusión de irrigantes hacia los tejidos periapicales (Fig. 13).¹⁰

Un factor importante para poder realizar una irrigación en profundidad es el calibre, es por esto que, si se quiere llegar a los últimos 3 mm apicales, es necesario usar una aguja con un diámetro 30, si es que la preparación se terminó con un diámetro de 20, una aguja de mayor dimensión podría entrar al conducto, pero es importante que la aguja no esté comprometida y no ejercer una presión excesiva, para evitar la extrusión de irrigantes hacia los tejidos periapicales



(A)

(B)

Fig.13 (A) La punta de la aguja está comprometida con las paredes del conducto. (B) La punta de la aguja no está comprometida con las paredes del conducto. (Tomada de: Berutti E., Missimo G. Manual de endodoncia. Milano Italia: ALMOCA: 2017. p.327).

Muchas agujas para irrigación endodóntica tienen un diámetro superior al de un instrumento #25, esto significa que solo puede introducirse en el



conducto cuando ya se hayan utilizado instrumentos de ese calibre. Las agujas más finas podrán llegar con mayor facilidad al interior del conducto.⁴

Siempre se debe de mantener la aguja libre de las paredes del conducto¹⁰ y nunca se debe de irrigar ejerciendo presión o tratando de inyectar con fuerza el líquido, para evitar la extrusión hacia el periápice.⁵

Para tener una irrigación eficiente, es importante considerar los siguientes pasos:

- 1) Seleccionar la aguja para la irrigación y colocarla en la jeringa, utilizando siempre topes de goma, calibrar la aguja con 3mm menos respecto a la longitud real de trabajo y llenar la jeringa con la solución irrigadora. ⁴
- 2) Con la aguja colocada, con presión leve sobre el émbolo de la jeringa se comienza la irrigación. ⁴
- 3) Con suavidad y a medida que el líquido entra, se introduce la aguja irrigadora, con mucho cuidado para que no obstruya la luz del conducto e impida el reflujo de la solución. ⁴
- 4) La punta de la aguja con la que se está llevando a cabo la irrigación debe alcanzar, el inicio del tercio apical, 2 a 3 mm del tope de la preparación del conducto, se deben de realizar pequeños movimientos de vaivén, esto aumenta la agitación mecánica de la solución y ayuda a remover residuos. La preparación del tercio cervical será de gran ayuda para la introducción de la aguja de irrigación y el reflujo de la solución. ⁴
- 5) La irrigación y la aspiración se realizan al mismo tiempo. ⁴
- 6) Para cada irrigación, se usarán aproximadamente de 2 a 3 ml de solución. La jeringa se debe de recargar cada que el irrigante se termine. ⁴
- 7) La irrigación se realiza siempre al terminar de usar un instrumento, antes de utilizar el próximo instrumento se debe de llenar la cavidad

pulpar con solución irrigadora, para permitir que el instrumento trabaje embebido en líquido. 4

- 8) Una vez terminada la irrigación se debe introducir la aguja aspiradora con la mayor profundidad posible, para eliminar la mayor cantidad posible de detritos atrapados. 4
- 9) En la última irrigación, después de terminar la conformación, se realiza la aspiración final y se deben de secar los conductos con puntas de papel absorbente estériles.4

4.1.1.1 Irriflex®



La aguja Irriflex® es una aguja flexible para la irrigación del conducto radicular, hecha de polipropileno blando, de calibre 30 con la capacidad de ser curvada y flexionada fácilmente en anatomías complejas de los conductos radiculares (Fig.14). 20

Fig. 14 Irriflex. Tomada de:
DDS.WORLD

Posee un 4% de conicidad, con un diseño de dos salidas laterales en la punta orientadas a las paredes de la dentina, esta característica proporciona una expulsión equilibrada del irrigante.21

La aguja se introduce a 1 mm de la longitud de trabajo, permitiendo que su forma cónica se adapte a la forma del conducto radicular, por lo tanto, el espesor del flujo del irrigante es constante a medida que el fluido se mueve hacia el área coronal, lo que maximiza las fuerzas de eliminación de desechos, barrillo dentinario y biopelícula. 22

4.1.2 Agitación manual mediante un cono de gutapercha

Un método fácil para activar las soluciones irrigantes se hace introduciendo en el interior del conducto un cono de gutapercha que se adapte bien a la forma del conducto, pero quedando holgado, después de llenar los



conductos con solución irrigante, de manera repetida y delicada de arriba hacia abajo con una amplitud de 2-3mm hasta la longitud de trabajo, para que genere el desplazamiento de los irrigantes.¹⁰

Es importante recordar que este método no mejora la tasa de reacción, solo el contacto, además tiene la capacidad de reducir la burbuja de vapor apical. Sus ventajas son que es muy económico y fácil de hacer, ya que no necesita de instrumentos especiales.¹⁰

Una de sus desventajas es que varios autores afirman que no es posible tener una buena difusión de los líquidos con esta técnica y sería imposible llevar el irrigante a la profundidad deseada solo con activación manual. ¹⁰

4.2 Técnicas mecánicas

Para que se pueda llevar a cabo una mejor irrigación, existen varios sistemas de irrigación que son rotatorios o vibratorios para agitar las sustancias irrigadoras dentro del conducto radicular y con esto mejorar y potencializar su capacidad de limpieza y desinfección. ⁴

4.2.1 Antecedentes de los sistemas de irrigación

En 1957 las limas ultrasónicas fueron introducidas en endodoncia por Richman para modelar y limpiar los conductos²³, utilizó una unidad dental ultrasónica Cavitron® y al darse cuenta que en esos casos no hubo secuelas postoperatorias, concluyó que el uso de ultrasonidos en el tratamiento de conductos era muy prometedor.² En 1980 el término endosónico fue creado por Martin y Cunningham y se definió como el sistema ultrasónico del conducto radicular durante la desinfección y la instrumentación.²³

En artículos publicados sobre endodoncia desde 1976 hasta 1985, Martin y Cunningham advirtieron sobre el uso de ultrasonido como método



principal de preparación y desbridamiento del conducto. Los estudios evaluaron la eficacia del método endosónico, su capacidad para la eliminación de bacterias del conducto y su efecto sobre la extrusión de desechos; también concluyeron que la preparación endosónica del conducto radicular era mejor a la preparación manual en el desbridamiento mecánico y químico, así como la desinfección y la conformación final del conducto. El irrigante activado ultrasónicamente facilita la limpieza y desinfección dentro del sistema de conductos radiculares.²

Los sistemas sónicos de agitación del irrigante, fueron introducidos en endodoncia por Trostad en 1985.⁵ El láser en endodoncia tuvo sus inicios en 1970 y desde entonces y actualmente es seguro en odontología. El desarrollo de las técnicas y de los equipos permite que los láseres se puedan utilizar complementando las técnicas tradicionales buscando el éxito del tratamiento.²⁴

4.2.2 Sistemas de irrigación

4.2.2.1 Ultrasónicos

Consiste en usar energía ultrasónica sobre los instrumentos, cuando estos se activan en el interior del conducto, producen un movimiento del irrigante, la irrigación ultrasónica opera a alta frecuencia, pero baja amplitud. ¹⁸

Martin y Cunningham definieron los efectos del ultrasonido como la cavitación y la transmisión acústica, la cavitación transitoria ocurre cuando la energía ultrasónica genera una burbuja que crece hasta colapsar y esto crea un efecto de presión-vacío que limpia las irregularidades en los conductos y es bactericida. Las implosiones de las burbujas irradian ondas de choque de alta potencia que se disipan repetidamente a una velocidad de 25,000 a 30,000 veces por segundo (25 a 30 kHz) ², están más allá del límite del oído humano (>20).¹⁸ Adicionalmente, la implosión de burbujas de cavitación crea temperaturas que superan los 5.000 °C y presiones que



superan las 500 atmósferas. Las ondas de choque generadas por la implosión viajan a velocidades de más de 500 mph dentro del fluido y esta corriente se denomina transmisión acústica. Al efecto oscilatorio del instrumento ultrasónico, que agita la solución de irrigante, se le llama cavitación resonante o estable. Combinado con estos efectos de la cavitación, hay una difusión de energía física que genera una transmisión física acústica (onda de sonido), esta transmisión mejora la limpieza y la desinfección.²

Existen dos métodos para producir ultrasonido que son magnetostricción y piezoeléctrico. El piezoeléctrico es el más eficiente, porque tiene más ciclos por segundo (24kHz), genera menos calor y las puntas hacen movimientos lineales de atrás hacia delante y esto hace que se tenga mayor seguridad y control. Existen diferentes puntas ultrasónicas con distintas aleaciones, longitudes y diseño según la necesidad durante el tratamiento de conductos.²³

En la actualidad se han descrito dos diferentes métodos de irrigación ultrasónica: Irrigación Ultrasónica Pasiva (PUI) e Irrigación Ultrasónica Continua (CUI) .⁵

4.2.2.1.1 Irrigación Ultrasónica Pasiva (PUI)

Irrigación Ultrasónica Pasiva es la activación y potenciación de las sustancias irrigantes⁵, que se utiliza después de la instrumentación manual sin el fin de agrandar o instrumentar las paredes del conducto radicular, sin cortes con una lima o punta activada por ultrasonido²³. En PUI no tiene contacto la lima con las paredes del conducto, es por esto que se denomina pasiva. Para este método se han estudiado puntas especiales de diferentes formas, pero todas con la característica de no tener ángulos de corte, con la finalidad de reducir las posibles alteraciones en la forma del conducto, en el caso de un contacto accidental de la punta con las paredes del conducto.⁵

La porción “pasiva” no se refiere a la remoción activa o intencional de dentina. Desafortunadamente, aunque no se intenta tocar o alterar las paredes del conducto radicular, se produce el contacto del instrumento ultrasónico oscilante en la pared. ²

Las puntas ultrasónicas se deben de mover pasivamente hacia arriba y hacia abajo para evitar que se enganchen en el conducto, y así evitar desviaciones del conducto, escalones o perforaciones radiculares. ²³

Según Ahmad y cols., en esta técnica, cuando la punta ultrasónica vibra produce una transmisión acústica que produce tensión cortante suficiente para dislocar los detritos en los conductos instrumentados, esto quiere decir que habrá una mejor limpieza de las paredes del conducto radicular. ⁵



Fig.15 Representación de las ondas generadas alrededor de la lima ultrasónica pasiva (ACTEON North America/Clinical Research Dental).

Las puntas que vibran en el interior del conducto en frecuencias de entre 25 y 30 kHz⁵ generan dos fenómenos físicos: microcorriente acústica y cavitación del irrigante, pero también calor. La microcorriente acústica es un movimiento rápido del fluido en forma circular alrededor del instrumento vibratorio y la cavitación es la formación de burbujas de vapor o la expansión, contracción o distorsión de burbujas que ya existían en el líquido, estos dos procesos se combinan y dan como resultado la formación de microburbujas y ondas hidrodinámicas que promueven la agitación del irrigante²³ en el interior del conducto radicular mejorando la eliminación de los detritos orgánicos e inorgánicos y la penetración en los túbulos a nivel del tercio apical(Fig.15). ⁵ La corriente acústica es un encadenamiento de onda sonoras que agitan la solución irrigante y provoca la ruptura de la membrana celular de las bacterias. ⁵



Esta es una técnica de dos fases porque el irrigante es introducido con una jeringa y posteriormente el irrigante es activado con el uso de puntas ultrasónicas.⁵ Es decir se debe de utilizar un proceso de lavado intermitente que abarca el uso de una aguja/jeringa de irrigación que se utiliza para llenar inicialmente el conducto radicular y la abertura de acceso con irrigante y luego cambiar el irrigante después del uso de energía ultrasónica dentro del conducto. La necesidad de cambiar el irrigante se debe a que los restos de dentina, el tejido, las bacterias y la biopelícula saturan la sustancia de irrigación y aumentan la viscosidad de la solución hasta el punto en que no puede producirse actividad ultrasónica en la sustancia además se ha demostrado que la renovación de NaClO durante PUI aumentando su efectividad y mejorando la desinfección de los conductos. ²

En la actualidad se recomienda hacer 3 ciclos de 20 segundos cada uno y reemplazar la solución irrigante en cada ciclo o solo un ciclo de 20 segundos. ^{5,23}

Como ventaja la activación con la PUI genera un aumento en la temperatura del irrigante y también en la tasa de reacción, esto quiere decir que con el uso de la PUI se tendrá una mejor capacidad de limpieza, mejor acción antibacteriana y una mayor acción de disolución de tejidos. ⁵

Una desventaja de esta técnica es la pasividad, no es fácil que la punta de forma pasiva trabaje en conductos estrechos y curvos, si hay contacto de la punta con las paredes del conducto hay una pérdida de la eficacia porque la vibración se impide y también esta técnica consume más tiempo por ser de dos fases. ⁵

Las puntas utilizadas en la activación sónica pasiva (PUI):

Insertos para porta limas (Brasseler). Estas puntas permiten la inserción de una lima manual (lima tipo k, lima tipo r, espaciador, etc.) o insertos de tipo lima manual especialmente diseñados (recubiertos de diamante, acanalado, de lados lisos, etc.) (Fig 16.) ²



E1-Irrisonic es una punta activa, cortante y delicada, del mismo diámetro de una lima manual 20 y una conicidad de .01, puede ser precurvada. Cuando se introduce 2.0 mm menos de la longitud de trabajo la configuración del ultrasonido debe ser de potencia 1. ²³

Fig.16 Brassler file holder (insertos para porta limas). (Tomada de: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canada: Springer; 2016. p.180.)

Limas K es un instrumento muy afilado y se debe de ocupar con precisión, son flexibles esto hace que puedan precurvarse. Existen en diferentes longitudes (21 y 25 mm) y con diámetros (10,15, 20, 25, 30) con una conicidad de 2%.²³

Limas Irrisafe su punta es roma, esto evita cualquier riesgo de perforar el ápice o las paredes del conducto, existen en longitudes 21mm y 25mm y con diámetros 20 y 25. La introducción de la punta es a 1.0 mm ó 2 mm menos de la longitud de trabajo esto sin tocar las paredes. La configuración se recomienda a potencia 30%.²³ Estas limas incluyen un puerto para el suministro de líquido de irrigación(Fig.17). ²



Fig.17 Satelec Acteon Irrisafe® tips. (Tomada de: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canada: Springer; 2016. p.181.)

Puntas Sonofile (Fig. 18) que son similares a las limas Irrisafe® pero sin el puerto de riego. 2

Varios estudios han demostrado que (PUI) es más efectiva que la irrigación pasiva con jeringa y aguja con respecto a la eliminación de remanentes de tejido pulpar, detritus y capacidad de penetrar áreas de difícil acceso del sistema de conductos.²³ Así como también mostraron una reducción y resolución de las patologías apicales después del uso de PUI en comparación con la irrigación con aguja. 2



Fig.18 Satelec Sonofile.(Tomada de: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canada: Springer; 2016. p.181.)

Al comparar la irrigación sónica con la ultrasónica, esta última es más eficaz en la remoción de detritus. En varios estudios se demuestra que el uso de PUI después de la instrumentación del conducto, reduce significativamente la carga bacteriana.⁵

4.2.2.1.2 Irrigación Ultrasónica Continua (CUI)

Como se sabe PUI mejora la limpieza de los conductos radiculares y los istmos de los conductos, pero el tiempo de la técnica y cambio del irrigante es una desventaja (3 minutos por conducto sin tomar en cuenta el cambio



de irrigante). Otra desventaja es la probabilidad de enderezar los conductos curvos y la fractura de las limas, estas desventajas hicieron que se desarrollara una

Fig.19 CUI sistema usado por Gutarts et al., Carver et al., Burleson et al. (Tomada de: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canadá: Springer; 2016. p.184)

aguja de irrigación activada ultrasónicamente que puede activar y reponer al mismo tiempo el irrigante dentro del conducto. 2

Este sistema se nombró irrigación ultrasónica continua (CUI). Gutarts et al. publicaron el primer estudio utilizando esta punta ultrasónica (Fig. 19). En los resultados in vitro encontraron que los conductos e istmos del conducto estaban más limpios después del uso de CUI en comparación con la irrigación con aguja (Fig. 20). 2

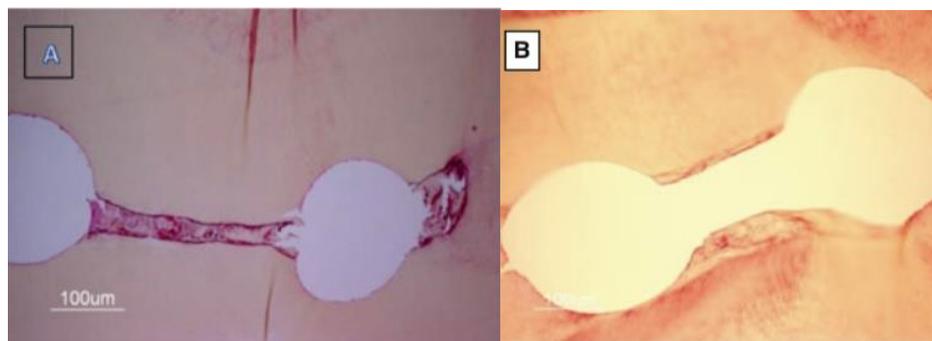


Fig. 20 Fotomicrografía de la sección transversal al nivel de 2,0 mm - (A) Grupo de irrigación con aguja (aumento: 100 ×). (B) Grupo CUI (aumento: 40 ×) (Tesis de maestría de Burleson, 2006. (Tomada de: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canadá: Springer; 2016. p.185)

Existen dos productos disponibles para uso clínico de CUI:

La punta ultrasónica ProUltra® Piezoflow™ de Dentsply Tulsa Dental Specialties (Fig. 21) La punta es una aguja de acero inoxidable de punta roma de calibre 25. 2

La punta Flo-thru StreamClean™ de Vista Dental Products (Fig. 22). La punta es un tubo de NiTi de punta roma de calibre 30 con dientes externos. 2



Fig.21 Dentsply Tulsa Dental Specialties ProUltra® Piczollow™ Ultrasonic tip (Dentsolv Tulsa Dental). (Tomado de: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canadá: Springer; 2016. p.185.)



Fig.22 Vista Dental StreamClean™ Flo-thru tip. (Tomado de: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canadá: Springer; 2016. p.185)

La investigación que utiliza las puntas comerciales ha sido bastante limitada y ha analizado la eficacia y seguridad de CUI. Yücel et al. informaron que la CUI con la punta Piezoflow™ elimina el hidróxido de calcio mejor que la irrigación con aguja. Castelo-Baz et al. informaron que la CUI con la punta Piezoflow™ fue más eficaz que la PUI/UAI para introducir el irrigante en los conductos laterales.²

Malentacca et al. informaron que la CUI con la punta Piezoflow™ eliminó el tejido pulpar significativamente mejor que la irrigación con aguja y PUI/UAI. Sin embargo, Howard et al. no informó diferencias en la eliminación de residuos con la punta Piezoflow™ sobre irrigación con aguja. ²

En términos de seguridad, como lo es la extrusión de restos de irrigante más allá del vértice del conducto, Malentacca et al. informaron que el uso de la punta Piezoflow™ resultó en una extrusión del irrigante más allá del ápice cuando se colocó dentro de los 5 mm del ápice. La utilización de este mismo sistema, pero con succión a la punta ultrasónica y la colocación del



irrigante en la cámara pulpar (similar al sistema EndoVac) demostró ser seguro. ²

Yoo et al. informaron que la CUI con la punta StreamClean™ limpia los conductos y los istmos mejor que la irrigación con aguja en los molares mandibulares extraídos. ²

Existe un debate sobre si la activación ultrasónica es capaz de limpiar las porciones apicales del conducto radicular debido a la burbuja de vapor apical. ²

4.2.2.2 Sónicos

La activación sónica es la que usa este tipo de energía para distribuir el irrigante en todo el conducto.¹⁸ La frecuencia sónica es cualquier cosa en el rango de audición audible de un ser humano. ² Los sistemas sónicos de agitación del irrigante son muy eficaces, funcionan a una frecuencia de 1-8 kHz y genera una mayor amplitud a bajas frecuencias. ⁵

Las oscilaciones de las puntas, si están libres de moverse dentro del conducto, producen movimiento de la solución irrigante que ayuda a una mejor limpieza en comparación con la irrigación tradicional con la jeringa y aguja.⁵ Este método no mejora la tasa de reacción del NaClO, por otro lado, las puntas sobre todo en el tercio apical pueden ser menos eficaces cuando se llevan al interior del sistema de conductos ya que tiene menos potencia con relación a la vibración ultrasónica. ⁵

Los principales sistemas para generar una agitación sónica son, el sistema EndoActivator® con puntas de polímero adheridas y el sistema de irrigación Vibringe® ² que es una jeringa con un microprocesador que da energía activando a las soluciones y promoviendo la vibración de la aguja. ¹⁰

La investigación sobre la mejora con la activación sónica de los irrigantes de la limpieza de las paredes de los conductos radiculares, los conductos laterales y los istmos, así como la eliminación de pastas como el hidróxido de calcio y la eliminación de la capa de barrillo dentinario, tienen resultados mixtos. Stojicic et al. informó el efecto que tiene la agitación sónica de NaClO en la disolución del tejido y comentó que aumentar la concentración de NaClO tuvo el mayor impacto y que la agitación sónica tuvo el segundo mayor efecto, incluso que aumentar la temperatura de la solución.²

4.2.2.2.1 Sistema EndoActivador®

El EndoActivador® es un sistema sónico que consta de una pieza de mano portátil y puntas de material polimérico, que tienen diferentes diámetros y conicidades. Este sistema produce una activación sónica de los irrigantes desencadenando un fenómeno hidrodinámico (Fig. 23).¹⁰

El motor sónico no necesita un cable, ya que funciona a través de una batería alcalina o de litio, puede trabajar a tres diferentes velocidades: 10,000, 6,000 y 2,000 ciclos por minuto, para lograr una mejor limpieza se debe de utilizar la frecuencia más alta.¹⁰



Fig.23 Sistema EndoActivador® con puntas de polímero (Dentsply Tulsa Dental). (Tomado de: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canadá: Springer; 2016. p.189.)

Para este sistema se usan puntas lisas de polímero no cortante así durante su uso no se crean escalones o falsas vías, tienen una forma parecida a los espaciadores de dedo, que se llaman Activator Tips, estas tienen diferentes conicidades. Las puntas son de color amarillo, rojo y azul y tienen una dimensión de 20/02, 25/04 y 30/06 respectivamente, su longitud es de 22mm y tienen tres anillos que están relacionados con la longitud de trabajo



de 18, 29, 20 mm¹⁰, las puntas son desechables y las vainas de protección de la pieza de mano también.⁵

Para su uso, una vez que se termine con la instrumentación del conducto, se debe de seleccionar una punta que llegue a 2mm del ápice sin que se vea comprometida, esto dependiendo de la lima maestra, posteriormente se utilizará la punta con un movimiento continuo de vaivén.¹⁰ Al entrar al conducto radicular, que es llenado de solución irrigadora con anterioridad, y al activarlas, la energía sónica se transmite a la solución irrigadora.⁹

Su punta vibradora combinada con en movimiento hacia dentro y hacia afuera produce un efecto hidrodinámico.²⁵ Las vibraciones de la punta sónica producen ondas intraradiculares que cuando se rompen sobre las paredes del conducto radicular crean un sistema de burbujas, estas burbujas pueden expandirse y ser inestables hasta que implosionan y cada implosión ayuda a la formación de microondas que penetran en el interior de las micropelículas bacterianas, destruyéndolas y ayudando a la reducción bacteriana presente en las superficies radiculares. La activación del irrigante debe de hacerse mínimo durante 60 segundos.¹⁰

Una buena limpieza favorecerá a una obturación más eficaz aumentando el porcentaje del éxito del tratamiento.¹⁰

Una desventaja de este sistema es que las puntas de polímeros son radiolúcidas, sí una se rompe es muy difícil encontrarla dentro del conducto radicular, su acción de limpieza es menor en comparación con la irrigación ultrasónica pasiva.²⁵

Seet et al. determinaron que la agitación de EndoActivator® disminuyó las bacterias y eliminó la biopelícula de *E. faecalis* de las paredes del conducto radicular pero no de los túbulos dentinarios. La activación sónica fue mejor que la irrigación con aguja, pero no tan efectiva como LAI.²

Desai y Himel afirmaron que se producía poca o ninguna extrusión con el uso de EndoActivator®.² Kanter et al. informaron que el uso de EndoActivator® eliminó más desechos y limpió los conductos laterales mejor que el PUI/UAI y la irrigación con aguja. ²

4.2.2.2.2 Vibringe®

Es un dispositivo que combina la distribución manual y la activación sónica de la solución.²⁶ Consta de un émbolo que funciona con batería y un anillo para el pulgar, este sistema se coloca en una jeringa de nylon desechable de 10 ml, con una aguja de irrigación endodóntica, del tamaño más adecuado para la preparación del conducto radicular.² (Fig. 24).



Fig. 24 Sistema de irrigación Vibringe. (Tomado de: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canadá: Springer; 2016. p.189.)

Distribuye continuamente irrigante de manera pulsátil directamente en el conducto radicular, a medida que se administra el irrigante en el conducto radicular, el anillo del pulgar se activa y hace vibrar la aguja de irrigación y a la jeringa.²⁶ La frecuencia de agitación es de 150 Hz², Utiliza tecnología de flujo sónico combinada con transmisión acústica. ²⁶

La investigación sobre la eliminación de desechos ha demostrado que tanto Vibringe® como EndoActivator® son superiores a la irrigación con aguja tanto en conductos rectos como curvos. Rodig et al. informó que el uso de Vibringe® dio como resultado un tercio apical más limpio del conducto que la irrigación con aguja sola. Sin embargo, PUI/UAI fue superior en toda la longitud del conducto radicular. ²

4.2.2.2.3 RinsEndo®

El RinsEndo es un dispositivo de irrigación sónico, en este sistema la solución irrigadora se aplica con ayuda de una tecnología de aspiración y presión, la pieza de mano del sistema debe acoplarse a la de la turbina de la unidad dental⁹ (Fig.25). La solución irrigadora es presionada y expulsada del conducto por un generador neumático que crea los ciclos de inyección-succión, el dispositivo inyecta el irrigante de la jeringa a una constante velocidad de 6,2 ml/min en pequeñas impulsiones de 65 µl a una frecuencia de 1,6 Hz. ²⁷



Fig.25 Sistema de irrigación RinsEndo. (Tomada de: Nageswar R. Endodoncia avanzada. España. Editoial ALMOCA;2011. p.137.)

RinsEndo® tiene una jeringa y aguja que están acopladas a la pieza de mano. ⁹ En uno de sus extremos tiene la aguja que es intercambiable de 28 mm de largo, 45/100 de diámetro con una aguja de 7 mm, el otro extremo está unido a una jeringa con una capacidad de 5 a 10 ml. ²⁷ En la aguja se adapta un anillo que sirve como protector y para medir la longitud de trabajo de la aguja. ⁹

Las investigaciones revelan que una de las ventajas de RinsEndo® es que es más efectivo que la irrigación manual, pero como desventaja tiene menos seguridad que el EndoActivador®.⁹

4.2.2.3 Sistemas por presión negativa

Se han propuesto varias metodologías que aseguran que el irrigante penetre en el interior del conducto radicular por presión negativa, estas tienen la ventaja de no inyectar en profundidad el NaClO, pero debe de llevar la cánula aspirante exactamente en el ápice. Con los sistemas de presión positiva no se puede predecir al 100% el límite apical que la

solución irrigante alcanza, con los sistemas de presión negativa se puede tener control de esto, pero también la seguridad de que el irrigante llegará exactamente hasta dónde llega la cánula aspirante y no más allá. ⁵

Este sistema también reduce el fenómeno de burbuja de vapor que impide el cambio de irrigante en el tercio apical.⁵ El sistema de presión negativa más usado es el EndoVac®. ²⁸

4.2.2.3.1 Sistema EndoVac®

El EndoVac® es un sistema de irrigación con el que se pueden transportar abundantes cantidades de hipoclorito de sodio o de otro irrigante en el sistema de conductos (Fig.25). ²⁸

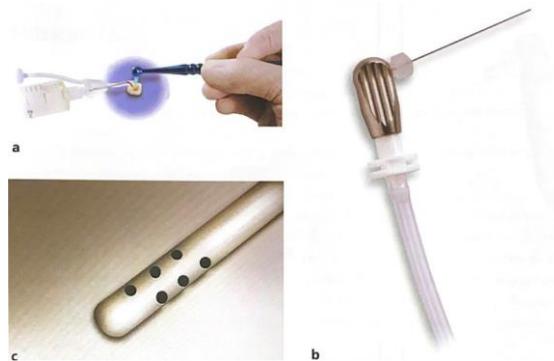


Fig.26 Elementos del sistema EndoVac. (a)Uso clínico. (b)Cánula colocada en el sistema de aspiración. (c) Detalle de la aguja (Por la gentil concesión de Simit Dental, S.r.l). (Tomada de: Berutti E., Gagliani M. Manual de endodoncia. Milano Italia: Editorial AMOLCA; 2017.p.332.)

El EndoVac® está compuesto por tres componentes: la Master

Delivery Tip (MDT), la macrocánula y la microcánula (Fig. 26). La Master Delivery Tip es el instrumento principal del sistema, este libera en la cámara pulpar el hipoclorito de sodio por un tubo metálico que está conectado a la jeringa del irrigante y al mismo tiempo aspira el líquido que se encuentra en la cámara por un pequeño tubo de goma de diámetro superior al metálico que está conectado a la aspiración de alta velocidad del conjunto.¹⁰ La MDT puede administrar y eliminar al mismo tiempo cualquier exceso de irrigante que pueda sobresalir desde la cámara pulpar. ²⁸

Para utilizar de manera adecuada la MDT, la cavidad del acceso debe de estar cerrada de todas las paredes menos de la oclusal y debe de tener una profundidad de al menos 6 mm, el flujo del irrigante debe de estar siempre dirigido hacia una parte axial de la cámara pulpar y nunca se debe posicionar la MDT a menos de 5 mm de la entrada del conducto. ¹⁰

Para el sistema EndoVac se diseñaron dos cánulas, la macrocánula que se adapta a una pieza de mano, se utiliza durante la preparación del conducto al mismo tiempo que se irriga, su finalidad es la eliminación de los restos gruesos, tejido y de las burbujas de aire que se generan en la hidrólisis de los tejidos.²⁵ La macrocánula desechable es de plástico translúcido azul, tiene un diámetro exterior ISO de 0,55 mm e interior ISO de 0,35mm y tiene una conicidad de 0,02, se sujeta de una pieza de mano de aluminio y se utiliza con movimientos de picoteo hacia arriba y hacia abajo.²⁸ Los movimientos serán aproximadamente, 30 segundos y posterior a ellos debe de existir una fase pasiva de 60 segundos. ¹⁰



Fig. 27 Componentes del sistema EndoVac: la punta maestra de administración (MDT) admite diferentes tamaños de jeringas llenas de irrigante, la macrocánula se conecta a la pieza de mano de aluminio esterilizable en autoclave y la microcánula se conecta a una pieza de aluminio esterilizable en autoclave. La macrocánula, la microcánula y el MDT están conectados a través de un tubo de plástico transparente. Los tubos están conectados a la succión de alto volumen del sillón dental a través del adaptador multipuerto (Cortesía del Dr. John Schoeffel) (Tomada de: Berutti E., Gagliani M. Manual de endodoncia. Milano Italia: Editorial AMOLCA; 2017.p.160)

La otra cánula es la microcánula de acero con un diámetro de 0,32mm para que pueda entrar y colocarse en el ápice, en su extremidad tiene un sello de goma que tiene la función de guía, tiene 12 agujeros microscópicos con una distancia de 0,2-0,7 mm entre ellos, para lograr la aspiración de los irrigantes hasta los últimos 0,2 mm del ápice, estos orificios actúan como filtros para prevenir la obstrucción de la cánula.⁵ Después de usar la macrocánula se introduce la microcánula, se coloca la punta a la longitud de trabajo por 6 segundos varias veces. ²⁵



Se necesita que los conductos tengan un diámetro apical al menos de 35 ISO y una conicidad de .04, esto para que se pueda llevar la microcánula al ápice y dejar espacio suficiente para que los irrigantes puedan fluir; el obligar a que las preparaciones apicales sean de diámetro superior a la medida mínima de la cánula (ISO 32) hace que esta técnica sea más tardada y laboriosa. ¹⁰

Con este sistema de aspiración intraradicular la cantidad de irrigante que se puede llegar a extruir en el ápice es muy limitada, también la limpieza en el tercio apical y en los istmos es mejor que la limpieza que se alcanza con métodos tradicionales de presión positiva, la acción antibacteriana también es mejor en comparación con la irrigación convencional mediante jeringa y aguja. ¹⁰

Tanto la macrocánula como la microcánula ejercen presión negativa que extrae irrigante nuevo de la cámara, baja por el conducto hasta la punta de la cánula, entra a la cánula y sale por la manguera de succión, esto genera que haya un flujo constante de irrigante nuevo mediante presión negativa a la longitud de trabajo y esto ayuda a que la hidrólisis se produzca de una manera continua.²⁸ La técnica de presión negativa asegura un flujo continuo de solución irrigante y tensión de corte en las paredes del conducto, no tiene ningún efecto en la temperatura ni en la tasa de acción del irrigante.¹⁰

El EndoVac actúa con una verdadera presión negativa apical a diferencia de los demás sistemas de presión negativa, por el efecto de succión del líquido irrigante, esto causa un reflujo del ápice hacia la cámara pulpar y genera la salida de partículas de material orgánico e inorgánico. ¹⁰

La burbuja de vapor apical se logra disolver con la presión negativa que genera el EndoVac que es capaz de remover las microburbujas permitiendo que se pueda colocar nuevo irrigante activo. ¹⁰

4.2.2.4 Fotoactivación

La activación de los irrigantes mediante el uso de láser es un concepto nuevo en endodoncia. Los trabajos anteriores con láser son de la limpieza y el modelado directo del conducto (parecido a los ultrasonidos), pero ahora también a la desinfección y la eliminación de la capa de barrillo dentinario. Sin embargo, han surgido problemas en términos de un posible daño a la dentina de la pared del conducto radicular y alteración de las paredes del conducto radicular por un calentamiento excesivo de la



Fig. 28 Irrigación activada por láser (healthmantra.com).
(Tomada de: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canadá: Springer; 2016. p.188)

raíz y el periodonto, así como también el tamaño de la punta del láser.² Otro de los problemas es la dificultad de hacer que el rayo láser actúe en toda la superficie del conducto radicular, porque el láser se emite unidireccionalmente y este no tiene acceso a las curvaturas del conducto (Fig. 27).⁵

Existen muchos tipos de láser y modalidades de cada acción, dos metodologías de activación de las soluciones irrigantes a través del láser son: cavitación y la onda fotoacústica.²

La Irrigación Láser Activada (LAI) fue introducida hace poco como un método eficiente de la activación de las soluciones irrigantes, su mecanismo de acción consiste en la microcavitación.⁵ La cavitación es un fenómeno de transformación de fase líquida a gaseosa que se genera por una disminución de la presión debido a una mayor velocidad del fluido. Esto genera un colapso de las burbujas de cavitación y se producen ondas de choque de gran amplitud. Es por esto que se espera que LAI



tenga propiedades que no solo aumenten la velocidad del flujo del irrigante, sino que también generen fuerzas físicas sobre el colapso de la cavitación en la pared del conducto radicular que podría ser eficaz para la eliminación de biopelículas.¹ Este método resultó eficaz en la eliminación de la capa de detritos, pero al momento de realizarla puede provocar la extrusión de la solución más allá del ápice.⁵

Aunque también Peeters y Mooduto evaluaron la seguridad de LAI e informaron que, in vitro, no hubo extrusión de un irrigante al que se le dio la capacidad de ser radiopaco más allá del ápice del diente tratado después de Er,Cr:YSGG LAI.² La LAI coronal puede generar cavitación en el conducto radicular con una fibra simplemente colocada dentro de la cámara pulpar, lo que permite una eliminación eficaz del biofilm.¹

Blanken y Verdaasdonk informaron por primera vez los efectos del uso de un láser Er,Cr:YSGG (erbio-cromo-itrio-escandio-granate) en fluidos de irrigación. Afirmaron que había un movimiento de fluido después de cada pulso de láser y observaron los efectos de cavitación (expansión e implosión de burbujas de gas), esto fue confirmado por Blanken et al.²

DeMoor et al. y Matsumoto et al., utilizaron un láser Er:YAG, describieron los efectos cavitacionales al encontrar que el fluido en el conducto (agua en su estudio) se vaporizó instantáneamente ($1 \mu\text{s}$) junto a la punta del láser. El agua vaporizada se expandió generando un vacío (burbuja) a medida que la irradiación continuaba y calentaba más agua en la superficie interior del vacío. Informaron que esta expansión se produjo durante 700 μs . Cuando paró el pulso del láser, la burbuja comenzó a hacerse pequeña, pero la presión del fluido adyacente provocó un colapso violento que resultó en ondas acústicas que viajaron a través de la corriente acústica del fluido (Fig.29). Son estas ondas las que dan como resultado la limpieza del conducto al quitar los desechos de las paredes (Fig28). Por lo tanto, el

efecto de limpieza de LAI es muy similar al de PUI y CUI por esto se llama irrigación activada por láser. 2

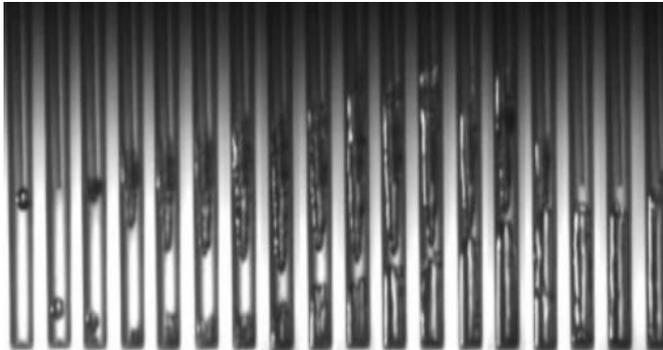


Fig. 29 Desarrollo de la burbuja de cavitación 750 después de la activación con láser. (Tomada de: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canada: Springer; 2016. p.187.)

El láser Erbium Yttrium Aluminium Garnet (Er:Yag) se ha investigado para la LAI, reportándose efectos con el láser de diodos, para la eliminación de detritos en la porción apical, el láser Er:Yag y el láser Er,Cr:Yag, han demostrado ser superiores a la PUI, con tiempos de 4 ciclos. Esta técnica actúa creando una turbulencia y tensión de corte aumentando la temperatura y tasa de reacción por 5 minutos aproximadamente. Es una técnica óptima con algunas desventajas como lo son el costo elevado de las máquinas y los riesgos de extrusión apical del irrigante. 5

Otro método de activación es la técnica de transmisión fotoacústica inducida por fotones (PIPS). (Photo induced Photoacoustic Streaming), que fue descrita por Di Vito en 2009, esta técnica usa el láser Er:Yag de potencia subablative y modalidad pulsada, esto significa que tiene una gran emisión de luz intermitente y no continua. Se crean ondas fotoacústicas muy eficaces en la remoción de los detritos de la capa de detritos gracias a un diseño especial de la punta. Tiene las mismas desventajas que la LAI que son el costo elevado de las máquinas y los riesgos de extrusión apical del irrigante. 5

La diferencia de (PIPS) con la técnica (LAI) es que la punta del láser no se coloca dentro del conducto radicular, sino que solo se coloca en el orificio del conducto.2 Como la agitación con láser del irrigante del conducto



radicular puede extenderse por todo el conducto radicular alejándose de la punta de la fibra, se recomienda colocar la punta de fibra en la cámara pulpar sin acercarse al ápice ni entrar al conducto radicular. ¹

También se están desarrollando nuevas tecnologías de limpieza por láser, como SWEEPS, que permite la generación de ondas de choque. PIPS y SWEEPS se caracterizan por el uso de una duración de pulso más corta, como 50 μ s, en comparación con el LAI convencional (300 μ s). Por otro lado, un estudio anterior informó que la eliminación de biopelículas era posible con LAI de ancho de pulso convencional. Sin embargo, los mecanismos de eliminación de biopelículas por LAI con una duración de pulso más larga aún no están claros. ¹

Un detalle son las técnicas de activación a través de la luz de soluciones irrigadoras que tienen un receptor específico que generalmente es un colorante, para una determinada longitud de onda. Esta metodología es eficaz como acción antimicrobiana y no es tóxica sólo se necesitan estudios para la eliminación del colorante. ⁵

Se han realizado investigaciones con raíces de cerdos, utilizando una cámara de alta velocidad para observar la generación de burbujas de cavitación y el movimiento de las burbujas inducidas después de la irradiación con láser. Los grupos de irrigación con activación láser mostraron cantidades significativamente más bajas de bacterias que los grupos con irrigación convencional. Se encontraron túbulos dentinarios abiertos con la destrucción del biofilm y en la irrigación con activación láser se demostró la producción de burbujas de cavitación dentro del conducto radicular después de un solo pulso de irradiación. Las burbujas generadas se movieron por todo el espacio interno del diente multirradicular. ¹



Se ha demostrado que las acciones fotodinámicas producidas por múltiples láseres a diferentes longitudes de onda agitan eficazmente los irrigantes del conducto radicular. Se ha utilizado un láser Er:YAG que emite a una longitud de onda de 2,94 μm cercana al pico de absorción del agua, para la irrigación activada por láser, que elimina eficazmente las bacterias del sistema de conductos radiculares. El mecanismo de limpieza de la irrigación activada por láser depende del movimiento rápido del fluido en el conducto radicular, que genera ondas de presión subsiguientes a través de la expansión y el colapso de las burbujas de vapor en el sitio de la irradiación láser. Además, se puede observar la generación de muchas burbujas de cavitación secundaria, después del colapso de la burbuja de vapor. ¹

Numerosos estudios han analizado la capacidad de limpieza y desinfección de LAI. En términos de bacterias y eliminación de biopelículas, los estudios que utilizan LAI demostraron una mejora en la eliminación de biopelículas de *E. faecalis* colocadas artificialmente. Peters et al. informaron una mayor desinfección con el uso de LAI en comparación con PUI/UAI, pero no la eliminación completa de la biopelícula o las bacterias. LAI es de mucha ayuda en la eliminación de material en los conductos radiculares. Kaptan et al. informaron una mejora en la eliminación de la pasta de hidróxido de calcio después del uso de Er:YAG LAI, pero la diferencia en la limpieza en comparación con la irrigación con aguja no fue significativa. ³



Conclusiones:

El éxito del tratamiento endodóntico implica la completa limpieza, desinfección y conformación del sistema de conductos, eliminando el tejido pulpar vital o necrótico, microorganismos, biofilm y remanentes dentinarios. Para lograrlo se recomienda durante la conformación del conducto el uso de soluciones irrigantes como el NaClO, la clorhexidina y el EDTA que con sus propiedades antimicrobianas, disolventes y quelantes se logra aumentar el éxito en los tratamientos endodónticos.

En la actualidad se sabe que no solo es importante el uso de las soluciones irrigantes colocadas con ayuda de la irrigación convencional con aguja y jeringa, sino que para mejorar la calidad de limpieza del sistema de conductos se recomienda potenciar la acción del irrigante mediante diferentes sistemas de activación como son los sónicos, ultrasónicos, presión negativa y de fotoactivación, pudiendo garantizar que el irrigante podrá estar en contacto con las superficies de todo el conducto, así como en la parte apical que presenta un gran número de conductos accesorios complementando de manera eficaz la instrumentación o conformación del conducto y logrando un mejor sellado de conductos durante la obturación.



Bibliografías:

- 1-Nagahashi T., Yahata Y., Handa K., Nakano M., Suzuki S., Kakiuchi Y et al. Er:YAG laser-induced cavitation can activate irrigation for the removal of intraradicular biofilm. Scientific reports. 2022 Dec;12(1):4897. doi: 10.1038/s41598-022-08963-x.
- 2-Nusstein JM. Capítulo 10: Sonic and ultrasonic Irrigation. En: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canadá: Springer; 2016. p.173-197.
- 3-Lima ME., Spagma AD. Britto ML, Massaro H. Capítulo 16: Sustancias químicas auxiliares utilizadas en endodoncia- Irrigación y aspiración.En: Lima ME. Endodoncia de la biología a la técnica. 1ra Edición. São Paulo Brasil: Amolca; 2009. p. 253-268.
- 4- Soares IJ., Goldberg F. Capítulo 10 Procedimientos y productos químicos auxiliares de la preparación mecánica. En: Endodoncia técnica y fundamentos. 2da. Edición. Buenos Aires Argentina: Panamericana;2012. p.205- 224.
- 5- Franco V., Fabianil C. Capítulo 5: Técnica de desinfección intrarradicular. En: Berutti E. Manual de endodoncia. Milano- Italia: Almoca; 2017 p.499-514.
- 6- Siqueira E. Capítulo 17: Comentarios acerca del hipoclorito de sodio en la terapia endodotica .En: Lima ME. Endodoncia de la biología a la técnica. 1ra Edición. São Paulo Brasil: Amolca; 2009. P 269-277.



7- Gavini G., Siqueira E., Lemos E., Amaral K. Capítulo 30: Substancias químicas. En: Lima ME. Endodoncia ciencia y tecnología. Tomo 2. São Paulo Brasil: Amolca; 2016. p. 539, 542-577.

8- Gavani G., Amaral K, LemosM. Capítulo 18: Soluciones irrigantes - Agentes desmineralizantes. En: Lima ME. Endodoncia de la biología a la técnica. 1ra Edición. São Paulo Brasil: Amolca; 2009. P 279-298.

9- Aranda RL. Briseño B. Capítulo 9: Importancia y protocolo de irrigación. En: Aranda RL. Briseño B. Endodoncia I Fundamentos y clínica. 1ra Edición. Ciudad de México: UNAM:2016 p. 273-286.

10-16 Beccio R., Stuffer F. Capítulo 3: Instrumental endodontico. En: Berutti E. Manual de endodoncia. Milano- Italia: Almoca; 2017 p.325-334.

11- Vera Rojas J. Capítulo 4: Conceptos y técnicas actuales en la irrigación endodóntica. En: Cruz González A., Vera Rojas J., Lara Rosano A., Briseño Marroquin B., Betancourt Lozano E. Endodoncia. Fundamentos científicos para la práctica clínica. 1ra ed. México: Amate Editorial; 2016 pp. 147-173.

12-López LV. Irrigación en Endodoncia. [Universidad de Fernando Pessoa FacultadCiencias da Saude]; 2012.

13-Giardino L, Del Fabbro M, Morra M, Pereira T, Bombarda de Andrade F, Savadori P, et al. Dual Rinse® HEDP increases the surface tension of NaOCl but may increase its dentin disinfection efficacy. *Odontology* [Internet]. 2019;107(4):521–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s10266-019-00436-4>.

14-Guneser MB, Arslan D, Dincer AN, Er G. Effect of sodium hypochlorite irrigation with or without surfactants on the bond strength of an epoxy-based



sealer to dentin. Clin Oral Investig [Internet]. 2017;21(4):1259–65. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-016-1885-1>.

15- Introducing Triton all-in-one irrigation solution by brasseler USA [Internet]. Brasseler USA - Dental. 2022 [citado el 2 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://brasselerusadental.com/introducing-triton-all-in-one-irrigation-solution-by-brasseler-usa/>.

16- Bettina R. Basrani, Manek S. ,Rana N.S. Sodhi, Fillery E., Manzur A. et al. Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate. Journal of Endodontics. August 2007; Volume 33, Number 8.

17- Ebert B, Guerrero F, Yaneth L, Callire G, Doctorado En Estomatología M. Interacciones entre soluciones irrigantes durante el tratamiento de endodoncia [Internet]. Edu.pe. [cited 2022 Dec 2]. Available from: <http://www.revistas.unjbg.edu.pe/index.php/rmb/article/download/616/630>.

18- Vázquez R, Luaña E, De Pablo V, Cabello C, Rodríguez Vázquez P. Org.es!Importancia de la activación de la irrigación durante el tratamiento de conductos. [citado el 13 de diciembre de 2022]. Disponible en: <https://coem.org.es/pdf/publicaciones/cientifica/vol12num1/irrigacion.pdf>.

19- Baasch A, Brisson-Suárez K, Koury JM, Vieira VTL, Alves FF. Influencia de los Diseños de Agujas Endodónticas en la Irrigación de Conductos Radiculares. Int j odontostomatol [Internet]. 2021 [citado el 16 de noviembre de 2022];15(3):756–64. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2021000300756.

20- Bugea C. Does anatomy represent a limit for root canal disinfection? [Internet]. Style Italiano Endodontics. 2021 [citado el 2 de diciembre de



2022]. Disponible en: <http://endodontics.styleitaliano.org/how-much-the-anatomy-represent-a-limit-for-the-apical-disinfection/>

21- Cerutti F. Irrigation in difficult anatomical conditions: Why IrriFlex®? [Internet]. Style Italiano Endodontics. 2021 [citado el 2 de diciembre de 2022]. Disponible en: <http://endodontics.styleitaliano.org/irrigation-in-difficult-anatomical-conditions-why-irriflex/>.

22-Muni H. Debridement efficiency of different irrigating protocols in truss cavity access preparation. Egypt Dental Journey [Internet]. 2020;66(3):1883–92. Disponible en: https://edj.journals.ekb.eg/article_105799_cfeac5fd7a7cfe3d06a3f1d7f9c6ac89.pdf.

23- Cantanzaro, G., Villaroel, N., & Dorta, D. (2022). Activación ultrasónica durante la preparación bio químico mecánica del tratamiento endodóntico no quirúrgico. Revisión de la literatura. *ODOUS Científica*, 22(2), 135–146. <https://doi.org/10.54139/odousuc.v22i2.92>.

24- Carlos de Paula E., Marina B. Capítulo 42: Aplicación del rayo láser en endodoncia. En: Lima M. Endodoncia ciencia y tecnología. Tomo 3. São Paulo Brasil: Amolca; 2016. p. 969-981.

25- Vera J., Benavides M., Moreno E. Romero M. Conceptos y técnicas actuales en la irrigación endodóntica. Academia 2012; Volumen 30, Número 1.

26-Topçuoğlu HS, Aktı A, Topçuoğlu G, Düzgün S, Ulasan Ö, Akpek F. Effectiveness of conventional syringe irrigation, vibringe, and passive ultrasonic irrigation performed with different irrigation regimes in removing triple antibiotic paste from simulated root canal irregularities. J Conserv



Dent. 2016 Jul-Aug;19(4):323-7. doi: 10.4103/0972-0707.186452. PMID: 27563179; PMCID: PMC4979277.

27- Pérard, M., Le Goff, A., Le Clerc, J., Gautier, T., Bertaud-Gounot, V., & Dautel, A. (2013). Study of the RinsEndo action on the smear layer and debris removal by scanning electron microscopy. *Endo: endodontic practice today*, 7(1), 15–21.
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=86653719&lang=es&site=eds-live>.

28- Gassman G. Charara K. Capítulo 9: Apical Negative Pressure: Safety, Efficacy and Efficiency. En: Basrani B. Endodontic Irrigation. Toronto Canadá: Springer; 2016. p.157-172.