



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

Conductos laterales y accesorios un posible fracaso en la  
terapéutica pulpar.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANA DENTISTA**

P R E S E N T A:

JENNIFFER JAZMIN SANDOVAL ESTRADA

TUTOR: Esp. REYES VILLAGÓMEZ LEONARDO FABIAN

*Vo. Pp.  
Jazmin Sandoval Estrada  
05/03/22*

MÉXICO, Cd. Mx.

**2022**



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.

## **Agradecimientos.**

A mis padres, Manuel y Melani, por acompañarme en cada paso de mi vida, aconsejándome, guiándome de la mano, orientándome durante el camino y que siempre han creído en mí y en mis capacidades, incluso cuando yo he dudado de mí misma.

A ustedes quienes con esfuerzo del día a día, me han apoyado para formarme y educarme, por enseñarme a ser una persona con valores y dedicada en todos los aspectos de mi vida, este logro nos pertenece.

A mis hermanas Bere y Karla por ser mis consejeras, mis cómplices, escucharme y quererme siempre, por vivir la vida juntas como compañeras y amigas, en las buenas y en las malas.

A mis sobrinos Manolito y Sofí, por enseñarme a ver las cosas ligeras, a ser paciente, disfrutar de la vida llena de risa, colores, diversión y por supuesto mucho amor.

A todos ustedes que son mi familia y agradezco a dios tenerla a mi lado y poseer su amor y cariño, con cada una de sus cualidades, que me han dejado enseñanzas y que me hacen ser la persona que soy hoy.

A todos mis amigos a lo largo de mi vida, Quetza, Isa, Pao, Sara, Vane que me han regalado su amistad incondicional y se han vuelto parte de mi familia, siempre me han apoyado y compartido a mi lado durante todos estos años, los mejores y peores momentos en mi vida.

A Sam, Tavata, Tania, Ceci, Rafa, que me han dado momentos inolvidables e increíbles, apoyándome durante todo el proceso, no escatimaron en ofrecerme su amor absoluto, conocimiento, apoyo, brindarme consejos y siempre sacarme una sonrisa.

A todas esas personas que estuvieron durante mi carrera, profesores, familia, amigos, compañeros, que cada uno dejo una parte de ellos en mí, y que me permitieron crecer y aprender de ellos.

A mi tutor el Dr. Fabian Villagómez por su paciencia, tiempo, guiarme y apoyarme durante mi paso en la periférica y permitirme concluir mi trabajo final. Gracias por incentivar me con su conocimiento y experiencia a ahondar en esta área de la odontología.

A mis pacientes, que me permitieron ser mejor profesionista, por permitirme aprender, ser empática y pulir mis conocimientos gracias a su confianza y apoyo durante mis prácticas en la carrera.

A mi Universidad Autónoma de México y Facultad de Odontología, que me ha recibido con las puertas abiertas, que me ha regalado momentos de mi vida inmejorables, que me ha permitido conocer personas maravillosas y aprender de ellas, por permitirme formarme y desenvolverme como profesionista, y haberme dado mucho más de lo que imaginaba.

*“Lo más valioso de la vida, no es lo que tenemos, sino a quienes tenemos”*

**Gracias.**

## ÍNDICE.

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>Objetivo.....</b>	<b>2</b>
<b>1. Conductos Accesorios y laterales.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Clasificación de conductos accesorios y laterales.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2 Importancia de su limpieza y obturación.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Exploración de conductos accesorios y laterales.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Radiografías convencionales dentales (Valoración 2D), características que se pueden observar del sistema de conductos.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Tomografía computarizada CONE-BEAM.....</b>	<b>10</b>
<b>3. Manejo clínico para conductos laterales y accesorios.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Irrigantes.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2 Soluciones irrigadoras.....</b>	<b>14</b>
3.2.1 Hipoclorito de sodio.....	14
3.2.2 Clorhexidina.....	20
3.2.3 Ácido etilendiaminotetraacético.....	25
3.2.4 Otros irrigantes utilizados en Endodoncia.....	27
<b>3.3 Técnicas de irrigación.....</b>	<b>29</b>
3.3.1 Irrigación presión positiva.....	30
3.3.2 Irrigación activada manualmente.....	35
3.3.3 Irrigación presión negativa.....	37
<b>3.4 Activación de los agentes irrigantes.....</b>	<b>39</b>
3.4.1 Irrigación sónica.....	39
3.4.2 Irrigación ultrasónica.....	40
3.4.3 Irrigación ultrasónica pasiva.....	41
3.4.4 Activación sónica y ultrasónica mecanismo de acción.....	42

3.4.5 Acoustic streaming.....	42
3.4.6 Irrigación activada por láser. ....	45
<b>3.5 Penetración de los irrigantes en canales laterales y accesorios. ....</b>	<b>48</b>
<b>4. Conclusiones.....</b>	<b>50</b>
<b>5. Bibliografía.....</b>	<b>52</b>

## Introducción.

Cohen describe que la pulpa dental recibe el nombre de sistema de conductos radiculares debido a su alta complejidad, por lo que es importante tener en cuenta que la pulpa dental no se debe considerar como un canal único, si no, como un sistema de ramificaciones dentro de la pieza dental. Las investigaciones mencionan que en la morfología pulpar podemos encontrar, múltiples agujeros, conductos adicionales, aletas, deltas, conexiones entre conductos, asas, conductos en forma de C, furcas y conductos laterales en la mayoría de los dientes, debido a la gran variabilidad de formas y diámetros de conductos complica la limpieza y conformación en todas sus dimensiones de la pulpa dental.<sup>1, 2</sup>

La importancia de conocer y tratar los conductos accesorios es debido a que se consideran como posibles factores para el desarrollo de patologías pulpares, por lo que las infecciones en el canal radicular son debidas a microorganismos residuales que no se vieron afectados por los procedimientos iniciales de limpieza, en consecuencia los microorganismos dan lugar a la formación de un biofilm en el sistema radicular, por ello, se considera una causa importante de infecciones persistentes post-tratamiento endodóntico.<sup>1, 2</sup>

A causa de la compleja anatomía pulpar los microorganismos pueden tener una propagación rápida en el sistema de conductos comunicándose hacia los tejidos periradiculares ya sea el ápice, la raíz o la furca resultando en periodontitis.<sup>1, 2</sup>

El propósito del tratamiento de conductos es reducir el riesgo de toda posible fuente de infección en el sistema de conductos como: microorganismos, restos tisulares (tejido pulpar) y sus subproductos. Un buen resultado de la terapia pulpar dependerá de dicha anatomía, ya que el sistema tan complejo que puede poseer la pulpa impida la correcta eliminación del biofilm bacteriano que se encuentre dentro de los conductos radiculares, además de las dimensiones del conducto, uso de instrumentación adecuada, experiencia y destreza del operador.<sup>1, 3</sup>



**Ilustración 1. Radiografía dentoalveolar de Lateral superior con tratamiento de conductos. Tomado de:** Nosrat A, Schneider SC. Endodontic Management of a Maxillary Lateral Incisor with 4 Root Canals and a Dens Invaginatus Tract. *Journal of endodontics*. 2015 Jul;41(7):1167-71. PubMed PMID: 25799535.

### **Objetivo.**

Indicar el impacto, importancia e implicación que pueden llegar a tener los conductos laterales y accesorios en la evolución de la terapéutica pulpar.

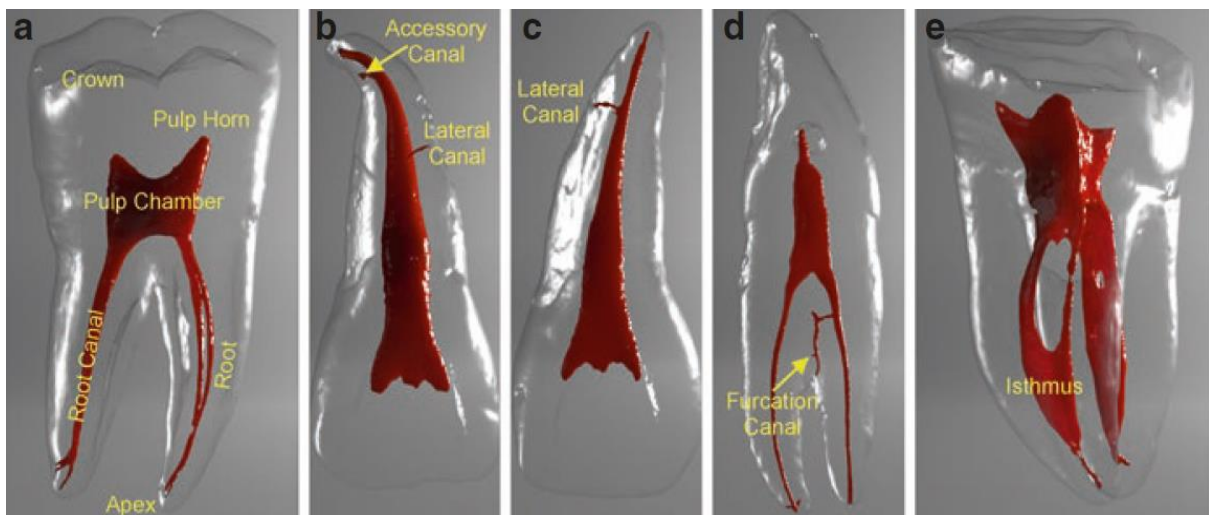


## **1. Conductos Accesorios y laterales.**

Los órganos dentales presentan múltiples configuraciones y formas que pueden variar de un individuo a otro, el conducto radicular se comprende por; la porción del espacio de la pulpa dental, la cámara pulpar y el foramen apical que suele seguir el contorno externo de la raíz, además, se subdivide en el conducto principal, que en su mayor parte es conformado por medios mecánicos, conductos laterales, istmos, conductos accesorios, conductos aplanados y ovalados.<sup>4</sup>

Sin embargo, no hay una terminología establecida para los conductos accesorios, una de ellas fue propuesta por la asociación de Endodoncistas (AAE) En el glosario de Terminos Endodonticos (AAE 2016). Un canal accesorio es una rama que emerge del canal principal pulpar o de la cámara pulpar que se comunica hasta la superficie externa de la raíz, por ello un canal lateral se considera una rama que emerge del canal principal, localizado en el tercio coronal y medio de la raíz, y usualmente emerge horizontalmente. Las apicales deltas se definen como canales accesorios múltiples que emergen del conducto principal hasta el ápice del diente.<sup>5</sup>

En conjunto estos componentes; conductos laterales, istmos, conductos accesorios, apicales delta, conductos aplanados y ovalados crean un entorno complejo en que las bacterias pueden invadir y propagarse dentro del sistema de conductos y sobre todo en estas complejidades y variaciones, que pueden comprometer el resultado de la terapéutica pulpar. En consecuencia, la contribución de la preparación mecánica ante el control bacteriano, infección y desbridamiento del tejido orgánico es limitada, por lo tanto los microorganismos que permanecen en las áreas que no se pudieron retirar en preparación o conformación, pueden tener la oportunidad de recolonizar el conducto radicular, comprometiendo el resultado del tratamiento, sin embargo, el área que no fue conformada por los sistemas mecánicos, será desinfectada y limpiada por la acción de los irrigantes.<sup>4</sup>



**Ilustración 2. Componentes del conducto radicular, a) El conducto radicular (root canal) es la porción del espacio de la pulpa dental dentro de la raíz (root) limitada por la cámara pulpar (pulp chamber) y el foramen que usualmente sigue la forma externa de la raíz. El conducto radicular se divide en el conducto principal y (b-e) componentes laterales o adicionales como lo son istmos, conductos accesorios (furca, laterales, y conductos secundarios) y algunos espacios en conductos ovalados y/o aplanados. Tomado de: De Deus G, Silva EJNL, Souza E, Versiani MA, Zuolo M. Shaping for Cleaning the Root Canals: A Clinical-Based Strategy: Springer International Publishing AG; 2021.**

La mayoría de los dientes tienen ramificaciones laterales, raíces extra o conductos adicionales. Por ejemplo, los molares y premolares son los que presentan mayor incidencia de cambios en su morfología. En el 74% los conductos accesorios se encuentran en el tercio apical de la raíz, en el 11% se encuentran en el tercio medio y en un 15% en el tercio cervical. Dentro de su composición los conductos accesorios contienen tejido conectivo y vasos sanguíneos, pero no pueden aportar la suficiente circulación a la pulpa para formar circulación colateral.<sup>1, 6</sup>

La formación de los conductos accesorios sucede en la vaina radicular epitelial de Hertwing en la etapa de calcificación dental, se interrumpe la continuidad de la vaina radicular lo que da resultado una hendidura pequeña, por lo que la dentinogénesis no se desarrolla en la porción opuesta al defecto. Dando como resultado la formación del conducto accesorio entre el saco dental y la pulpa. Los conductos que se localizan en la furca, llamado conducto cavo radicular, se forman en

consecuencia al atrapamiento de vasos periodontales cuando el diafragma se fusiona y se convierte en la cámara pulpar.<sup>1,6</sup>

Ya que la formación de un conducto radicular puede darse a cualquier nivel de la raíz, puede crear una vía de comunicación periodontal, por lo que no limpiar, conformar y obturar los conductos accesorios podría dar como resultado periodontitis.<sup>1,6</sup>

Debido a esta variabilidad en configuraciones anatómicas es por lo que la mayoría de los fracasos que suceden endodónticamente son atribuidos a la incapacidad de localizar y tratar todos los conductos del canal radicular. La interpretación minuciosa con radiografías en diferentes ángulos, la correcta extensión del acceso y la detallada exploración del interior del diente usando magnificación e iluminación son pasos clave dentro de la terapéutica pulpar.<sup>1,7,8</sup>

## **1.1 Clasificación de conductos accesorios y laterales.**

Gran número de clasificaciones han sido propuestas en las cuales se consideran parámetros como: grosor, número de ramas, orientación y región donde se localicen, entre ellos podemos encontrar los trabajos de Preiswerk, Fasoli y Aelotta, en 1925 Hess y Zurcher, el autor Wine en 1982 hasta los más recientes demostrando la complejidad del sistema de conductos.<sup>1,5</sup>

En otros estudios se ha utilizado una tinción de hematoxilina, encontrando un sistema más complejo, la siguiente clasificación fue propuesta por Vertucchi.<sup>1,5</sup>

La recopilación de todos los autores dio lugar a la siguiente clasificación:

Tipo I. Un conducto único se entiende desde la cámara pulpar hasta el ápice (1).

Tipo II. Dos conductos separados salen en la cámara pulpar y se unen cerca del ápice para formar un conducto (2-1).

Tipo III. Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide en dos en la raíz; los dos conductos se funden después para salir como uno solo (1-2-1).

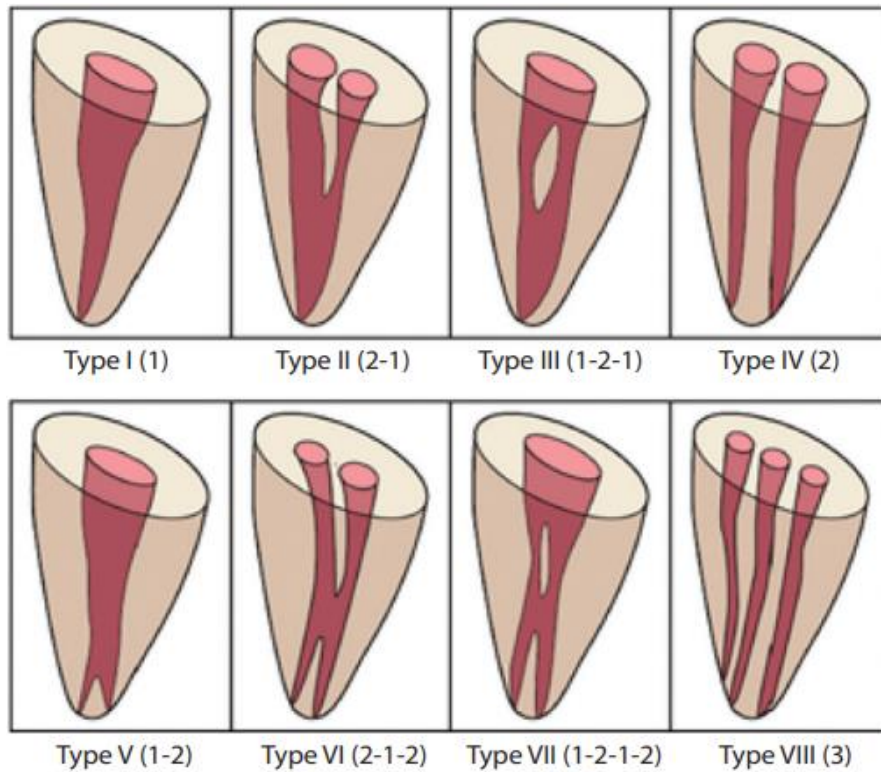
Tipo IV. Dos conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice (2).

Tipo V. Un conducto sale de la cámara pulpar y se divide cerca del ápice en dos conductos distintos, con agujeros apicales separados (1-2).

Tipo VI. Dos conductos separados salen de la cámara pulpar, se funden en el cuerpo de la raíz, y vuelven a dividirse cerca del ápice para salir como dos conductos distintos (2-1-2).

Tipo VII. Un conducto sale de la cámara pulpar, se divide y después vuelve a unirse en el cuerpo de la raíz, y finalmente se divide otra vez en dos conductos distintos cerca del ápice (1-2-1-2).

Tipo VIII. Tres conductos distintos y separados se extienden desde la cámara pulpar hasta el ápice (3).<sup>1</sup>



**Ilustración 3. Ilustración de la clasificación de Vertucci. Tomado de:** Ahmed HMA, Dummer PMH. Advantages and Applications of a New System for Classifying Roots and Canal Systems in Research and Clinical Practice. *European endodontic journal*. 2018;3(1):9-17. PubMed PMID: 32161850. Pubmed Central PMCID: PMC7024718. Epub 2017/12/21. Eng.

Se ha utilizado la tomografía micro-computarizada (microCT) con alta resolución para tener un análisis tridimensional sobre las variaciones anatómicas del sistema radicular. El autor Matsunaga propuso una nueva clasificación de la morfología de los canales accesorios para complementar la clasificación de Wine, y lo dividieron en los siguientes cuatro subtipos:

1. Sin canales accesorios.
2. Con ramificaciones apicales.
3. Con canales laterales.

4. Con canales laterales y ramificaciones apicales observados al mismo tiempo.<sup>5</sup>

## **1.2 Importancia de su limpieza y obturación.**

Schilder nos señala que los conductos deben conformarse con una conicidad uniforme y continua, con el objetivo de facilitar y mejorar la obturación, en cuanto a la desinfección, la forma de la conformación debe ser correcta eliminando pulpa y dentina infectada, además de crear suficiente espacio para utilizar irrigantes.<sup>1</sup>

La conformación y la limpieza del conducto radicular se consideran pasos decisivos, ya que determinan la eficacia de los procedimientos subsiguientes.<sup>1</sup>

Aunque la terapia pulpar tenga un pronóstico favorable, la literatura reitera que existe una posibilidad de fracasar, una de las causas de este fracaso en la terapéutica pulpar es la remoción incompleta del tejido pulpar o de los microorganismos en el canal radicular, por esta razón la eliminación completa de ellos es uno de los pasos más importantes dentro de la terapéutica pulpar, estos microorganismos son considerados los agentes etiológicos primarios de la enfermedad pulpar, así como necrosis pulpar y las lesiones periapicales.<sup>8,9</sup>

Se ha estudiado que realizar la limpieza en su totalidad del sistema de conductos no puede ser llevada a cabo debido a la inaccesibilidad de los sitios de infección, como cuando hay presencia de canales accesorios, el cual los instrumentos, la medicación intraconducto o los irrigantes no pueden llegar a estos sitios de difícil acceso. Sin embargo, la mayoría de los casos, la recidiva de la enfermedad pulpar es debida a los microorganismos que persisten en el ápice de la raíz.<sup>8,9</sup>

Después de la conformación de conductos y limpieza mediante irrigantes e instrumentación, las bacterias residuales pueden seguir atrapadas en el sistema de conductos, istmos, conductos accesorios, túbulos dentinarios, y deltas, sin embargo, se puede reducir el sustrato y las bacterias que se aislaron con el cemento

y material de relleno terminan por morir, es por ello por lo que se debe buscar un sellado óptimo de los conductos radiculares.<sup>9</sup>

## **2. Exploración de conductos accesorios y laterales.**

### **2.1 Radiografías convencionales dentales (Valoración 2D), características que se pueden observar del sistema de conductos.**

Los auxiliares de diagnóstico como las radiografías dentales son puntos claves para el diagnóstico dental, algunas de las características que se pueden evaluar es la interpretación de la forma de las raíces y los conductos radiculares, la longitud de la raíz, el diagnóstico de la enfermedad radicular y perirradicular, así como el seguimiento postquirúrgico, y el resultado del tratamiento de conductos a largo plazo. Por lo que es importante identificar y diferenciar la anatomía más recurrente y común de las variaciones en el sistema radicular, así como de patologías dentales, de los tejidos con normalidad e integrar el conocimiento de la anatomía dental y la interpretación de la documentación radiológica. Por lo que es vital valorar más de una radiografía en diferentes angulaciones y diferentes exposiciones, junto con exploraciones de tomografía computarizada de haz cónico (TCHC), dichas radiografías pueden proporcionar información importante sobre el sistema de conductos que se estén trabajando.<sup>1</sup>

En muchas ocasiones con la angulación del cono del aparato de rayos x puede funcionar para observar el sistema de conductos, por ejemplo en los dientes que comúnmente se identifican variaciones como son los premolares, para observar más de un conducto, aunque en las radiografías convencionales no siempre se puede observar el elaborado sistema de conductos y sus pequeñas variaciones, por ello es necesario utilizar diversas herramientas que nos proporcionen información, actualmente con el desarrollo de herramientas como la microtomografía computarizada (micro-TC) nos ha permitido conocer el sistema de conductos en una

relación tridimensional, así como podemos utilizar magnificación e iluminación, tomografías computarizadas de haz cónico, para lograr un buen diagnóstico.<sup>1</sup>

Se ha estudiado la gran controversia sobre el papel que desempeñan los conductos accesorios y laterales en el fracaso o éxito en el tratamiento endodóncico, ya que se han obtenido resultados de estudios que los conductos accesorios no tienen gran impacto en la enfermedad perirradicular. Ya que los conductos accesorios y laterales se obturan por causalidad y se observan en las radiografías periapicales de manera fortuita.<sup>1</sup>



**Ilustración 4. Radiografía post tratamiento de un primer molar inferior derecho con un conducto lateral en la raíz distal. Tomado de: Louis HMKB. Cohen. Vías de la Pulpa. 11a ed. Canada 2016. Pp.991.**

## **2.2 Tomografía computarizada CONE-BEAM.**

Se han desarrollado muchas técnicas para conocer la anatomía del sistema de conductos, sin embargo, se busca una técnica que sea precisa, no invasiva y se pueda utilizar en pacientes. Cone-beam computed tomography (CBCT), es una

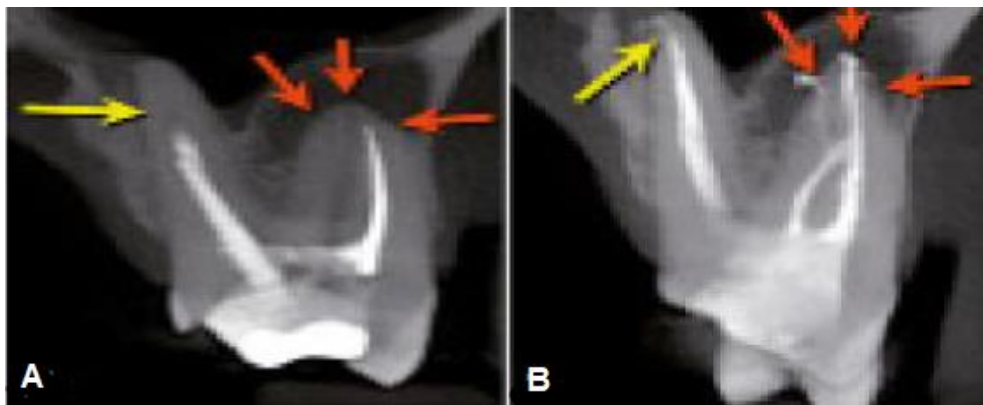


técnica que nos proporciona una alta resolución, no es invasiva y nos aporta una visualización tridimensional de las estructuras anatómicas, con la ventaja de no exponer al paciente a una alta exposición de radiación ionizante.<sup>10</sup>

La tomografía computarizada de Cone-beam ha permitido estudiar la variedad y complicada anatomía radicular, y las diferentes variaciones en diferentes poblaciones.<sup>10</sup>

La CBCT nos permite visualizar la pieza dental en tres planos, mediante pequeños cortes, ya sea axial, sagital y coronal, nos ofrece la posibilidad de cambiar la angulación vertical u horizontal, así como los cortes en diferentes escalas de grises, por lo que nos aporta diagnóstico y planes de tratamiento más precisos, también se pueden evaluar de forma más eficiente el seguimiento postoperatorio y la evaluación del éxito de la terapia pulpar.<sup>11</sup>

Actualmente el uso de la CBCT se usa como un examen complementario para las radiografías convencionales, pero suele ser de gran utilidad en el análisis de variaciones anatómicas como el número de raíces, número de conductos, curvatura de las raíces y calcificaciones pulpares.<sup>11</sup>



**Ilustración 5. Evaluación de la anatomía de un molar superior: conducto mesiopalatino en la raíz mesiovestibular (flecha roja) y defecto de sellado en el conducto palatino (flecha amarilla). A) Imagen CBCT preoperatoria. B) Imagen CBCT postoperatoria con el sellado endodóntico finalizado. Tomado de: Sahli CC, Aguadé EB. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 3a edición. ed. España 2014 págs. 101.**

Puede aportarnos gran información en dientes que tienen sintomatología post-operatoria, por falta de identificación de algún conducto que no haya sido tratado, por ejemplo hay una prevalencia de presencia del conducto mesiopalatino en el primer molar maxilar, su presencia puede variar del 63% al 93%, esta variabilidad anatómica se presenta en el plano vestibulopalatino, donde la superposición de las estructuras anatómicas impide que se observe este cambio anatómico.<sup>11</sup>

### **3. Manejo clínico para conductos laterales y accesorios.**

#### **3.1 Irrigantes.**

La irrigación se define como el lavado de una cavidad corporal o una herida con agua o un líquido con medicación, mientras que la aspiración se define como un proceso de extracción de los líquidos o gases del cuerpo con un dispositivo de succión y se define el termino de desinfectante como un agente que destruye o inhibe la actividad de microorganismos que provocan enfermedad.<sup>1</sup>

La instrumentación de los conductos radiculares no elimina por completo el tejido orgánico, ya que los instrumentos de cualquier técnica que se utilice no pueden llegar a las múltiples irregularidades y variaciones de la anatomía interna radicular, la limpieza y desinfección del conducto radicular dependerá de las soluciones irrigantes que se utilicen.<sup>12, 13</sup>

Además, que por estas áreas inaccesibles el biofilm bacteriano se puede desarrollar en estos sitios y con dificultad pueden ser retirados con instrumentos. El uso de instrumentos, crean barrillo dentinario que obstruye la correcta descontaminación del canal radicular y la adhesión del material de obturación en las paredes del canal radicular. Por lo que el uso de agentes irrigantes permite desinfectar estas áreas inaccesibles del canal radicular, penetrar y remover el biofilm y el barrido dentinario e incluso penetrar en la dentina.<sup>12, 13</sup>

Los objetivos dentro de la irrigación radicular son las siguientes:

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 laterales y accesorios.
3. Destrucción de las bacterias y neutralización de sus productos y componentes antigénicos.
4. Lubricación de los instrumentos para facilitar su paso y su capacidad de corte.<sup>13</sup>

La eficacia o desinfección mecánica que proporcionan los irrigantes se deberá a la capacidad de generar fuerzas óptimas de flujo en el sistema radicular y la eficacia de desinfección química, varía dependiendo de la concentración del irrigante para desempeñar un papel antimicrobiano, el área de contacto y la duración de la interacción que tenga el irrigante entre él y el material infectado.<sup>1</sup>

### **3.1.1 Propiedades de una solución irrigadora.**

1. Deben tener la capacidad para disolver tejidos vitales y necróticos en los conductos principales, istmos y en los conductos accesorios y laterales.
2. Deben poseer la propiedad de baja tensión superficial para facilitar el flujo, penetración y humectación en las paredes del sistema radicular.
3. Tienen que poseer baja toxicidad para los tejidos vitales del periodonto, aunque entra en contradicción por la propiedad que se mencionó sobre la capacidad para eliminar tejidos vitales y necróticos. Ya que si llega a lesionar el tejido periapical puede interrumpir el proceso natural de reparación de los tejidos periapicales.
4. Poseer la capacidad para desinfectar el sistema de conductos radicular, destruyendo bacterias como microorganismos anaerobios y facultativos en su estado plantónico y en biopelículas, inactivar derivados como endotoxinas.

5. Deben proporcionar lubricación para facilitar el uso de instrumentos y mejorar la capacidad de corte.
6. Eliminar la capa de barrillo dentinario de las paredes de los conductos radiculares.
7. Capacidad antibacteriana residual o sustantividad.<sup>1, 13</sup>

Debido a que no hay una solución única ideal con todas estas propiedades se recomienda el uso de varios de ellos. Así como la eficacia de la irrigación radicular dependerá de la penetración de la aguja, diámetro del conducto radicular, diámetro interno y externo de la aguja, presión de la irrigación, viscosidad del irrigante, velocidad del irrigante en la punta de la aguja y tipo y orientación del bisel de la aguja.<sup>1, 13</sup>

## **3.2 Soluciones irrigadoras.**

### **3.2.1 Hipoclorito de sodio.**

El hipoclorito de sodio es la solución irrigadora más utilizada en el área de desinfección utilizado en los conductos radiculares, por su alta capacidad de disolver tejido orgánico, efecto antimicrobiano, disolución de componentes orgánicos y biopelículas.<sup>1</sup>

El Hipoclorito de sodio está definido por la asociación Americana de Endodoncia, como un líquido de color claro, pálido, verde –amarillento, alcalino y con fuerte olor, que presenta una acción disolvente sobre el tejido necrótico y restos orgánicos, además de ser un potente agente antimicrobiano, Angel Cárdenas.<sup>14</sup>

Se ha mencionado en la literatura que una de las personas pioneras en el uso del hipoclorito de sodio, fue durante 1915, en la Primera Guerra Mundial, Dankin utilizó el hipoclorito de sodio en concentraciones de 0.45% a 0.50% para desinfectar heridas. Más tarde en 1917 Barret utilizó la solución utilizada por Dankin pero en el área odontológica. El Dr. Blass fue una de las primeras personas que lo utilizó como

solvente del material orgánico y germicida al 5.0% (soda clorada) publicando su trabajo en la 5ta. Edición del Formulario Nacional, más tarde Walker en 1936 introduce la utilización del uso del hipoclorito de sodio al 5.0% en los conductos radiculares con necrosis pulpar.<sup>14</sup>

Además de empezar con el uso del hipoclorito de sodio de marcas comerciales, en 1970 Shih, realizó un estudio en cual se mostró un alto efecto antibacteriano en concentraciones de 5.25% ante bacterias como *E. faecalis* y *S.aureus*.<sup>14</sup>

En un estudio in vitro, Tepagnier y colaboradores en 1977, concluyeron que el hipoclorito de sodio al 5.0% es un potente disolvente de tejido, y su dilución en agua por partes iguales (2.5%), no afecta apreciablemente su acción disolvente.<sup>14</sup>

Así como se pueden utilizar en bajas concentraciones como la solución de Dakin (0,5% de cloro activo) y la solución de Milton (1% de cloro activo), y en concentraciones medianas (2,5% de cloro activo), o como ya se mencionó anteriormente en altas concentraciones, como la soda clorada (4-6% de cloro activo).<sup>14, 16</sup>

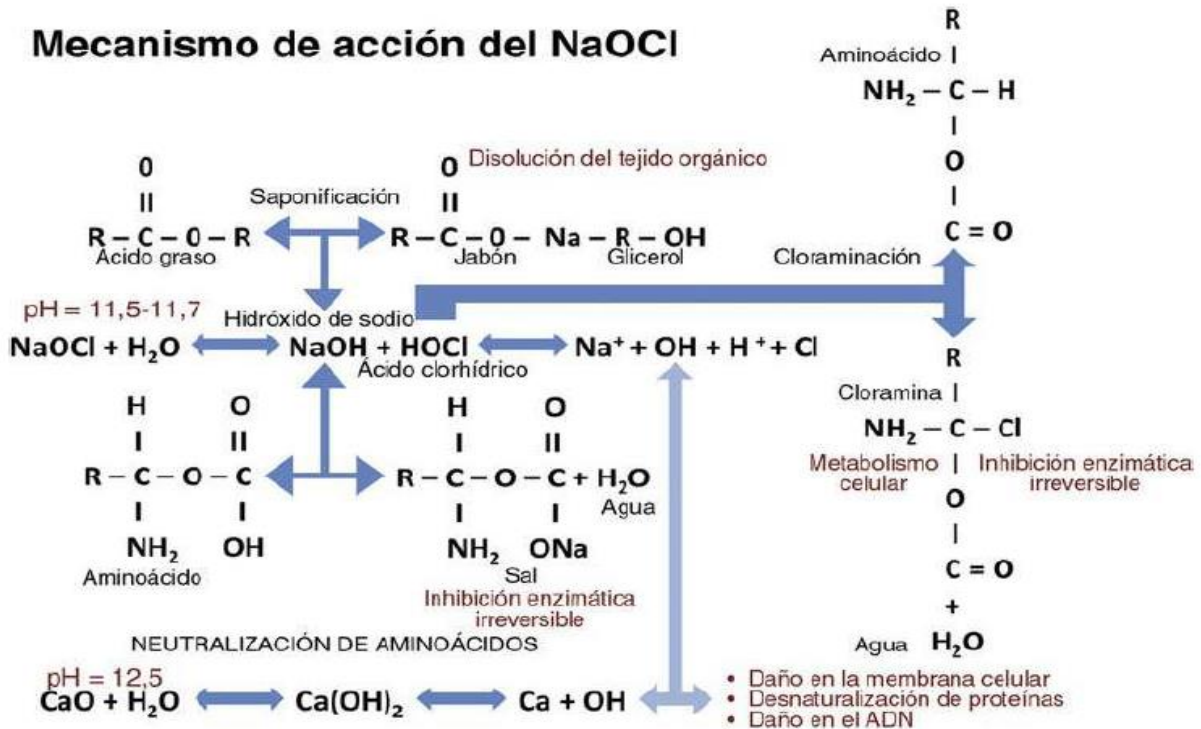
Aunque aún no se tiene definido la concentración ideal del hipoclorito se recomienda el uso frecuente y abundante del irrigante con una concentración al 2.5%, para que pueda tener un efecto antimicrobiano adecuado ante las bacterias, compensando su efecto nocivo en los tejidos perirradiculares.<sup>14, 16</sup>

Debido a que el hipoclorito tiene un buen efecto en la disolución de tejido orgánico, puede limpiar en los lugares de difícil acceso como son los istmos, conductos laterales entre otros. Por ello una de las funciones del uso de instrumentación es para abrir el canal para la llegada de la solución de hipoclorito de sodio.<sup>16</sup>

### **Modo de acción.**

El resultado del contacto con el hipoclorito de sodio y las proteínas presentes en los tejidos, son nitrógeno, formaldehído y acetilaldehído. Los enlaces peptídicos se fragmentan y las proteínas se desintegran, lo que permite que el hidrógeno en los grupos amino (-NH-) sea sustituido por cloro (-NCL) para formar cloraminas este efecto permite disolver el tejido orgánico necrótico y el pus.<sup>1</sup>

## Mecanismo de acción del NaOCl



**Ilustración 6. Esquema de mecanismo de acción del NaOCl con las principales interacciones y propiedades destacadas (Por cortesía del Dr. A Manzour). Tomado de: Louis HMKB. Cohen. Vías de la Pulpa. 11a ed. Canada 2016. 907 pp862.**

Algunas de las propiedades que tiene el hipoclorito de sodio son:

1. El hipoclorito tiene un efecto de saponificación, ya que actúa como disolvente orgánico y de las grasas que degradan los ácidos grasos transformándolos en sales de ácidos grasos (jabón) y glicerol (alcohol), reduciendo la tensión superficial de la solución residual. Otra de sus características es que cuando se disuelve en agua y está en contacto con el tejido orgánico, tiene como resultado la formación de un ácido débil, ácido hipocloroso HOCL.
2. Reacción de neutralización. El hipoclorito de sodio tiene la capacidad de neutralizar los aminoácidos dando como resultado la formación de agua y sal. Debido a esta reacción hay liberación de iones hidroxilo y el pH disminuye.

Cuando el hipoclorito está disuelto en agua y toca el material orgánico, da como resultado ácido hipocloroso, un ácido débil HOCL que tiene la característica de actuar como un oxidante. El HOCL y los iones presentes de hipoclorito (OCL) disuelven e hidrolizan los aminoácidos presentes.

3. Acción disolvente. Obtiene esta capacidad disolutiva ya que, para liberar cloro, se combina con grupos amino (NH) obteniendo cloraminas a este efecto se le denomina reacción de cloraminación.

El cloro es una molécula que es un fuerte oxidante, lo que le permite inhibir las enzimas bacterianas que son esenciales por oxidación irreversible de grupos SH (grupo sulfhidrilo), por ello las cloraminas permiten tener eficacia inhibiendo el metabolismo celular.

4. Alto pH. El hipoclorito de sodio tiene un alto pH, (pH>11). Este pH permite tener una acción antimicrobiana muy similar al hidróxido de calcio. El pH alto interfiere en la membrana citoplasmática debido a la inhibición enzimática irreversible, las alteraciones biosintéticas en el metabolismo celular y la degradación de fosfolípidos observada en la peroxidación lipídica.<sup>1</sup>

### **Temperatura.**

Aumentar la temperatura del hipoclorito de sodio tiene grandes beneficios, mejora la capacidad para disolver tejidos, además de eliminar con mayor eficacia los residuos orgánicos en la dentina.<sup>1</sup>

Macedo menciona el uso de activación con puntas ultrasónicas, refresco y tiempo de exposición puede mejorar considerablemente su actividad. Además, aumentar la temperatura del hipoclorito a 10°C es suficiente para aumentar la velocidad de reacción.<sup>1</sup>

Inclusive, hay dispositivos especializados para calentar el hipoclorito de sodio, aunque tiene como inconveniente que el hipoclorito de sodio una vez dentro del conducto radicular adquiere la temperatura normal del cuerpo humano.<sup>1</sup>

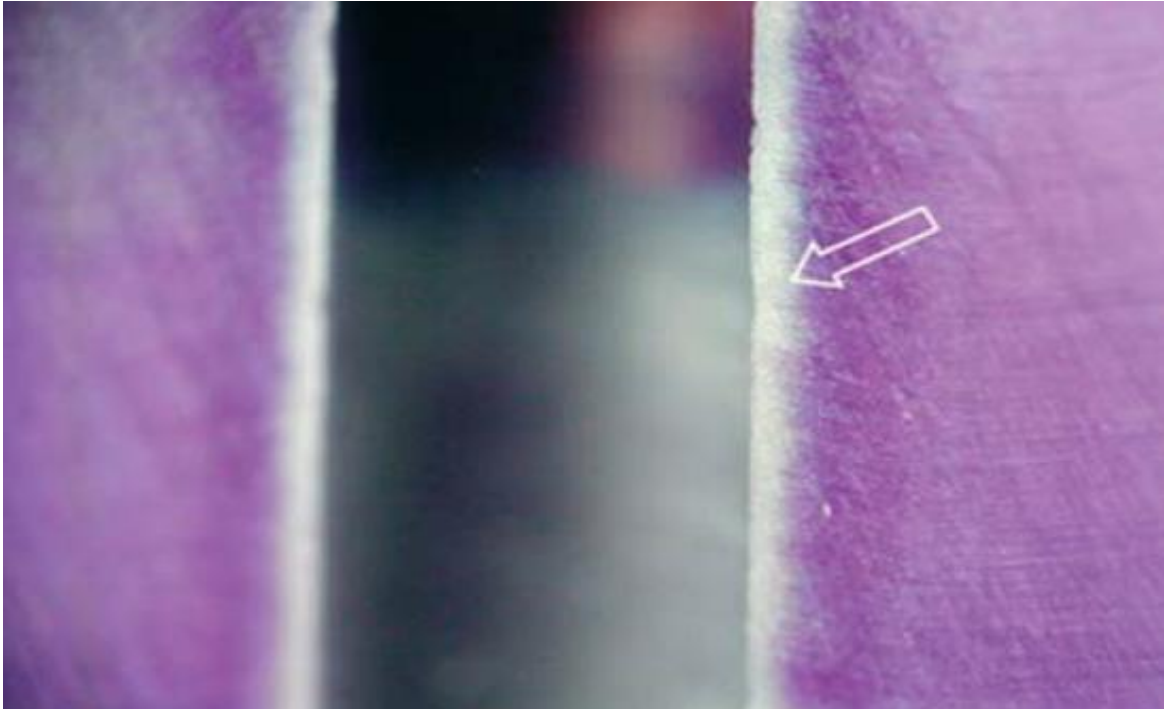
Sin embargo, no hay estudios que respalden la práctica sobre calentar el hipoclorito de sodio.<sup>1</sup>

### **Penetración del Hipoclorito de sodio en los túbulos dentinarios.**

Zou fue quien realizó el primer reporte sobre la penetración del hipoclorito de sodio en los túbulos dentinarios, medido en parámetros muy precisos (micrómetros). Dentro de sus estudios, la profundidad de penetración varía entre los 77 y 300  $\mu\text{m}$ , los rubros que se evaluaron que afectan la penetración del hipoclorito de sodio en el estudio de Zou fueron concentración, el tiempo y la temperatura, los resultados que obtuvo fueron, que al aumentar la concentración del NaOCl del 1% al 6%, resultó que la penetración únicamente aumentó en un 30-50%, cuando hubo mayor exposición del NaOCl dio como resultado una penetración más profunda aunque disminuyó la velocidad de penetración. Por ejemplo, la penetración del NaOCl al 1% a una temperatura de 20°C en un tiempo de 2 minutos fue aproximado de 77  $\mu\text{m}$ , después de 18 min la penetración que alcanzó fue de 185  $\mu\text{m}$ . La capacidad de solubilizar del NaOCl es reducida cuando está en contacto con material orgánico por lo que se especula que la mayor actividad del NaOCl es durante los dos primeros minutos, por ello, se recomienda reemplazar la solución constantemente.<sup>17</sup>

El resultado del estudio de Zou mostró que las variables como concentración, temperatura, y tiempo tienen un efecto en la penetración del NaOCl aunque no tienen suficiente efectividad por sí solos. La profundidad de penetración al 1%, 2%, 4% y 6% de concentración del NaOCl después de 2 min a temperatura ambiente fue 77, 96, 105, y 123  $\mu\text{m}$  respectivamente. El valor más alto de penetración fue de 291 y 300  $\mu\text{m}$  se encontraron en los grupos tratados con NaOCl a una concentración del 6% a 37 y 45°C durante 20 min. En conclusión, se obtuvo mayor profundidad de penetración en los túbulos dentinarios cuando estos factores fueron aplicados simultáneamente sugiriendo un efecto de sinergia entre ellos.<sup>17</sup>





**Ilustración 7. Penetración del hipoclorito de sodio en los túbulos dentinarios.**  
**Tomado de:** Basrani B, Haapasalo M. Topical Disinfectants for Root Canal Irrigation. Disinfection of Root Canal Systems 2014. p. 109-40.

### **Desventajas.**

#### **Reacción alérgica.**

Es poco probable que se presente una reacción alérgica por hipoclorito de sodio ya que las células de defensa producen el ácido hipocloroso (componente activo del hipoclorito de sodio) es una sustancia excretada por los neutrófilos en el proceso de fagocitosis; si se excreta en exceso puede lesionar el tejido adyacente pero muy dudablemente puede producir una respuesta alérgica.<sup>6</sup>

Puede producir en ocasiones hipersensibilidad y dermatitis por contacto, además se han reportado accidentes con el hipoclorito de sodio, por ejemplo, un contacto accidental ocular creando una quemadura química ocular.<sup>6</sup>

En caso de tener las sospechas que el paciente es alérgico al hipoclorito de sodio es importante hacer una prueba cutánea para NaOCl y CHX antes de utilizar cualquiera de estos agentes irrigantes. Se valorará el uso de una alternativa de agente irrigante, por ejemplo, yoduro de potasio yodado y puede utilizarse Ca (OH)<sub>2</sub> como medicación temporal en caso de usar agentes irrigantes menos efectivos contra bacterias.<sup>6</sup>

### **Accidentes por Hipoclorito de sodio.**

Otra desventaja es la actividad citotóxica del NaOCl ya que puede causar efectos lesivos si se extruye a los tejidos periapicales, el NaOCl oxida rápidamente los tejidos con los que tiene contacto, lo que conduce a una rápida hemólisis, ulceración de la zona, destruyendo las células endoteliales, fibroblastos, y provoca la inhibición de la migración de los neutrófilos.<sup>18, 19</sup>

La extrusión del hipoclorito de sodio por el canal radicular hacia los tejidos periapicales es comúnmente llamado “accidente por hipoclorito” causando inmediatamente sintomatología como dolor fuerte y repentino, sangrado profuso e hinchazón, el paciente puede referir sabor en la garganta a “lejía” y una sensación de ardor en el seno maxilar.<sup>18, 19</sup>

### **3.2.2 Clorhexidina.**

La clorhexidina es un irrigante alternativo al hipoclorito de sodio por su alta actividad antimicrobiana. Es considerado de mucho menor toxicidad que el hipoclorito de sodio, la concentración más usada de la clorhexidina es al 2%, en altas concentraciones tiene la capacidad de tener un efecto bactericida, mientras que en bajas concentraciones provee un efecto únicamente bacteriostático.<sup>20</sup>

La clorhexidina puede utilizarse en distintas presentaciones como en gel y líquido (solución) obteniendo la misma efectividad.<sup>20</sup>

Esta solución irrigadora se caracteriza por su propiedad de sustantividad, por lo que permite que las cargas positivas contenidas en la molécula de clorhexidina se adhieran o atraigan a las cargas negativas que presentan las superficies internas radiculares, teniendo en consecuencia un efecto y adherencia prolongada. Como desventaja la clorhexidina no tiene una buena capacidad para destruir o disolver tejido orgánico dentro de los conductos radiculares.<sup>20</sup>

### **Modo de acción.**

El mecanismo de acción de la clorhexidina a altas concentraciones es entre la sustancia y la membrana de las células, las moléculas cargadas positivamente, cationes, se unen a las moléculas cargadas negativamente de las paredes de la célula, ejerciendo un efecto bactericida, como consecuencia las proteínas citoplasmáticas se precipitan y se coagulan por lo que la célula termina muriendo. A bajas concentraciones (0.2%) la integridad de la membrana celular se ve alterada, obteniendo un efecto bactericida.<sup>21</sup>

En el área de endodoncia es comúnmente usado durante la preparación mecánica como irrigante o como medicación intraconducto en caso de necrosis pulpar.<sup>21</sup>

### **Características de la clorhexidina.**

1. La CHX tiene una amplia gama de actividad contra bacterias grampositivas y gramnegativas.
2. La CHX es un agente fungicida contra *C.albicans*.
3. El efecto de la CHX contra biopelículas bacterianas es significativamente menor que la del NaOCl.
4. CHX tiene sustantividad, tiene un efecto antibacteriano en la dentina hasta 12 semanas.

5. La medicación intra-conducto y la irrigación no afecta los tejidos periapicales.<sup>17</sup>

### **Desventajas.**

1. La combinación entre NaOCl y CHX provoca cambios de coloración y resulta en un precipitado. Puede interferir con el sellador usado en la obturación del conducto radicular.

2. La CHX no tiene la capacidad de disolver tejido orgánico.<sup>17</sup>

### **Disolución de tejido orgánico, biofilm y barrillo dentinario.**

En la literatura se ha demostrado que la acción de la clorhexidina está relacionada directamente con el pH (Es más estable en un pH entre 5 y 8) y su actividad es reducida en presencia de materia orgánica. Por lo que la clorhexidina no puede disolver tejido orgánico, por lo que termina siendo no eficiente en remover biofilm y barrillo dentinario.<sup>21</sup>

### **Sustantividad.**

La clorhexidina es un agente de amplio espectro antimicrobiano con sustentividad, esta característica le permite unirse a la hidroxiapatita presente del esmalte y dentina a grupos aniones como glicoproteínas, en la mucosa oral. Este efecto está directamente relacionado con la concentración de clorhexidina, en concentraciones de 0,005 al 0,01% se adsorbe y forma una monocapa estable de la solución en la superficie del diente mientras que en concentraciones altas (>0,02%), se crea una multicapa de clorhexidina, que se va liberando conforme las concentraciones van disminuyendo. Se ha propuesto su utilización como un irrigante final por su capacidad de seguir teniendo actividad después de haber sido aplicado.<sup>1, 21</sup>

## **Clorhexidina como irrigante endodóntico.**

Se ha estudiado que la concentración idónea para tener una mejor eficacia como irrigante es al 2%, la clorhexidina tiene como desventaja poca capacidad en degradar materia orgánica en comparación con el hipoclorito de sodio, aunque se hayan estudiado las ventajas de la clorhexidina sobre el hipoclorito de sodio, el NaOCl es el agente irrigante de primera elección.<sup>1</sup>

También se han estudiado los resultados que se obtienen cuando se utiliza la clorhexidina como irrigación final, tienen como resultado que su uso tiene mejor capacidad de desinfección.<sup>1</sup>

## **Citotoxicidad.**

La clorhexidina es normalmente usada en concentraciones entre 0.12% y 2.0%. De acuerdo con Loe, en estas concentraciones el CHX tiene un nivel bajo de toxicidad tisular. Se ha descrito que los lavados en heridas periodontales, en puntos de extracción de terceros molares favorecen la curación y reduce la incidencia de osteítis. Únicamente se han reportado pocos artículos sobre reacciones alérgicas. Es importante recalcar que cuando un paciente presenta reacciones alérgicas al NaOCl probablemente sea alérgico a la clorhexidina. La reacción entre el NaOCl y CHX dan productos llamados paracloroanilina (PCA) estos pueden tener un impacto negativo en los tejidos.<sup>1, 17</sup>

## **Desventajas.**

### **Reacción de la clorhexidina con Hipoclorito de sodio.**

Cuando la clorhexidina y el hipoclorito de sodio tienen contacto entre ellos producen un cambio de color y tiene como resultado un precipitado, que su formación dependerá de la concentración del NaOCl, a mayor concentración, mayor será la

formación del precipitado, este puede interferir en el sellado de la obturación radicular, Basrani evaluó los componentes químicos del precipitado, que son 4-cloraanalina (PCA), este componente puede penetrar en los túbulos dentarios, y además, es toxico en humanos con exposición a corto plazo, y como consecuencia produce cianosis manifestación de la formación de metahemoglobina.<sup>1,17</sup>



**Ilustración 8. Interacción entre hipoclorito de sodio y clorhexidina. Tomado de:** Basrani B, Haapasalo M. Topical Disinfectants for Root Canal Irrigation. Disinfection of Root Canal Systems2014. p. 109-40.

## **Reacción de la clorhexidina con EDTA.**

La combinación entre la clorhexidina y el EDTA forma un precipitado de color blanco, el resultado de esta combinación es ácido trifluoroacético diluido, forma una sal.<sup>1</sup>

### **3.2.3 Ácido etilendiaminotetraacético.**

El ácido EDTA, es un quelante que es utilizado después de la aplicación de NaOCl en el protocolo final de irrigación. Es una solución neutra o ligeramente alcalina, incolora e insoluble en agua, se usa generalmente en una concentración al 17% o 15%, aunque se ha comprobado en algunos estudios que para remover el barrillo dentinario es suficiente del 5% al 1%. Se caracteriza por tener una capacidad de secuestro de iones metálicos catiónicos como  $\text{Ca}^2$  y  $\text{Fe}^3$ .<sup>1, 22</sup>

El tiempo recomendado del irrigante en el conducto para la remoción del barrillo dentinario es alrededor de 2 minutos.<sup>22</sup>

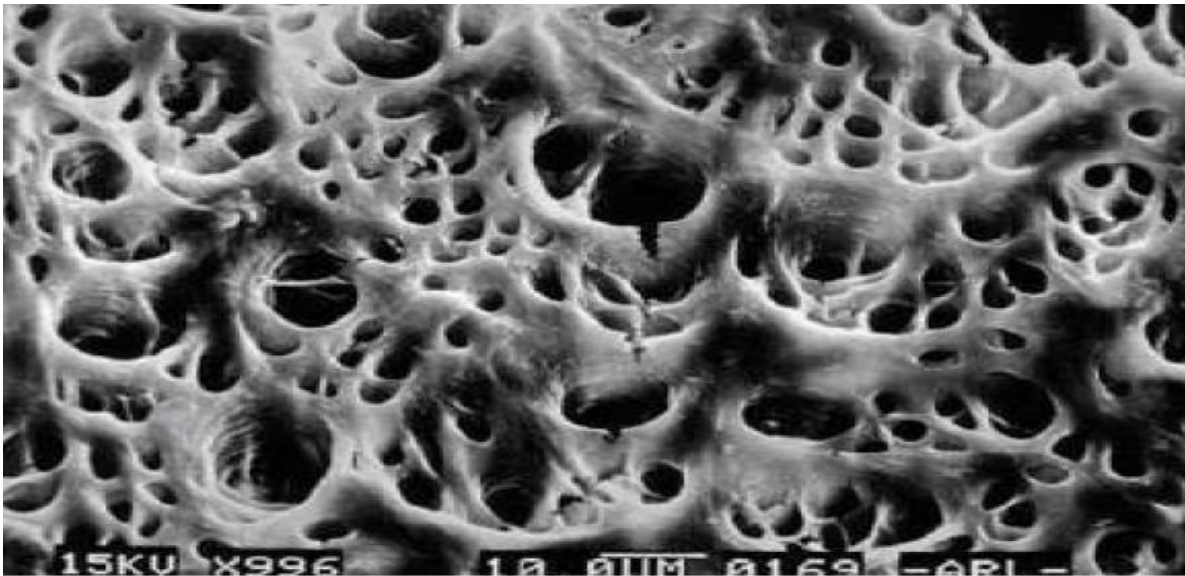
El EDTA únicamente tiene la propiedad de retirar tejido inorgánico, como el barrillo dentinario (hidroxiapatita) cuando se ha utilizado antes el hipoclorito de sodio para la degradación de material orgánico.<sup>22</sup>

Además, el EDTA no tiene o casi nula capacidad antimicrobiana, aunque se han hecho estudios que indican capacidad antifúngica, puede llegar a debilitar la membrana celular de la bacteria sin matarla, pero puede actuar de manera sinérgica con otros irrigantes como la clorhexidina.<sup>22</sup>

### **Características del EDTA (Agente quelante).**

1. Tiene efectividad contra la parte inorgánica del barrillo dentinario.
2. El EDTA remueve el barrido dentinario después de la irrigación de NaOCl.

3. Contribuye a la eliminación de bacterias en los conductos radiculares.
4. Actividad antifúngica.
5. Desmineralización de la dentina (20-50 $\mu$ m).
6. Baja toxicidad.<sup>17</sup>



**Ilustración 9.** Imagen de un microscopio electrónico de barrido (MEB) de la dentina del conducto radicular expuesta 2 min de EDTA. Tomado de: Louis HMKB. Cohen. Vías de la Pulpa. 11a ed. Canada2016. Pág.881.

### **Modo de acción.**

Durante su aplicación, Cohen señala que el EDTA extrae las proteínas superficiales bacterianas, al combinarse con iones metálicos de la envoltura celular, lo que puede llevar en su caso a la destrucción de las bacterias. El EDTA forma un complejo estable con el calcio. Cuando todos los iones disponibles están enlazados,



se alcanza el equilibrio y no se produce mayor disolución; por lo tanto, el EDTA es auto limitante.<sup>1</sup>

### **EDTA como agente endodónico.**

Para que el EDTA tenga efectividad es necesario utilizar otro agente irrigante que tenga una capacidad proteolítica como NaOCl, que pueda disolver los tejidos orgánicos. Aunque se ha mencionado su capacidad auto limitante, si se aplica durante un tiempo prolongado o se utiliza después de la aplicación de NaOCl, el EDTA puede erosionar la dentina.<sup>1, 17</sup>

Se han estudiado sobre los agentes quelantes, pueden desprender biopelículas que se encuentren adheridas a las paredes del conducto radicular, aunque no se ha demostrado un efecto desinfectante en la dentina colonizada.<sup>1, 17</sup>

### **Interacción entre el EDTA y el Hipoclorito de sodio.**

La interacción entre el EDTA y el NaOCl tiene como consecuencia que el EDTA mantiene su capacidad para atrapar iones de calcio, pero el NaOCl pierde su capacidad de disolver tejidos orgánicos. En la actualidad el EDTA se usa, una vez que se ha terminado la limpieza, durante 1 minuto.<sup>1, 17</sup>

Puede activarse con sistemas ultrasónicos, aunque no es muy recomendable aumentar su temperatura ya que cuando se calienta de 20 a 90°, la capacidad de atraer iones de calcio disminuye.<sup>1, 17</sup>

### **3.2.4 Otros irrigantes utilizados en Endodoncia.**

#### **Ácido Cítrico.**

Es un ácido débil y presenta buena estabilidad química. Se utiliza en concentraciones al 10%, 25% o 50%, con buenos resultados.<sup>23</sup>

Entre los quelantes utilizados, el ácido cítrico causa un pequeño agrandamiento en los túbulos dentinarios. En concentraciones al 10% y 1% es un agente de mayor efectividad comparado con EDTA al 17%, ambos agentes presentan buena eficacia ante la eliminación de barrillo dentinario.<sup>17, 24</sup>

### **Ventajas.**

Eficacia elevada en la eliminación de barrillo dentinario, con la capacidad de desprender biopelículas adheridas a las paredes de los conductos radiculares durante la remoción del barrillo dentinario.<sup>1</sup>

### **Alcohol.**

Algunos autores recomiendan el uso del alcohol al 95% al final del protocolo de irrigación para crear la suficiente desecación para la mejor adhesión y penetración en los túbulos dentinarios de los selladores endodónticos.<sup>24</sup>

Hoy en día son usados nuevos irrigantes que están asociados con surfactantes, quelantes y tetraciclinas como Tetraclean®, es una mezcla con hiclato de doxicilina, un ácido y un detergente. Es efectivo para eliminar microorganismos y barrido dentinario de los túbulos dentinarios, de los canales radiculares infectados, con una aplicación final de una duración de 5 minutos. BioPure MTAD es una mezcla de antibiótico de igual forma hiclato de doxicilina, ácido cítrico y un detergente, polisorbato. Se ha investigado que tiene efectividad para remover barrillo dentinario y desinfectar el canal radicular. Qmix™ es un agente quelante que se compone por ácido poliaminocarboxílico, un agente antimicrobiano y agua desionizada.<sup>24</sup>

Irrigante	Tipo	Disolución de tejido orgánico	Desactiva endotoxinas	Removedor del barrillo dentinario	Toxicidad en tejidos perirradiculares	Sustantividad	Deshidrata las paredes del conducto
Hipoclorito de sodio > 1 %	Agente antibacterial	✓	✓	×	✓	×	×
Clorhexidina al 0.2%	Agente antibacterial	×	✓	×	×	✓	×
EDTA	Agente quelante	×	×	✓	×	×	×
Ácido Cítrico	Agente quelante	×	×	✓	?	×	×
Agua salina, agua.	Placebo/ Limpieza entre irrigantes	×	×	×	×	×	×
Alcohol	Desecante	×	×	×	×	×	✓

**Ilustración 10. Cuadro comparativo de los agentes irrigantes. (Irrigante) Nombre del irrigante, (Tipo) que tipo de irrigante es de acuerdo con sus características, (✓) posee la característica y/o cualidad, (×) no posee la característica y/o cualidad, (?) no se posee información de ello.**

### 3.3 Técnicas de irrigación.

La porción apical del canal radicular presenta un reto para la irrigación entre el balance de la seguridad y efectividad de desinfección, particularmente en esta área. Se introdujo la técnica de “presión negativa” desde hace muchos años como un método seguro y eficaz para poder irrigar la zona apical. Incluso se han presentado diversos estudios que indican que la técnica de presión negativa puede mejorar la calidad de limpieza en la porción apical sin riesgo de extrusión de la solución.<sup>22</sup>

Se han utilizado distintas herramientas para la irrigación de conductos, desde la jeringa convencional hasta distintos sistemas como, bombas automáticas, sistemas con puntas vibratorias y energía sónica y ultrasónica.<sup>22</sup>

La técnica más habitual es introducir el irrigante con jeringas de plástico. Las puntas están enroscadas a la jeringa, los calibres que son de elección son calibre 27 y 30, las agujas pueden ser dobladas para facilitar su entrada y uso al conducto radicular,

la punta no debe quedarse presionada en las paredes del conducto, para permitir el paso correcto del irrigante.<sup>13</sup>

Las agujas de la casa comercial Kerr Dental, Max-I-Probe, tienen una configuración en la que un extremo viene romo y cerrado, con la salida del irrigante lateralmente, esto permitirá minimizar la extrusión del irrigante hacia la zona apical. Aunque la efectividad de la irrigación dependerá del volumen utilizado y la composición química del irrigante, además que la aguja debe llevar el irrigante hasta la zona apical del conducto, a esto se le denomina presión positiva.<sup>13</sup>

Cuando hay presencia de conductos estrechos y de difícil acceso, lo que ayudará al paso del irrigante son los instrumentos para la permeabilización apical, estos instrumentos permiten que la solución pueda llegar hasta el orificio apical mediante capilaridad. Vera y cols. Presentan que la permeabilidad puede mantenerse con una lima K10 a 1mm más allá de la longitud de trabajo mejora la permeabilidad apical. Por ello si los conductos laterales están abiertos por efecto de irrigantes quelantes, el hipoclorito de sodio o irrigante puede entrar por capilaridad.<sup>13</sup>

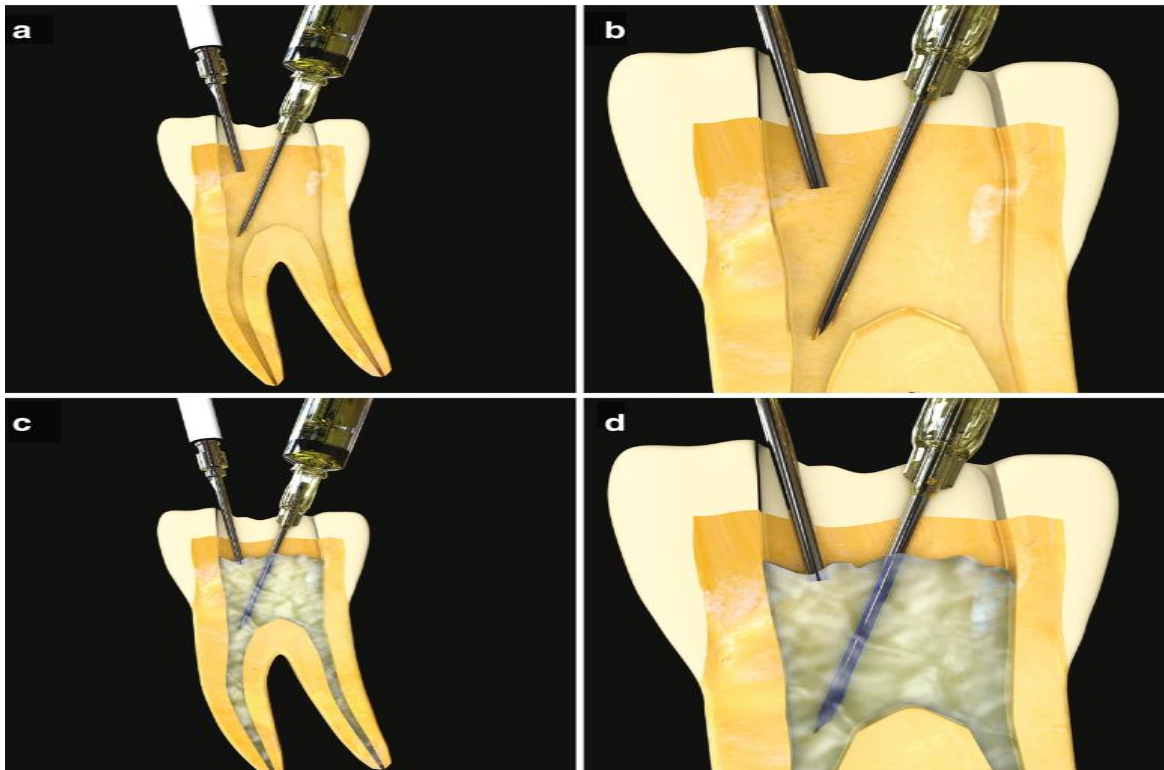
### **3.3.1 Irrigación presión positiva.**

Peters menciona que esta técnica es utilizada únicamente con jeringa y aguja siendo el método más utilizado. Gregorio ha reportado datos en los que en un 40% de endodoncistas y un 80% de dentistas generales no usan, ultrasonido, sónico, e irrigación negativa para mejorar la técnica de irrigación.<sup>25</sup>

El concepto básico del sistema de presión positiva se basa únicamente en introducir el irrigante al canal radicular para que el irrigante pueda distribuirse en el sistema de conductos.<sup>26</sup>

Teniendo en cuenta que la jeringa la de mayor importancia dentro de la técnica, ya que la forma de la punta de la jeringa, el diámetro y el tamaño es crucial para la correcta irrigación.<sup>26</sup> Una aguja de irrigación de mayor tamaño o calibre permitirá reponer el líquido irrigante más rápidamente, pero una aguja de mayor diámetro no

entrara de forma adecuada, y no limpiara las áreas más cercanas al ápice radicular, se debe tratar de evitar forzar la aguja, además no atorarla en el conducto radicular. Otra de las características que debe cumplir, es que la aguja debe estar lo más cercana a las paredes del conducto radicular, para que el irrigante pueda entrar en contacto con dichas paredes. El tamaño y conicidad del conducto preparado determinan la proximidad de la aguja con las paredes de la zona apical.<sup>6, 26, 27</sup>



**Ilustración 11. Técnica de presión positiva. (a,b) Jeringa-aguja y cánula de succión usada comúnmente por la irrigación de presión positiva, (c,d) el clínico aplica presión con los dedos sobre el émbolo de la jeringa, que empuja el irrigante dentro del conducto radicular, mientras la solución es aspirada simultáneamente por la cánula de succión. Tomado de: De Deus G, Silva EJNL, Souza E, Versiani MA, Zehnder M, Zuolo M. Shaping for Cleaning: Reconsidering Root Canal Debridement. In: De Deus G, Silva EJNL, Souza E, Versiani MA, Zuolo M, editors. Shaping for Cleaning the Root Canals: A Clinical-Based Strategy. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 11-72.**

## **Aditamentos y mecanismo de acción de la irrigación de presión positiva.**

El Dr. Louis Grossman fue el primero en proporcionar pautas detalladas y específicas para la irrigación mediante presión positiva. Durante este periodo se utilizaron agujas de alto calibre porque eran las que podían disponer en esa época, por lo que el irrigante expulsado por estas agujas entraba parcialmente o casi nula en el conducto radicular, promoviendo una circulación limitada del irrigante, debido a ello, las agujas de calibre alto se consideran incapaces para irrigar en la zona más apical.<sup>28</sup>

En la antigüedad las agujas utilizadas en endodoncia eran abiertas del extremo final “open-end” y producían un chorro intenso y directo que aumentaba el riesgo de extruir el irrigante. Sin embargo, aunque el irrigante utilizado en la aguja “open-end”, no alcanza más de 1 mm lejos de punta, se ha informado que en un 42% de los endodoncistas de América del Norte había presentado un accidente de extrusión por hipoclorito de sodio utilizando este sistema. Actualmente se han introducido al mercado distintos tipos de diseños de agujas, varían en longitud, calibre, y diseño de las puntas, y pueden ser colocadas muy cerca de la zona apical, e irrigar el tercio apical de forma eficaz y segura.<sup>28</sup>

La aguja que tiene una salida “ventana” lateral produce un movimiento turbulento hacia arriba y alrededor, irrigando todo el sistema de conductos y evita que el irrigante se extruya por el foramen apical. Por lo tanto, para evitar accidentes de extrusión del irrigante se debe utilizar agujas con la terminación cerrada o roma.<sup>28</sup>

Las agujas de calibre fino con ventana lateral superan fácilmente a las convencionales agujas abiertas más grandes, porque mejoran el flujo inverso alrededor de la aguja y mayor interacción del irrigante en el tercio apical. El efecto físico promovido por el flujo inverso es importante para desprender y poder barrer con bacterias plactónicas, biopelículas, restos de tejido orgánico e inorgánico de la superficie irregular del conducto radicular generando fuerzas de fricción entre la solución que fluye y las paredes de la dentina.<sup>28</sup>

Las agujas que poseen flexibilidad no presentan mayor dificultad para llegar a la zona apical inclusive si el conducto radicular es curvo.<sup>28</sup>



**Ilustración 12. Tipos de agujas para la irrigación de conducto radicular. De izquierda a derecha podemos observar las de extremo abierto “open-ended” (punta plana, muescas y biselada) y punta cerrada, roma o “closed-ended” (punta con ventana lateral, con doble ventana lateral, y con ventanas múltiples). Tomado de:** De Deus G, Silva EJNL, Souza E, Versiani MA, Zehnder M, Zuolo M. Shaping for Cleaning: Reconsidering Root Canal Debridement. In: De Deus G, Silva EJNL, Souza E, Versiani MA, Zuolo M, editors. Shaping for Cleaning the Root Canals: A Clinical-Based Strategy. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 11-72.

El tamaño de la jeringa se recomienda de una capacidad 5ml permite un tiempo de trabajo adecuado por ejemplo la jeringa de la casa Ultradent de 5 ml tiene un proceso de fabricación patentado y puede ser capaz de mantener un sello hermético con pistones, lo que le permite tener una salida del irrigante con un flujo suave.<sup>28</sup>

En conclusión, utilizar una jeringa con una ventana lateral es capaz de proporcionar índices de flujo casi óptimos y una renovación eficaz en la zona apical.<sup>28</sup>

### **Desventajas.**

Aunque se describa como un sistema simple, el funcionamiento de la jeringa puede ser difícil de controlar y estandarizar al operador.<sup>28</sup>

Como desventaja podemos encontrar que esta técnica tiene dificultades para llegar a permeabilizar y desinfectar la zona apical, otra desventaja es que se han reportado numerosos casos en los que el irrigante se ha extruido a tejidos periapicales utilizando la presión positiva llamados accidentes por hipoclorito de sodio.<sup>27</sup>

### **Manejo y Fenómeno de “Vapor Lock”.**

La irrigación con jeringa tiene sus limitantes cuando se utilizan agujas con el extremo abierto “open-ended”, está documentado que debido a su flujo laminar hay una parte en el conducto radicular que el irrigante permanece estancado y no hay flujo llamado “Dead-water zone”, las agujas de punta roma o “close-ended” en el extremo cerrado no existe un flujo, resultando en la acumulación de desechos en esta región.<sup>28</sup>

Desde finales de los 2010 estudios han demostrado la formación de burbujas en la zona apical durante la irrigación con jeringa. Las burbujas de gas se crean porque la irrigación en conducto radicular se comporta como un sistema cerrado. Este fenómeno se conoce como “apical vapor lock”, su origen es atribuido durante la irrigación de presión positiva, el atrapamiento del gas producido por la reacción química que ocurre entre el NaOCl en contacto con los tejidos orgánicos. Por lo tanto, hay un bloqueo del flujo del irrigante en la zona apical, este fenómeno tiene un efecto negativo en la limpieza y desinfección del tercio apical.<sup>28</sup>

Se propone que en la práctica profesional para evitar este fenómeno se recomienda utilizar una lima para permeabilizar e irrigar mediante la presión negativa.<sup>28</sup>



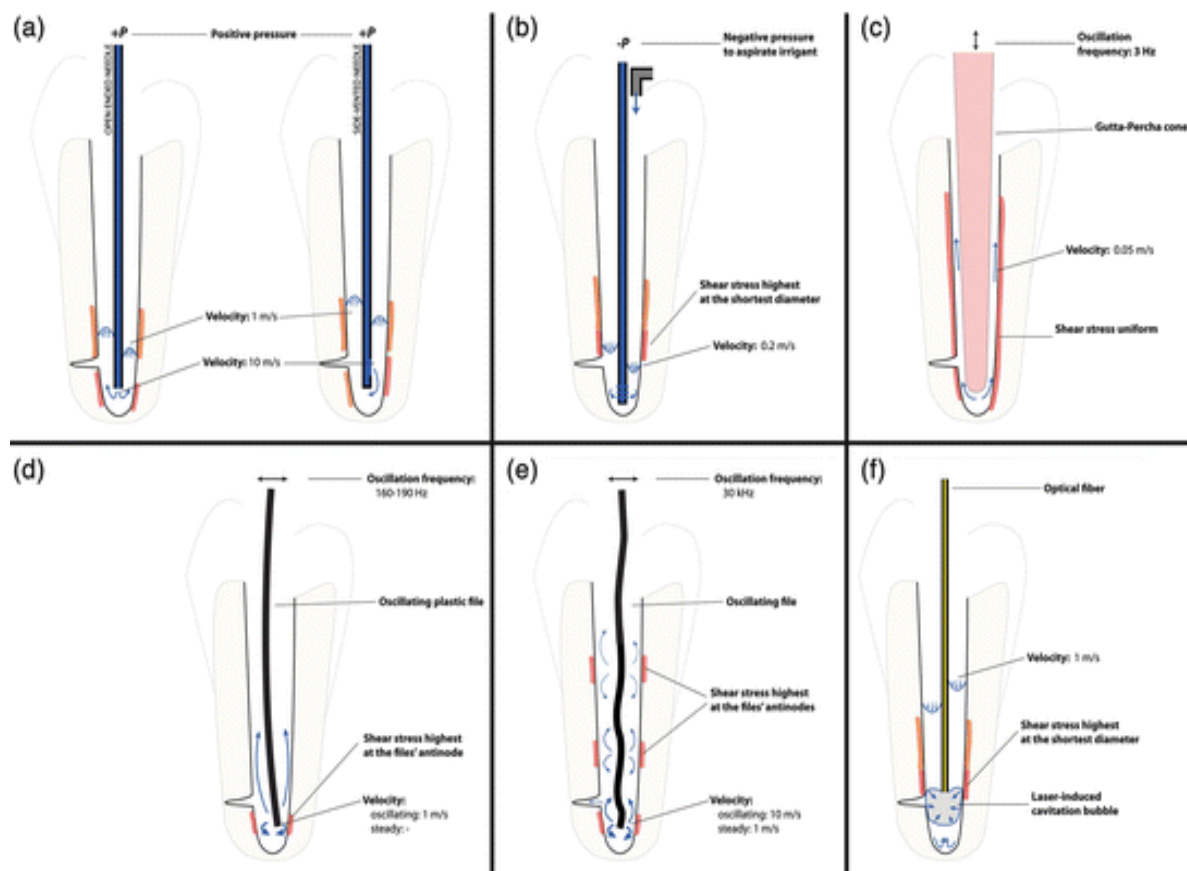


**Ilustración 13. “Dead-water zone” zona sin flujo del irrigante, (a) aguja con el extremo abierto insertada a 3 mm de la longitud de trabajo en un conducto radicular inundado con hipoclorito de sodio, (b) aunque las puntas abiertas generan un chorro intenso hacia la zona apical, que es una clara ventaja dependerá del tamaño del conducto radicular para que flujo pueda llegar a la zona apical. Sin embargo, el irrigante generalmente no llega más allá de 1mm de la aguja, (c) considerando el flujo laminar de la irrigación positiva, está bien documentado que la zona sin flujo “dead-water” se genera entre la punta de la aguja y el ápice. Tomado de: De Deus G, Silva EJNL, Souza E, Versiani MA, Zehnder M, Zuolo M. Shaping for Cleaning: Reconsidering Root Canal Debridement. In: De Deus G, Silva EJNL, Souza E, Versiani MA, Zuolo M, editors. Shaping for Cleaning the Root Canals: A Clinical-Based Strategy. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 11-72.**

### **3.3.2 Irrigación activada manualmente.**

La desinfección con irrigante debe incluir la agitación intermitente del contenido de conducto con un instrumento, esto permitirá que no se acumulen residuos dentro del conducto. Se ha recomendado realizar movimientos coronoapicales con la aguja que se esté irrigando, y movimientos de agitación con instrumentos endodónticos y movimientos “push-pull”, movimientos dentro y fuera con un cono de gutapercha

ajustado al conducto radicular<sup>6</sup>. El cambio de movimiento entre el cono de gutapercha y entre las paredes del conducto obliga al irrigante a ser desplazado apical y coronalmente. Ya que las paredes del conducto radicular son irregulares con el movimiento que se genera, el irrigante puede ser empujado hacia canales laterales a istmos, aumenta la eficacia de eliminación de los desechos de las irregularidades dentro de conducto radicular y disminuye la velocidad del irrigante dentro del conducto principal.<sup>29</sup>



**Ilustración 14. Ilustraciones de los diferentes flujos inducidos por diferentes sistemas de irrigación, a) presión positiva, b) presión negativa, c) irrigación activada manualmente, d) activación sónica, e) activación ultrasónica, y f) activación por láser. Tomado de:** Van der Sluis L, Boutsoukis C, Jiang L-M, Macedo R, Verhaagen B, Versluis M. Root Canal Irrigation. In: Chávez de Paz LE, Sedgley CM, Kishen A, editors. The Root Canal Biofilm. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015. p. 259-301.

### **3.3.3 Irrigación presión negativa.**

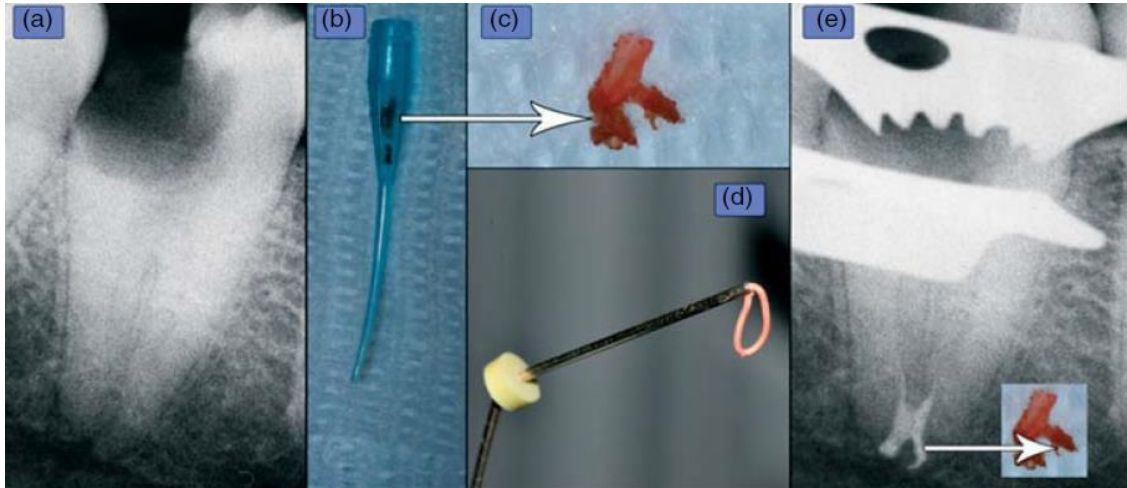
La irrigación de presión negativa es un método alternativo de irrigación para reducir el riesgo de extrusión del irrigante por el foramen apical (Nielsen, Baumgartner, y Gutmann). Esta técnica consiste en aplicar los irrigantes en una jeringa conectada alguna aguja e introducirla a la cámara pulpar y colocar una punta fina de succión cerca de la longitud de trabajo, creando la presión negativa necesaria para que el irrigante fluya dentro del canal radicular (Nielsen & Baumgartner, Adorno). El exceso de irrigante, se desplazará en sentido apical y se eliminará por succión.<sup>25</sup>

#### **Aditamentos y mecanismo de acción de la irrigación de presión negativa.**

La eficacia de esta técnica depende del posicionamiento de la cánula de succión en la región apical del conducto radicular que aspira el irrigante mientras es administrado en la cámara pulpar.<sup>28</sup>

EndoVac (SybronEndo, Orange, CA) fue el primer sistema con presión negativa, utilizado comercialmente<sup>30</sup>. El sistema Endo Vac está basado en dos distintas fases: macro-irrigación y micro-irrigación. Una punta adaptada a una jeringa convencional cumple la función de aspirar e irrigar simultáneamente con la ayuda de succión de alta potencia proporcionada por el sistema.<sup>28</sup>

La macro cánula es un tubo de plástico con una abertura al final de 0.55 mm y una conicidad de 0.2, su función es absorber el exceso de irrigante.<sup>28</sup>



**Ilustración 15. (a) Espacio del canal radicular infectado, se puede observar una rarefacción en el área apical y osteítis condensante. Después de la instrumentación. (b) La punta o cánula perteneciente al sistema EndoVac (ANP), aspiró un material inesperado (mancha o material oscuros dentro de la punta), (c) fue la porción terminal de la pulpa vital infectada. *Observar la porción lateral dirigida hacia la derecha.* (d) Está punta fue la usada para el método de obturación. (e) El canal lateral obviamente fue obturado y la forma coincide con el tejido recuperado por la cánula de succión. (Caso presentado por: Dr. Filippo Santarcangel). Tomado de: Gregorio Cd, Heilborn C, Cohenca N. Positive Pressure Irrigation. Disinfection of Root Canal Systems2014. p. 169-88.**

La micro cánula es una punta de material de acero inoxidable con un diámetro de 0,31 mm, con el extremo final cerrado, además en este extremo final tiene 12 micro-agujeros posicionados lateralmente en filas de 3, está tiene la función de aspiración renovación del irrigante en el tercio apical. Este sistema crea movimientos muy parecidos a una cascada rápida y turbulenta, lo que permite utilizar un volumen mayor de irrigante y un mejor control de la extrusión del irrigante, incluso en dientes con ápice abierto.<sup>28</sup>

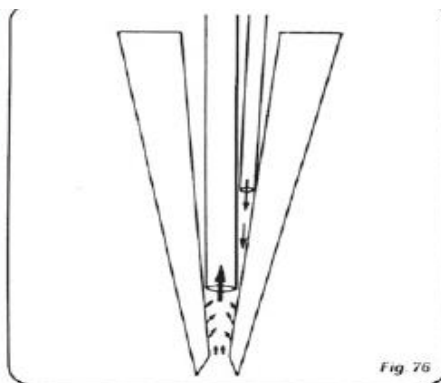
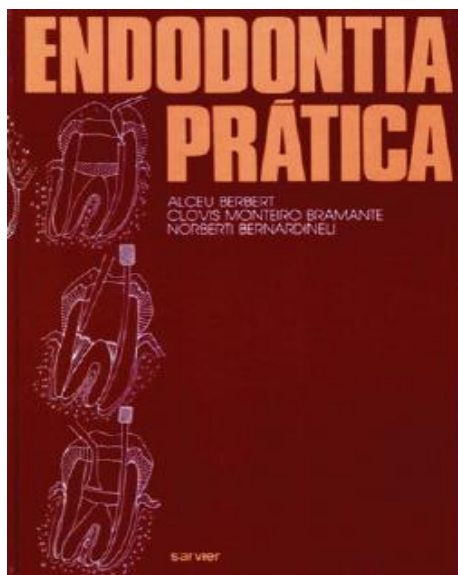


Fig. 76 — Irrigação-aspiração com pressão negativa. Cânula de aspiração mais aprofundada do que a de irrigação.

ENDODONTIA PRÁTICA  
Alceu Berbert, Clovis Monteiro Bramante e Norberti Bernardineli  
1.ª edição, Sarvier, 1980

**Ilustración 16.** El primer sistema de irrigación utilizando presión negativa (Endo Vac; Sybron Endo, USA) empezó a ser comercial desde 2007. Además, el primer reporte en la literatura mostrando esta técnica fue publicada por el Dr. Alceu Berbert, Dr. Clovis Bramante y el Dr. Norberti Benardineli de la Bauru School of Denistry en Brasil en 1980. Tomado de: De Deus G, Silva EJNL, Souza E, Versiani MA, Zehnder M, Zuolo M. Shaping for Cleaning: Reconsidering Root Canal Debridement. In: De Deus G, Silva EJNL, Souza E, Versiani MA, Zuolo M, editors. Shaping for Cleaning the Root Canals: A Clinical-Based Strategy. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 11-72.

### 3.4 Activación de los agentes irrigantes.

La activación de los irrigantes puede ser definida como usar un método para agitar y mejorar el flujo de los irrigantes en las irregularidades del sistema de conductos mediante sistemas mecánicos y otro tipo de formas de energía.<sup>31</sup>

#### 3.4.1 Irrigación sónica.

La irrigación sónica consiste en el uso de instrumentos que tienen una vibración forzada en un extremo, generalmente en la pieza de mano, y por el otro extremo permite su vibración libremente<sup>32</sup>. La irrigación sónica opera a frecuencias bajas (1-6kHz) y a altas amplitudes. Los movimientos generados forman pequeños cortes los cuales son eficientes para el desbridamiento del conducto radicular.<sup>28</sup>

Algunos de los sistemas que utilizan la activación ultrasónica son EndoActivator (Dentsplay Tulsa Dental Specialties) que utiliza puntas de polímero y el sistema Vibringe (Vibringe B.V.).<sup>28</sup>

Se ha estudiado que, si se dejan los dispositivos sónicos durante períodos más largos, puede obtenerse mayor limpieza. La irrigación sónica o ultrasónica se puede realizar con alambres lisos o insertos de plástico activado, instrumentos endodónticos o agujas de irrigación activada.<sup>1</sup>

### **Ventajas.**

Los dispositivos sónicos pueden contribuir en una mejor desinfección, en la remoción del barrillo dentinario y medicación intraconducto. Sin embargo, no hay estudios que comprueben que influencia tiene a largo plazo en endodoncia.<sup>28</sup>

### **3.4.2 Irrigación ultrasónica.**

Richman en 1957 fue la persona que introdujo los primeros dispositivos ultrasónicos dentro del área endodóntico. Las puntas e insertos son activadas para oscilar en frecuencias de 25 a 30kHz para preparar mecánicamente las paredes de los conductos, estas frecuencias están más allá del límite de audición humana.<sup>1, 28</sup>

Los tipos de irrigación ultrasónica que se introducen en el área son: en el que la irrigación se combina con la instrumentación llamada, irrigación ultrasónica (IU) simultánea, el segundo llamado irrigación ultrasónica pasiva (IUP) se basa en la transmisión acústica mecánica mediante un inserto, o lima a un irrigante. Esta energía se transmite al irrigante, a través de ondas ultrasónicas.<sup>1, 28</sup>

Durante el uso de la irrigación ultrasónica pasiva, la lima debe colocarse pegada a una de las paredes del conducto radicular, debido a las variaciones o irregularidades del conducto radicular puede presentarse una cavitación descontrolada impidiendo la correcta desinfección. Macedo explica que la diferencia entre la frecuencia de

oscilación del instrumento, la potencia ultrasónica y la conicidad de la lima, será determinante para el nivel de cavitación dentro del conducto radicular. Además, se produjo la suficiente cavitación en el conducto radicular para llegar a istmos y conductos laterales.<sup>1</sup>

### **3.4.3 Irrigación ultrasónica pasiva.**

Está irrigación fue descrita por Weller en 1980, la irrigación ultrasónica pasiva (PUI) consiste en la transmisión de energía acústica de un instrumento oscilante, ya sea lima, alambre liso o inserto en un conducto radicular inundado por una solución irrigante. El término “pasivo” se refiere a que la acción del instrumento introducido en el conducto radicular no tiene un efecto cortante.<sup>1, 28, 33</sup>

Para poder utilizar esta técnica el conducto debe estar previamente preparado, teniendo una conicidad y un tamaño final apical, durante su aplicación debe haber recambio del irrigante, y se activa ultrasónicamente, la preparación previa del conducto permite que el instrumento se mueva de manera libre dentro del conducto, en consecuencia, el irrigante podrá penetrar y fluir en la zona apical del sistema de conductos, la activación del irrigante se puede usar intermítete o continuo.<sup>1, 28, 33</sup>

Además, utilizar está técnica, permite evitar cortar y crear formas inesperadas dentro del conducto radicular. Durante las investigaciones han demostrado que hay una mejor eficiencia en la eliminación de residuos y penetración en los túbulos dentinarios.<sup>1, 28, 33</sup>

### **Ventajas.**

Hay evidencia que demuestra que utilizar IUP optimiza la limpieza y desinfección del conducto radicular, debido a que trabaja en áreas inaccesibles para la instrumentación mecánica como lo son, conductos accesorios y ramificaciones apicales, además, hay una reducción del número de bacterias en comparación con la irrigación de presión positiva.<sup>28, 33</sup>

#### **3.4.4 Activación sónica y ultrasónica mecanismo de acción.**

El movimiento oscilatorio que genera la activación sónica y ultrasónica provoca que el irrigante sea transmitido alrededor del instrumento, alternando diferentes presiones y fuerzas a las paredes del conducto radicular. El movimiento y transmisión del irrigante provoca que el irrigante se mezcle mientras en seguida, es absorbido y reemplazado por nuevo irrigante.<sup>32</sup>

Generan un patrón característico de nodos y antinodos, es el determinante del flujo alrededor del instrumento en dirección axial.<sup>32</sup>

El antinodo y nodo tienen la capacidad de inducir el flujo desde la punta hasta el extremo final del instrumento utilizado para activar el irrigante. Además, de que los múltiples nodos y antinodos que posee el sistema sónico y ultrasónico proporcionan un flujo “microstreaming”, más complejo a lo largo del instrumento. Por ello el flujo lateral que generan los instrumentos, resulta beneficioso para la desinfección de canales laterales, istmos, irregularidades del conducto, o conductos ovales, que suelen ser difíciles de limpiar utilizando los sistemas de irrigación convencionales.<sup>32</sup>

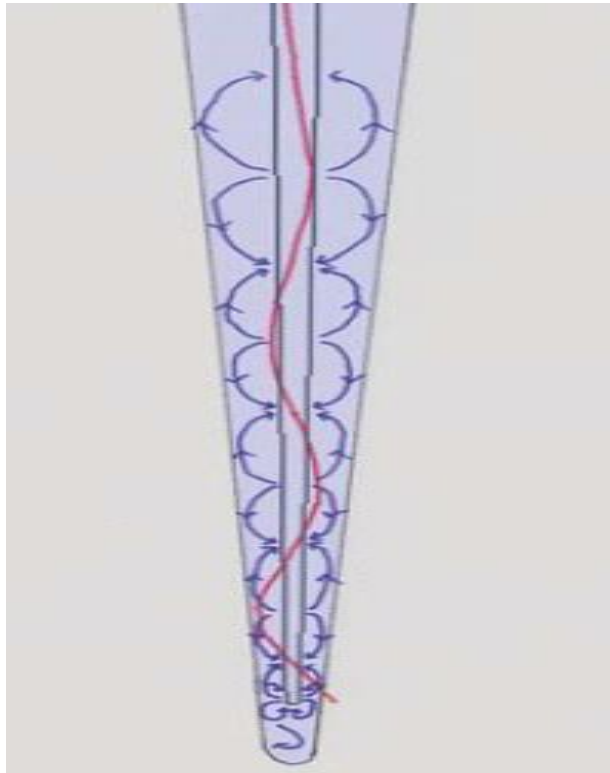
Como ventaja podemos encontrar que la activación sónica y ultrasónica no introduce una fuerte velocidad del fluido hacia los tejidos periapicales, lo que hace muy improbable la extrusión del irrigante. Sin embargo, para que la activación sea efectiva y pueda mantener sus características de remoción de residuos, el instrumento debe introducirse al conducto radicular a 3 mm de la longitud de trabajo.<sup>32</sup>

#### **3.4.5 Acoustic streaming.**

La energía transmitida en el líquido llamada acústica streaming o corriente acústica, descrita por primera vez por Walmsley 1987. Se refiere como un movimiento circular en torno a una lima de vibración. La transmisión de energía durante la activación ultrasónica es denominada “acoustic microstreaming” está se describe como la transmisión que se produce cerca de pequeños obstáculos colocados dentro de un



campo de sonido, cerca de las pequeñas fuentes de sonido, membranas vibrantes o alambres, que surgen de las fuerzas de fricción entre un limitante y medianas vibraciones de frecuencia circular.<sup>34</sup>



**Ilustración 17. Microstreaming (flechas azules) inducidas dentro de un modelo del conducto radicular, con un instrumento que transmite energía oscilatoria que muestra el patrón de nodos y antinodos (línea roja). Tomado de: Sluis Lvd, Verhaagen B, Macedo RG, Versluis M. Disinfection of the Root Canal System by Sonic, Ultrasonic, and Laser Activated Irrigation. Disinfection of Root Canal Systems2014. p. 217-38.**

Cuando un instrumento llega a tocar la pared de algún conducto en un antinodo disminuirá la amplitud del desplazamiento en comparación si se toca un nodo. Además, el instrumento deberá vibrar libremente o se reducirá el microstreaming. Otra de sus características es que puede precurvarse y tener la misma efectividad como si el instrumento estuviera recto.<sup>34</sup>

La intensidad del “microstreaming” está relacionada con la velocidad de transmisión y a continuación se colocará la ecuación que nos proporcionará un aproximado de la velocidad de transmisión.<sup>34</sup>

$$V = \frac{\omega \epsilon_0 2a}{a}$$

Los elementos de la ecuación corresponden a lo siguiente; v es la velocidad del líquido de transmisión,  $\omega$  es  $2\pi$  veces la frecuencia de accionamiento,  $\epsilon_0$  corresponde a la amplitud de desplazamiento y un radio del alambre.<sup>34</sup>

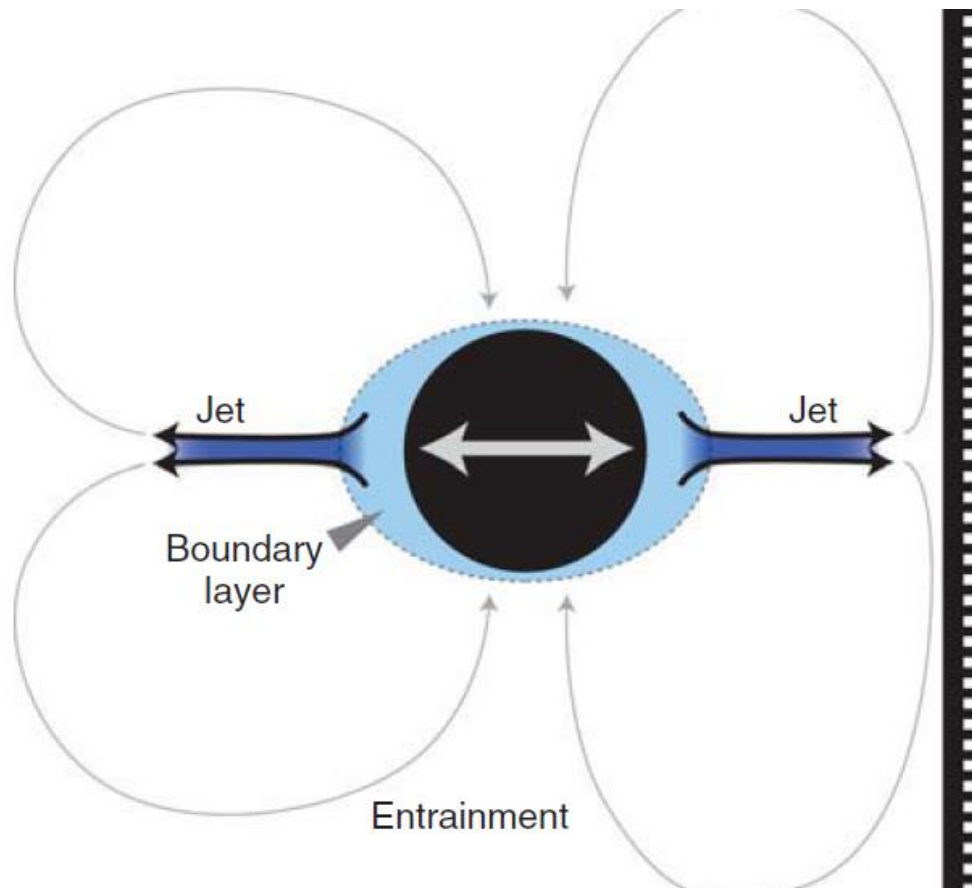
Con esta ecuación se concluyó que si el instrumento es más delgado tendrá mayor amplitud de desplazamiento por lo tanto será mayor la velocidad de transmisión y el microestriling sera más fuerte.<sup>34</sup>

Aún esta en duda si esta ecuación también es aplicable en el sistema IUP.<sup>34</sup>

La tensión de cizallamiento contra las paredes del conducto radicular también son medibles, son las que permiten eliminar desechos y bacterias dentro de las paredes del conducto radicular, la formula para poder medirla es la siguiente:

$$\tau = \eta \gamma = \eta \frac{v}{\delta}$$

Los elementos de la ecuación son lo siguiente:  $\eta$  corresponde a la viscosidad cinemática del irrigante, V es de velocidad de transmisión igual que la primera ecuación y  $\delta$  corresponde al espesor de la capa límite, los resultados de esta ecuación son los más aproximados y queda por demostrar si es aplicable en condiciones comunes dentro del conducto radicular.<sup>34</sup>



**Ilustración 18. Representación del (acoustic streaming) inducido por la oscilación del instrumento en el sistema ultrasónico (Circulo negro). El irrigante tiene un radio de oscilación (Boundary layer) que oscila junto con el instrumento (Ovalo azul), debido a esto, en la dirección de la oscilación se generan chorros que son constantes (jet), estos son impactados cerca de las paredes del conducto radicular y el flujo regresa al instrumento. Tomado de: Sluis Lvd, Verhaagen B, Macedo RG, Versluis M. Disinfection of the Root Canal System by Sonic, Ultrasonic, and Laser Activated Irrigation. Disinfection of Root Canal Systems 2014. p. 217-38.**

### **3.4.6 Irrigación activada por láser.**

Los láseres que se utilizan en la rama odontológica son; diodo, Nd: YAG, erbio y CO<sub>2</sub> estos producen radiación infrarroja cercano y lejano del espectro electromagnético.<sup>1</sup>

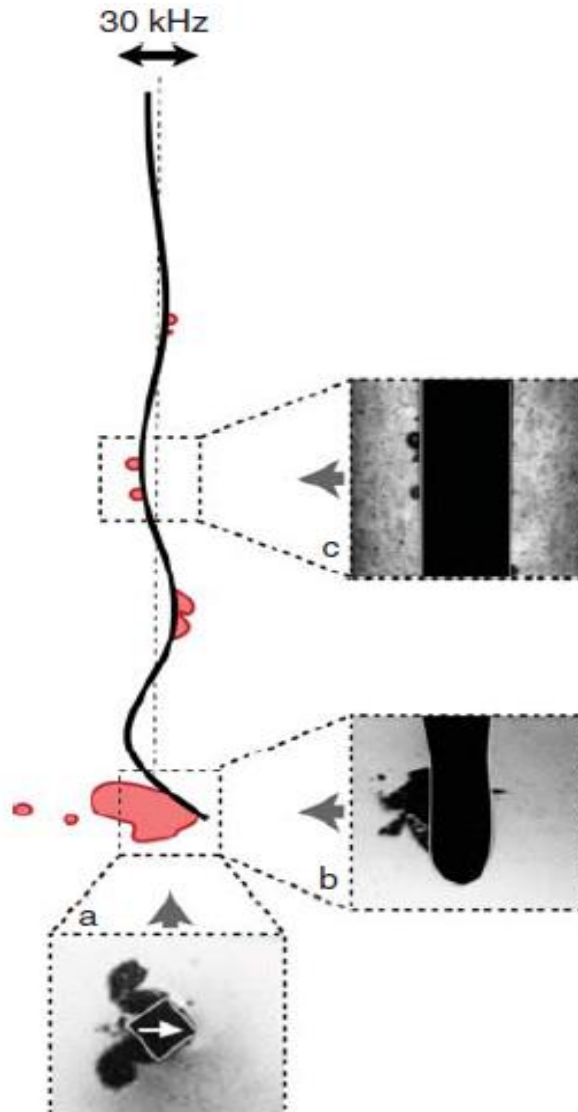
Cohen describe el método de acción del laser, corresponde a la generación de un efecto de cavitación secundario con expansión y posterior implosión de los líquidos,

o burbujas<sup>1</sup>. Está burbuja implosiona en la punta de la fibra, generada por la absorción de la energía del láser, y el calentamiento del irrigante. El tamaño de la burbuja dependera de la energía de salida, de la duración del impulso y la frecuencia del láser . El colapso de la burbuja atrae el cumulo de burbujas del tercio coronal y el tercio apical a una central, por lo que induce altas velocidades (metros por segundo).<sup>32</sup>

La fibra del laser puede ser introducida a 1 o 2 mm de la longitud de trabajo con movimientos “push pull” dentro y fuera del conducto o para fibras prediseñadas o fibras convencionales, se puede colocar en la camara pulpar o en la entrada del conduco radicular.<sup>32</sup>

En el sistema laser Eerbium, tiene la capacidad de absorber grandes cantidades de energía en medios como NaOCl y agua, por lo que, causa la vaporización y formación de burbujas del irrigante dentro del conducto radicular.Estás burbujas implosionan después de 100 a 200  $\mu$ s provocando una cavitación secundaria.<sup>35</sup>

Una nueva técnica que se ha utilizado, Er:YAG utiliza una energía de 20 Mj, y 15 Hz y ultracortos pulsos 50  $\mu$ s, está energía produce cavitación intraradicular y ondas de choque como consecuencia de la fotoacústica y efectos fotomecánicos, fenómeno llamado transmisión fotoacústica inducida por fotones (PIPS Photon-induced photoacpustic streming).<sup>35</sup>



**Ilustración 19. Ilustración y fotografías de corta-exposición sobre la cavitación (Método de acción del sistema de activación laser) (color rojo) con la oscilación del instrumento. En la punta hay una aglomeración de burbujas grandes, (a) visto desde un corte transversal, (b) visto lateral y en otros antinodos de puede observar lateralmente aglomeración de burbujas de menor tamaño(c). Tomado de: Sluis Lvd, Verhaagen B, Macedo RG, Versluis M. Disinfection of the Root Canal System by Sonic, Ultrasonic, and Laser Activated Irrigation. Disinfection of Root Canal Systems2014. p. 217-38.**

### **Ventajas.**

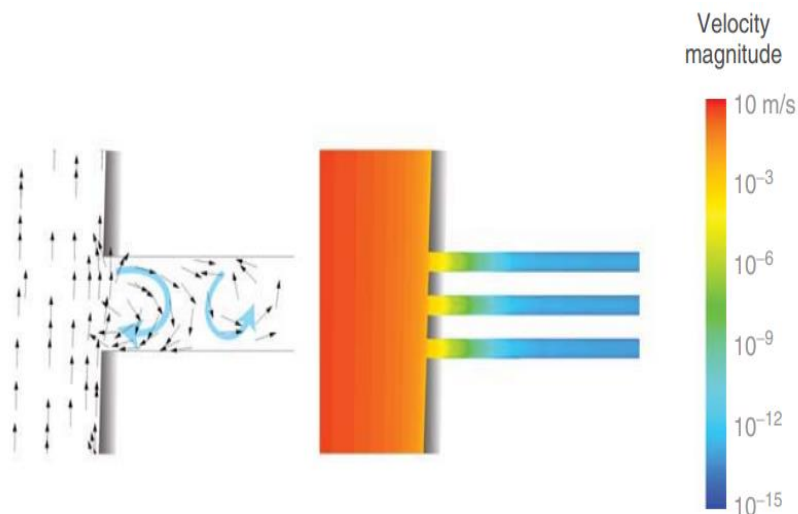
Se ha estudiado que los dispositivos con sistema laser pueden mejorar la eficacia de los irrigantes.<sup>1</sup>

El método de acción de los irrigantes permiten activar las soluciones de los irrigantes por ejemplo, la irrigación activada por láser con flujo de volumen.<sup>1</sup>

Distintos estudios in vivo y ex vivo han demostrado que la activación por láser es efectiva para la eliminación de barrillo dentinario en un tiempo menor que el sistema IUP.<sup>1</sup>


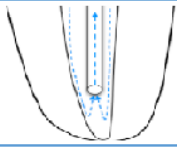
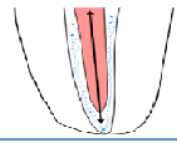
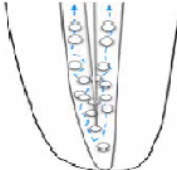
### 3.5 Penetración de los irrigantes en canales laterales y accesorios.

Los sistemas de irrigación inducen el movimiento del irrigante paralelamente a las paredes del conducto radicular como lo son la presión negativa y positiva. La entrada del irrigante por los canales laterales, se vuelve poco eficaz, por lo que la mayor parte de su entrada es por difusión, se puede mejorar la penetración de los irrigantes a estos canales aumentando la concentración o elevando la temperatura del irrigante.<sup>32</sup>



**Ilustración 20. Patrón de flujo alrededor de la entrada de los canales laterales (o túbulos) debido a un flujo a lo largo de la pared. Dentro del canal lateral se generan remolinos (izquierda) cuya velocidad disminuye rápidamente (derecha). Después de dos remolinos, la velocidad se ha disminuido tanto que la difusión se vuelve dominante. Tomado de: Sluis Lvd, Verhaagen B, Macedo RG, Versluis M. Disinfection of the Root Canal System by Sonic, Ultrasonic, and Laser Activated Irrigation. Disinfection of Root Canal Systems 2014. p. 217-38.**

También puede mejorar la entrada del irrigante a los canales accesorios y laterales, mejorando la convección, por lo que debe haber un flujo hacia dichos canales. Los movimientos o flujos laterales del irrigante hacia los conductos accesorios y laterales pueden inducirse con los sistemas sónicos, ultrasónicos o activados por láser, mejorando la disolución completa o parcial del tejido que se encuentra en ellos, además de istmos y túbulos dentinarios. Los movimientos generados por la activación ultrasónica y láser pueden mejorar la convección del irrigante cerca de la entrada de los conductos laterales, por lo tanto, aumentará la penetración y flujo del irrigante dentro de ellos. <sup>32</sup>

	Tipo	Irrigación con jeringas y puntas/agujas	Peligro de extrusión en tejidos perirradiculares	Permeabilización del tercio apical	Mayor presencia del Fenómeno de "Vapor Lock"	Aditamentos adicionales o sistemas presentes en el mercado	
Presión positiva	Se ingresa el irrigante por medio de presión positiva, únicamente lo que entre al conducto con jeringa.	✓	✓	✗	✓	✓ Agujas con distintas aperturas en la porción final	
Presión negativa	Se ingresa el irrigante con la aguja al tercio apical y se trabaja conjuntamente con aspiración colocado en tercio apical.	✓	✗	✓	✗	✓ Sistema Endo Vac	
Activación manual	Se coloca el irrigante dentro del conducto y se activa con una punta de gutapercha con movimiento de "push-pull"	✓	?	?	?	✗	
Activación sónica e ultrasónica	El movimiento oscilatorio del instrumento que entra dentro del conducto radicular a nivel del tercio apical, tiene efecto sobre el irrigante, permite que el irrigante se mueva en distintas fuerzas y presiones contra las paredes del conducto radicular.	✓	✗	✓✓	✗	✓	
Activación por láser.	Los láseres generan sobre el irrigante un efecto secundario con expansión y posterior implosión de los líquidos, o burbujas.	✓	✗	✓✓	✗	✓	

**Ilustración 21. Características de los sistemas de activación, (✓) posee la característica, (✓✓) posee la característica y es de mayor eficacia y/o probabilidad en dicha característica, (✗) no posee la característica y/o probabilidad, (?) no se posee información de ello. Esquemas tomadas de: Darcey J, Jawad S, Taylor C, Roudsari RV, Hunter M. Modern Endodontic Principles Part 4: Irrigation. Dental update. 2016 Jan-Feb;43(1):20-2, 5-6, 8-30 passim. PubMed PMID: 27024899.**

## **4 Conclusiones.**

### **¿La presencia de conductos accesorios y laterales en el conducto radicular, puede implicar un fracaso en la terapéutica pulpar?**

La implicación que pueden tener los conductos accesorios y laterales aún se considera reservada, sin embargo, es de suma importancia obtener la mayor limpieza y desinfección en el sistema de conductos radiculares, debido a su alta complejidad y variaciones, anatómicamente hablando.

Se considera un factor de gran importancia, la reproducción de bacterias resistentes o residuales dentro de conductos accesorios y laterales como consecuencia de enfermedad perirradicular persistente. Debido a que, actualmente se conoce que los instrumentos mecánicos no alcanzan a retirar ni limpiar en su totalidad el conducto radicular, por lo que, se utilizan herramientas alternas como agentes irrigantes y sistemas de irrigación para limpiar y desinfectar las áreas que no puedan ser tocadas por los sistemas mecánicos.

Es importante que el odontólogo tenga conocimiento sobre la conformación del sistema radicular para poder diagnosticarlo y tratarlo adecuadamente, además de adquirir el conocimiento es importante que conozca las posibles herramientas diagnósticas, radiográficamente hablando, para identificar conductos laterales y accesorios, en un tratamiento convencional podríamos observar en ocasiones poco comunes, el cemento sellador dentro de los conductos laterales y accesorios, en radiografías periapicales, que pudieran ser observadas intercambiando la angulación radiográfica, por lo que, suelen ser menos eficaces, sin embargo el uso de tomografías computarizadas ha sido una gran herramienta para la identificación de conductos adicionales, laterales, y/o accesorios, incluso en casos en los que la enfermedad perirradicular persiste.



El uso de agentes irrigantes se ha establecido como la parte vital del tratamiento de conductos, porque el uso de estos o en combinación, permite retirar en su mayoría desechos como; barrillo dentinario, tejido inorgánico, y tejido orgánico. Además, dejar el lecho preparado para recibir el cemento sellador por lo que le permite fluir y sellar de manera adecuada el conducto radicular. Adicionalmente, para impulsar la efectividad de los agentes irrigantes, se ha introducido a la práctica odontológica, sistemas de activación de irrigantes, por lo que se impulsan sus características dentro del sistema de conductos, por lo que le permite llegar a zonas inaccesibles dentro del sistema de conductos como lo son conductos laterales y accesorios, así como istmos, conductos con anatomía irregular etc.

Finalmente se ha desarrollado conocimiento, técnicas y sistemas, controlando y disminuyendo la carga bacteriana y desinfección dentro del sistema de conductos, por lo tanto, coadyuva a la limpieza de los conductos laterales y accesorios, con el objetivo de impulsar la evolución de la terapéutica pulpar. Sin embargo, es necesario continuar realizando investigación en el campo del tratamiento de conductos, con la finalidad de mejorar las técnicas existentes y aportar nuevo conocimiento, que derive en un mejor diagnóstico y tratamiento pulpar.

## 5 Bibliografía

1. Louis HMKB. Cohen. Vías de la Pulpa. 11a ed. Canada2016.
2. Pereira RS, Rodrigues VAA, Furtado WT, Gueiros S, Pereira GS, Avila-Campos MJ. Microbial analysis of root canal and periradicular lesion associated to teeth with endodontic failure. Elsevier. 2017 Feb;48:12-8.
3. Nosrat A, Schneider SC. Endodontic Management of a Maxillary Lateral Incisor with 4 Root Canals and a Dens Invaginatus Tract. Journal of endodontics. 2015 Jul;41(7):1167-71. PubMed PMID: 25799535.
4. De Deus G, Silva EJNL, Souza E, Versiani MA, Zuolo M. Shaping for Cleaning the Root Canals: A Clinical-Based Strategy: Springer International Publishing AG; 2021.
5. Ahmed HMA, Neelakantan P, Dummer PMH. A new system for classifying accessory canal morphology. International endodontic journal. 2018 Feb;51(2):164-76. PubMed PMID: 28635100.
6. Hargreaves KM, Stephen C. Cohen Vías de la pulpa 10 ed ed2011.
7. Patel B. Endodontic diagnosis, pathology, and treatment planning : mastering clinical practice Switzerland2015. 315 p.
8. Guerreiro D, Shin JM, Pereira M, McDonald NJ. Radicular Groove Accessory Canal Morphology in Mandibular First Premolars: Micro-computed Tomographic Study. Journal of endodontics. 2019 May;45(5):554-9. PubMed PMID: 30827771.
9. Rodríguez-Niklitschek C, Oporto V GH. Implicancias clínicas de la contaminación microbiana por *Enterococcus faecalis* en canales radiculares de dientes

desvitalizados: Revisión de la literatura. Revista odontológica mexicana. 2015;19:181-6.

10. Ji Y, Wen S, Liu S, Zhu M, Yao M, Wang T, et al. Could cone-beam computed tomography demonstrate the lateral accessory canals? BMC oral health. 2017 Nov 29;17(1):142. PubMed PMID: 29187181. Pubmed Central PMCID: PMC5708093. Epub 2017/12/01. eng.

11. Sahli CC, Aguadé EB. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 3a edición. ed. España2014.

12. Darcey J, Jawad S, Taylor C, Roudsari RV, Hunter M. Modern Endodontic Principles Part 4: Irrigation. Dental update. 2016 Jan-Feb;43(1):20-2, 5-6, 8-30 passim. PubMed PMID: 27024899.

13. Canalda Sahli C, Brau Aguadé E. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 4a edición ed. España2019.

14. Cárdenas-Bahena Á, Sánchez-García S, Tinajero-Morales C, González-Rodríguez VM, Baires-Vázquez L. Hipoclorito de sodio en irrigación de conductos radiculares: Sondeo de opinión y concentración en productos comerciales. Revista odontológica mexicana. 2012;16:252-8.

15. Goncalves LS, Rodrigues RC, Andrade Junior CV, Soares RG, Vettore MV. The Effect of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine as Irrigant Solutions for Root Canal Disinfection: A Systematic Review of Clinical Trials. Journal of endodontics. 2016 Apr;42(4):527-32. PubMed PMID: 26852149.

16. Goldberg F, Soares JI. Endodoncia Técnica y fundamentos. 2da edición ed. Buenos Aires2014.

17. Basrani B, Haapasalo M. Topical Disinfectants for Root Canal Irrigation. *Disinfection of Root Canal Systems* 2014. p. 109-40.
18. Guivarc'h M, Ordioni U, Ahmed HM, Cohen S, Catherine JH, Bukiet F. Sodium Hypochlorite Accident: A Systematic Review. *Journal of endodontics*. 2017 Jan;43(1):16-24. PubMed PMID: 27986099. Epub 2016/12/18. eng.
19. Kanagasingam S, Blum IR. Sodium Hypochlorite Extrusion Accidents: Management and Medico-Legal Considerations. *Primary dental journal*. 2020 Dec;9(4):59-63. PubMed PMID: 33225856. Epub 2020/11/24. eng.
20. Ruksakiet K, Hanák L, Farkas N, Hegyi P, Sadaeng W, Czumbel LM, et al. Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of endodontics*. 2020 Aug;46(8):1032-41 e7. PubMed PMID: 32413440. Epub 2020/05/16. eng.
21. Bernardi A, Teixeira CS. The properties of chlorhexidine and undesired effects of its use in endodontics. *Quintessence international (Berlin, Germany : 1985)*. 2015 Jul-Aug;46(7):575-82. PubMed PMID: 25918757. Epub 2015/04/29. eng.
22. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *British dental journal*. 2014 Mar;216(6):299-303. PubMed PMID: 24651335. Epub 2014/03/22. eng.
23. Martinelli S, Albuquerque G, Silva L. Efecto del EDTAC y del ácido cítrico sobre la pared dentinaria. Variación del tiempo de exposición y la edad dentaria. *Odontoestomatología*. 2019;21:5-15.
24. Dioguardi M, Gioia GD, Illuzzi G, Laneve E, Cocco A, Troiano G. Endodontic irrigants: Different methods to improve efficacy and related problems. *European*

journal of dentistry. 2018 Jul-Sep;12(3):459-66. PubMed PMID: 30147418. Pubmed Central PMCID: PMC6089055. Epub 2018/08/28. eng.

25. Loroño G, Zaldivar JR, Arias A, Cisneros R, Dorado S, Jimenez-Octavio JR. Positive and negative pressure irrigation in oval root canals with apical ramifications: a computational fluid dynamics evaluation in micro-CT scanned real teeth. International endodontic journal. 2020 May;53(5):671-9. PubMed PMID: 31814134. Epub 2019/12/10. eng.

26. Gregorio Cd, Heilborn C, Cohenca N. Positive Pressure Irrigation. Disinfection of Root Canal Systems2014. p. 169-88.

27. Konstantinidi E, Psimma Z, Chávez de Paz LE, Boutsoukis C. Apical negative pressure irrigation versus syringe irrigation: a systematic review of cleaning and disinfection of the root canal system. International endodontic journal. 2017 Nov;50(11):1034-54. PubMed PMID: 27898180. Epub 2016/11/30. eng.

28. De Deus G, Silva EJNL, Souza E, Versiani MA, Zehnder M, Zuolo M. Shaping for Cleaning: Reconsidering Root Canal Debridement. In: De Deus G, Silva EJNL, Souza E, Versiani MA, Zuolo M, editors. Shaping for Cleaning the Root Canals: A Clinical-Based Strategy. Cham: Springer International Publishing; 2022. p. 11-72.

29. Van der Sluis L, Boutsoukis C, Jiang L-M, Macedo R, Verhaagen B, Versluis M. Root Canal Irrigation. In: Chávez de Paz LE, Sedgley CM, Kishen A, editors. The Root Canal Biofilm. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2015. p. 259-301.

30. Cohenca N, Gregorio Cd, Paranjpe A. Apical Negative Pressure Irrigation (ANP). Disinfection of Root Canal Systems2014. p. 189-216.

31. Susila A, Minu J. Activated Irrigation vs. Conventional non-activated Irrigation in Endodontics - A Systematic Review. European endodontic journal. 2019;4(3):96-

110. PubMed PMID: 32161895. Pubmed Central PMCID: PMC7006592. Epub 2020/03/13. eng.

32. Sluis Lvd, Verhaagen B, Macedo RG, Versluis M. Disinfection of the Root Canal System by Sonic, Ultrasonic, and Laser Activated Irrigation. *Disinfection of Root Canal Systems*2014. p. 217-38.

33. Tanomaru-Filho M, Torres FFE, Chávez-Andrade GM, Miano LM, Guerreiro-Tanomaru JM. Intermittent or continuous ultrasonically activated irrigation: micro-computed tomographic evaluation of root canal system cleaning. *Clinical Oral Investigations*. 2016 2016/09/01;20(7):1541-6.

34. Rodríguez Vázquez P, Estévez Luaña R, Valencia de Pablo Ó, Cisneros Cabello R. Importancia de la activación de la irrigación durante el tratamiento de conductos: Una revisión de la literatura. *Cient dent*(Ed impr). 2015:61-9.

35. Do QL, Gaudin A. The Efficiency of the Er: YAG Laser and PhotonInduced Photoacoustic Streaming (PIPS) as an Activation Method in Endodontic Irrigation: A Literature Review. *Journal of lasers in medical sciences*. 2020 Summer;11(3):316-3 PubMed PMID: 32802294. Pubmed Central PMCID: PMC7369550. Epub 2020/08/18. eng.