



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

IRRIGACIÓN ENDODÓNCICA: ENDOVAC® .

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N A   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

ROXANA PALOMINO ROMERO

TUTOR: C.D. GERARDO LARA NÚÑEZ

ASESOR: Esp. ROBERTO CORREA VILLANUEVA



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.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



## ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN .....	5
2.	OBJETIVOS .....	7
3.	IRRIGACIÓN ENDODÓNCICA.....	8
4.	OBJETIVOS DE LA IRRIGACIÓN .....	9
5.	CARACTERÍSTICAS DE LA IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA .....	9
6.	MECANISMO DE ACCIÓN DE LA IRRIGACIÓN .....	11
7.	PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS AUXILIARES EN LA IRRIGACIÓN .....	11
8.	AGENTES IRRIGANTES.....	13
8.1	Hipoclorito de sodio .....	14
8.2	Clorhexidina .....	15
8.3	Quelantes.....	16
8.3.1	Ácido cítrico.....	17
8.3.2	EDTA .....	18
8.4	Surfactantes.....	19
9.	CLASIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES IRRIGADORAS .....	20
10.	ASPIRACIÓN PROPIAMENTE DICHA .....	21
11.	TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN .....	21
11.1	Irrigación activada manualmente .....	21
11.2	Irrigación pasiva ultrasónica .....	22
11.3	Presión apical negativa.....	23
11.4	Sistemas mecánicos coadyuvantes de las soluciones químicas .....	24
12.	PROBLEMÁTICA DE LA IRRIGACIÓN CONVENCIONAL.....	28
13.	SISTEMA ENDOVAC.....	31
13.1	Componentes.....	32
13.2	Mecanismo de acción.....	34
13.3	Técnica de irrigación.....	36
13.4	Ventajas de EndoVac .....	37
13.4.1	Seguridad .....	37



---

13.4.2 Eficacia.....	39
13.5 Desventajas de EndoVac .....	47
14. CONCLUSIONES .....	49
15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52



## *Agradecimientos*

A Dios por haberme acompañado a lo largo de mi carrera y permitirme finalizar esta gran meta.

A mis padres por su amor y apoyo incondicional, por alentarme en todo momento. Gracias a ustedes pude concluir esta etapa de mi vida, me siento afortunada de ser su hija, son los mejores padres.

A mis hermanos Angie y Oscar, por su apoyo y creer en mí, son los mejores hermanos.

A Francisco por estar a mi lado, escucharme y apoyarme, gracias por todo.

A esas dos ternuritas Pame y Vale por alegrarme la vida.

A la familia Palomino, la familia Romero, la familia Juárez Leyva y la familia Rafael Reyes, por brindarme su apoyo a lo largo de toda la carrera.

A mis amigos del grupo 4004, de la clínica periférica y mis compañeros del seminario por estar juntos en esta etapa.

A mis profesores, gracias por aprender de ustedes y ser una profesional.

A mi tutor el Dr. Gerardo Lara Núñez, infinitas gracias por su ayuda en la realización de esta tesina, por brindarme su tiempo, paciencia y dedicación.

A mi asesor el Esp. Roberto Correa Villanueva, por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de ser parte de ella y formarme como profesional.

*Por mi raza hablará el espíritu...*



## 1. INTRODUCCIÓN

La endodoncia se dedica al estudio de la morfología de la cavidad pulpar, la fisiología y patología de la pulpa dental, así como la prevención y tratamiento de las alteraciones pulpares. En cuanto al tratamiento existen tres pasos importantes para obtener éxito en la terapia de conductos, los cuales son limpieza, conformación y obturación. En el presente trabajo abordaremos el tema de limpieza por medio de irrigación.

La irrigación en endodoncia desempeña un papel fundamental en la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares, ya que los restos de tejido que quedan después de la instrumentación mecánica pueden albergar microorganismos y reducir la eficacia del el sellado creado por los materiales de obturación, lo que posiblemente conduce al fracaso del tratamiento.

También, se ha demostrado que el 35% de las paredes de los conductos radiculares no son tocadas por instrumentos de endodoncia, ya que durante la instrumentación áreas ovas, acintadas, algunas paredes de los conductos amplios, conductos accesorios, laterales y túbulos dentinarios no pueden ser limpiar con métodos mecánicos.

En la actualidad han resaltado los problemas adyacentes a la irrigación con aguja convencional, entre ellos encontramos el efecto vapor lock (resultado del atrapamiento de aire presente en los conductos, o burbujas formadas por la reacción del hipoclorito de sodio con tejido orgánico), que impide la llegada de las sustancias irrigadoras en el tercio apical. Otro inconveniente es la extrusión de hipoclorito de sodio hacia tejidos periapicales, por lo que la aguja de irrigación no llega a longitud de trabajo. Lo anterior, ocasiona un déficit en la limpieza y desinfección del tercio apical.



---

Actualmente se ha propuesto el uso del sistema EndoVac (presión apical negativa), como una alternativa para lograr mayor debridamiento del sistema de conductos radiculares sin riesgo de extrusión apical. En base a lo anterior se consultaron diversos artículos sobre la seguridad y eficacia de éste sistema de irrigación, comparado con otras técnicas de irrigación.



---

## 2. OBJETIVOS

- Conocer la importancia de la irrigación en endodoncia.
- Describir los aspectos relacionados con la irrigación del sistema de conductos radiculares.
- Analizar los inconvenientes que surgen al irrigar mediante la técnica convencional.
- Explicar el sistema de irrigación por presión apical negativa: EndoVac.
- Comparar el sistema EndoVac con la irrigación convencional.
- Reconocer las ventajas y desventajas del sistema EndoVac.



### 3. IRRIGACIÓN ENDODÓNCICA

Aunque se reconozca que lo fundamental en la preparación del conducto radicular es el trabajo biomecánico, también es innegable la importancia de las sustancias químicas auxiliares. El uso de soluciones irrigadoras antisépticas que contribuyen con la desinfección del sistema de conductos constituye lo que, desde el punto de vista didáctico se conoce como preparación química del conducto radicular.<sup>6</sup>

La irrigación acompañada de aspiración, es un valioso auxiliar en la preparación del conducto radicular. Aunque es definido como un procedimiento auxiliar, su uso es indispensable como coadyuvante de la instrumentación endodóncica.<sup>6</sup>

El proceso de desinfección es de suma importancia para el éxito del tratamiento de conductos, ya que alcanza los microorganismos que se encuentran no solo en el conducto principal sino en los túbulos dentinarios y en toda la gama de ramificaciones del sistema de conductos radiculares. Durante la instrumentación áreas ovas, acintadas o áreas grandes de las paredes de los conductos no pueden ser limpiadas con métodos mecánicos.<sup>1,2</sup> Se ha demostrado que el 35% de las paredes de los conductos no son tocadas por instrumentos de endodoncia. Este hallazgo pone de relieve la importancia de los sistemas de irrigación endodóncica.<sup>16</sup>

Varias investigaciones han resaltado la importancia de usar irrigantes antimicrobianos durante la preparación quimicomecánica para asegurar la desinfección completa.<sup>1</sup>



#### 4. OBJETIVOS DE LA IRRIGACIÓN

Los objetivos de la irrigación endodóncica son:

- a) Eliminar (por movimiento o disolución, o ambos) los detritos que se encuentran en el interior del conducto radicular, ya sean preexistentes (tejido pulpar, materiales del medio bucal) o creados como consecuencia de la instrumentación (smear layer). Estos detritos tienden a acumularse en el tercio apical por acción de los instrumentos endodóncicos, pueden obstruir el conducto radicular o inclusive ser impulsados hacia la región periapical.<sup>6</sup>
- b) Reducir la cantidad de microorganismos existentes en los conductos radiculares por la acción mecánica del lavado y por la acción antimicrobiana de la sustancia utilizada.<sup>6</sup>
- c) Facilitar la acción de conformación de los instrumentos endodóncicos, mediante la hidratación de las paredes dentinarias además de ejercer una acción lubricante.<sup>6</sup>
- d) Mejorar el contacto y acción farmacológica de los medicamentos locales.<sup>8</sup>

En conclusión, con la irrigación endodóncica se busca limpieza, desinfección y lubricación.<sup>6</sup>

#### 5. CARACTERÍSTICAS DE LA IRRIGACIÓN EN ENDODONCIA

La irrigación se realiza en las diversas fases de preparación de los conductos radiculares siguiendo los mismos principios técnicos.<sup>6</sup>

Debe evitarse el enclavamiento o presión excesiva de las agujas en los conductos, para prevenir la extrusión de irrigante en espacios periapicales.<sup>1</sup>

- La limpieza eficaz del conducto radicular debe incluir la agitación intermitente del contenido del conducto, para evitar la acumulación de residuos en la porción apical del conducto.<sup>1</sup>



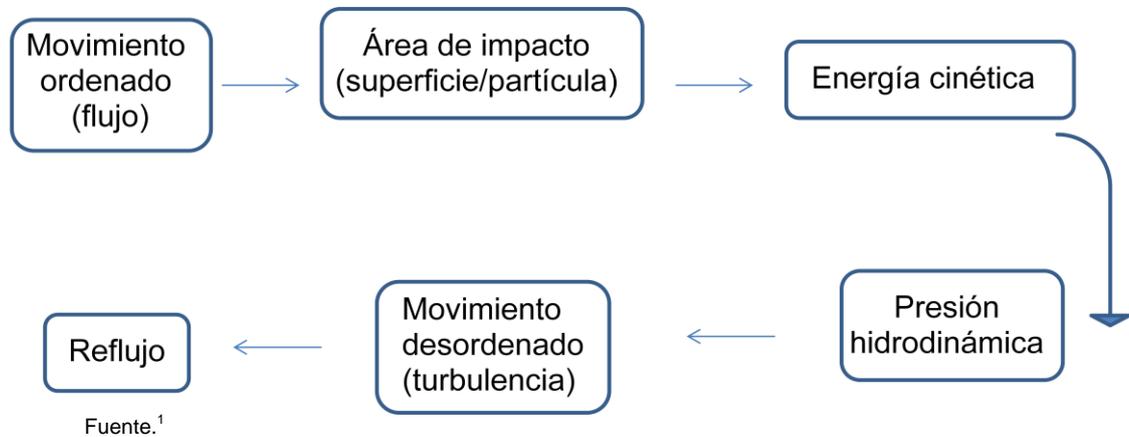
- Para evitar la extrusión del irrigante se debe marcar la longitud de trabajo en la aguja y extrayendo pasivamente la solución de la jeringa al conducto.<sup>1</sup>
- La aguja debe moverse continuamente en un movimiento hacia arriba y hacia abajo.<sup>1</sup>
- La aguja debe permanecer suelta en el conducto, permitiendo el retroceso de líquido.<sup>1</sup>
- La irrigación y la aspiración se realizan al mismo tiempo, la cánula de aspiración debe ser colocada cerca de la cámara pulpar.<sup>6</sup>
- Para cada irrigación, se utilizarán alrededor de 2 a 3 ml de solución.<sup>6</sup>
- Si se continúa con el trabajo biomecánico, antes de utilizar el próximo instrumento se debe llenar la cavidad pulpar con solución irrigadora.<sup>6</sup>

La irrigación es un procedimiento técnico relativamente fácil, aunque deben tomarse precauciones para evitar extrusión de la solución irrigadora hacia los tejidos periapicales. En este caso, provocarían irritación por su presencia física (enfisema) y por su acción química, sobre todo los productos con acción antiséptica, que son más agresivos hacia los tejidos vivos. De igual manera, dicha extrusión podría transportar detritos, a veces infectados, a la región periapical, lo que aumentaría aún más la agresión.<sup>6</sup>

En algunos casos, cuando la aguja no permite reflujo de la solución, la columna de aire en el interior del conducto es empujada hacia la zona periapical, lo que provoca un enfisema.<sup>6</sup>

Estos inconvenientes son evitables si el conducto radicular posee un tercio cervical y un grado de conicidad amplios, si la aguja queda holgada en el conducto y conduciendo la solución irrigante con suavidad.<sup>6</sup>

## 6. MECANISMO DE ACCIÓN DE LA IRRIGACIÓN



## 7. PROPIEDADES DE LAS SUSTANCIAS QUÍMICAS AUXILIARES EN LA IRRIGACIÓN

Para una elección adecuada de de sustancia química auxiliar, es indispensable conocer los requisitos básicos que deben presentar.

1. Humectación: se refiere a la capacidad de humedecer determinada sustancia. Para mayor efecto, es necesario que consiga dispersarse por toda la superficie. En este sentido debe contar con un elevado poder de humectación.<sup>2</sup>
2. Baja tensión superficial: la tensión superficial es una fuerza inherente a todos los líquidos, que mantienen sus moléculas unidas. A medida que la tensión superficial sea mayor, mayor será la unión de estas moléculas, en consecuencia, mayor será la dificultad de éste líquido al mezclarse con otras sustancias. El tejido pulpar posee un componente líquido bastante grande, que necesita ser removido. Una baja tensión

<sup>1</sup>Romani, N.F. Texto y atlas de técnicas clínicas endodónticas. 2ª ed. Brasil: Nueva Editorial Panamericana; 1994. Pp 165-197



superficial, por tanto ésta relacionada con las propiedades de penetración y contacto.<sup>2</sup>

3. Tensoactividad: se caracteriza por la capacidad de una sustancia química para bajar la tensión superficial. En la cavidad pulpar existen componentes acuosos y lipídicos que requieren ser homogenizados, por ello debe utilizarse un agente tensoactivo.<sup>2</sup>
4. Potencial bactericida: debido a que el conducto radicular es un ambiente contaminado en mayor o menor grado. Por esto, de preferencia, la sustancia escogida debe presentar propiedades bactericidas.<sup>2</sup>
5. Biocompatibilidad: el objetivo final de la terapia endodóncica es la reparación de los tejidos periapicales. Para que esto suceda, la región periapical debe estar libre de agentes irritantes.<sup>2</sup>
6. Acción lubricante: la acción de los instrumentos genera calentamiento, que puede ser lesivo a los tejidos periodontales, llevando a su necrosis.<sup>2</sup>
7. Efervescencia: la liberación de gases en un medio acuoso mantiene en suspensión la suciedad removida a través de la instrumentación en el interior del conducto, impidiendo que se deposite en la porción apical<sup>2</sup>
8. Poseer acción rápida y sostenida.<sup>8</sup>
9. Tener un mínimo coeficiente de viscosidad.<sup>8</sup>
10. Ser soluble en agua.<sup>8</sup>
11. Ser estimulante para la reparación de los tejidos.<sup>8</sup>



12. Favorecer la acción de medicamentos y materiales de obturación.<sup>8</sup>

13. No teñir las estructuras dentinarias.<sup>8</sup>

14. No ser corrosivo.<sup>8</sup>

15. Tener color, olor y sabor agradables.<sup>8</sup>

16. Ser de aplicación sencilla.<sup>8</sup>

17. Tener mecanismo de dosificación, un sistema de cierre y envases opacos.<sup>8</sup>

18. Ser de bajo costo.<sup>8</sup>

19. Ser eficaz en presencia de materia orgánica e inorgánica.

Aún no se conoce una sustancia única que reúna en si todos los requisitos anteriores. Por tanto, se pueden emplear dos o más sustancias auxiliares durante la irrigación endodóncica.<sup>8</sup>

## 8. AGENTES IRRIGANTES

Las sustancias utilizadas para irrigar y limpiar químicamente los conductos radiculares presentan objetivos diferentes, como la disolución de tejidos blandos, el efecto antimicrobiano y la inactivación de lipopolisacáridos bacterianos. Estas sustancias deben ser lo menos tóxicas posible, para evitar lesiones en los tejidos perirradiculares.<sup>1</sup>

Seleccionar la solución irrigadora adecuada depende de las propiedades del producto y los efectos deseados en cada una de las condiciones clínicas que el diente en tratamiento pueda presentar.<sup>6</sup>



## 8.1 Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio es un álcalis, que figura entre las sustancias más utilizadas en endodoncia como auxiliares en la instrumentación. Reúne en sí varias de las propiedades deseadas de una sustancia química auxiliar:

- a. Acción bactericida: debido a la capacidad de matar bacterias por bacteriólisis, es decir, eliminando agua del citoplasma bacteriano, promoviendo la ruptura de las paredes bacterianas y en consecuencia su muerte.<sup>2</sup>
- b. Saponificación de grasas: los agentes alcalinos tienen la capacidad de transformar lípidos en jabones, esto es importante ya que el tejido pulpar tiene un componente lipoproteico. Actúa bajando aun más la tensión superficial del medio y facilitando la remoción del interior del conducto.<sup>2</sup>
- c. Acción sobre las proteínas: posee la capacidad de romper las moléculas proteicas en fragmentos menores y, por lo tanto más solubles. Actúa también sobre el marco del tejido pulpar que es eminentemente lipoproteico.<sup>2</sup>
- d. Acción desodorizante: debido a la liberación de cloro, se obtiene la desodorización del interior del conducto radicular, que es lo más deseado en los casos de descomposición tisular, principalmente por las putrescinas y cadaverinas, además de indol y escatol.<sup>2</sup>
- e. Acción aclarante: mediante la liberación de cloro y oxígeno, esta sustancia cuenta con poder de aclarado de las estructuras dentarias, devolviendo, en muchos casos el color original a un diente que se volvió oscuro por resultado de la muerte pulpar.<sup>2</sup>

Por estas razones, el hipoclorito de sodio es la sustancia auxiliar de elección para la mayoría de los profesionales, utilizada en forma aislada o en asociación con otras sustancias.<sup>2</sup>

El hipoclorito de sodio debe ser utilizado en concentraciones que varían de 0,5% a 5,25%. Dependiendo de la concentración éste recibe un nombre diferente. Dentro de las concentraciones más utilizadas se encuentra el líquido de Dakin (0,5%), solución de Milton (1,0%), soda clorada (2,5%), solución de Grossman (5,25%), además de hipoclorito de sodio al 6%.<sup>2</sup>



Hipoclorito de sodio Clorox® al 5.43%<sup>2</sup>

## 8.2 Clorhexidina

La clorhexidina es una sustancia antiséptica perteneciente al grupo de las biguanidas, es prácticamente insoluble en agua. Debido a esto es utilizada en forma de sal (digluconato), que es altamente soluble en agua y es una sustancia ligeramente detergente. Está siendo utilizada como irrigante y debido a su poder antimicrobiano, baja citotoxicidad y porque su efecto se mantiene por varias horas después de su aplicación.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> Fuente directa

La capacidad bactericida de la clorhexidina puede ser comparada con la del hipoclorito de sodio. Sin embargo, no posee acción de limpieza sobre la materia orgánica, como es el caso del hipoclorito.<sup>2</sup>



Clorhexidina al 2%<sup>3</sup>

### 8.3 Quelantes

Se denominan quelantes a las sustancias que tienen la propiedad de fijar los iones metálicos de un determinado complejo molecular. Los quelantes que presentan en el extremo de sus moléculas radicales libres que se unen a los iones metálicos, fijándolos por una unión coordinante que se llama quelación. En realidad no se constituye una unión química con la sustancia quelante aunque sí una combinación.<sup>36</sup>

Las soluciones quelantes están indicadas para la preparación biomecánica de los conductos atresicos o calcificados. Prácticamente son inocuos para los tejidos periapicales, son recomendados tanto para biopulpectomías como para necropulpectomías.<sup>36</sup>

---

<sup>3</sup> Fuente directa

### 8.3.1 Ácido cítrico

Es un ácido orgánico muy soluble en agua, cuando es aplicado en tejidos duros provoca su desmineralización.<sup>6</sup>

Posee un pH bajo y actúa como agente quelante de la dentina. Su poder de quelación es directamente proporcional a su concentración. Posee una excelente acción desmineralizadora siendo capaz de remover gran cantidad de smear layer.<sup>2</sup>

Es una de las sustancias químicas más agresivas para los tejidos periapicales. En concentraciones bajas como 10% a 15% es biocompatible, retarda el proceso de reparación, pero resulta eficaz para la remoción de barro dentinario.<sup>2</sup>

Diversos estudios han sugerido su eficacia en cuanto a la remoción de detritos en las paredes dentinarias y que su acción se potencializa con el uso alternativo de solución de hipoclorito de sodio.<sup>2</sup>



Ácido cítrico al 20%<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Fuente directa



### 8.3.2 EDTA

Durante la instrumentación, pequeñas porciones de fosfato y calcio de la dentina, quedan en solución. Si a ésta solución se le agrega un agente quelante, como el EDTA (ácido etilendiamino-tetraacético), éste se unirá a los minerales presentes en la solución. De ésta manera, se producirá un desequilibrio en la constante de solubilidad de la dentina, promoviendo que una nueva porción de dentina se solubilice, obteniendo el reblandecimiento de la dentina.

El EDTA presenta actividad autolimitante, o sea, una vez que todas las moléculas de EDTA se unen a los iones de calcio, termina su acción quelante. Esta sustancia auxiliar no presenta actividad antiséptica satisfactoria, tiene que asociarse siempre con algún agente de esta propiedad.<sup>2</sup>

Es común encontrar el EDTA asociado para mejorar sus propiedades. Las asociaciones más comunes son con lauril-éter sulfato de sodio y cetrimida, tensoactivos que disminuyen la tensión superficial formando respectivamente el EDTA-T y el EDTA-C.<sup>2</sup> También podemos encontrar RC-prep, cuya solución es la combinación de EDTA y peróxido de urea y actúa como quelante e irrigante. Esta sustancia posee efervescencia natural, que aumenta cuando se irriga con hipoclorito de sodio, eliminando los detritos.<sup>7</sup>

Es indicada la irrigación con una solución de EDTA durante el trabajo biomecánico, antes de la colocación de medicación intraconducto o de la obturación. Su uso previo a la medicación intraconducto sirve para promover el aumento de la permeabilidad dentinaria, que favorecerá la acción del fármaco utilizado y, antecediendo a la obturación, para mejorar la interfase entre la pared dentinaria y el material obturador.<sup>6</sup>



Ácido etilendiamino tetraacético (EDTA) <sup>5</sup>

## 8.4 Surfactantes

Desempeñan una acción de limpieza, debido a que disminuyen la tensión superficial penetran en el conducto radicular y túbulos dentinarios, combinándose con los detritos, atrayéndolos hacia la superficie y manteniéndolos en suspensión. Promueven la difusión de la solución irrigadora y favorecen la acción de los agentes quelantes.<sup>35</sup>

Dentro de ellos encontramos al lauril-éter sulfato de sodio que presenta una excelente compatibilidad con los tejidos periapicales y es asociado con EDTA, otro surfactante es Tween 80 que es parte de la fórmula del MTAD (doxiciclina+ácido cítrico+tween 80).<sup>37</sup>

---

<sup>5</sup> Fuente directa



Biopure MTAD (Dentsply)<sup>6</sup>

## 9. CLASIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES IRRIGADORAS

Físicas		Simples	Agua destilada o suero fisiológico
		Mixta	Con aspiración
Químicas		Simples	Hipocloritos o detergentes
		Gasógena	Peróxidos + hipocloritos Hipocloritos + ácidos

Fuente <sup>7</sup>

<sup>6</sup> Fuente: <http://www.biopuremtad.com/>

<sup>7</sup> Romani, N.F. Texto y atlas de técnicas clínicas endodónticas. 2ª ed. Brasil: Nueva Editorial Panamericana; 1994. Pp 165-197

## 10. ASPIRACIÓN PROPIAMENTE DICHA

La aspiración promueve la atracción de líquidos y partículas (succión), por la formación de vacío. De esta manera, al aumentar la diferencia entre las presiones intensifica el reflujo y, en consecuencia, el alcance de los objetivos de la irrigación-aspiración.<sup>8</sup>

Sus objetivos son:

1. Intensificar el reflujo.
2. Minimizar las presiones hidrostáticas.
3. Aumentar el movimiento y renovación del líquido irrigado.
4. Auxiliar en la remoción del contenido del conducto (limpieza).
5. Secar.<sup>8</sup>



Fotografía de Irrigación- aspiración<sup>8</sup>

## 11. TÉCNICAS DE IRRIGACIÓN

### 11.1 Irrigación activada manualmente

La aplicación de un irrigante en el conducto radicular con una jeringa, permite eliminar partículas residuales, además de permitir el contacto directo con los microorganismos en áreas a las que llega la punta de la aguja, en donde se produce la dinámica de fluidos. Esto es posible si el diámetro de la punta es tres tamaños ISO menores que el diámetro de la preparación apical. Por tanto el diámetro y la posición de salida de la

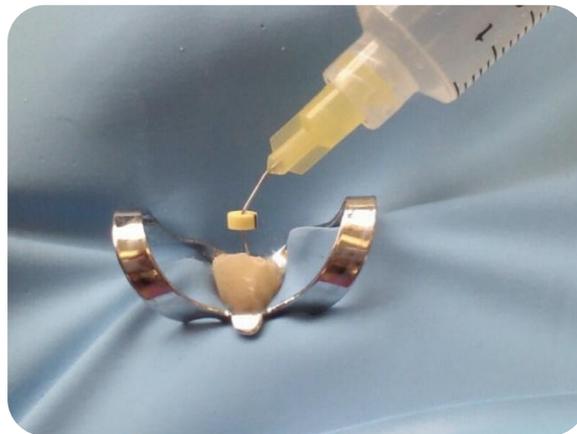
---

<sup>8</sup> Fuente directa

aguja determinan el desbridamiento satisfactorio del conducto radicular. La aguja debe estar colocada cerca de la longitud de trabajo para garantizar el intercambio de líquido.<sup>1</sup>

Aunque las agujas de mayor calibre permiten irrigar rápidamente, no permiten limpiar las áreas apicales y más estrechas del sistema de conductos radiculares. El tamaño de la aguja de irrigación como el tamaño apical y la conización de la preparación del conducto radicular son importantes para permitir el contacto de los irrigantes con las zonas del conducto adyacentes.<sup>1</sup>

Esta técnica se lleva a cabo mediante presión apical positiva, en la cual la aguja irrigadora se coloca más apicalmente en relación con el dispositivo de succión, lo cual propicia que el líquido irrigante sufra un movimiento en sentido apicocervical.<sup>8</sup>



Irrigación con aguja Endo-eze<sup>9</sup>

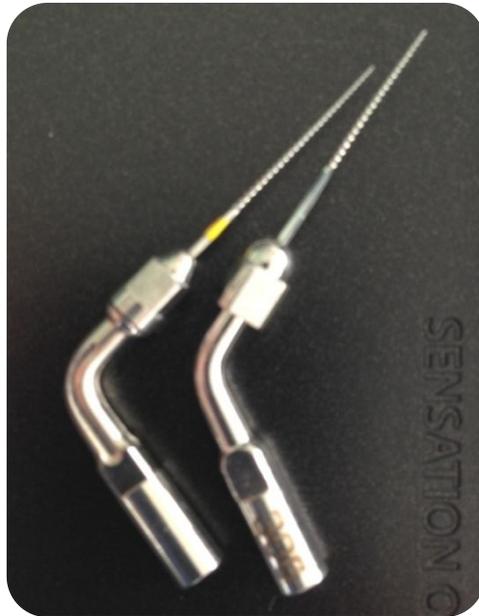
## 11.2 Irrigación pasiva ultrasónica

La irrigación ultrasónica pasiva se define como la activación del irrigante sin la preparación simultánea de las paredes del conducto radicular. Permite limpiar zonas del istmo, aletas o conductos en forma de C por corriente acústica, además de otras áreas de difícil acceso como conductos laterales o túbulos dentinarios.<sup>1</sup>

---

<sup>9</sup> Fuente directa

La acción ultrasónica es más eficaz si la lima puede oscilar libremente dentro del conducto radicular y si se aplica EDTA , además de un lavado final con NaOCL.<sup>1</sup>



Puntas para irrigación pasiva ultrasónica<sup>10</sup>



Técnica de irrigación pasiva ultrasónica<sup>11</sup>

### 11.3 Presión apical negativa

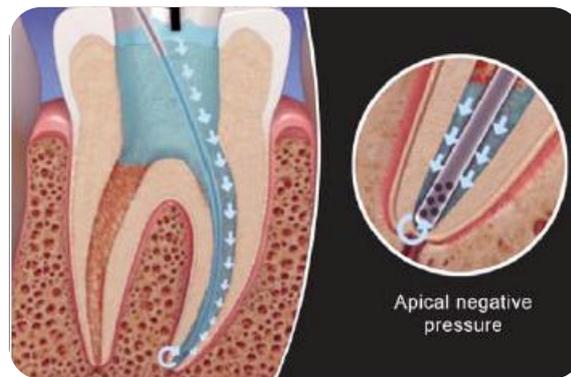
Es aquella en la que la aguja aspiradora se coloca más apicalmente que la aguja irrigadora, lo cual propicia que la solución irrigante pase a un movimiento en sentido cervicoapical.<sup>8</sup>

La presión negativa arrastra el irrigante colocado en la cámara pulpar hacia la punta de la cánula colocada en el conducto.<sup>9</sup>

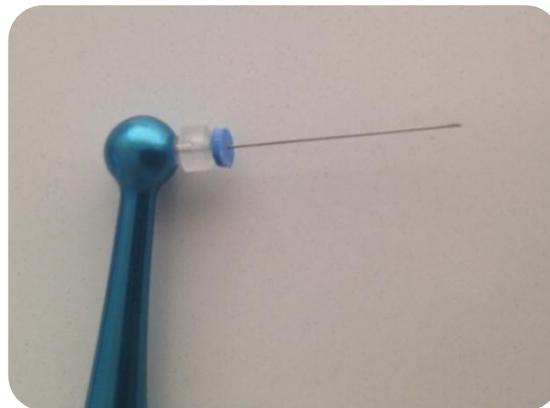
El efecto de succión apical del irrigante hacia y a través de las paredes de los conductos crea un efecto de turbulencia, mientras los líquidos son forzados a fluir hacia los 0.2 mm de la longitud de trabajo establecida, por lo que este proceso de aspiración arrastra las micropartículas fuera del sistema de conductos radiculares.<sup>9</sup>

<sup>10</sup> Cortesía del Dr. Gerardo Lara Núñez

<sup>11</sup> Cortesía del Dr. Gerardo Lara Núñez



Representación esquemática de irrigación por presión apical positiva<sup>12</sup>



Fotografía de la microcánula aspiradora<sup>13</sup>

#### 11.4 Sistemas mecánicos coadyuvantes de las soluciones químicas

Con el propósito de aumentar la calidad de la irrigación, se han presentado diferentes instrumentos que son empleados con sistemas rotatorios o vibratorios para agitar las soluciones químicas dentro del conducto radicular, y así mejorar su acción de limpieza y desinfección.

Dentro de estos podemos citar:

- Navitip FX (Ultradent) que son agujas con puntas redondeadas y extremos muy flexibles, con un cepillo adherido. Las puntas de color azul tienen longitudes de 20 - 25 mm y las puntas de color blanco de 17 a 20 mm (calibre 30).

<sup>12</sup>Fuente:[http://www.jaypeejournals.com/eJournals/ShowText.aspx?ID=837&Type=FREE&TYP=TOP&IN=\\_eJournals/images/JPLOGO.gif&IID=76&isPDF=NO](http://www.jaypeejournals.com/eJournals/ShowText.aspx?ID=837&Type=FREE&TYP=TOP&IN=_eJournals/images/JPLOGO.gif&IID=76&isPDF=NO)

<sup>13</sup> Cortesía de Dr. Gerardo Lara Núñez



Agujas Navitip Fx<sup>14</sup>

- Navitip (Ultradent), cuentan con un extremo de salida frontal y con un cuello angulado para una mejor visibilidad. Las puntas NaviTip están disponibles en dos diámetros: 0,30 mm para líquidos y geles y de 0,33 mm para materiales más viscosos. Longitud 20 mm.



Aguja Navitip<sup>15</sup>

- Navitip Sideport (Ultradent), presenta salidas laterales dobles de irrigación colocadas detrás del extremo como cerrado de la cánula. Es óptimo para aplicar líquidos en el conducto radicular sin presionarlos a

<sup>14</sup> Fuente: <http://www.ultradent.com/es/Productos-Dentales/Endodoncia/Irrigacion/NaviTip-Fx-canula-de-irrigacion-con-extremo-fibroso/Pages/default.aspx>

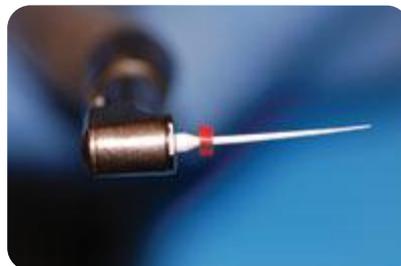
<sup>15</sup> Fuente directa

través del ápice. Su diámetro superfino (sólo 0,28 mm) cuenta con un extremo blando y flexible.



Aguja Navitip Sideport <sup>16</sup>

- F file (PlasticEndo) es un instrumento de plástico (20/.04) recubierto por diamante, que se utiliza durante 30 segundos (600-900 rpm) al finalizar la instrumentación y antes de la obturación.

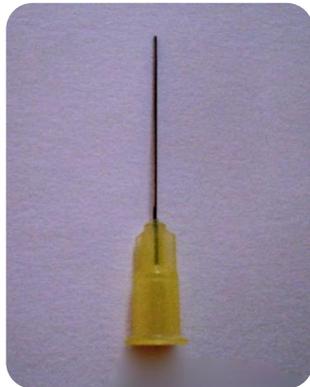


Punta F file <sup>17</sup>

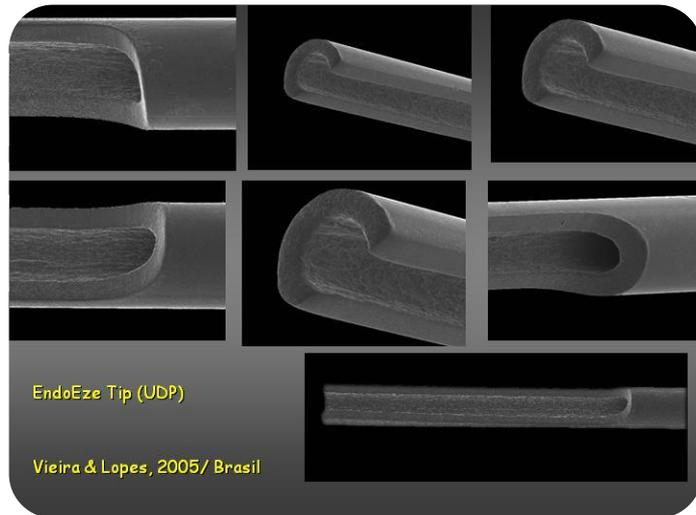
- Endo-eze Tips (Ultradent) son agujas metálicas, finas y romas (calibre 0,40 mm). La punta cuenta con una abertura frontolateral Longitud de la aguja: 25 mm.

<sup>16</sup> Fuente directa

<sup>17</sup> Fuente: [http://www.endo.bg/products/preparation\\_waves\\_F-file.htm](http://www.endo.bg/products/preparation_waves_F-file.htm)



Aguja Endo-eze<sup>18</sup>



Representación de la punta de la aguja Endo-eze<sup>19</sup>

- Max-i-Probe (Dentsply), son agujas metálicas con abertura lateral, de calibre 30.



Punta Maxi-i-Probe<sup>20</sup>

- EndoActivator (Dentsply/Tulsa) es una pieza de mano sónica (2.000 a 10.000 cps) en la cual se coloca una punta especial hecha de un polímero fuerte y flexible, que se lleva al conducto y agita la solución irrigadora. Se utiliza por 60 segundos con una solución de EDTA y 30 segundos con hipoclorito de sodio, antes de la obturación.<sup>8</sup>

<sup>18</sup> Fuente directa

<sup>19</sup> Cortesía del Dr. Gerardo Lara Núñez

<sup>20</sup> Fuente: <https://www.promed.ie/shop/assets/catalog/categories/7>



EndoActivator y sus puntas<sup>21</sup>

## 12. PROBLEMÁTICA DE LA IRRIGACIÓN CONVENCIONAL

Recientemente, se ha mostrado la preocupación acerca de la presencia de burbujas de aire en la parte apical de los conductos radiculares (vapor lock), que puede bloquear la penetración de los irrigantes. El conducto radicular se comporta como un sistema cerrado durante la limpieza y conformación, que da como resultado el arrastre de aire en su extremo cerrado, produciendo un efecto de bloqueo durante el suministro irrigante.

5,3

La presencia de vapor lock en los tercios medio y cervical del sistema de conductos radiculares durante la limpieza y conformación de los procedimientos es un hallazgo común. La solución de irrigación comúnmente utilizada es el hipoclorito de sodio (NaOCl). Su penetración en las irregularidades del conducto radicular no se ve influida sólo por la anatomía interna, sino también por el modo de irrigación, el volumen de la solución, sus propiedades físicas y químicas, así como la presencia de burbujas de gas.<sup>4</sup> El NaOCl no actúa en los últimos 3 mm de longitud de trabajo, incluso después de que el conducto fue ampliado a un calibre 30 en apical. Esto puede atribuirse al hecho de que NaOCl reacciona con el

<sup>21</sup> Fuente: <http://www.dentsplyargentina.com.ar/Endo-Activator.gif>

material orgánico y forma rápidamente micro burbujas en la terminación apical, estas se unen formando una burbuja en apical con la instrumentación posterior.<sup>10</sup>



Burbuja de gas en el tercio medio del conducto radicular. Hay irrigante radiopaco apical que no ha alcanzado el tercio apical.<sup>22</sup>



La presencia de una burbuja de gas, con irrigación apical positiva en un modelo cerrado, donde el agujero se bloquea con silicón; inclinación del diente 15°.<sup>23</sup>

La penetración de un líquido en una cavidad depende de su superficie y las fuerzas capilares, ángulo de contacto, viscosidad, tamaño de la cavidad, y si el sistema está abierto o cerrado. Una vez que penetra el líquido, puede inundar la cavidad total o atrapar el gas / vapor presente en ella; también, el grado de inclinación de un sistema cerrado juega un papel en la dinámica de fluidos y el movimiento de las burbujas de gas en el mismo. Debido a que las raíces están rodeadas de ligamento periodontal y hueso, el sistema de conductos radiculares se comporta como un sistema cerrado, produciendo el efecto vapor lock en la mayoría de los casos y este puede impedir que el irrigante alcance el tercio apical.<sup>4</sup>

<sup>22</sup> Comparison of Apical Extrusion of NaOCl Using the EndoVac or Needle Irrigation of Root Canals. JOE 2010; 36: 338-341.

<sup>23</sup> Nielsen Baumgartner J., Comparison of the EndoVac System to Needle Irrigation of Root Canals. JOE 2007 ; 33:611-615.



El aumento del diámetro en apical, utilizando una aguja de composición abierta, colocando la aguja más cerca de la longitud de trabajo y el subministro del irrigante con el caudal más alto, puede provocar un menor grado de vapor lock. Un mayor ángulo de contacto puede resultar en un aumento de vapor lock, cuando se combina con un caudal bajo y la aguja colocada más lejos de la longitud de trabajo.<sup>5</sup>

Sin embargo, cuando no se da atención adecuada a este fenómeno, puede conducir a la falta de contacto de las soluciones de irrigación con las paredes del conducto radicular. También se ha argumentado que estas burbujas no pueden ser eliminadas por la irrigación de una aguja convencional.<sup>4, 5</sup>

Esta situación se puede resolver mediante:

- La activación dinámica manual, que consiste en agitar manualmente un cono de gutapercha bien ajustado con suaves movimientos, push-pull, mientras que el conducto es inundado de NaOCl, esta técnica podría ayudar a eliminar las burbujas.
- Técnicas de agitación de instrumentos, tales como la irrigación pasiva ultrasónica, también puede ayudar a eliminar o reducir la cantidad de burbujas no sólo en el tercio apical, sino también en los tercios medio y cervical. Las burbujas son afectadas por la turbulencia y la perturbación del flujo.<sup>4</sup>
- EndoVac (Sybron Especialidades Dentales), que es un sistema de irrigación por presión negativa, también ha demostrado una mejor penetración y contacto de NaOCl con las paredes de dentina e irregularidades en el sistema de conductos radiculares, áreas en las que los microorganismos pueden sobrevivir y liberar subproductos asociados con el desarrollo de periodontitis apical.<sup>4</sup>

Por otra parte, las técnicas de instrumentación actuales son ineficaces en la limpieza de todas las superficies y las irregularidades dentro del espacio del conducto radicular. Restos de tejido duro y blando que quedan después de la instrumentación mecánica pueden albergar



microorganismos y reducir la eficacia del sellado creado por los materiales de obturación del conducto radicular y posiblemente conducen al fracaso del tratamiento. Por lo tanto, la agitación en la irrigación es un complemento necesario para la instrumentación mecánica como un método de desbridamiento físico-químico para eliminar los residuos y microorganismos del sistema de conductos radiculares, ya que aumenta el flujo hidrodinámico de la solución irrigante.<sup>13</sup>

Otro problema adyacente a la irrigación del sistema de conductos radiculares es la cantidad de presión apical aplicada con la aguja convencional, ya que el exceso de esta conlleva a la extrusión de la sustancia irrigadora hacia el periápice. Por otro lado si se utiliza muy poca presión positiva, las sustancias irrigadoras no pueden llegar cerca de la longitud de trabajo. Por tanto, con el sistema EndoVac se obtiene seguridad al irrigar a longitud de trabajo. Nielson y Baumgartner han demostrado que EndoVac colocado a la longitud de trabajo ha dado como resultado significativamente mejor desbridamiento en comparación con la aguja convencional. Desai y Himel utilizaron el agua para comparar la seguridad de los sistemas de irrigación disponibles, con resultados que no muestran extrusión en ninguna de las muestras EndoVac.<sup>16</sup>

### 13. SISTEMA ENDOVAC

Se han propuesto muchas de técnicas y dispositivos para aumentar el flujo y la distribución de soluciones de irrigación dentro del sistema de conductos radiculares. Una de estas técnicas es el sistema EndoVac (*Endodontic Vacuum*), que es un dispositivo de irrigación que está diseñado para suministrar la solución irrigante en el extremo apical del sistema de conductos y de esta manera eliminar desechos y burbujas por medio de un mecanismo de presión apical negativa.<sup>11,13</sup>

## 13.1 Componentes

Este sistema consiste de una punta de irrigación/evacuación unida a una jeringa que contiene el irrigante y al sistema de succión de la unidad dental. También posee un pequeño dispositivo donde se colocan la microcánula y la macrocánula. La macrocánula es de plástico con una punta abierta de calibre ISO #55 y conicidad 0.02.

La microcánula está fabricada en acero inoxidable y presenta 12 pequeños orificios microscópicos dispuestos en 4 filas de 3, colocados lateralmente, cada orificio es de 0,1 mm de diámetro, el primero en la fila se encuentra a 0,37 mm de la punta de la microcánula, y la distancia entre los orificios es de 0,2 mm. Cuenta con una punta cerrada de calibre ISO #32.<sup>27, 32</sup>



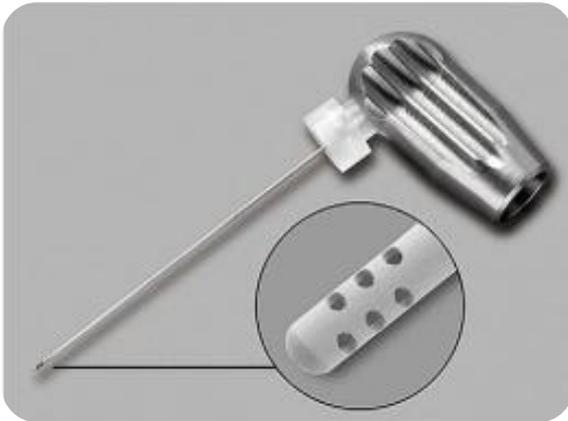
Punta de irrigación principal de EndoVac<sup>24</sup>



Punta principal y adaptador<sup>25</sup>

<sup>24</sup> Miller T, Baumgartner J. Comparison of the Antimicrobial Efficacy of Irrigation Using the EndoVac to Endodontic Needle Delivery. JOE 2010; 36, : 509-511

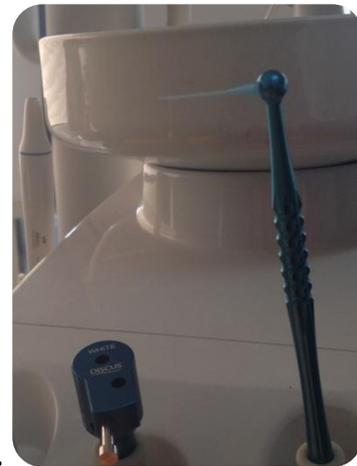
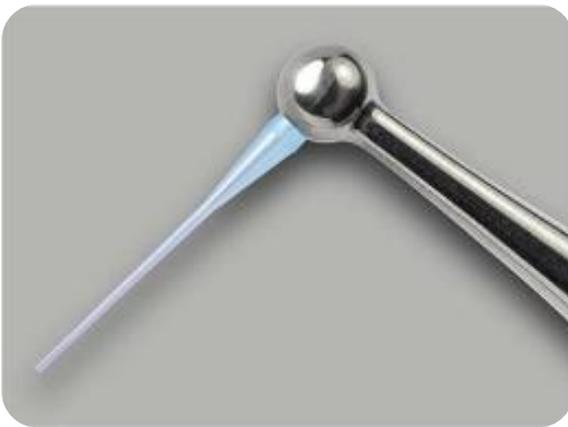
<sup>25</sup> Brito P, Souza L, et al. Comparison of the Effectiveness of Three Irrigation Techniques in Reducing Intracanal Enterococcus faecalis Populations: An In Vitro Study. JOE 2009; 35:1422-1427.



Microcánula de acero inoxidable<sup>26</sup>



Fotografía de la microcánula<sup>28</sup>



Fotografías de la macrocánula<sup>27,28</sup>



Fotografías de la microcánula y la macrocánula<sup>29</sup>

<sup>26</sup> Desai P, Van H. comparative Safety of Various Intracanal Irrigation Systems. JOE 2009;35:545-549.

<sup>27</sup> Brito P, Souza L, et al. Comparison of the Effectiveness of Three Irrigation Techniques in Reducing Intracanal Enterococcus faecalis Populations: An In Vitro Study. JOE 2009; 35:1422-1427.

<sup>28</sup> Cortesía del Dr. Gerardo Lara Núñez

<sup>29</sup> Cortesía del Dr. Gerardo Lara Núñez



Conexión al eyector del sistema EndoVac<sup>30,31</sup>

### 13.2 Mecanismo de acción

La presión negativa arrastra el irrigante colocado en la cámara pulpar hacia la punta de la cánula colocada en el conducto y es retirada a través de los orificios de la microcánula. La microcánula puede ser utilizada a longitud de trabajo en conductos instrumentados a un calibre mínimo #35 y en un tiempo determinado.<sup>32</sup>

El componente clave del sistema de EndoVac es la microcánula con un diámetro externo de 0,32 mm, un extremo esférico sellado utilizado como guía, y 12 microagujeros radialmente dispuestos en los últimos 0,7 mm. Los microagujeros tienen 2 funciones: succionar los irrigantes directamente en los últimos 0,2 mm de longitud de trabajo y también sirven para evitar la obstrucción de la luz (diámetro interno) de la microcánula.<sup>3</sup>

<sup>30</sup><http://endospot.com/1-minute-to-bacteria-free-canals-heres-how>

<sup>31</sup> Cortesía del Dr. Gerardo Lara Núñez

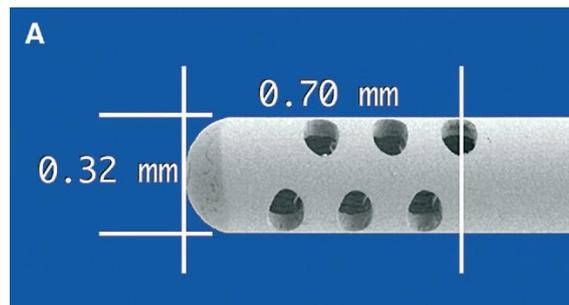


Fig. A Fotografía por microscopía electrónica de barrido de la micro cánula con las mediciones <sup>32</sup>

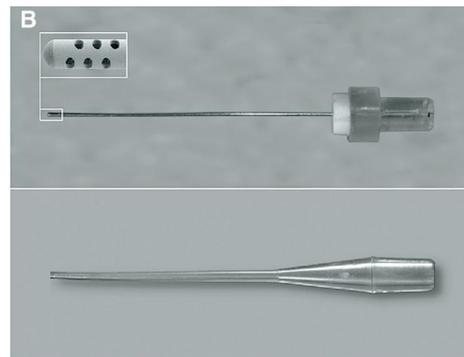


Fig. B Comparación de la micro cánula (Tamaño ISO 32) y la macrocánula (tamaño ISO 55) <sup>32</sup>

El efecto de succión apical de los irrigantes se realiza hacia abajo, a lo largo de las paredes del sistema de conductos radiculares. Se crea un efecto de cascada rápida turbulenta, ya que los irrigantes se ven obligados a fluir entre las paredes del conducto y la superficie externa de la microcánula. Esta acción turbulenta crea una fuerza, mientras que la posición de los microagujeros dirige esta corriente rápida de irrigante a 0,2 mm a partir de la longitud de trabajo. A lo largo de este procedimiento, la presión de vacío tira de micro partículas del sistema de conductos radiculares, logrando de esta manera cada uno de los objetivos de la irrigación.<sup>32</sup>

<sup>32</sup> Nielsen B, Baumgartner J. Comparison of the EndoVac System to Needle Irrigation of Root Canal. JOE 2007;33:611-615.

### 13.3 Técnica de irrigación

1. Se coloca la macrocánula profunda en el conducto radicular con movimientos hacia arriba y hacia abajo, mientras se irriga copiosamente con la punta maestra, durante 20 segundos. Esto con el objetivo de disminuir la mayor cantidad de detritos para que la microcánula no se obstruya.<sup>39</sup>



Aspiración con la macrocánula<sup>33</sup>

2. La microcánula se coloca a longitud de trabajo, se retira 2mm cada 6 segundos y se regresa, mientras se irriga con hipoclorito de sodio, durante 30 segundos. Finalmente se deja hipoclorito de sodio en el conducto radicular por 60 segundos.



Fig.A Aspiración con microcánula<sup>33</sup>

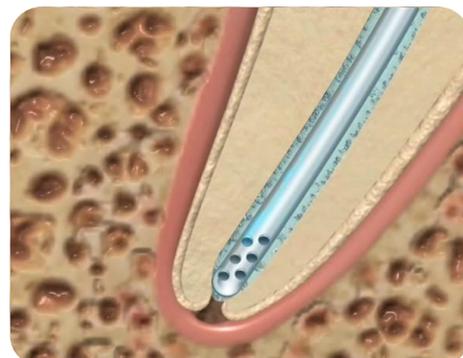


Fig. B Movimientos de la microcánula<sup>33</sup>

<sup>33</sup> [www.sybronendo.com/endovac-irrigation-system](http://www.sybronendo.com/endovac-irrigation-system)

## 13.4 Ventajas de EndoVac

Se han realizado diversos estudios acerca del sistema EndoVac en comparación con otros sistemas de irrigación, con el objetivo de conocer sus beneficios en cuanto a seguridad y eficacia. La mayoría de los estudios revisados se realizaron *in vitro*, a excepción de algunos que se efectuaron *in vivo* y *ex vivo*.

### 13.4.1 Seguridad

- I. Menor riesgo de extrusión de los irrigantes hacia los tejidos periapicales

Desai y Himel indicaron que el sistema EndoVac ha demostrado extruir menos irrigante y, por lo tanto, tiene menos riesgo de un incidente de NaOCl.<sup>11</sup>

Ross Paton Mitchell y cols. compararon el sistema EndoVac con la aguja convencional, señalaron que Endo Vac mostró significativamente menos frecuencia de extrusión de NaOCl usando el sistema EndoVac. La frecuencia de extrusión fue 54,17% (13/24) para la aguja convencional y 8,33% (2/24) para EndoVac. Por tanto se mostró significativamente menos riesgo de extrusión usando el sistema EndoVac en comparación con la irrigación con aguja.<sup>16</sup>

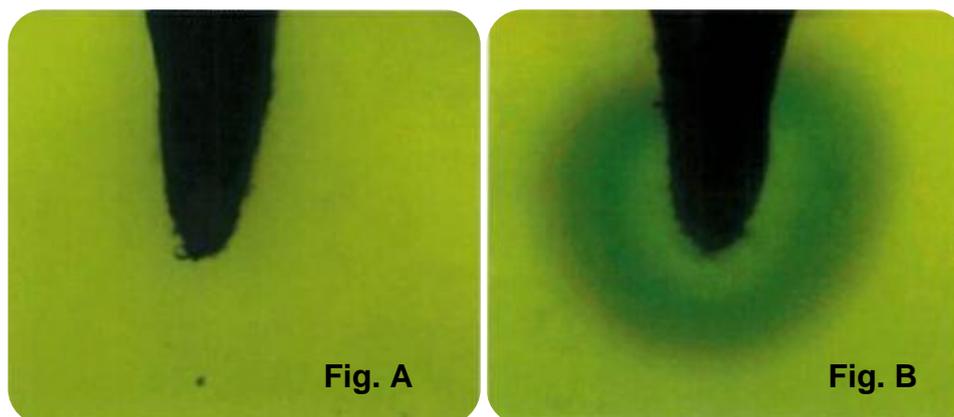
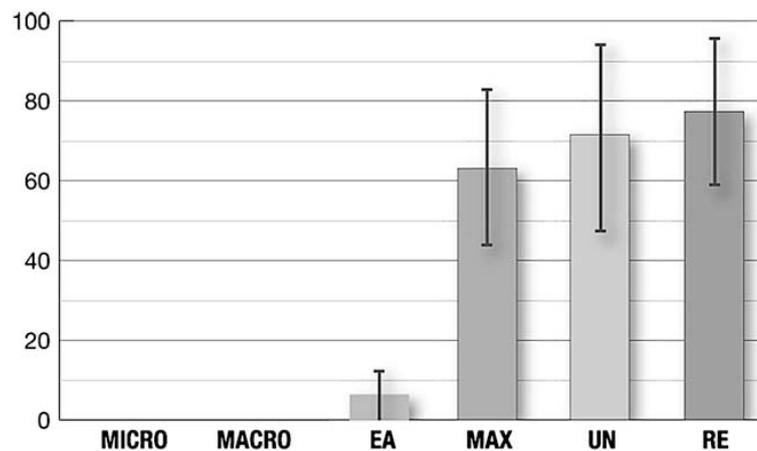


Fig.A No se observa extrusión de NaOCl (EndoVac), al contrario de la Fig. B<sup>34</sup>

<sup>34</sup> Goode N, Khana S, et al. Wall shear stress effects of different endodontic irrigation techniques and systems. Journal of dentistry. Elsevier.2013; 41: 636–641

Pranav Desai and Van Himel compararon la seguridad de diversos sistemas de irrigación (EndoVac Micro y Macro Cánula, EndoActivator, irrigación manual con aguja Max-iProbe, irrigación con aguja ultrasónica y RinsEndo). Señalaron que el sistema EndoVac no extruyó irrigante. EndoActivator tenía un mínimo de extrusión, aunque estadísticamente no fue significativa. Los grupos de irrigación manual, irrigación ultrasónica y RinsEndo tenían significativamente mayor cantidad de extrusión en comparación con EndoVac y EndoActivator.<sup>19</sup>



Porcentaje de la extrusión apical de irrigante de los grupos de estudio<sup>35</sup>

## II. Reducción significativa del dolor postoperatorio

Se ha observado que la irrigación con EndoVac puede resultar en una reducción significativa del dolor postoperatorio en pacientes. Las razones para el dolor postoperatorio pueden ser muchas. Las principales causas son mecánicas, químicas, microbianas o lesiones a los tejidos periapicales que resultan en una inflamación aguda. En una investigación clínica, es difícil determinar si existe uno o múltiples factores que provocan dolor. En base a lo anterior, Eudes Gondim Jr. y cols. realizaron un estudio comparativo entre el sistema EndoVac y la aguja convencional de irrigación, obtuvieron que el uso de un dispositivo de irrigación por

<sup>35</sup> Jiang L, Lak B, Eijsvogels L, Wesselink P, van der Sluis L. Comparison of the Cleaning Efficacy of Different Final Irrigation Techniques. JOE 2012;38: 838-841

presión apical negativa puede dar lugar a una reducción significativa de los niveles de dolor postoperatorio en comparación con aguja convencional.<sup>22</sup>

### 13.4.2 Eficacia

I. Mayor eficacia en el debridamiento del tercio apical respecto a otros sistemas de irrigación

J. M. Parente y cols. concluyeron que el sistema EndoVac ha demostrado introducir un flujo más alto de irrigante y producir un mejor desbridamiento a 1 mm de longitud de trabajo en comparación con la irrigación con aguja convencional.<sup>11</sup>

Chris Siu J. y Craig Baumgartner en una investigación realizada *in vivo* obtuvieron que con el sistema de irrigación EndoVac se obtuvieron significativamente menos residuos a 1 mm de longitud de trabajo en comparación con los sistemas convencionales de irrigación con aguja. Sin embargo, no hubo diferencia significativa en el nivel de 3 mm.<sup>37</sup>

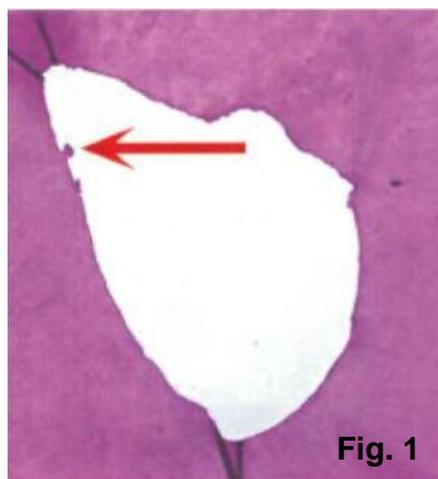


Fig. 1

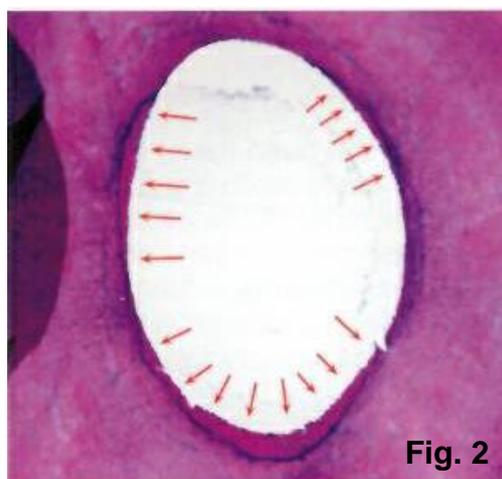


Fig. 2

Imágenes histológicas de cortes del tercio apical. Fig. 1 Irrigación con Endovac. No se observan residuos, lo que señala la flecha es una perla de dentina. Fig. 2 Irrigación tradicional. Las flechas rojas indican residuos en las paredes del conducto.<sup>36</sup>

<sup>36</sup> Siu C, Baumgartner J. Comparison of the Debridement Efficacy of the EndoVac Irrigation System and Conventional Needle Root Canal Irrigation In Vivo. JOE 2010;36: 1782-1785



Hugo Roberto Muñoz y Karla Camacho Cuadra, compararon tres técnicas de irrigación la irrigación convencional, la irrigación pasiva ultrasónica (PUI) y el sistema EndoVac. Los resultados fueron los siguientes: se mostraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de la aguja convencional y los otros 2 grupos, pero no hubo diferencias significativas entre los grupos PUI y EndoVac. De este modo, PUI y EndoVac son más eficaces que las agujas de endodoncia convencionales en cuanto a la irrigación a longitud de trabajo de los conductos radiculares.<sup>21</sup>

## II. Mayor capacidad para limpiar restos en zonas mecánicamente inaccesibles

Cuando el irrigante se mueve a través del sistema de conductos radiculares, se produce una fuerza de corte paralelo a la superficie de la pared del conducto que es conocido como tensión de cizallamiento (WSS). Este último es responsable del desbridamiento mecánico del conducto radicular. En cuanto a esto, Narisa Goode y cols. realizaron un estudio en el que se compararon nueve técnicas de irrigación, en este se demostró que la capacidad para limpiar más restos en zonas mecánicamente inaccesibles de conductos radiculares curvos del sistema EndoVac fue significativamente mayor respecto a las otras técnicas de irrigación.<sup>15</sup>

En cuanto a la dinámica de fluidos de irrigación del conducto radicular, que se refiere a los patrones de flujo de irrigación, la penetración, el intercambio y las fuerzas que se producen dentro del espacio del conducto radicular. José Enrique Chen realizó una investigación en la que se incluyeron la irrigación con aguja convencional, la irrigación pasiva ultrasónica y EndoVac. Dicha investigación demostró que la velocidad de la irrigación, la tensión de corte y la intensidad de la turbulencia fueron más altas con el sistema EndoVac. Por tanto obtiene mayor capacidad de penetración en zonas mecánicamente accesibles<sup>14</sup>

Richard K. Howard y cols. señalaron que en los sistemas de conductos complicados como los de molares inferiores con istmos, aletas y curvaturas, EndoVac mostró eficacia en cuanto a la remoción de detritos, al igual que PiezoFlow y Max-i-Probe.<sup>23</sup>

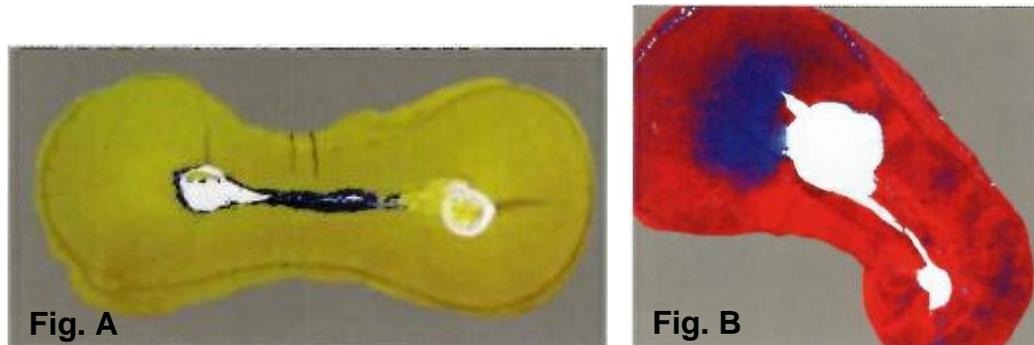
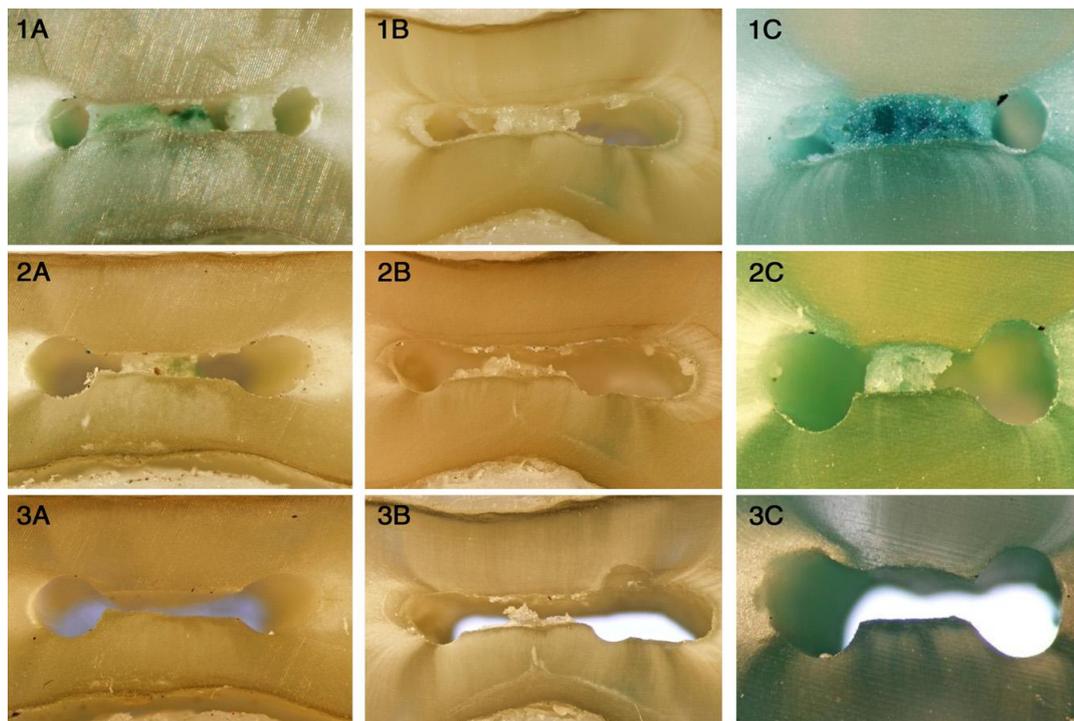


Fig. A Presencia de biofilm en el istmo<sup>37</sup>

Fig. B Istmo limpio con EndoVac<sup>37</sup>



Secciones de los dientes a los 4 mm, que muestran los conductos y los istmos antes de la instrumentación (1), después de la instrumentación (2), y después de irrigación final (3) con Max-i-Probe (A), PiezoFlow (B), y EndoVac (C)<sup>38</sup>

<sup>37</sup> Adcock J, et al. Histologic Evaluation of Canal and Isthmus Debridement Efficacies of Two Different Irrigant Delivery Techniques in a Closed System. JOE 2011; 37: 544-548

<sup>38</sup> Howard R, Kirkpatrick T, Rutledge R, Yaccino J. Comparison of Debris Removal with Three Different Irrigation Techniques. JOE 2011; 37:1301-1305.

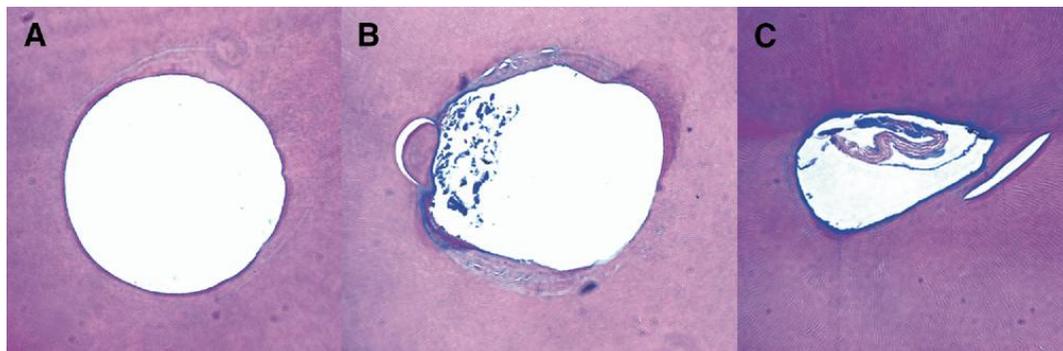
III. Elimina más del 99% de residuos de hidróxido de calcio.

El estudio de Narisa Goode y cols. que comparó la eficacia del sistema EndoVac respecto a otras nueve técnicas de irrigación, demostró que el sistema EndoVac fue la única técnica que eliminó más del 99% de residuos de hidróxido de calcio del conducto radicular.<sup>15</sup>

IV. Mayor eficacia antimicrobiana a 1 mm de longitud de trabajo

R. G. Miranda y cols. en su investigación realizada *ex vivo*, obtuvieron que el uso complementario del sistema Endo Vac® asociado con  $\text{CaOH}_2$  es efectivo en la reducción de *E. faecalis* dentro del conducto radicular.<sup>12</sup>

En cuanto la eficacia antimicrobiana de irrigación utilizando EndoVac y la aguja convencional en 1 y 3 mm a partir de la longitud trabajo, Todd A. Miller y J. Craig Baumgartner, obtuvieron que en el nivel de 1 mm, se encontró significativamente menos desechos en el grupo EndoVac. En el nivel de 3 mm, no hubo diferencia significativa entre los grupos. Por tanto, este estudio mostró significativamente mejor desbridamiento de 1 mm de longitud de trabajo usando EndoVac en comparación con la aguja de irrigación convencional.<sup>18</sup>



Imágenes tomadas de cortes histológicos a 1 mm de longitud de trabajo con 100 aumentos. (A) No smear layer, (B) Smear layer moderado y (C) la muestra de control sin instrumentación<sup>39</sup>

Pranav Desai y Van Himel evaluaron la eficacia de estas dos técnicas contra *E. fecalis* y aunque fueron menos ufc / mg cuando se usó

<sup>39</sup> Miller T, Baumgartner J. Comparison of the Antimicrobial Efficacy of Irrigation Using the EndoVac to Endodontic Needle Delivery. JOE 2010; 36, : 509-511.

EndoVac, no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre EndoVac y el grupos de aguja convencionales.<sup>19</sup>

Rekha Pawar *et al.* en un estudio realizado *in vivo* se mostraron que la eficacia antimicrobiana de EndoVac es comparable a la de la irrigación estándar. Pero, la acción antimicrobiana de la irrigación con aguja tradicional depende de la profundidad de colocación de la aguja y la concentración y el volumen de irrigante utilizado. La colocación impropia de la aguja puede dar lugar a bloqueos de vapor y una inadecuada acción antimicrobiana. Por otra parte, la presión positiva generada en el extremo de la aguja tiene el potencial para forzar solución irrigante y los desechos microbianos en la zona periapical. La preocupación por el peligro de extrusión y el vapor lock condujo al desarrollo de un sistema de irrigación por presión apical negativa.<sup>20</sup>

Sin embargo, Jeffrey L. Hockett *et al.* en un estudio *in vitro*, evaluaron la eficacia antimicrobiana de la irrigación con aguja tradicional y EndoVac, y señalaron que la presión apical negativa tiene el potencial de lograr un mejor control de microbiano que los sistemas tradicionales de irrigación.<sup>31</sup>

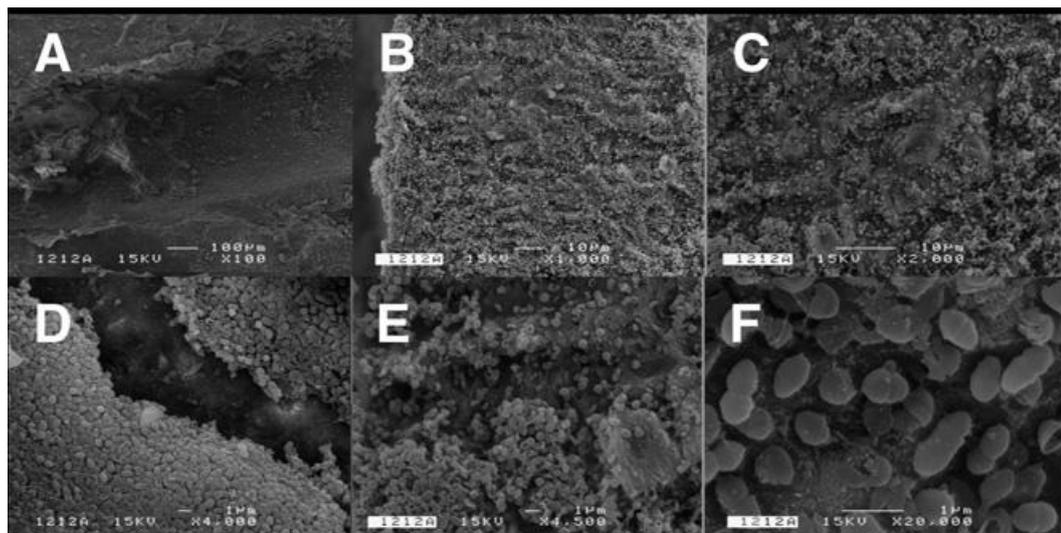
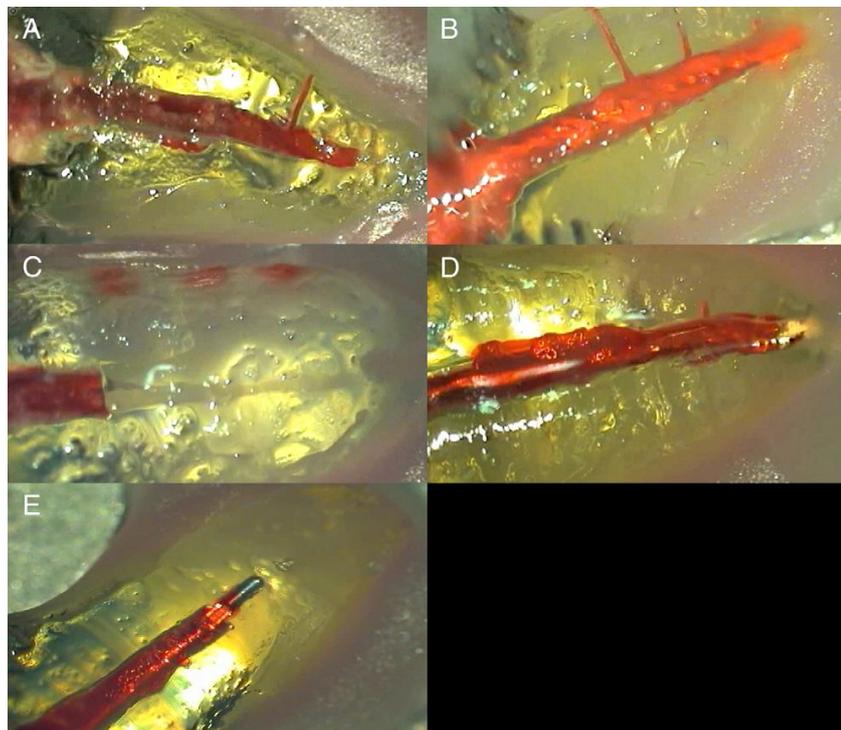


Figura 1. Control positivo (A) En  $\times 100$ , se muestra la presencia de bacterias sobre la superficie del conducto radicular. (B-D) En  $\times 1,000$ ,  $\times 2,000$  and  $\times 4,000$ , respectivamente, se observa la disposición bacteriana como biopelículas  $\times 2000$  y  $4000$ . (E) En  $\times 4500$ , tenga en cuenta las agrupaciones celulares de las bacterias

que cubren los túbulos dentinarios. (F) Colonización de *E. faecalis* en el conducto radicular y los túbulos dentinarios en  $\times 20000$ .<sup>40</sup>

V. Mayor penetración de hipoclorito de sodio a longitud de trabajo Cesar de Gregorio *et al.* en una investigación *in vitro* en la que evaluaron la eficacia de los diferentes sistemas de irrigación y de activación en la penetración de hipoclorito de sodio en los conductos laterales simulados y hasta longitud de trabajo. Demostraron que la irrigación pasiva ultrasónica mostró significativamente más penetración de irrigante en conductos laterales, pero no hasta la longitud de trabajo. Sin embargo, con EndoVac se vio limitada la penetración en conductos laterales pero llegó a longitud de trabajo significativamente más que la irrigación ultrasónica.<sup>29</sup>



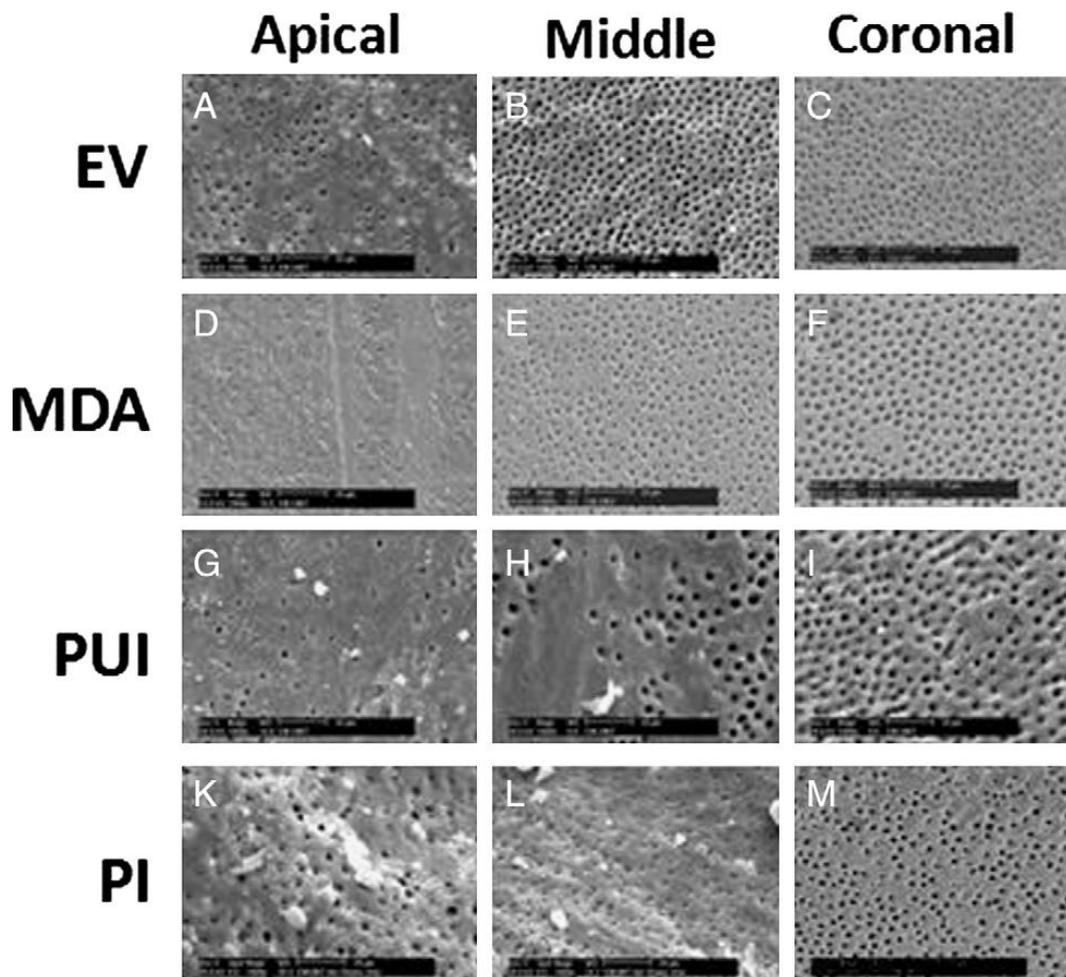
Muestras representativas de cada grupo. (A) Endoactivator, (B) PUI, (C) F-file, (D) ANP, y (E) irrigación por presión apical positiva.<sup>41</sup>

<sup>40</sup> Hockett J, Dommisch J, Johnson J, Cohenca N. Antimicrobial Efficacy of Two Irrigation Techniques in Tapered and Nontapered Canal Preparations: An In Vitro Study. JOE 2008; 34:1374-1377.

<sup>41</sup> De Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of Different Irrigation and Activation Systems on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals and up to Working Length: An In Vitro Study. JOE 2010; 36:1216-1221.

## VI. Mayor remoción de smear layer

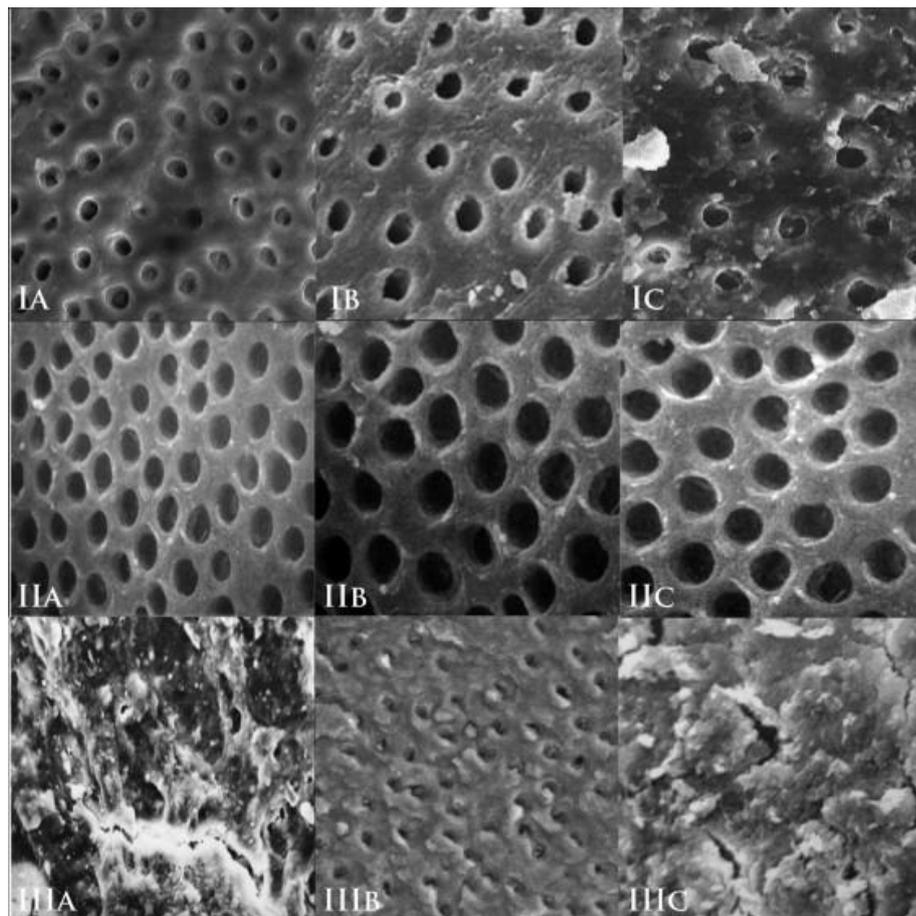
1. Shehab El-Din Saber y Ahmed Abdel Rahman Hashem compararon la eliminación de la capa de smear layer después de la activación de irrigación final con presión negativa apical (ANP) EndoVac (EV), agitación dinámica manual (MDA), irrigación pasiva (PI) y la irrigación pasiva ultrasónica (PUI). El resultado fue que ANP y MDA obtuvieron una mejor eliminación de la capa de smear layer.<sup>24</sup>



Micrografías representativas de muestras seleccionadas a partir de los segmentos apical, medio, y coronal que representan las diferentes técnicas de irrigación. Grupo ANP (EV) (A-C) que muestra una superficie del conducto muy limpio, túbulos dentinarios en el tercio coronal y medio con poca suciedad y algunos tapones de dentina en el tercio apical. Grupo de MDA (D-F) muestra resultados similares en los tercios coronales y medio, con un alto porcentaje de detritos en la pared del conducto, en el tercio apical. Grupo PUI (G-I) que muestran una pared limpia, con unos tapones de dentina en el tercio

coronal y medio, con pocos túbulos patentes en el tercio apical. Grupo PI (K-M) que muestra resultados similares en los tercios coronal y medio, con más detritos en el tercio apical<sup>42</sup>

Mohan Abarajithan y cols. demostraron que el sistema EndoVac comparado con la irrigación convencional, mostró significativamente mejor rendimiento en la eliminación de la capa de smear layer en el tercio apical, según un estudio comparativo *in vitro*.<sup>33</sup>



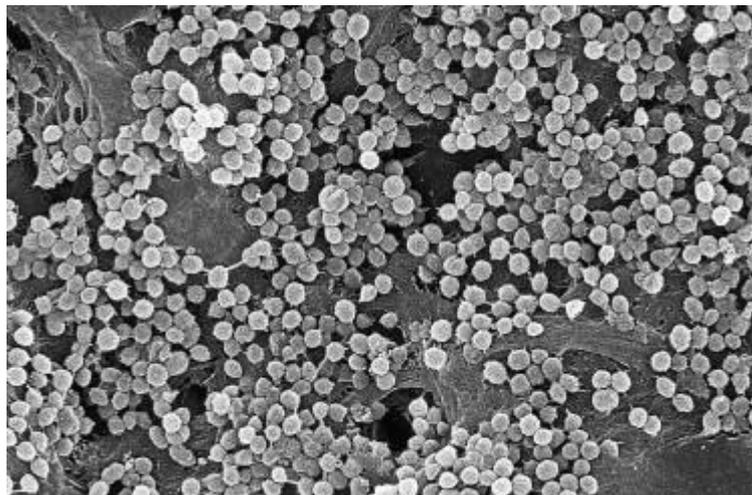
Imágenes de microscopía electrónica de barrido en el tercio (A) cervical, (B) medio, y (C) apical del (I) grupo I (irrigación con jeringa convencional), (II) grupo II (EndoVac), y (III) grupo III (control negativo)<sup>43</sup>

<sup>42</sup> Saber S, Rahman A. Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal. JOE 2011; 37:1272-1275.

<sup>43</sup> Abarajithan M, Dham S, et al. Comparison of Endovac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an *in vitro* study. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology 2011; 112: 407-411

### 13.5 Desventajas de EndoVac

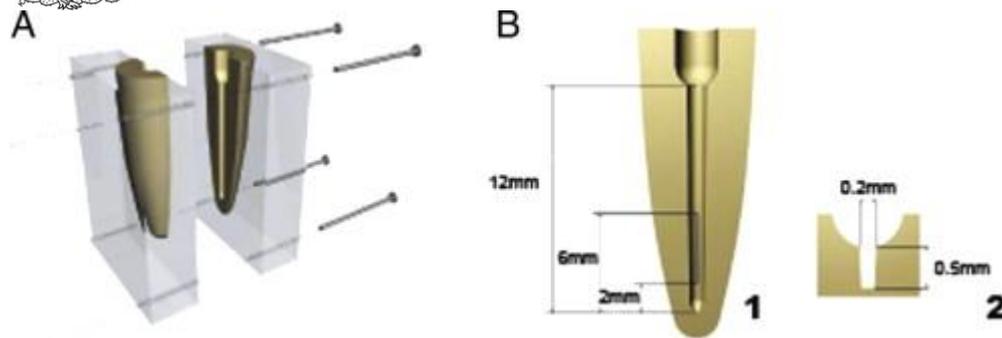
Patrícia R.R. Brito et al. en un estudio *in vitro* compararon de la eficacia de tres técnicas de irrigación para la reducción de poblaciones de *Enterococcus faecalis* (EndoVac, agujas Navitips y Endoactivator + NaOCl y EDTA) no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa entre estos sistemas de irrigación, todos disminuyeron significativamente el número de UFC de *Enterococcus faecalis*, respecto al grupo de control (solución salina).<sup>27</sup>



Micrografía electrónica de barrido que muestra la colonización de las paredes conducto radicular por *E. faecalis* ATCC 29212 (aumento original, x 3,300)<sup>44</sup>

Lei-Meng Jiang y cols. evaluaron la eliminación de restos de dentina de ranuras hechas artificialmente en endodoncias estandarizadas por 6 tipos de irrigación final diferentes (irrigación con aguja convencional, activación dinámica manual con conos de gutapercha cónicos y no cónicos, sistema de irrigación ultrasónica y presión apical negativa). En este estudio la irrigación ultrasónica fue significativamente mejor que todos los demás.<sup>28</sup>

<sup>44</sup> Jiang L, Lak B, Eijsvogels L, Wesselink P, van der Sluis L. Comparison of the Cleaning Efficacy of Different Final Irrigation Techniques. JOE 2012;38: 838-841



Representaciones esquemáticas del conducto radicular estandarizado (A), el conducto (B1) y la sección transversal (B2)<sup>45</sup>

Cesar de Gregorio *et al.* en su investigación *in vitro*, señalaron la limitada penetración de NaOCl en conductos laterales del sistema EndoVac respecto a la irrigación ultrasónica, aunque llegó a longitud de trabajo significativamente más que la irrigación ultrasónica.<sup>29</sup>

Así mismo, Jeffrey L. Hockett *et al.* en una investigación *in vitro* que evaluó la eficacia y seguridad de varios dispositivos de irrigación, indicaron que la irrigación pasiva ultrasónica fue más la eficaz, y su seguridad en cuanto a la extrusión de NaOCl era comparada con el sistema EndoVac.<sup>31</sup>

<sup>45</sup> Jiang L, Lak B, Eijsvogels L, Wesselink P, van der Sluis L. Comparison of the Cleaning Efficacy of Different Final Irrigation Techniques. JOE 2012;38: 838-841



---

## 14. CONCLUSIONES

La anatomía del sistema de conductos radiculares es complicada, ya que puede presentar múltiples ramificaciones, conductos laterales, conductos accesorios, deltas apicales, istmos, así como múltiples foraminas. Se ha comprobado que durante la instrumentación el 35% de las paredes de los conductos no son tocadas por los instrumentos. Por lo anterior, la irrigación desempeña un papel muy importante, ya que nos proporciona limpieza y desinfección.

Durante la irrigación con convencional, surgen ciertos problemas como el fenómeno vapor lock, producido por el atrapamiento de aire en los conductos radiculares o por la reacción del hipoclorito de sodio con el tejido orgánico, que forma burbujas. El fenómeno vapor lock impide que el irrigante alcance el tercio apical, por lo cual la limpieza y desinfección se ven restringidos. Además, la presión con la que se irriga es muy poca, para evitar una posible extrusión de los irrigantes, por tanto la hidrodinámica de las soluciones irrigantes es mínima. De esta manera no se alcanza completamente la longitud de trabajo y la remoción de detritos se reduce.

Para contrarrestar esta serie de eventos, han surgido nuevas técnicas de irrigación como lo es el sistema EndoVac (Sybron Endo). Este sistema funciona mediante presión apical negativa, en la cual el movimiento del irrigante se dirige de cervical a apical. EndoVac cuenta con una punta maestra irrigadora; para cámara pulpar, que a su vez aspira para evitar desbordamiento de las soluciones irrigantes, presenta también una macrocánula; para aspiración de tercio cervical y medio, que se encarga asimismo de aspirar la mayor cantidad de detritos. También cuenta con una microcánula, la cual llega a longitud de trabajo y presenta 12 orificios colocados lateralmente, su objetivo es la remoción de detritos en el tercio apical.



---

Con uso del sistema EndoVac, se soluciona el problema de vapor lock, ya que la microcánula llega a longitud de trabajo, y es también por esto que se logra el desbridamiento de esta zona. Debido a que se puede irrigar con seguridad, porque la aspiración se encuentra en apical se puede suministrar mayor cantidad de irrigante, que además sufre un fenómeno de turbulencia, con lo que se logra un mejor desbridamiento.

Diversos estudios han demostrado que el sistema de irrigación EndoVac tiene evidencia de seguridad y eficacia. Se ha comparado la seguridad de este sistema con la de otros sistemas de irrigación, como la aguja convencional, irrigación ultrasónica y RinsEndo, entre otros, confirmando así que EndoVac obtuvo significativamente menor frecuencia de extrusión de NaOCl. Eudes Gondim Jr. y cols.(2010), realizaron un estudio comparativo entre el sistema EndoVac y la aguja convencional de irrigación y obtuvieron que EndoVac condujo a una reducción significativa de los niveles de dolor postoperatorio en comparación con aguja convencional.

En cuanto a su eficacia, se ha encontrado que presenta un mayor desbridamiento del tercio apical al igual que eficacia antimicrobiana, también tiene la ventaja de eliminar restos de zonas mecánicamente inaccesibles. Además, se encontró que elimina el 99% de restos de hidróxido de calcio.

Por otra parte, Cesar de Gregorio *et al.* (2010), en un estudio *in vitro*, señalaron la limitada penetración de NaOCl en conductos laterales del sistema EndoVac respecto a la irrigación ultrasónica, aunque llegó a longitud de trabajo significativamente más que la irrigación ultrasónica. Patricia R.R. Brito *et al.* (2009), no obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en la reducción de *E. faecalis*, entre EndoVac, agujas Navitips y Endoactivator.



---

La irrigación convencional presenta ciertas desventajas ya antes descritas, que debemos tener en cuenta al momento de irrigar. A mi parecer la irrigación ideal se llevaría a cabo mediante la combinación de EndoVac y la irrigación pasiva ultrasónica, ya que de esta manera sus desventajas se contrarrestan con el uso del otro y viceversa. Sin embargo esta tecnología aún no se encuentra al alcance de todos. No obstante, podemos mejorar la irrigación con la agitación dinámica manual, en la cual se utiliza un cono de gutapercha bien ajustado en apical y se realizan movimientos de entrada y salida, esto con la finalidad de romper el vapor lock formado en apical para que el irrigante llegue hasta dicha porción y exista mayor movimiento del irrigante dentro del conducto.



---

## 15. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cohen S., Hargreaves K.M. Vías de la pulpa. 10ª ed. Barcelona: Elsevier; 2011. Pp 312-299
2. De Lima Machado, M. E. Endodoncia de la biología a la técnica. 1ª ed. Brasil: amolca; 2009. Pp. 353-399
3. Franklin Tay, Gu L, Schoeffel G J, et al. Effect of Vapor Lock on Root Canal Debridement by Using a Side-vented Needle for Positive-pressure Irrigant Delivery. JOE, 2010; 36: 745-750
4. Vera J, Arias A, Romero M. Dynamic Movement of Intracanal Gas Bubbles during Cleaning and Shaping Procedures: The Effect of Maintaining Apical Patency on Their Presence in the Middle and Cervical Thirds of Human Root Canals—An In Vivo Study. JOE, 2012;38: 200-203
5. Boutsoukis C, Kastrinakis E, Lambrianidis T, Verhaagen B, Versluis M, Van der Sluis L. Formation and removal of apical vapor lock during syringe irrigation: a combined experimental and Computational Fluid Dynamics. International Endodontic Journal, 2013; 25: 1-11
6. Soares, I.J., Goldberg, G. Endodoncia, técnica y fundamentos. 2ª ed. Argentina: Editorial Médica Panamericana; 2012. Pp 205-221
7. Weine, F.S. Terapéutica en endodoncia. 2ª ed. Barcelona: Salvat; 1991. Pp. 360-366
8. Romani, N.F. Texto y atlas de técnicas clínicas endodónticas. 2ª ed. Brasil: Nueva Editorial Panamericana; 1994. Pp 165-197
9. Paredes J, Gradilla I. Sistema Endovac en endodoncia por medio de presión apical negativa. ADM 2009 ; 65: 30-34.
10. Gu L, Jong R et al. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. JOE. 2009; 35: 791-804
11. Parente J , Loushine R, et al. Root canal debridement using manual dynamic agitation or the EndoVac for final irrigation in a closed system and an open system. International Endodontic Journal , 2010;43: 1001-1012



12. Miranda R, Santos E, Souto R, Gusman R. Ex vivo antimicrobial efficacy of the EndoVac® system plus photodynamic therapy associated with calcium hydroxide against intracanal *Enterococcus faecalis*. *International Endodontic Journal*, 2013; 46, 499–505.
13. Susin L, Liu Y, Yoon J, et al. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *International Endodontic Journal* 2019; 43: 1077–1090
14. Chen J, et al. Irrigation dynamics associated with positive pressure, apical negative pressure and passive ultrasonic irrigations: A computational fluid dynamics analysis. *Australian Endodontic Journal*. 2013: 1-7
15. Goode N, Khana S, et al. Wall shear stress effects of different endodontic irrigation techniques and systems. *Journal of dentistry*. Elsevier. 2013; 41: 636–641
16. Ross M, DMD, Sung-Eun Y, Baumgartner J. Comparison of Apical Extrusion of NaOCl Using the EndoVac or Needle Irrigation of Root Canals. *JOE* 2010; 36: 338-341.
17. Nielsen B, Baumgartner J,. Comparison of the EndoVac System to Needle Irrigation of Root Canals. *JOE* 2007 ; 33:,611-615.
18. Miller T, Baumgartner J. Comparison of the Antimicrobial Efficacy of Irrigation Using the EndoVac to Endodontic Needle Delivery. *JOE* 2010; 36, : 509-511.
19. Desai P, Van H. Comparative Safety of Various Intracanal Irrigation Systems. *JOE* 2009; 35; 545-549.
20. Pawar R, Alqaied A, Safavi K, Boyko J, Kaufman B. Influence of an Apical Negative Pressure Irrigation System on Bacterial Elimination during Endodontic Therapy: A Prospective Randomized Clinical Study. *JOE* 2012; 38:1177-1181.
21. Munoz H, Camacho K. In Vivo Efficacy of Three Different Endodontic Irrigation Systems for Irrigant Delivery to Working Length of Mesial Canals of Mandibular Molars. *JOE* 2009; 38:445-448.



22. Gondim E, Setzer F, Bertelli K Syngcuk K. Postoperative Pain after the Application of Two Different Irrigation Devices in a Prospective Randomized Clinical Trial. JOE 2010; 36:1295-1301.
23. Howard R, Kirkpatrick T, Rutledge R, Yaccino J. Comparison of Debris Removal with Three Different Irrigation Techniques. JOE 2011; 37:1301-1305.
24. Saber S, Rahman A. Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal. JOE 2011; 37:1272-1275.
25. Mitchell R, Baumgartner J, Sedgley C. Apical Extrusion of Sodium Hypochlorite Using Different Root Canal Irrigation Systems. JOE 2011; 37: 1677-1681.
26. Gregorio C, Arias A, Navarrete N, del Rio V, Oltra E, Cohenca N. Effect of Apical Size and Taper on Volume of Irrigant Delivered at Working Length with Apical Negative Pressure at Different Root Curvatures. JOE 2010; 39: 119-124.
27. Brito P, Souza L, et al. Comparison of the Effectiveness of Three Irrigation Techniques in Reducing Intracanal Enterococcus faecalis Populations: An In Vitro Study. JOE 2009; 35:1422-1427.
28. Jiang L, Lak B, Eijsvogels L, Wesselink P, van der Sluis L. Comparison of the Cleaning Efficacy of Different Final Irrigation Techniques. JOE 2012;38: 838-841.
29. De Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of Different Irrigation and Activation Systems on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals and up to Working Length: An In Vitro Study. JOE 2010; 36:1216-1221.
30. Brunson M, Heilborn C, Johnson J, Cohenca N. Effect of Apical Preparation Size and Preparation Taper on Irrigant Volume Delivered by Using Negative Pressure Irrigation System. JOE 2010; 36: 721-724.



31. Hockett J, Dommisch J, Johnson J, Cohenca N. Antimicrobial Efficacy of Two Irrigation Techniques in Tapered and Nontapered Canal Preparations: An In Vitro Study. *JOE* 2008; 34:1374-1377.
32. Malentacca A, Uccioli H, Zangari D, Lajolo C, Fabiani C. Efficacy and Safety of Various Active Irrigation Devices When Used with Either Positive or Negative Pressure: An In Vitro Study. *JOE* 2012; 38:1622-1626.
33. Abarajithan M, Dham S, et al. Comparison of Endovac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an in vitro study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology* 2011; 112: 407-411
34. Glover RE, Smith RR, Jones MV, Jackson SK, Rowlands CC. An EPR investigation of surfactant action on bacterial membranes. *FEMS Microbiology Letters* 1997; 177: 57-62.
35. Azuero MM, et al. QUELANTES. Artículos de revisión. 2007. Disponible en: [http://www.javeriana.edu.co/Facultades/Odontologia/posgrados/acadendo/i\\_a\\_revision26.html](http://www.javeriana.edu.co/Facultades/Odontologia/posgrados/acadendo/i_a_revision26.html)
36. Miliani R, Lobo K, Morales O. Irrigación en endodoncia: puesta al día. *Acta bioclinica*. 2012 ;2: 1-9
37. Siu C, Baumgartner J. Comparison of the Debridement Efficacy of the EndoVac Irrigation System and Conventional Needle Root Canal Irrigation In Vivo. *JOE* 2010;36: 1782-1785.
38. Adcock J, et al. Histologic Evaluation of Canal and Isthmus Debridement Efficacies of Two Different Irrigant Delivery Techniques in a Closed System. *JOE* 2011; 37: 544-548
39. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *Journal of Endodontics* 1987; 13: 147-57.
40. Boutsikis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E. Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a computational fluid dynamics study. *International Endodontic Journal* 2009;42: 144-55.



41. Burlison A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *Journal of Endodontics* 2007;33: 782–7.
42. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *Journal of Endodontics* 1983; 9: 475–9.
43. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. *Journal of Endodontics* 2006;32: 434–7.
44. Kho P, Baumgartner JC. A comparison of the antimicrobial efficacy of NaOCl/Biopure MTAD versus NaOCl/EDTA against *Enterococcus faecalis*. *Journal of Endodontics* 2006;32: 652–5.
45. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. *Journal of Endodontics* 1994;10: 477–83.
46. O’Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *Journal of Endodontics* 2000;26: 739–43.
47. Fimple JL, Fontana CR, Foschi F *et al.* Photodynamic treatment of endodontic polymicrobial infection *in vitro*. *Journal of Endodontics* 2008;34: 728–34.
48. Garcez AS, Ribeiro MS, Tegos GP, Núñez SC, Jorge AOC, Hamblin MR. Antimicrobial photodynamic therapy combined with conventional endodontic treatment to eliminate root canal biofilm infection. *Lasers in Surgery and Medicine* 2007;39: 59–66.
49. Evans GE, Speight PM, Gulabivala K. The influence of preparation technique and sodium hypochlorite on removal of pulp and predentine from root canals of posterior teeth. *International Endodontic Journal* 2001;3: 322–30.