



**UADY**  
CIENCIAS DE LA SALUD  
FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO ENDODÓNTICO  
V-CLEAN® EN LA ELIMINACIÓN DEL BARRILLO  
DENTINARIO

Tesis presentada por:  
INGRID KRISTEL GIL PÉREZ

En opción al Diploma de Especialización en:  
ENDODONCIA

Directores:  
M. EN O. GABRIEL ALVARADO CÁRDENAS  
DR. RAFAEL HOYOS PINZON

Mérida, Yucatán, Enero 2021





**UADY**  
CIENCIAS DE LA SALUD  
FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA

EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO ENDODÓNTICO  
V-CLEAN® EN LA ELIMINACIÓN DEL BARRILLO  
DENTINARIO

Tesis presentada por:  
INGRID KRISTEL GIL PÉREZ

En opción al Diploma de Especialización en:  
ENDODONCIA

Directores:  
M. EN O. GABRIEL ALVARADO CÁRDENAS  
DR. RAFAEL HOYOS PINZON

Mérida, Yucatán, Enero 2021



**UADY**  
UNIVERSIDAD  
AUTÓNOMA  
DE YUCATÁN

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

UNIDAD DE POSGRADO  
E INVESTIGACIÓN

Mérida, Yucatán, 20 de enero de 2021

**C. INGRID KRISTEL GIL PÉREZ**

Con base en el dictamen emitido por sus Directores y revisores, le informo que la Tesis titulada "**Evaluación del instrumento endodóntico V-Clean® en la eliminación del barrillo dentario**", presentada como cumplimiento a uno de los requisitos establecidos para optar al Diploma de la Especialización en Endodoncia, ha sido aprobada en su contenido científico, por lo tanto, se le otorga la autorización para que una vez concluidos los trámites administrativos necesarios, se le asigne la fecha y hora en la que deberá realizar su presentación y defensa.

**Dr. José Rubén Herrera Atoche**  
Jefe de la Unidad de Posgrado e Investigación



M. en O. Gabriel Alvarado Cárdenas  
Director de Tesis

Dr. Rafael Hoyos Pinzón  
Director de Tesis

Dra. María Eugenia López Villanueva  
Revisora

Dr. David Rafael Cortes Carrillo  
Revisor

Artículo 78 del reglamento interno  
de la facultad de Odontología de la  
Universidad Autónoma de Yucatán.

Aunque una tesis hubiera servido para  
el examen profesional y hubiera sido  
aprobada por el sínodo, solo su autor  
o autores son responsables de las  
doctrinas en ella emitidas.

Este trabajo se realizó en la clínica del Posgrado de Endodoncia de la Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Yucatán, bajo la dirección del M. en O. Gabriel Alvarado Cárdenas y el Dr. Rafael Hoyos Pinzón. Los resultados presentados, son parte del proyecto de investigación “Terapia endodóntica en dientes permanentes en diferentes estadios de formación radicular”. Con registro FODO 2017-0002 ante el SISTPROY.

## AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a mi familia por ser mi más grande apoyo en la vida y estar siempre al pie del cañón cuando los necesito. A mis amigos y compañeros de generación que estuvieron para ayudarme en este proyecto con sus consejos, palabras de aliento y con quienes compartí dos años de mucho crecimiento académico, personal e innumerables momentos de felicidad. Un especial agradecimiento a todos mis profesores del posgrado, Dr. Marco Antonio Ramírez Salomón, Dra. Elma María Vega Lizama, Dra. María Eugenia López Villanueva, M. en O. Gabriel Alvarado Cárdenas, Dr. Rafael Hoyos Pinzón por su apoyo y tiempo dedicado a este trabajo y en general gracias por haberme guiado y enseñado todo sobre la Endodoncia. Al Dr. David Cortes por tomarse el tiempo para revisar este trabajo.

A la Dra. Beatriz Heredia quien fue pieza clave para poder llevar a cabo esta investigación, por todo el tiempo que dedicó para enseñarme sobre el microscopio y para ayudarme a recaudar mis muestras, sin usted no hubiera sido posible.

## DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres Manuel Ángel Gil Arguelles y Gloria Guadalupe Pérez Suarez quienes me han apoyado a cumplir mi sueño de ser especialista en Endodoncia. Doy gracias a dios y al universo por permitirme vivir toda esta experiencia que me ha hecho crecer profesionalmente.



## ÍNDICE

RESUMEN	
DEFINICION DEL PROBLEMA	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
JUSTIFICACIÓN	22
OBJETIVOS	23
MATERIAL Y METODOS	24
RESULTADOS	28
DISCUSIÓN	31
CONCLUSIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	38

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. COMPARACIÓN DE PROMEDIOS DE LOS TRES GRUPOS 30

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE PARED OCUPADA POR BARRILLO DENTINARIO EN EL GRUPO CONTROL	28
TABLA 2. SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE PARED OCUPADA POR BARRILLO DENTINARIO EN EL GRUPO DOS	29
TABLA 3. SUPERFICIE Y PORCENTAJE DE PARED OCUPADA POR BARRILLO DENTINARIO EN EL GRUPO TRES	29
TABLA 4. COMPARACIÓN DE PROMEDIOS DE LOS TRES GRUPOS	30

## RESUMEN

Este trabajo se realizó para evaluar la efectividad del instrumento V-Clean® en la eliminación del barrillo dentinario que se produce y aloja en las paredes del conducto radicular después de la instrumentación endodóntica. Recientemente se introdujo al mercado el V-Clean®, un nuevo instrumento manual, que tiene la capacidad de eliminar mayor cantidad de barrillo dentinario de las paredes radiculares, gracias al material del cual está fabricado y a su forma. Ante esto, surge el siguiente cuestionamiento ¿el uso de V-Clean® ayuda a eliminar mayor cantidad de barrillo dentinario del conducto? Para esta investigación se utilizaron dientes anteriores, caninos y premolares uniradiculares, extraídos y recolectados en la clínica de Cirugía de la FOUADY en el periodo de enero de 2019 a diciembre de 2019. A todos los dientes se les realizó cavometría, instrumentación y conformación con técnica manual y limas Protaper Next®, irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25% entre cada instrumento, utilizando la lima 45 como lima maestra en todos los dientes. Al finalizar la instrumentación, se establecieron 3 grupos, un grupo control: 5 dientes sin protocolo de irrigación, segundo grupo: 5 dientes con protocolo de irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25% y solución salina y tercer grupo: 5 dientes que se irrigaron con hipoclorito de sodio, solución salina y solo en este grupo se utilizó el V-Clean® de la casa comercial SSWhite®. Posteriormente los dientes se cortaron en dos mitades para poder observar en el interior de los conductos. Se observaron con microscopio confocal laser de la marca ZEISS® modelo LSM-510 META®. Se analizaron las imágenes con el programa Image J® para sacar el porcentaje de superficie ocupada por barrillo dentinario. Los resultados demostraron que existió una mejor limpieza en los dientes a los que se le aplicó el protocolo de instrumentación con el V-Clean®, en éstos se observó que el 0.76% del área estudiada estaba ocupada por barrillo dentinario, una mejoría del 2.68% en comparación con los dientes a los que se les realizó protocolo de irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25%, en los que la superficie ocupada, fue del 3.44%.

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El tratamiento endodóntico conlleva distintos procedimientos para su correcta ejecución, estos son: la instrumentación, la desinfección, y la obturación.

Durante la instrumentación se utilizan limas para la conformación del conducto, produciéndose una capa de desechos sobre las paredes, llamada barrillo dentinario, que está compuesta de restos orgánicos e inorgánicos calcificados y bacterias. Este barrillo es empaquetado dentro de los túbulos dentinarios, lo que impide la penetración de los agentes irrigantes durante la desinfección del conducto.

Durante la desinfección, se utilizan soluciones de hipoclorito de sodio para la irrigación de los conductos y su concentración puede variar entre 0.5 a 5.25%. Hay varias técnicas de irrigación utilizadas en conjunto con las soluciones, las soluciones no llegan a todas las paredes del conducto, por lo que no logran remover adecuadamente el barrillo, lo que provoca la permanencia de bacterias dentro del conducto, aumentando así las posibilidades de fracaso. Es necesario utilizar otros instrumentos para cubrir una mayor superficie de las paredes. En la actualidad existen muchos instrumentos endodónticos los cuales aseguran que eliminan el barrillo dentinario, sin embargo, se ha demostrado en numerosos estudios que ninguno logra eliminarlo por completo.

Recientemente se introdujo al mercado el V-Clean<sup>®</sup>, un nuevo instrumento manual que tiene la capacidad de eliminar mayor cantidad de barrillo dentinario de las paredes, debido al polímero de grado médico del cual está fabricado y a su forma con aletas. Debido a esto, nos plantemos la siguiente pregunta de investigación.

¿El uso de V-Clean<sup>®</sup> ayuda a eliminar mayor cantidad de barrillo dentinario del conducto radicular?

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### BARRILLO DENTINARIO

El barrillo dentinario es una capa residual de restos orgánicos e inorgánicos calcificados producida por instrumentación de dentina, esmalte o cemento. En endodoncia es producida durante la instrumentación de los conductos radiculares con limas y estos restos se adhieren a la superficie del conducto radicular (1).

La identificación del barrillo dentinario fue reportada por primera vez en 1970 por Erick *et al* (2) en preparaciones de cavidades coronales, gracias a la utilización del microscopio electrónico de barrido. Estos autores demostraron que el barrillo dentinario estaba compuesto de partículas de tamaño variable que por lo general se encontraban en un rango de 0,5-15  $\mu\text{m}$ 7.

Se describió al barrillo dentinario como materia orgánica atrapada dentro de dentina inorgánica. Cuando se observa bajo el microscopio electrónico de barrido se puede detallar que el barrillo dentinario tiene una apariencia amorfa irregular y granular. En 1984 Mader *et al* (3) describieron que el barrillo dentinario tenía dos capas, una capa superficial y una capa de materia empaquetada dentro de los túbulos dentinarios.

Los primeros investigadores que describieron el barrillo dentinario sobre la superficie de conductos radiculares instrumentados fueron McComb y Smith en 1975 quienes descubrieron que el barrillo dentinario no solo estaba compuesto de dentina, sino que también contenía restos de procesos odontoblásticos, tejido pulpar y microorganismos (4).

El empaquetamiento de barrillo dentinario dentro de los túbulos dentinarios puede llegar hasta unos 110  $\mu\text{m}$ . El grosor de la capa de barrillo dentinario varía también según el tipo de instrumento utilizado y si son usadas soluciones irrigadoras o no durante la instrumentación. En las etapas iniciales de la instrumentación el barrillo dentinario tiene una alta carga de contenido orgánico debido a la presencia de tejido pulpar vital o necrótico (1,5).

## BARRILLO DENTINARIO Y LA ENDODONCIA

La endodoncia requiere de varios procedimientos para su correcta ejecución, que involucra la desinfección, la conformación y la obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares, con el fin de tratar las patologías pulpares y periapicales, promover la reparación y prevenir la reinfección. En la actualidad existe una cantidad considerable de técnicas, sistemas de preparación manuales y rotatorias para lograr la limpieza y conformación del sistema de conductos radicular. Sin importar la técnica, instrumento o método de preparación siempre se produce barrillo dentinario (5,6).

Durante la instrumentación los tejidos mineralizados no son eliminados apropiadamente sino más bien comprimidos produciéndose una cantidad considerable de restos, en su mayoría pequeñas partículas de matriz de colágeno mineralizada, que se adosa en conjunto con otros componentes presentes en la pulpa a lo largo de la superficie dentinaria produciendo lo que se conoce finalmente como barrillo dentinario (6).

El barrillo dentinario ocluye los túbulos conformando una barrera física entre los materiales de obturación y la dentina que impide también la entrada y flujo de los irrigantes en los túbulos dentinarios, aumenta la microfiltración y disminuye la adhesión de los cementos selladores, lo que pudiera conducir a un potencial fracaso del tratamiento endodóntico (6,7).

Distintos estudios demuestran que sea cual sea la técnica utilizada, la efectividad de las soluciones irrigantes es limitada en el tercio apical. Esto siendo más notable en conductos curvos, sin embargo, también pudiendo ocurrir en dientes unirradiculares (8).

## IMPORTANCIA DEL BARRILLO DENTINARIO

El barrillo dentinario puede contener microorganismos por lo que debe ser completamente eliminado de las paredes y túbulos dentinarios ya que impide que el hipoclorito de sodio, hidróxido de calcio y demás medicamentos intraconducto penetren en ellos limitando así la efectiva desinfección del sistema de conductos radiculares (9).

El barrillo dentinario tiene un volumen de masa y grosor impredecibles porque una gran porción de este es agua, es capaz de contener y actuar como sustrato para microorganismos y sus productos. Estos microorganismos pueden multiplicarse y proliferar hacia dentro de los túbulos dentinarios que podrían terminar sirviendo como reservorio de irritantes (9).

Uno de los objetivos principales del tratamiento endodóntico es el adecuado sellado entre los materiales de obturación y las paredes del conducto; el barrillo dentinario ha sido descrito como una barrera que impide un sellado satisfactorio. Lester y Boyd en 1977 demostraron que, en presencia de barrillo dentinario, los cementos selladores basados en óxido de cinc y eugenol no lograban penetrar en los túbulos dentinarios (9,10).

Posteriormente se demostró que los materiales resinosos de obturación lograban penetrar los túbulos dentinarios solo después de la remoción del barrillo dentinario. Luego se encontró en un estudio que en las paredes donde no se removía el barrillo dentinario, no penetraban los cementos selladores, mientras que en el grupo donde sí se removía el barrillo, el cemento sellador era capaz de penetrar de 40 a 60  $\mu\text{m}$  dentro de estos. La penetración de los materiales de obturación dentro de los túbulos dentinarios aumenta la interfaz entre estos y la estructura dentinaria lo cual mejora el sellado y la capacidad de los materiales de obturación para prevenir la microfiltración (10,11).

Si el objetivo de la obturación es maximizar la penetración del cemento sellador y los materiales de obturación dentro de los túbulos dentinarios para prevenir la microfiltración, se debería obturar sobre una superficie dentinaria libre de barrillo, para lo cual debería aplicarse algún agente o instrumento que lo logre (10,11).

## MICROBIOLOGÍA ENDODÓNTICA

Los microorganismos desempeñan un papel importante como iniciadores y contribuyentes significativos de la enfermedad inflamatoria de la pulpa dental y tejidos periapicales. Sin ellos no habría trastornos endodónticos. Su disminución o eliminación durante los procedimientos terapéuticos es decisiva para la reparación posterior al tratamiento y la evolución satisfactoria del caso. Las bacterias aisladas frecuentemente de pulpas necróticas infectadas son: bacterias anaerobias estrictas y bacterias anaerobias facultativas (12,13).



Takehashi *et al* (14) demostraron la relación estrecha entre microorganismos y enfermedad endodóntica. Después de la exposición de la pulpa dental a la cavidad oral, se desarrollaron lesiones pulpares y periapicales en ratas comunes, pero esto no sucedió en las ratas libres de gérmenes que no desarrollaron lesiones.

De las más de 300 especies de bacterias reconocidas como normales en la flora oral, sólo un grupo pequeño son comúnmente aisladas de pulpas necróticas, hay un predominio de bacterias anaeróbicas estrictas, con algunas anaerobias facultativas y raramente aerobias. Casi todas las infecciones del conducto radicular son mixtas y los síntomas agudos se relacionan por lo general con la presencia de anaerobios específicos como: *Porphyromonas gingivalis*, *Porphyromonas endodontalis* y *Prevotella buccae* (14).

Las técnicas modernas de cultivo han sido muy útiles para demostrar la asociación de bacterias oportunistas orales con patología pulpar y periapical, también han sido útiles al establecer un medio especial y selectivo en el conducto radicular similar a la naturaleza cooperativa y antagonista de las relaciones entre las bacterias y el conducto radicular. Se ha demostrado que los microorganismos y sus productos derivados son los responsables directos de las lesiones de los tejidos o de las respuestas inmunológicas (16).

Una lesión perirradicular se desarrolla cuando el conducto radicular contiene bacterias, las cuales, en el conducto infectado juegan un papel importante en el progreso de la lesión periapical debido a sus efectos citotóxicos, de igual manera los bioproductos bacterianos por sí solos son capaces de causar lesiones perirradiculares. En la superficie de las bacterias Gram negativas se encuentran lipopolisacáridos (LPS), los cuales son componentes importantes debido a que producen efectos citotóxicos que causan patologías periapicales (16,17).

Las endotoxinas contenidas en los conductos radiculares de dientes sintomáticos con evidente lesión perirradicular radiográfica y exudado son mucho mayores que en dientes asintomáticos. Las infecciones anaerobias regularmente producen dolor, hinchazón purulenta y mal olor, lo que indica la presencia de metabolitos de bacterias anaerobias como amonio, urea y aminoácidos (17).

Los anaerobios facultativos, *estreptococos* y *enterococos* están involucrados en algunos casos de agudizaciones o exacerbaciones y en fracasos de tratamientos

endodónticos. Desde el punto de vista de tratamiento, todas las infecciones endodónticas son consideradas polimicrobiales y por eso se deben remover las bacterias, bioproductos bacterianos y sustratos de la cavidad pulpar (18).

## MÉTODOS PARA LA REMOCIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO

### 1. MÉTODOS QUÍMICOS

Existe un gran número de químicos que han sido propuestos como agentes irrigantes por sus propiedades para la remoción del barrillo dentinario. Lo más eficaz es utilizar un irrigante que desinfeste y limpie los conductos y una solución que remueva los restos de barrillo dentinario creados durante los procedimientos de instrumentación (19).

#### 1.1. Clorhexidina

Esta solución ofrece un efecto antibacteriano de larga duración por su propiedad de substantividad y adherencia a la dentina, pero no es capaz de disolver el tejido orgánico o remover el barrillo dentinario (20).

#### 1.2. Hipoclorito de sodio

El hipoclorito de sodio (NaOCl) es un irrigante efectivo y ampliamente utilizado en la terapia endodóntica por ser disolvente del tejido orgánico e inorgánico, además de su efecto bactericida ante una amplia gama de microorganismos encontrados en la microbiota de los conductos radiculares. Esta efectividad es directamente influenciada por la calidad de la irrigación, por la profundidad a la que se lleva el irrigante, su activación, concentración y la selección de la aguja para realizar dicha irrigación. El NaOCl es una solución química que posee una alta alcalinidad (pH 11-12,5); es un agente oxidante de proteínas y altamente hemolítico cuando se pone en contacto con glóbulos rojos, incluso en sus concentraciones más bajas (1:1 000) (21,22).

Como agente irrigante, el NaOCl continúa siendo la primera elección en endodoncia; su concentración varía entre 0,5 % hasta 5,25%, siendo esta última la concentración más empleada por su gran potencial y rapidez en la disolución del tejido orgánico, pero a su vez presenta mayor citotoxicidad. Algunos clínicos no recomiendan esta concentración por su efecto irritante sobre los tejidos periapicales, sin embargo,

utilizarlo al 0,5 %, no es suficiente para actuar sobre algunos microorganismos como el *Staphylococcus aureus* o *Enterococcus faecalis* (23).

Durante la terapia endodóntica, el NaOCl puede ser extruido a través del foramen apical debido al aumento de la presión positiva cuando la aguja no alcanza la longitud de trabajo, por lo que queda atascada en el conducto y no existe retorno de la solución hacia la cámara. Suele ocurrir en dientes con longitudes radiculares largas y con algún grado de reabsorción apical relacionada con enfermedades que afectan el periápice. Los síntomas más comunes en este accidente son edema, dolor, equimosis, hemorragias, enfisema y reacciones alérgicas (22,23).

### 1.3. Quelantes

Los agentes quelantes más comunes son aquellos que se basan en el Ácido Etilendiaminotetraacético (EDTA) el cual reacciona con los iones de calcio de la dentina y forma quelatos de calcio solubles. Se ha reportado que el EDTA ha logrado la descalcificación de la dentina hasta unas profundidades de 20 y 30  $\mu\text{m}$  en 5 minutos. El EDTA es un agente quelante inorgánico usado durante la instrumentación de conductos estrechos y como complemento para remover la capa de barrillo dentinario. En el tratamiento del sistema de conductos radiculares la sal disódica de EDTA es generalmente aceptada como el lubricante y quelante más efectivo. Diversos estudios han demostrado que los agentes quelantes como el EDTA en presentación de pasta mantienen un buen efecto de lubricación, pero no son tan efectivos en remover el barrillo dentinario al compararlos con el EDTA líquido (24,25).

### 1.4. Hipoclorito de sodio y EDTA

Al momento de irrigar el sistema de conductos radiculares se plantea un doble objetivo, primero remover el componente orgánico, restos de tejidos pulpar, microorganismos, y segundo la remoción del componente inorgánico o barrillo dentinario. Al no existir una solución capaz de lograr estos dos objetivos, diversos autores han propuesto que durante la irrigación es necesario el uso secuencial de solventes de estructuras orgánicas e inorgánicas (24,25).

Bystrom *et al* (21) en 1985, comprobaron que, si se utiliza alternamente el NaOCl y el EDTA entre cada instrumento durante la instrumentación endodóntica, se lograban conductos libres de barrillo dentinario y una mejor acción antibacteriana. Con

la combinación de ambas soluciones se demostró un efecto muy importante en la remoción de materia orgánica e inorgánica del lumen del conducto.

Un gran número de investigadores ha acordado que para lograr la remoción de microorganismos, tejido orgánico y barrillo dentinario es completamente necesario el uso alternado de EDTA y NaOCl. Goldman *et al* (26) en 1982 examinaron el efecto de varias combinaciones de EDTA y NaOCl y encontraron que la irrigación final más efectiva fue la de 10 ml de EDTA al 17% seguido de 10 ml de NaOCl al 5,25%.

### 1.5. Ácidos orgánicos

El ácido cítrico es un irrigante efectivo del sistema de conductos radiculares. Sin embargo, Yamada *et al* (27) en 1983 observaron que la combinación de ácido cítrico al 25% más NaOCl no fue tan efectiva como la combinación con EDTA al 17% y encontraron que el ácido cítrico dejaba un precipitado cristalino en los conductos lo que interfiere con el sellado. Uno de los principales problemas de este agente irrigante es su bajo pH, que lo hace más ácido y biológicamente menos aceptable, mientras que el EDTA tiene un pH neutro.

## 2. MÉTODOS FÍSICOS

### 2.1. Irrigación convencional

La irrigación convencional con el uso de agujas se ha establecido como un método eficiente para llevar los irrigantes al interior de los conductos radiculares. Esta técnica se basa en dispensar el irrigante al sistema de conductos radiculares a través de agujas o cánulas de diámetros variables de forma pasiva y con agitación de la aguja (28).

La técnica de agitación se logra al mover la aguja de arriba abajo dentro de la longitud del conducto. Algunas de estas agujas están diseñadas para dispensar el irrigante a través de su parte más distal, mientras otras han sido diseñadas para hacerlo lateralmente mediante orificios ubicados a los lados y sin salida hacia sus partes distales. Este diseño de salida lateral se ha propuesto para mejorar la activación hidrodinámica de los irrigantes y minimizar la extrusión apical (28).

Es muy importante que, al momento de irrigar, la aguja o cánula permanezca libre y sin retenciones dentro del sistema de conductos radiculares, lo cual permite que el irrigante se difunda mejor, logrando que todo el material desbridado se desplace

coronalmente mientras se evita el paso de estos a los tejidos periapicales. Una de las ventajas de la irrigación convencional es que permite controlar dos factores importantes, la profundidad a la que es introducida la aguja dentro del conducto y el volumen de irrigante dispensado (28,29).

Sin embargo, la acción mecánica de lavado creada por la irrigación convencional con agujas ha sido descrita como relativamente débil. Diversas investigaciones demostraron que después de la irrigación convencional las irregularidades y sitios inaccesibles del sistema de conductos radiculares presentan microorganismos y restos desbridados. Un estudio previo demostró que cuando se aplica la irrigación convencional, el irrigante solo lograba penetrar 1 mm más allá de la profundidad de la aguja. Aun cuando la irrigación con EDTA e hipoclorito de sodio es realizada con las agujas de orificio lateral y son introducidas hasta 1 mm de la longitud de trabajo, se ha encontrado cantidades abundantes de barrillo dentinario en la porción apical de los conductos radiculares. Grossman en 1943 ya había propuesto un adecuado ensanchamiento del conducto radicular que permitiese el paso de los irrigantes a la región apical (28, 30).

Se ha reportado que cuando el conducto radicular es instrumentado a diámetros menores de .40 la irrigación es menos efectiva y disminuye significativamente más cuando los conductos se preparan a diámetros menores de .30, mientras que mejora cuando son preparados hasta .60 y no había diferencia significativa cuando se preparaba a diámetros mayores (28,29).

Es por eso por lo que el clínico debe saber balancear la necesidad de ensanchamiento del conducto para mejorar la eficacia de la irrigación con las consecuencias negativas que trae las preparaciones amplias como la deformación del conducto y subsecuente debilitamiento de las raíces. Algunos de los factores que mejoran la eficacia de la irrigación convencional son, la mayor proximidad de la aguja hacia el ápice, el uso de grandes volúmenes de irrigante y el uso de agujas de menos diámetro. Sin embargo, mientras más cercana la punta de la aguja al ápice, mayor riesgo de extrusión del irrigante. Se ha demostrado que la irrigación de forma lenta, más la agitación continua de la aguja minimiza los accidentes de hipoclorito (28,30).

## 2.2. Irrigación dinámica manual

Para que un irrigante sea efectivo debe ponerse en contacto directo con las paredes del conducto radicular. Sin embargo, a veces es difícil que estos puedan llegar a la porción apical del conducto radicular debido al conocido efecto burbuja, que es aire atrapado que no permite el paso al tercio apical del conducto. Se ha demostrado que la agitación corono-apical con movimientos de 2 a 3 mm de un cono de gutapercha bien ajustado al calibre final de la preparación apical del conducto puede producir un efecto hidrodinámico que contrarresta este efecto de burbuja de aire y permite un mejor desplazamiento hacia la porción apical del conducto (30,31).

Varios factores han contribuido a los resultados positivos obtenidos con la irrigación dinámica manual: el primero consiste en el aumento de la presión generada dentro del conducto gracias a los movimientos de vaivén, lo que conllevaría al transporte de los irrigantes a las superficies inalcanzables. El segundo factor se atribuye a la frecuencia y energía generada, que se calcula aproximadamente de 1.6 Hz. El tercer factor consiste en que el desplazamiento de los irrigantes generado por el movimiento, probablemente permite la mezcla de los irrigantes frescos aun sin reaccionar con la solución que ya ha reaccionado (30,31).

### 2.3. Irrigación ultrasónica pasiva (IUP)

Se ha demostrado que las limas activadas ultrasónicamente son efectivas al momento de la irrigación del sistema de conductos radiculares. Hasta ahora se han descrito dos tipos de irrigación ultrasónica: una, en la cual la irrigación es combinada con la instrumentación ultrasónica o irrigación ultrasónica (IU) y otra donde la irrigación y activación ultrasónica se realizan después de la instrumentación conocida como irrigación pasiva ultrasónica IUP. Las investigaciones de Weller *et al* (32) en 1980 y Ahmad *et al* (33) en 1987 han demostrado que la IU es menos efectiva que la IUP en remover el tejido pulpar y barrillo dentinario de los conductos radiculares. Este resultado puede ser explicado por la reducción de la onda acústica y cavitación de la lima cuando entra en contacto con las paredes del conducto radicular.

La IUP fue descrita por primera vez por Weller *et al* (32) en 1980, el termino pasivo se introdujo en referencia a que la lima activada ultrasónicamente no entraba en contacto con las paredes y por lo tanto era de acción no cortante pasiva. Este tipo de irrigación se basa principalmente en la transmisión acústica de energía al irrigante

desde una lima oscilante o un alambre suave. La energía se transmite por medio de las ondas ultrasónicas y pueden inducir corriente acústica y cavitación del irrigante (34).

Después de la preparación químico mecánica coronal y apical del conducto radicular, independientemente de la técnica utilizada, se introduce en el centro del conducto radicular hasta apical una lima o instrumento metálico de calibre pequeño que puede ser .15, .20 o .25 para posteriormente rellenar el conducto con el irrigante el cual será activado por la lima en oscilación ultrasónica. Debido a que el conducto radicular ha sido preparado anteriormente, la lima puede moverse libremente y el irrigante puede penetrar más fácilmente hacia la porción apical y la acción de limpieza será más eficaz. Así el potencial para crear deformaciones en el sistema de conductos radicular se reduce al mínimo. La eficacia de limpieza de la IUP incluye la remoción de la dentina desbridada, barrillo dentinario, microorganismos, planctónicos o biopelículas, y del tejido inorgánico. Debido a la naturaleza activa de la corriente acústica, el irrigante aumenta su capacidad de entrar en contacto con mayores superficies de dentina (33, 35).

#### FRACASO ENDODÓNTICO

Los dientes tratados endodónticamente están en riesgo de reinfectarse o fracturarse, por lo que siempre será más ventajoso evitar la endodoncia. La influencia en el resultado del tratamiento es variable, una de ellas es la persistencia de barrillo dentinario y bacterias en el sistema de conductos. Estas bacterias, presentes al momento de la obturación radicular, pueden sobrevivir en el conducto tratado, induciendo la inflamación del tejido periapical (36,37).

El porcentaje de éxito de la endodoncia, según diversos autores, oscila entre el 77 y 95%, dependiendo de que se trate de un conducto con o sin patología periapical respectivamente. En el tratamiento de las pulpitis es del 90 - 95% y en las periodontitis del 80-90%; mientras que en los retratamientos desciende significativamente hasta el 60%. En este amplio rango de porcentajes intervienen distintos factores: sistémicos, patológicos, diagnósticos, relacionados con la apertura cameral, localización de conductos, instrumentación, obturación y con la reconstrucción del diente desvitalizado (36,37).

En muchos casos, la instrumentación completa de los conductos infectados puede ser inalcanzable debido a la inaccesibilidad de los sitios de infección, por

ejemplo, cuando existe presencia de conductos accesorios a los cuales los instrumentos, la medicación o los irrigantes no pueden llegar. En la mayoría de los casos, el fracaso del tratamiento de endodoncia es resultado de la acción de los microorganismos que persiste en la porción apical del sistema de conductos radiculares, incluso en los dientes bien tratados, independientemente de la técnica y de los instrumentos empleados. Las zonas sin instrumentar pueden contener bacterias o restos de tejido necrótico, aunque la obturación de los conductos radiculares parezca ser radiográficamente adecuada (36,37).

Dentro del sistema de conductos, las bacterias se encuentran ubicadas en áreas como istmos, ramificaciones, deltas apicales, irregularidades de los conductos y túbulos dentinarios. Si la instrumentación biomecánica, los irrigantes o los medicamentos no son capaces de alcanzar dichos sitios, es probable que el barrillo dentinario y suministro de nutrientes para las bacterias situadas ahí permanezca inalterado después de la terapia radicular. Sin embargo, las bacterias presentes en áreas tales como los túbulos dentinarios pueden tener un sustrato reducido drásticamente (37).

En tales regiones anatómicas, las bacterias aisladas por el relleno radicular por lo general mueren. Pese a esto, algunas especies bacterianas pueden sobrevivir durante periodos relativamente largos. Así, si el relleno radicular falla, proporcionando un sellado incompleto, la filtración de fluidos desde el tejido periapical puede proporcionar sustrato para el crecimiento bacteriano. Lo mismo puede ocurrir si se produce alguna filtración desde coronal (38).

Según las condiciones presentes en los conductos radiculares, ciertas bacterias son más capaces de sobrevivir y multiplicarse que otras. Aun cuando es posible encontrar anaerobios facultativos en dientes con necrosis pulpar, es más frecuente encontrar anaerobios estrictos en conducto infectados, sin tratamiento endodóntico previo y con pulpa necrótica y anaerobios facultativos en los casos de tratamientos de endodoncia fallidos. La flora microbiana presente en los conductos después del fracaso del tratamiento de endodoncia se limita a un pequeño número de especies microbianas, predominantemente gram positivas, anaerobios facultativos, especialmente *Enterococcus*, son los más frecuentes en estos casos y entre ellos, *Enterococcus faecalis* es la especie más frecuentemente aislada (37,38).



## 1. CAUSAS DE FRACASO ENDODÓNTICO:

### 1.1. Fracazos periodontales (32%)

En este grupo se incluyen aquellos dientes en que existe una extensa pérdida de hueso y gran movilidad dentaria o los que por motivos periodontales no pueden soportar un tratamiento protésico y deben ser extraídos (36).

### 1.2. Fracazos protésico-restauradores (59.4%)

Aunque el tratamiento endodóntico sea un éxito, si el tratamiento restaurador del diente no es correcto, no se cumple el objetivo final de llevar el diente a su funcionalidad normal, por lo que, en definitiva, el resultado final conduce al fracaso. Aquí englobamos los dientes tratados endodónticamente y restaurados con una mala obturación o aquellos donde existe una imposibilidad de volver a restaurar el diente. Algunas de las causas de fracaso protésico-restaurador son las fracturas coronales, las fracturas radiculares y aquellas restauraciones que estén provocando una patología importante (38).

### 1.3. Fracazos relacionados con errores diagnósticos

Uno de los fracasos más desalentadores en endodoncia es el de hacer un tratamiento de conductos del diente que no esté causando la sintomatología. Esto es debido a no hacer todas las pruebas diagnósticas dirigidas a obtener un diagnóstico que, de certeza como la prueba de sensibilidad térmica y eléctrica, fistulografía con una punta de gutapercha para seguir el tracto sinusal, diferentes angulaciones radiológicas, sondaje periodontal, palpación, percusión, inspección de mucosas, etc. Más importante que realizar estas pruebas hay que procesar los resultados y contrastarlos con los conocimientos que tengamos y así derivar en las diversas entidades clínicas de las patologías pulpares y periapicales. También es necesario saber realizar el diagnóstico diferencial con otras patologías (lesiones inflamatorias benignas, quistes y tumores benignos o maligno) radiológicamente similares a las lesiones periapicales de origen pulpar, es necesario que se realice biopsia de la lesión (36,38).

Dentro de los errores diagnósticos, tenemos los fallos en la selección del caso endodóntico, porque hay situaciones en las que el diente no tiene que incluirse en la estrategia rehabilitadora del sistema estomatognático. El no pronosticar la dificultad

en el tratamiento de un conducto calcificado puede llevarnos a asumir un fracaso, cuando es atribuible a una limitación de la indicación del caso; al igual que ocurre al tratar un diente en el que no se haya detectado una grieta coronorradicular plenamente establecida (38,39).

Un error frecuente consiste en diagnosticar una patología pulpar cuando obedece a una patología periodontal. Esto se agrava en un diente con tratamiento endodóntico. También se puede cometer el error opuesto de no diagnosticar una lesión periodontal secundaria a una necrosis pulpar (38).

#### 1.4. Fracasos relacionados con la localización de conductos

Es frecuente la persistencia de sintomatología por la existencia de algún conducto que no fue oportunamente ubicado, variaciones anatómicas que determinen una morfología complicada de los conductos radiculares o la existencia de conductos accesorios o laterales, alteración de la luz de los conductos por calcificaciones o reabsorciones que dificulten la limpieza e instrumentación de todo o una parte del sistema de conductos radiculares (40).

#### 1.5. Fracasos relacionados con errores en la instrumentación

Los fracasos endodónticos debido a errores en la preparación de los conductos pueden aparecer por iatrogenia de procedimiento como: perforaciones, escalones, obstrucciones apicales, deformación del conducto por subinstrumentación o sobreinstrumentación, por fracturas de limas dentro del conducto durante la instrumentación o por dificultades técnicas (41).

Perforaciones durante la apertura o instrumentación que pongan en contacto la cámara o el conducto radicular con el periodonto. Las perforaciones tienen distinto pronóstico según el nivel de su localización dentro del conducto, así como su tamaño y el tiempo de evolución antes de su sellado. Tienen peor pronóstico cuanto más apicalmente se sitúen. El empleo de instrumental manual con movimientos lineales sin precurvado es una de las causas más frecuentes de deformaciones, perforaciones y escalones, que conlleva el desbridamiento insuficiente del conducto. La perforación de la cara interna de los conductos curvos puede ocurrir al instrumentar con limas de gran calibre los conductos curvos, largos y estrechos. Las limas de rotación continua

reducen esta iatrogenia, aunque no la anulan; sin embargo, con ellas se incrementa la tendencia a la fractura del instrumento (38, 41).

Los escalones que no permitan acceder a la longitud de trabajo se dan por el uso inapropiado de los instrumentos endodónticos al rotarlos o no precurvarlos, por obstrucciones de los conductos con tapones de dentina al no irrigar de manera correcta, por instrumentos rotos que dificultan la limpieza y modelado del conducto radicular, también por subinstrumentaciones o sobreinstrumentaciones y por último por una determinación de la longitud errónea o una limpieza insuficiente de las paredes del conducto (41).

#### 1.6. Errores en la obturación de conductos

El límite apical de la obturación de los conductos radiculares es más crítico que la técnica utilizada o el sellador empleado. Cuando la obturación llega de 0 a 2 mm del ápice se logra un 94% de éxito clínico, mientras que cuando superaba los 2 mm el éxito es del 68% y del 76% cuando se sobre obtura el conducto. Además, el porcentaje de éxito en retratamientos correctamente obturados es del 67%, mientras que si la obturación es deficiente el porcentaje disminuye al 31%. También es importante el grado de condensación, la fuerza y el tipo de espaciador influye significativamente en la posibilidad de generar fisuras radiculares. Los espaciadores de acero inoxidable generan más estrés radicular que los espaciadores de níquel titanio. Se puede producir irritación periapical en el caso de las sobreextensiones del material de obturación, o infección por persistencia de restos o espacios vacíos en el caso de un deficiente sellado en las subobturaciones (39,42).

#### 1.7. Fracturas radiculares

En el segundo grupo de causas de fracaso endodóntico referente a la reconstrucción coronaria en diente no vital, están las fracturas verticales completas o incompletas, representando un 5% de todas las fracturas dentales. Las fracturas coronales incompletas son más prevalentes en pacientes de edad comprendida entre los 40 y 60 años y en pacientes que tienen una mal oclusión tipo II, según la clasificación se relacionan con la fuerza de fractura y la amplitud de la luz del conducto radicular. Por este motivo es recomendable no instrumentar más de lo estrictamente necesario y más todavía utilizar instrumental rotatorio, con el que se respeta mejor la anatomía de los conductos (39,38).

Las fracturas verticales son de muy mal pronóstico por lo difícil y tardío de su diagnóstico. Tanto las fracturas verticales completas o las de la porción apical pueden producirse durante la preparación por una instrumentación inadecuada o durante la obturación por condensación lateral al hacer una presión excesiva con el espaciador. También se puede producir cuando la preparación del conducto no es uniforme y, por lo tanto, el espaciador no reparte las fuerzas por todo el conducto de manera uniforme, haciéndolo en un solo punto (39,38).

## MICROSCOPIA CONFOCAL LÁSER

La Microscopía Láser de Escaneo Confocal (CLSM), es una técnica 3-D, no destructiva, capaz de producir imágenes de alta resolución. La superficie se escanea con un rayo láser de 1 mm de diámetro que proporciona información indirecta sobre la microestructura. Aunque esta técnica tiene un límite vertical de entre 4 y 50 mm, puede producir una imagen de alta calidad desde múltiples profundidades. Se pueden producir imágenes de superficie de muestras que son de carácter similar a las del Microscopio Electrónico de Barrido (SEM), pero sin muchos problemas de preparación de muestras (44,45).

El principio confocal se basa en la eliminación de la luz parásita de los planos desenfocados por las aberturas confocales. Las imágenes se obtienen escaneando la muestra con una fuente de luz del tamaño de un punto y registrando la luz reflejada desde el plano enfocado. La obtención de imágenes en profundidad se habilita al grabar series de imágenes consecutivas en los diferentes planos ópticos, a diferentes profundidades. La microscopía confocal permite el estudio de dientes naturales. Si se aplica a las áreas más externas del diente, no requiere preparación de la muestra, lo que permita observaciones en condiciones húmedas. El Leitz CLSM-Diaplan<sup>®</sup> está equipado con un láser He/Ar de gas mixto de energía variable (hasta 40 mW) que funciona a 488 nm. La intensidad de la luz láser reflejada se registra en 256 grises y se visualiza en pseudo-colores arbitrarios. Los colores amarillo claro a rojo representan altas intensidades de luz reflejada, como estructuras interprismáticas y componentes orgánicos. En áreas donde el rayo láser penetra, pero no se dispersa como los núcleos de los prismas, la luz mínima se refleja y aparece en colores oscuros o negros (45,46).

El poder de este enfoque radica en su capacidad para obtener imágenes de estructuras a niveles discretos dentro de una muestra biológica intacta con una

resolución lateral teórica de 0,14  $\mu\text{m}$  y una resolución vertical de 0,23  $\mu\text{m}$  con una lente de apertura numérica de 1,4 (44).

Aunque el principio de la microscopía confocal fue patentado hace varios años por Minsk en 1957, los primeros microscopios basados en esta técnica que demostraron su validez fueron descritos por Petran en 1968, su gran aceptación y espectacular desarrollo no ha tenido lugar hasta hace unos pocos años con el desarrollo del láser y de los ordenadores personales. La microscopia laser confocal es utilizada principalmente en biología y se introdujo en odontología para obtener tomografías microscópicas de las áreas externas del subsuelo de los tejidos dentales duros. Posteriormente fue utilizada en materiales dentales por Watson y aplicada por el mismo autor para visualizar las interfaces diente/restauración (46,47).

La tendencia ha sido hacer que los CLSM sean más fáciles de usar. Muchas operaciones ahora están automatizadas, controladas directamente desde el teclado de la computadora en lugar de hacerlo a mano como antes. El láser y brillo, por ejemplo, es controlado por computadora usando una gama de filtros de densidad neutra que se montan en una rueda de filtro motorizada colocada en la trayectoria del haz entre el láser y el cabezal de escaneo o por control directo de la potencia del láser. Muchos filtros ópticos están montados en una segunda rueda de filtro controlada por computadora en el cabezal de escaneo (44).

Las imágenes multidimensionales se refieren a la práctica de recopilar imágenes a diferentes profundidades y/o puntos temporales. Es una opción cada vez más práctica con el desarrollo de CLSM más sensibles y la introducción de imágenes prácticas de fotones múltiples. Además, las muestras pueden etiquetarse con múltiples sondas, lo que agrega la dimensión de la longitud de onda. Una característica importante de este microscopio es la visualización de imágenes multidimensionales mediante la reconstrucción por computadora de la serie Z y la combinación de imágenes de múltiples longitudes de onda. De esta manera, las imágenes deben estar accesibles para cualquier computadora para visualizarlas con la misma resolución y balance de color que las recopiladas directamente desde el microscopio confocal, dependiendo de la resolución (44,45).

Parte de la luz procedente de la fuente de iluminación atraviesa un primer diafragma, es reflejada mediante un espejo dicróico y se enfoca en un punto del

espécimen mediante la lente de un objetivo. La señal emitida por el punto iluminado vuelve por el mismo camino óptico, pasa a través del espejo dicróico y es enfocada en un detector, un segundo diafragma o *pinhole* es colocado delante del detector para eliminar las señales procedentes de la zona fuera de foco (44,45).

El principio del funcionamiento del microscopio confocal se basa en la existencia de dos diafragmas o *pinhole*, uno entre la fuente de luz y el objetivo y el otro entre el objetivo y el detector. Ambos *pinhole* deben de estar perfectamente alineados de forma que el segundo de ellos únicamente deje llegar al detector la luz procedente del plano focal. La utilización de un láser como fuente de luz permite focalizar la iluminación en una región muy pequeña de la muestra y con una gran intensidad (44,47).

Dado que sólo se ilumina una pequeña zona de la muestra, para poder visualizarla se necesita un sistema de barrido que permita muestrear todos los puntos y un sistema de formación de la imagen donde se recoja la información de cada uno de estos puntos. El sistema de barrido puede ser de dos tipos: que el haz del láser se desplace por la muestra (*beam scanning*) o que sea ésta la que se desplace, mientras el haz permanece inmóvil (*stage scanning*). El primer tipo es el más comúnmente empleado, tiene la ventaja de una mayor velocidad de barrido y por tanto de formación de la imagen, además el espécimen no necesita ser movido durante el muestreo por lo que no necesita ser fijado, lo que lo hace especialmente interesante para el estudio de células en vivo. El campo de barrido coincide con el campo de observación del objetivo permitiendo que la zona de estudio pueda ser localizada utilizando microscopía convencional (44).

La técnica de desplazamiento de la muestra (*stage scanning*) presenta como principal ventaja el permitir la observación de una zona tan grande como se desee sin tener que ceñirse al campo visual del objetivo, además debido a que el haz permanece estacionario se tiene una iluminación axial constante (46).

La luz reflejada o fluorescencia emitida por la muestra es recogida en un fotomultiplicador donde se transforma en una señal de vídeo que se digitaliza y almacena en un ordenador, visualizándose a través de un monitor. La mayoría de los sistemas cuentan con varios fotomultiplicadores y un sistema óptico que permite recoger en cada uno de ellos diferentes longitudes de onda (44).

Debido a que el láser necesita un tiempo para barrer la imagen, ésta no pueda ser visualizada de manera instantánea en el monitor. El método de trabajo del microscopio confocal es por epiluminación, es decir con muestras que al incidir la luz sobre ellas reflejan toda o parte de la luz incidente o emiten luz en una longitud de onda superior (microscopía de fluorescencia). El primer caso se suele utilizar con muestras opacas, principalmente en estudios de materiales, mientras que la fluorescencia se utiliza principalmente con muestras biológicas (44, 46).

## FUNCIONAMIENTO DEL MICROSCOPIO

De las distintas líneas de láser que tiene el equipo, el selector de excitación o filtro sintonizable acústico-óptico nos permite seleccionar la que deseamos utilizar, el haz de láser atraviesa un filtro óptico acústico y después atraviesa el objetivo, ilumina un punto de la muestra. Un conjunto de espejos galvanométricos permite desplazar el láser por toda la zona de muestra. La señal luminosa emitida vuelve por el mismo camino óptico, atraviesa el filtro óptico acústico siguiendo un camino distinto al del haz incidente y llega a un sistema de detección espectral donde es dividida en función de sus longitudes de onda. Un diafragma delante del detector espectral permite seleccionar la luz procedente del plano focal. Esta luz incide en un fotomultiplicador donde es transformada en una señal eléctrica que se digitaliza mediante un convertidor analógico digital y se almacena en un ordenador. La imagen del espécimen es visualizada en la pantalla del ordenador a medida que el láser barre toda la zona de muestra. Una platina con enfoque motorizado permite variar de forma automática la posición del plano focal (44,45,46).

Cuando utilizamos el microscopio confocal debemos ajustar los siguientes parámetros:

1.1. Línea de excitación e intensidad del láser: Normalmente un microscopio confocal viene con varios láseres que tienen una o varias líneas de emisión: argón (458, 476, 488, 496 y 514nm), Helio-Neón (543nm), Helio-Neón (633nm), Diodo azul (405 nm). Un filtro óptico acústico permite seleccionar la línea o líneas de emisión que mejor se ajusten al espectro de excitación en la muestra. Este filtro permite también regular la intensidad del láser (44,47).

1.2. Apertura del *pinhole* de detección: Para cada objetivo existe una apertura óptima del diafragma de detección conocida como Airy 1 en la que el espesor de la sección que se obtiene es el mínimo lo que garantiza la máxima resolución (44).

1.3. Ganancia del fotomultiplicador: Ajusta la amplificación de la señal eléctrica generada a partir de los fotones emitidos por la muestra. Si la intensidad de luz emitida por la muestra es débil deberemos de aumentar la ganancia para poder obtener la imagen. Un aumento excesivo de la ganancia se traduce en una pérdida de calidad de la imagen debido al ruido electrónico que se genera (44,46).

1.4. Velocidad de barrido del láser: Se define como el número de líneas por segundo que barre el láser. A menor velocidad de barrido mejor relación señal/ruido y por tanto más calidad de imagen (44).

1.5. Tamaño de la imagen: Define el número de píxeles que tendrá la imagen. Cuanto mayor sea el tamaño de la imagen para un campo determinado mejor será la resolución de la imagen (44).

#### VENTAJAS DE LA MICROSCOPIA CONFOCAL LÁSER

1. MAYOR RESOLUCIÓN: Para un objetivo de inmersión en aceite con una apertura numérica de 1.4 y una longitud de onda de 442 nm es posible alcanzar resoluciones de 0.14  $\mu\text{m}$  en horizontal y 0.23  $\mu\text{m}$  en vertical (44).

2. MAYOR CONTRASTE: Debido a que se elimina la luz procedente de las zonas fuera de foco (44).

3. POSIBILIDAD DE REALIZAR SECCIONES ÓPTICAS: Variando el plano de enfoque el sistema es capaz de tomar imágenes a diferente profundidad. Lo que permite obtener información tridimensional de la muestra (47).

4. ANÁLISIS DE IMÁGENES: Al obtenerse la imagen de modo electrónico es posible digitalizarla y aplicar sobre ella toda una serie de técnicas de análisis de imágenes como: realce de imágenes, para mejorar su calidad, combinación de imágenes para comparar cambios en el tiempo, medida de intensidades (47).

5. RECONSTRUCCIÓN 3D: A partir de las secciones ópticas es posible aplicar técnicas de reconstrucción 3D que nos permitan visualizar las estructuras (44).

6. IMÁGENES MULTIDIMENSIONALES: El microscopio confocal nos permite estudiar imágenes en 2 y 3 dimensiones a lo largo del tiempo. Es posible programar el equipo para obtener imágenes durante un periodo de tiempo determinado (46).



7. IMÁGENES LAMBDA: Si el equipo cuenta con un detector espectral podremos tomar imágenes a diferentes longitudes de onda y a partir de ellas deducir el espectro de emisión de un fluorocromo determinado. El sistema de barrido punto a punto utilizado en los microscopios confocales tiene una serie de ventajas adicionales como:

7.1. Posibilidad de obtener imágenes perpendiculares al plano tomando la misma línea a diferentes profundidades.

7.2. Fijar el láser sobre un punto o una pequeña zona de la muestra y tomar imágenes a diferentes tiempos para observar los efectos del láser sobre esa zona.

7.3. Aumentar la resolución mediante *zoom* del área a barrer tomando mayor número de puntos en áreas más pequeñas (44,45,47).

La velocidad de formación de la imagen depende también del número de puntos que tomemos por imagen, así es mayor en imágenes de 512 x 512 píxeles que en imágenes de 1024 x 1024 píxeles (44).

## JUSTIFICACIÓN

El barrillo dentinario debe ser eliminado de las paredes de los conductos radiculares, debido a que puede ser una causa de fracaso endodóntico, por producir contaminación y proliferación bacteriana. La presente investigación se considera innovadora debido a que no existen estudios que demuestren la eficacia en la remoción de barrillo de dentinario al utilizar el instrumento V-Clean®. Es importante estudiar nuevos instrumentos que permitan conseguir una mejor limpieza de las paredes del conducto radicular y llevar el hipoclorito de sodio hasta la longitud de trabajo, para eliminar el barrillo dentinario lo más apical posible sin causar complicaciones, todo esto hace trascendente este estudio porque nos amplía el conocimiento sobre la existencia y utilización de instrumentos que pueden ayudar a reducir al mínimo los factores que pudieran llevara al fracaso y así elevar las posibilidades del éxito en los tratamientos endodónticos. Esta investigación es factible por que se cuenta con las autorizaciones pertinentes, instalaciones y todo el equipo necesario para poder llevarla a cabo. No se pone en riesgo la salud de ningún paciente.

El presente estudio, evaluará la efectividad del instrumento V-Clean®, en la eliminación del barrillo dentinario en las paredes radiculares intraconducto, después de realizar el protocolo indicado por el fabricante.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Evaluar la efectividad del V-Clean® en la eliminación de barrillo dentinario.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Establecer el porcentaje de superficie ocupada por barrillo dentinario en dientes instrumentados y sin ningún protocolo de irrigación.
2. Establecer el porcentaje de superficie ocupada por barrillo dentinario después de utilizar únicamente hipoclorito de sodio al 5.25% como solución irrigadora.
3. Establecer el porcentaje de superficie ocupada por barrillo dentinario después de irrigar con hipoclorito de sodio y uso de V-Clean®.
4. Comparar el porcentaje de superficie ocupada por barrillo dentinario entre los dientes con irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25% y dientes donde se utilizó el V-Clean®.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio transversal, experimental, prospectivo.

Nombre de la variable	Tipo de variable	Indicador	Escala de medición	objetivo por cumplir	Análisis estadístico
1.- dientes instrumentados y sin ningún protocolo de irrigación.	Independiente	Técnica de Instrumentación efectuada sin técnica o protocolo de irrigación	Sin Utilización de protocolo de irrigación específico	1	Estadística descriptiva
2.- dientes instrumentados utilizando únicamente hipoclorito de sodio al 5.25%	Independiente	Técnica de Instrumentación efectuada exclusivamente con el protocolo de irrigación basado en hipoclorito de sodio al 5.25%	Utilización del protocolo de irrigación con 10ml de hipoclorito de sodio al 5.25% y 10ml de solución salina	2	Estadística descriptiva
3.-dientes instrumentados	Independiente	Técnica de Instrumentación efectuada con el	Utilización del Protocolo	3	Estadística descriptiva

<p>utilizando hipoclorito de sodio y V-Clean®.</p>		<p>protocolo de irrigación de manera combinada usando hipoclorito de sodio y de V-Clean®.</p>	<p>de irrigación con 10ml de hipoclorito de sodio al 5.25%, 10ml de solución salina y se les aplico protocolo de limpieza con el V-Clean® como lo indica el fabricante, la casa comercial SSWhite®.</p>		
<p>Eliminación del barrillo dentinario</p>	<p>Dependiente</p>	<p>Cantidad de barrillo dentinario remanente observado con el microscopio confocal laser de la marca ZEISS® modelo LSM-510 META®</p>	<p>Medición cuantitativa expresada en porcentaje de la Cantidad del barrillo dentinario remanente</p>	<p>1,2,3,4</p>	<p>Estadística descriptiva</p>

## UNIVERSO

Dientes extraídos, recolectados en la Clínica de Cirugía de la FOUADY en el período de enero de 2019 a diciembre de 2019.

## MUESTRA

15 dientes anteriores, caninos y premolares uniradiculares, maxilares y mandibulares

## CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Dientes con raíz dental intacta

Dientes con conducto único

Dientes con remanente coronal

Haber firmado la carta de consentimiento informado

## CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

Dientes que sufran fractura durante el procedimiento

## METODOLOGÍA

Se obtuvieron 15 dientes uniradiculares entre anteriores, caninos y premolares con raíces completas sin fracturas, extraídos de las clínicas de Cirugía de la Licenciatura de Cirujano Dentista de la FOUADY, el paciente llenó un consentimiento informado para autorizar la utilización de su diente. A los dientes se les realizó un proceso de desinfección con hipoclorito de sodio al 5.25% durante una hora y se almacenaron en suero fisiológico hasta que fueron manipulados. Posteriormente se utilizó una fresa troncocónica de diamante y se niveló el tercio incisal u oclusal en los premolares. A todos los dientes se les realizó cavometría, instrumentación y conformación con técnica manual hasta la lima 20, seguido de instrumentación rotatoria con limas Protaper Next<sup>®</sup> hasta la lima 30, posteriormente se instrumentó manualmente con lima 35, 40 y 45, irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25% entre cada lima, se estableció lima manual maestra de calibre 45 en todos los dientes. Al finalizar la instrumentación, se establecieron 3 grupos, un grupo control de 5 dientes sin protocolo de irrigación. El grupo dos, 5 dientes a los que se les realizó protocolo de irrigación con 10ml de hipoclorito de sodio al 5.25% y 10ml de solución salina, con agujas de irrigación endodóntica hasta la cavometría establecida. El grupo tres, 5 dientes que se les realizó protocolo de irrigación con 10ml de hipoclorito de sodio al 5.25%, 10ml de solución salina y se les aplicó protocolo de limpieza con el V-Clean<sup>®</sup> como lo indica el fabricante. Se secaron los conductos con puntas de papel calibre 45. Luego se esperaron 24 horas y se realizó una guía con un corte coronal de la raíz desde la corona hasta el ápice, con un disco de carburo, sin atravesar el conducto para evitar contaminar las paredes, con una guillotina se dividió el diente en dos mitades, una mesial y otra distal. El protocolo para la obtención de las muestras se realizó siguiendo la metodología propuesta por Baumgartner en 1992. Posteriormente las paredes de los conductos se observaron con microscopio confocal láser de la marca ZEISS<sup>®</sup> modelo LSM-510 META<sup>®</sup>, se calibró el microscopio, para obtener 20 imágenes a cada 30 M $\mu$ m de profundidad hasta llegar a la pared del conducto con el objetivo a 5X, se utilizó el láser de alta potencia Argón (azul) que cuenta con una intensidad de 488 $\mu$ m. La distancia focal entre el diente y el lente fue de 5 $\mu$ m para tener una mayor resolución de imagen. Las vistas corresponden al tercio apical, sin observarse el último milímetro apical. Todas las imágenes se cortaron con las mismas medidas de 2000 $\mu$ m

(micrometros) de largo y 500 $\mu$ m de ancho dentro del conducto para estudiar la misma superficie. La edición de los contrastes se llevó a cabo con el software especializado LSM 510<sup>®</sup>, los análisis cuantitativos de superficie ocupada se realizaron con el software ImageJ<sup>®</sup>, marcando sobre la imagen con un lápiz para pantalla táctil las superficies donde se observó los restos de barrillo dentinario. Los datos obtenidos se vaciaron en hojas de Excel<sup>®</sup> y se analizaron mediante estadística descriptiva.



## RESULTADOS

Se evaluaron un total de 15 dientes, todos fueron instrumentados, 5 fueron del grupo control y no fueron irrigados, el grupo dos y grupo tres fueron irrigados con el mismo protocolo, pero en el segundo grupo se realizó protocolo de instrumentación con el V-Clean® de SSWhite® para poder compararlos y observar si existía alguna diferencia en la superficie ocupada por el barrillo. Con relación a la producción de barrillo dentinario en el grupo control, el promedio de superficie ocupada en las paredes fue de 24.66% (297155.8m<sup>2</sup>) de la superficie total estudiada (tabla 1).

Tabla 1. Superficie y porcentaje de pared ocupada por barrillo dentinario en el grupo control.

Muestra	Superficie	Porcentaje
Instrumentado 1	453138m <sup>2</sup>	30.21%
Instrumentado 2	389419m <sup>2</sup>	42.59%
Instrumentado 3	247836m <sup>2</sup>	22.72%
Instrumentado 4	280652m <sup>2</sup>	19.53%
Instrumentado 5	74734m <sup>2</sup>	8.25%
Promedio	297155.8m <sup>2</sup>	24.66%

En el grupo dos, de dientes a los que se les realizó protocolo de irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25%, se obtuvo en promedio que el 3.44% (41995.8m<sup>2</sup>) de superficie de las paredes estaban ocupadas por barrillo dentinario (tabla 2).

Tabla 2. Superficie y porcentaje de pared ocupada por barrillo dentinario en el grupo dos.

Muestra	Superficie	Porcentaje
Hipoclorito 1	55188m <sup>2</sup>	3.68%
Hipoclorito 2	13357m <sup>2</sup>	0.89%
Hipoclorito 3	422071m <sup>2</sup>	2.85%
Hipoclorito 4	31076m <sup>2</sup>	2.38%
Hipoclorito 5	67648m <sup>2</sup>	7.40%
Promedio	41995.8m <sup>2</sup>	3.44%

En cuanto al tercer grupo de dientes a los que se realizó protocolo de irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25% y además el protocolo de limpieza con el V-Clean<sup>®</sup>, se obtuvo un promedio de 0.76% (11259.8m<sup>2</sup>) de superficie de las paredes ocupada por barrillo dentinario (tabla 3).

Tabla 3. Superficie y porcentaje de pared ocupada por barrillo dentinario en el grupo tres.

Muestra	Superficie	Porcentaje
V-Clean 1	3459m <sup>2</sup>	0.23%
V-Clean 2	3744m <sup>2</sup>	0.25%
V-Clean 3	30471m <sup>2</sup>	2.03%
V-Clean 4	8442m <sup>2</sup>	0.56%
V-Clean 5	10183m <sup>2</sup>	0.70%
Promedio	11259.8m <sup>2</sup>	0.76%

Al observar los resultados del grupo control corroboramos la producción de barrillo dentinario en dientes instrumentados. Al comparar el segundo y el tercer grupo hay una discrepancia del 2.68%, existe una mejoría entre ellos y se concluye que el uso de V-Clean<sup>®</sup> como un paso más en el protocolo de irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25% si ayuda a eliminar mayor cantidad de barrillo dentinario de las paredes del conducto (tabla 4).

Tabla 4. Comparación de promedios de los tres grupos.

Muestra	Superficie	Porcentaje
Grupo control	297155.8m <sup>2</sup>	24.66%
Grupo 2	41995.8m <sup>2</sup>	3.44%
Grupo 3	11259.8m <sup>2</sup>	0.76%

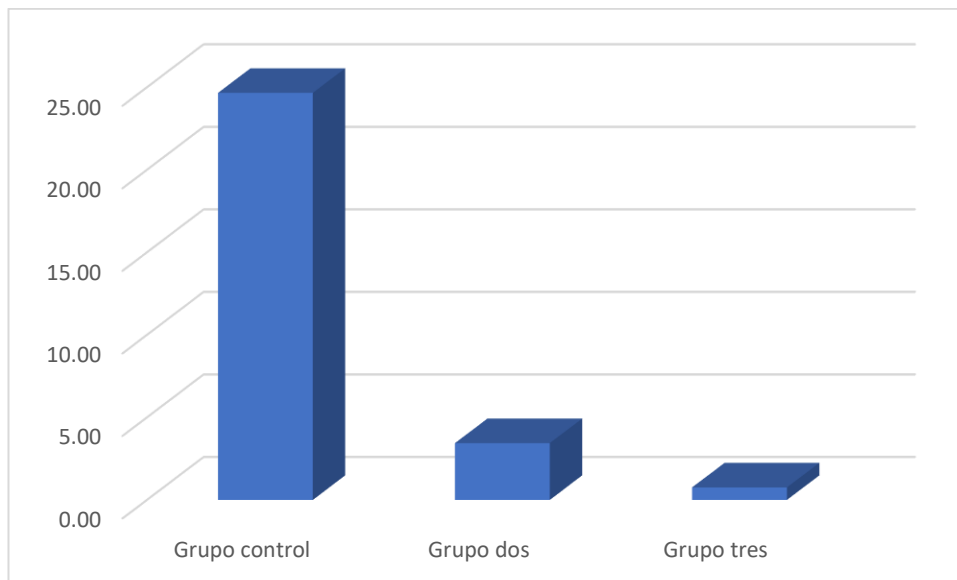


Figura 1. Comparación de promedios de los tres grupos.

## DISCUSIÓN

McComb y Smith en 1975 fueron los primeros en describir la producción de barrillo dentinario sobre la superficie de conductos radiculares instrumentados, desde su descubrimiento se han hecho innumerables estudios para encontrar la manera de eliminarlo (45).

Baker *et al* (46) en 1975 encontraron que aproximadamente un 70% más de detritos parecían permanecer en los conductos radiculares en dientes instrumentados y sin irrigar al compararlos con dientes sin instrumentar. Los resultados de Baker se asemejan con lo encontrado en esta investigación, donde se obtuvo que 24.66% del área total estudiada en dientes instrumentados sin irrigar estaba ocupada por barrillo dentinario demostrando la existencia de detritos aun después de instrumentar.

Yamada *et al* (47) en 1983 concluyeron que el irrigante final más eficaz para eliminar los desechos superficiales fue el hipoclorito de sodio al 5.25%, sin embargo, al analizar más profundamente con el microscopio electrónico de barrido, pudo observar partículas de barrillo, concluyendo que es necesario complementar la irrigación de conductos con algún otro medio para eliminarlo. Esto concuerda con los dientes instrumentados e irrigados con hipoclorito de sodio al 5.25% que se analizaron bajo microscopio donde observamos que el 3.44% del área estudiada en estos dientes estaba ocupada por barrillo dentinario, obteniendo una disminución del 21.22% de barrillo dentinario entre el grupo de dientes instrumentados sin irrigar y el grupo irrigado con hipoclorito de sodio.

Violich y Chandler en 2010 realizaron una revisión bibliográfica sobre los métodos químicos y físicos más utilizados para la remoción de barrillo dentinario, técnicas químicas, ultrasónicas y láser, concluyendo, que ninguna es totalmente eficaz. No podemos comparar los resultados obtenidos en este estudio, puesto que no existe alguno que analice una mejoría en la remoción de barrillo dentinario al utilizarse este instrumento. En este estudio podemos demostrar que existe una mejoría en dientes a los que se le aplicó el protocolo de instrumentación con el V-Clean® en los que el 0.76% del área estudiada estaba ocupada por barrillo dentinario, observando una

mejoría del 2.68% en comparación con los dientes a los que se les realizó protocolo de irrigación con hipoclorito de sodio al 5.25% (48).

Diversos autores coinciden en que sin importar la técnica, instrumento o método para eliminarlo siempre permanece una mínima cantidad de barrillo dentinario en el conducto. Lo antes mencionado concuerda con este estudio donde obtuvimos que los dientes a los que se les aplicó un método químico (irrigados con hipoclorito de sodio al 5.25%) y un método físico (con V-Clean<sup>®</sup>), no fue al 100% exitosa puesto que aún se observó un 0.76% de área ocupada por barrillo dentinario.

## CONCLUSIONES

La remoción del barrillo dentinario durante la instrumentación es un problema constante al que se enfrenta el profesional que realiza tratamientos endodónticos. Es bien sabido que su eliminación de las paredes del conducto radicular produce una mejor adaptación marginal del cemento sellador y la gutapercha a las paredes dentinarias. Durante los años han surgido muchos productos comerciales que buscan tener una mayor efectividad en esta tarea, enfocados principalmente en productos químicos como el EDTA y sus derivados, los cuales han tenido buenos resultados, sin embargo, la creación de instrumentos con esta finalidad ha sido más lenta, siendo dirigidos hacia los equipos ultrasónicos y hasta hace algunos años, no existía un instrumento manual estándar diseñado para tal fin.

El V-Clean<sup>®</sup>, es un instrumento endodóntico manual de reciente creación, el cual preconiza la correcta remoción del barrillo dentinario durante el tratamiento endodóntico. En la presente investigación se comprobó su efectividad, como coadyuvante en la eliminación del barrillo dentinario. Los resultados revelaron que este demostró ser efectivo, y confiable en la tarea, siguiendo el protocolo establecido por la casa comercial. Ante los resultados obtenidos se puede concluir que el uso de V-Clean<sup>®</sup>, si ayuda a eliminar barrillo dentinario que pudiera haber quedado en las paredes después de la irrigación dinámica con hipoclorito de sodio al 5.25% y suero fisiológico, sin embargo, es necesario hacer más estudios con un mayor número de muestras y con distintas formas de conductos, para observar si se comporta de la misma manera en casos de dientes con morfologías más complejas. Se recomienda su uso para una mejor limpieza en dientes con conductos únicos y rectos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Violich D, Chandler P. The smear layer in endodontics – a review. *Int Endod J.* 43; 2010: 2-15.
2. Eick J. Scanning Electron Microscopy of Cut Tooth Surfaces and Identification of Debris by Use of the Electron Microprobe. *J Dent Res.* 49 (6); 1970: 1359-1368.
3. Mader C. Scanning Electron Microscopic Investigation of the Smear Layer on Root Canal Walls. *J Endod.* 10 (10); 1984: 477-483.
4. McComb D. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod.* 1 (7); 1975: 238-242.
5. Arias-Moliz M. Effects of Dentin Debris on the Antimicrobial Properties of Sodium Hypochlorite and Etidronic Acid. *J Endod.* 42 (5); 2016: 771–775.
6. Morago A. Influence of Smear Layer on the Antimicrobial Activity of a Sodium Hypochlorite/Etidronic Acid Irrigating Solution in Infected Dentin. *J Endod.* 42 (11); 2016: 1647–1650.
7. Abou-Rass M. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg.* 54 (3); 1982: 323-328.
8. Bao P. In Vitro Efficacy of XP-endo Finisher with 2 Different Protocols on Biofilm Removal from Apical Root Canals. *J Endod.* 43 (2); 2017: 321-325.
9. Sen B. The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J.* 29; 1995: 141-148.
10. Caron G. Effectiveness of Different Final Irrigant Activation Protocols on Smear Layer Removal in Curved Canals. *J Endod.* 36 (8); 2010: 1361-1366.
11. Arslan D. Comparison of Smear Layer Removal Ability of QMix with Different Activation Techniques. *J Endod.* 42 (8); 2016: 1279–1285.
12. Cohen S, & Hargreaves KM. *Vías de la pulpa.* 11<sup>a</sup> ed. Madrid: Elsevier Mosby; 2008.
13. Neelakantan P, Devaraj S, BDS, Jagannathan N. Histologic Assessment of Debridement of the Root Canal Isthmus of Mandibular Molars by Irrigant Activation Techniques Ex Vivo. *J Endodo.* 42 (8); 2016: 1268–1272.

14. Kakehashi R, SYanley R, Pitzgerabd R. The effects of surgical exposures of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *O.S. O.M y O.P.* 20 (3); 1965: 340-349.
15. Widmer C, Skutas J, Easson C, Torneck C, Flax M, Sayin T. Culture-independent Characterization of the Microbiome of Healthy Pulp. *J Endod.* 44 (7); 2018: 1132–1139.
16. Tzanetakis G, Azcarate-Peril M, Zachaki S, Panopoulos P, Kontakiotis E, Madianos P, Divaris K. Comparison of Bacterial Community Composition of Primary and Persistent Endodontic Infections Using Pyrosequencing. *J. Endod.* 41 (8); 2015: 1226–1233.
17. Figdor D, Brundin M. Contamination Controls for Analysis of Root Canal Samples by Molecular Methods: An Overlooked and Unsolved Problem. *J Endod.* 2016;42(7): 1003-8.
18. Keskin C, Demiry E, Onuk E. Pyrosequencing Analysis of Cryogenically Ground Samples from Primary and Secondary/Persistent Endodontic Infections. *J. Endod.* 43 (8); 2017: 1309–1316.
19. Zehnder M. Root Canal Irrigants. *J Endod.* 32 (5); 2006: 389-398.
20. Souza M. Evaluation of Chlorhexidine Substantivity on Human Dentin: A Chemical Analysis. *J Endod.* 38 (9); 2012: 1249-1252.
21. Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J.* 18; 1985: 35-40.
22. Chen X. Effects of Endodontic Sealers and Irrigation Systems on Smear Layer Removal after Post Space Preparation. *J Endod.* 44 (8); 2018: 1293-1297.
23. Basrani B. Update on endodontic irrigating solutions. *Endodontic Topics.* 27; 2012: 74-102.
24. Wang D. Antimicrobial Effect of Peptide DJK-5 Used Alone or Mixed with EDTA on Mono- and Multispecies Biofilms in Dentin Canals. *J Endod.* 44 (11); 2018: 1709-1713.
25. Prado M. Interactions between Irrigants Commonly Used in Endodontic Practice: A Chemical Analysis. *J Endod.* 39 (4); 2013: 505-510.
26. Falk K. The Influence of Preparation Size on the Mechanical Efficacy of Root Canal Irrigation In Vitro. *J Endod.* 31 (10); 2005: 742-745.
27. Torabinejad M. A New Solution for the Removal of the Smear Layer. *J Endod.* 29 (3); 2003: 170-175.



28. Yamada R. A Scanning Electron Microscopic Comparison High Volume Final Flush with Several Irrigating Solutions: Part 3. *J Endod.* 9 (4); 1983: 137-142.
29. Akman M. Comparison of Different Irrigation Activation Regimens and Conventional Irrigation Techniques for the Removal of Modified Triple Antibiotic Paste from Root Canals. *J Endod.* 41 (5); 2015: 720-724.
30. Kara A. Comparison of Sealer Penetration Using the EndoVac Irrigation System and Conventional Needle Root Canal Irrigation. *J Endod.* 40 (5); 2014: 613-617.
31. Orstavik D, Haapasalo M. Desinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol.* 6; 1990: 142-149.
32. Weller R. Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod.* 6; 1980: 740-3.
33. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: acoustic streaming and its possible role. *J Endod* 1987; 14, 490-9.
34. Caputa P. Ultrasonic Irrigant Activation during Root Canal Treatment: A Systematic Review. 45 (1); 2019: 31-44.
35. Schmidt T. Effect of Ultrasonic Activation of Irrigants on Smear Layer Removal. *J Endod.* 41 (8); 2015: 1359-1363.
36. Rechenberg D, Zehnder M. Molecular diagnostics in endodontics. *Endod Topics.* 30 (1); 2014: 51-65.
37. Stropko J, Doyon G, Gutmann J. Root-end management: resection, cavity preparation, and material placement. *Endod Topics.* 2006; 11 (1): 131-151
38. Dennison J, Sarret D. Prediction and diagnosis of clinical outcomes affecting restoration margins. *J Oral Rehab.* 2012; 39 (4): 301-318.
39. Alkhalifah S. Treatment of Cracked Teeth. *J Endod.* 43 (9); 2017: 1579-1586.
40. Zhang Y. Assessment of the Second Mesio Buccal Root Canal in Maxillary First Molars: A Cone-beam Computed Tomographic Study. 43 (12); 2017: 1990-1996.
41. Roig-Cayón M. A comparison of molar root canal preparations using six instruments and instrumentation techniques. *J Endod.* 23 (6); 1997: 383-386.
42. Helvacioğlu-Yigit D. Evaluation and Reduction of Artifacts Generated by 4 Different Root-end Filling Materials by Using Multiple Cone-beam Computed Tomography Imaging Settings. *J Endod.* 42 (2); 2015: 307-314.
43. Payne L. Resilon: Assessment of Degraded Filling Material in Nonhealed Cases. *J Endod.* 45 (6); 2019: 691-695.

44. Paddock S. Confocal Laser Scanning Microscopy. *BioTechniques*. 27 (5); 1999: 992-1004.
45. McComb D. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. *J Endod*. 1; 1975: 238–242.
46. Baker N. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. *J Endod*. 1(4); 1975. 127-135.
47. Yamada R. A Scanning Electron Microscopic Comparison High Volume Final Flush with Several Irrigating Solutions: Part 3. *J Endod*. 9(4); 1983: 137-142.
48. Violich D. The smear layer in endodontics – a review. *Int Endod J*. 43; 2010: 2-15.

ANEXOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN

HOJA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Expediente: \_\_\_\_\_

Mérida, Yucatán a: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Responsable: CD. Ingrid Kristel Gil Pérez

Director de tesis: M. En O. Gabriel Alvarado Cárdenas y Dr. Rafael Hoyos Pinzón

Asesores: M. en O. María Eugenia López Villanueva, M. en O. David Cortes Carrillo

Estoy de acuerdo en participar el proyecto de tesis titulado “EVALUACIÓN DEL V-CLEAN EN LA ELIMINACIÓN DEL BARRILLO DENTINARIO”

El objetivo general de este trabajo es evaluar si el uso del instrumento V-Clean®, elimina el barrillo dentinario de las paredes intraconducto de los dientes tratados endodónticamente.

Estoy de acuerdo en contestar el cuestionario y acepto donar los dientes que por motivos odontológicos sean extraídos de mi cavidad oral. Se me ha mencionado que cualquier información obtenida sobre mi persona será confidencial y anónima, y mi nombre, apellido y fotografía (s) no aparecerá en ninguna publicación, así como que no existe ningún riesgo en participar.

Reconozco que no estoy obligado (a) a participar en este proyecto y que podré retirarme del mismo en cualquier momento sin condicionamientos ni recibir ninguna clase de penalización. También se me informó que no recibiré ninguna remuneración económica.

Los investigadores se han comprometido en darme información oportuna sobre los procedimientos, así como responder y aclarar dudas. Para cualquier aclaración posterior o en caso de querer ser excluido del proyecto comunicarse con la CD. Ingrid Kristel Gil Pérez al siguiente teléfono: 9992254829 o al correo: [ingridgilp@hotmail.com](mailto:ingridgilp@hotmail.com)

Yo voluntariamente estoy de acuerdo en firmar este formulario y doy libremente mi consentimiento informado para participar en este estudio.

\_\_\_\_\_  
Firma o huella del testigo

\_\_\_\_\_  
Firma del responsable

\_\_\_\_\_  
Firma o huella del paciente