

**IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA PASIVA COMPARADA CON IRRIGACIÓN MANUAL
EN LA ELIMINACIÓN DEL ENTEROCOCCUS FAECALIS DEL SISTEMA DE
CONDUCTOS (ESTUDIO IN VITRO)**

**PASSIVE ULTRASONIC IRRIGATION COMPARED WITH CONVENTIONAL MANUAL
IRRIGATION IN THE ELIMINATION OF ENTEROCOCCUS FAECALIS OF DUCT
RADICULAR SYSTEM (IN VITRO STUDY)**

Autores: Od. Liliana Jiménez¹, Od. Jessy Gómez², Od. Mariana Matos³.

¹ Odontólogo UC. Especialista en Educación Superior; Especialista en Endodoncia. UC. Profesor Asociado del Departamento Estomatológico-Endodoncia, de la Facultad de Odontología, Universidad de Carabobo. Coordinador del Postgrado Endodoncia. UC. Miembro de la SVE. ^{2,3}Odontólogos UC.

CORRESPONDENCIA:

Jiménez, L. Postgrado de Endodoncia, Facultad de odontología de la Universidad de Carabobo. Dirección de Postgrado. Departamento de Estomatológica, Valencia, Venezuela. Teléfono: 04144225834. Emails: coordinaciondeendodoncia@hotmail.com

IRRIGACIÓN ULTRASÓNICA PASIVA COMPARADA CON IRRIGACIÓN MANUAL EN LA ELIMINACIÓN DEL ENTEROCOCCUS FAECALIS DEL SISTEMA DE CONDUCTOS (ESTUDIO IN VITRO)

Autores: Od. Liliana Jiménez¹, Od. Jessy Gómez², Od. Mariana Matos³.

email: coordinaciondeendodoncia@hotmail.com

¹ Odontólogo UC. Especialista en Educación Superior; Especialista en Endodoncia. UC. Profesor Asociado del Departamento Estomatológico-Endodoncia, de la Facultad de Odontología, Universidad de Carabobo. Coordinador del Postgrado Endodoncia. UC. Miembro de la SVE. ^{2,3} Odontólogos UC.

RESUMEN

La clave del éxito de la terapia endodóntica es la limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares, por esto hoy en día los diferentes sistemas de irrigación han adquirido especial importancia para disminuir la permanencia bacterias como el *Enterococcus faecalis*, considerado el microorganismo causante principal de los fracasos endodónticos. El propósito del estudio fue determinar la efectividad de la técnica de irrigación ultrasónica pasiva en la eliminación del *Enterococcus faecalis* con la técnica de irrigación manual convencional en dientes monorradiculares extraídos. En relación a la metodología la investigación se enmarcó dentro del tipo explicativo, con un diseño de experimento puro. La muestra estudiada estuvo conformada por 64 dientes monorradiculares divididos en dos grupos, 30 unidades dentarias (Ud.) con la técnica de irrigación manual, 30 Ud. con la técnica de irrigación ultrasónica pasiva, 2 controles positivos y 2 controles negativos. Para la recolección de la información se empleó la técnica de observación y como instrumento una guía de observación. Los datos fueron analizados mediante la estadística descriptiva e inferencial. En la técnica de irrigación manual convencional se logró una desinfección de 83.4% en el tercio cervical, un 33.4% en el tercio medio y el tercio apical. En la técnica de irrigación ultrasónica pasiva se logró una eliminación del 100% en el tercio cervical y medio del diente, y el 83% en el tercio apical del diente, la cual indica que la irrigación ultrasónica pasiva fue significativamente más efectiva en la eliminación del *Enterococcus faecalis* que la irrigación manual convencional.

PALABRAS CLAVE: *Enterococcus faecalis*, irrigación manual convencional, irrigación ultrasónica pasiva.

ABSTRACT

The key to success in endodontic therapy is the cleaning and disinfection of the root canal system, which is why today the different irrigation systems have become particularly important to reduce the persistence of *Enterococcus faecalis*, considered the main causative endodontic failure. The purpose of this study was to determine the effectiveness of passive ultrasonic irrigation technique in the elimination of *Enterococcus faecalis* compared with conventional manual irrigation technique in single-rooted teeth extracted. Regarding the research methodology was framed within the explanatory type, with experimental design. The study sample consisted of 64 single-rooted teeth divided into two groups, 30 teeth with conventional manual irrigation

technique, 30 teeth with ultrasonic irrigation technique, 2 positive and 2 negative controls. For data collection was used observation and an observation guide instrument. Data were analyzed using descriptive and inferential statistics. In the conventional manual irrigation technique is achieving a disinfection of 83.4% in the cervical third, a 33.4% in the middle third and the apical third. In the passive ultrasonic irrigation technique achieved a 100% removal in the cervical and middle third of the tooth, and 83% in the apical third of the tooth, indicating the passive ultrasonic irrigation significantly more effective in eliminating *Enterococcus faecalis* that manual irrigation conventional.

KEY WORDS: *Enterococcus faecalis*, conventional manual irrigation, passive ultrasonic irrigation.

INTRODUCCIÓN

La terapéutica endodóntica, independientemente del diagnóstico del diente a tratar tiene como objetivo principal la prevención y/o curación de la periodontitis apical. Para lograr esto, es necesario realizar una correcta preparación biomecánica en la cual se respeten los objetivos biológicos y mecánicos. La limpieza y desinfección, durante la terapéutica endodóntica tiene por objetivo eliminar el contenido tóxico como bacterias, tejido necrótico, restos pulpares; mientras que la conformación ayuda a obtener una forma y tamaño adecuado de los conductos, respetando siempre su forma original, al mismo tiempo logra paredes dentinarias lisas, a las cuales el material obturador pueda adherirse, para así lograr un sellado hermético y tridimensional del sistema de conductos radiculares, (SCR) mediante el proceso de obturación y por ende la reparación de los tejidos adyacentes¹.

La irrigación es un procedimiento clave dentro de la terapéutica endodóntica y al mismo tiempo ha creado una gran controversia para el profesional, en la elección de la mejor técnica y sistema de irrigación, ya que uno de los objetivos principales de la terapia endodóntica es lograr la desinfección completa del sistema de conductos para garantizar el éxito del tratamiento². Dentro de esta fase de desinfección, adquiere especial importancia la irrigación de los mismos con diferentes soluciones, debido a que no solo se debe eliminar el tejido orgánico sino también los residuos producidos por la instrumentación³. La efectividad de la limpieza mecánica y química, depende del contacto del irrigante con la totalidad del conducto radicular, siendo un reto en especial el tercio apical debido al menor diámetro del conducto y mayores complejidades anatómicas⁴.

En tal sentido Canalda, C. señala que para agitar soluciones irrigantes dentro del sistema de conductos radiculares existen técnicas manuales: jeringas y agujas diversas con orificio en la punta o lateral y cepillos, técnicas mecánicas: cepillos rotatorios accionados a 300 rpm y dispositivos con presión alternante como la tecnología sin instrumentación de Lussi y Cols, reportado por Townsend, C. el sistema EndoVac®(Endodontic Vacuum, Discus Dental, Culver City, CA, USA) que emplea una

presión negativa , el sistema RinsEndo®(Dürr Dental Co), y los sistema ultrasónicos y sónicos. La agitación ultrasónica y sónica: EndoActivator® (Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA, USA), el Vibringe® (Vibringe BV, Amsterdam, The Netherlands) se introdujeron como medio para aumentar la efectividad de la preparación quimiomecánica con esperanza de limpiar más efectivamente al sistema de conductos radiculares y romper las comunidades bacterianas^{5,6,7,8}. Carver, K. y colaboradores hallaron que aunque la agitación ultrasónica no remueve completamente a todas las bacterias, tras la limpieza y conformación manual y rotatoria, redujo significativamente las cuentas bacterianas⁹. Sin embargo Townsend C., Maki J. demostraron que la irrigación ultrasónica fue más efectiva en la remoción de bacterias dentro del conducto que la irrigación manual⁶. Así mismo, en la revisión de técnicas de agitación manual y tecnológica de Gu L. , Kim J. verificaron que la agitación mecánica brinda una limpieza mejorada del conducto en comparación con la agitación manual⁷.

Por otra parte Lee, S. y sus colaboradores demostraron que la irrigación ultrasónica, en estudios ex vivo es más efectiva que la irrigación con jeringa en remover residuos de dentina creados artificialmente y colocados en extensiones e irregularidades simuladas no instrumentadas en conductos radiculares rectos y amplios. Con todos los sistemas múltiples de agitación, las investigaciones demuestran unas paredes más limpias, con menos capa residual, que con la irrigación mediante jeringa y aguja^{6,10}.

van der Sluis L. , Versluis M. , Wu M. , Wesselink P. evaluaron la capacidad de efectividad que tenía la irrigación ultrasónica pasiva, obteniendo la investigación como resultado, que la misma es más eficiente en limpiar los conductos que la irrigación manual, al mismo tiempo se evaluó la conicidad y el diámetro del conducto siendo también parámetros importantes en la determinación de las eficacias de la remoción de los residuos de dentina, se pudo concluir que los procedimientos endodónticos antiguos era más difícil conformar y limpiar por completo el conducto radicular, es por esto que se han desarrollado nuevas técnicas como la irrigación ultrasónica pasiva que han favorecido efectivamente los resultados¹¹.

Los estudios previamente citados demuestran la efectividad de la técnica ultrasónica pasiva en la desinfección de conductos, en comparación con la técnica manual convencional, sin embargo existe otro factor relevante la amplia diversidad de los patógenos que colonizan el SCR llamada por Sundqvist, G. como polimicrobiana por estar integrada por colonias de bacterias, hongos, protozoarios, virus, de predominio anaerobia gram- y cepas resistentes a las medidas terapéuticas anaerobios facultativos gram+, con capacidad de organizarse en biofilm, siendo la difícil tarea y reto del profesional de la endodoncia, desorganizarla para lograr una completa desinfección del sistema de conductos radiculares, siendo los diferentes sistemas de irrigación planteados herramientas auxiliares importantes en la terapéutica endodóntica, para el logro del éxito y así disminuir la tasa de fracasos endodónticos¹².

Enterococcus faecalis ha sido el microorganismo predominantemente aislado en dientes con enfermedad periapical persistente. Se le atribuye ser uno de los causantes de los fracasos endodónticos, por su capacidad para adaptarse a los cambios ambientales en el conducto radicular después del tratamiento endodóntico y permanecer como un patógeno en el sistema de conductos radiculares, así mismo la presencia de factores de virulencia como la sustancia de agregación y las proteínas de superficie entre otros, su capacidad de organizarse en biopelícula, su capacidad de penetrar profundamente en el interior de pequeñas ramificaciones y túbulos dentinarios, su capacidad de adherirse al colágeno de las paredes de dentina radicular hace que sobreviva al estrés extremo ambiental, es decir a los protocolos de irrigación y de medicación intraconducto, utilizados en la terapia endodóntica. Todo ello cataloga a este microorganismo como resistente, altamente agresivo y de difícil eliminación. Por lo que erradicarlo del medio intra y extrarradicular es otro gran desafío para el logro del éxito del tratamiento endodóntico. Dado que las técnicas de instrumentación de conductos radiculares por sí solas son incapaces, un irrigante químico activado es necesario para ayudar en la reducción del número de bacterias y sus subproductos tóxicos^{13,14,15}.

Dunavant, T. reportó que el irrigante de mayor efectividad contra el biofilm de *Enterococcus faecalis* con un 99,99% de efectividad fue: hipoclorito de sodio (NaOCl) al 6%¹⁶.

La mayoría de las causas del fracaso endodóntico se relacionan en su mayoría con una incorrecta técnica de irrigación, que no es capaz de limpiar todo el sistema de conductos, dejando residuos de bacterias y capa de desechos. El uso de los diferentes sistemas de irrigación con el uso de soluciones ideales, muestra un camino hacia una terapéutica de mayor éxito.

El objetivo de la presente investigación fue determinar la efectividad de la técnica de irrigación ultrasónica pasiva en la eliminación del *Enterococcus faecalis* con la técnica de irrigación manual convencional en dientes monorradiculares extraídos.

En virtud de lo antes expuesto en aras de lograr un tratamiento endodóntico lo más exitoso posible se planteó la siguiente interrogante de investigación: ¿Cuál será la técnica de irrigación más efectiva en la eliminación de *Enterococcus faecalis* del sistema de conductos radiculares?

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio estuvo enmarcado dentro del tipo de investigación cuantitativa, modalidad explicativa, ajustado a un diseño de experimento puro, de corte transversal^{17,18,19}.

En cuanto a la población, en este estudio estuvo conformada por 64 dientes monorradiculares. Luego de establecer la población no se estimó necesario seleccionar una muestra para el estudio, ya que la población fue selecta y de fácil acceso, por esto

se tomó la totalidad de la misma realizando una muestra de tipo censal, seleccionada según criterios definidos por el evaluador^{18,19}.

Con respecto a las técnicas de recolección de información, la técnica utilizada en la presente investigación, fué la Observación Directa, como instrumento de recolección se diseñó una guía de observación donde se registró los resultados durante la fase experimental²⁰.

Acerca de la validez de contenido, el estudio utilizó la valoración del mismo, mediante juicio de expertos, uno en metodología de la investigación, un endodoncista y un bioanalista. La confiabilidad no fué necesaria en esta investigación debido a que el instrumento fue la guía de observación, por otro lado no hubo una aplicación o medición repetida en el mismo objeto para obtener diferentes resultados, es decir, se realizó una sola medición en cada objeto.

La presente investigación se basó en un estudio in vitro, usando como muestra sesenta y cuatro (64) dientes monorradiculares, las cuales fueron obtenidas previo consentimiento informado, de pacientes con requerimientos de exodoncia del área de cirugía bucal de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, siguiendo los patrones éticos de dientes extraídos establecidos en los principios de Helsinki de 2004²¹, una vez seleccionadas fueron sumergidas en timol diluido al 2% para mantener la hidratación de las mismas, hasta el momento de su preparación, que consistió en limpiarlas y remover las partículas por medio del instrumento sónico (scaler) a fin de no dañar la superficie radicular, con el propósito de remover el cálculo y tejido orgánico restante, luego se lavaron con solución fisiológica.

Posteriormente se realizó un corte transversal a nivel de la unión amelocementaria eliminando la corona clínica, utilizando un disco de carburo de tungsteno número 5, obteniendo todas las raíces a una longitud estandarizada de 15mm. Seguidamente se realizó la conformación utilizando una técnica combinada: Corono Apical (Crown Down) + Convencional + Paso Atrás (Step Back), iniciando en los tercios cervical y medio con fresas Gates Glidden, Densply maillefer, número 4,3 y 2, luego se efectuó la eliminación del contenido séptico del conducto radicular, se realizó la conductometría, para proseguir con la conformación biomecánica del tercio apical, con la técnica convencional + Paso Atrás (Step Back), manteniendo durante cada paso, una irrigación constante de NaOCl al 3.5%, el conducto radicular de las unidades de estudio, fueron conformadas a una misma longitud de trabajo hasta la lima número 50 en apical, siempre se utilizó la lima pasaje número 10 después de cada instrumento, con el fin de remover la capa de desechos dentinarios, y mantener la permeabilidad apical, evitando posibles obstrucciones apicales. Por último se secaron los conductos con puntas de papel calibradas (número 50). Una vez finalizada la preparación biomecánica, los dientes fueron esterilizados en autoclave a 121°C. Para la contaminación de los dientes se utilizó un cepa de *Enterococcus faecalis* ATCC #29212 facilitada por el laboratorio de microbiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo, la cual fue sembrada en un caldo de infusión cerebro corazón (BHI) y llevada a la estufa a 37°C por

24 horas (foto#1), confirmando su pureza a través de la observación de un Gram al microscopio óptico.



Foto 1. Unidades dentarias sumergidas en caldos BHI con cepa de *Enterococcus faecalis*

Seguidamente se procedió a sumergir los dientes dentro de estos caldos con *Enterococcus faecalis*, los cuales fueron colocados en estufa a 37°C durante 72 horas (3 días). (Foto#2) Transcurrido este tiempo se retiran las unidades dentarias de los caldos y se trasladan a recipientes de vidrio estéril para proceder a irrigar los dientes con NaOCl al 3.5% empleando las dos técnicas de irrigación.

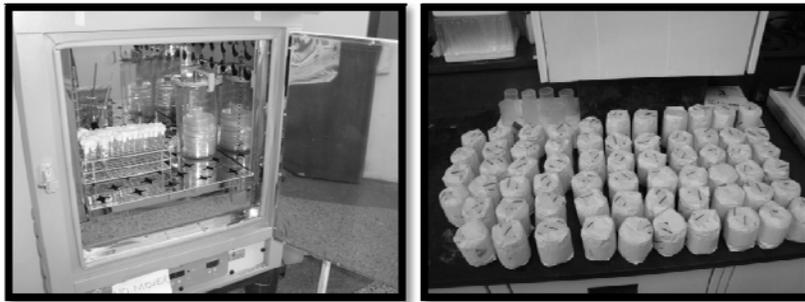


Foto 2. Ud. dentro de caldos con *Enterococcus faecalis*, llevada a estufa. Frasco de vidrio estériles con Uds. como medio de transporte.

Para el protocolo de irrigación, las Ud. se dividieron en dos grupos: grupo I conformado por 30 dientes, que fueron irrigados con 20ml de NaOCl al 3,5% durante 1 minuto empleando la técnica de irrigación manual convencional utilizando agujas Endo Eze[®] de Ultradent de calibre 27 y una jeringa de 20 ml. El Grupo II conformado por 30 dientes, los cuales se irrigaron con 20ml de (NaOCl) al 3,5% durante 1 minuto, con 3 intervalos de 20 segundos cada uno, empleando la técnica de irrigación ultrasónica pasiva, se uso ultrasonido marca Varios[®] de NSK modelo350, limas Irrisafe IRR25/21mm de Satelec, oscilando ultrasónicamente a la configuración recomendada de potencia (30 KHz). (Foto#3). Además se contó con 2 dientes que conformaban el control positivo infectados con el *Enterococcus faecalis* a los cuales no se les aplicó ninguna técnica de irrigación ultrasónica y 2 dientes que conformaban el control negativo los cuales solo fueron sumergidos en caldo BHI que de igual manera no se les aplicó ninguna técnica de irrigación manual.

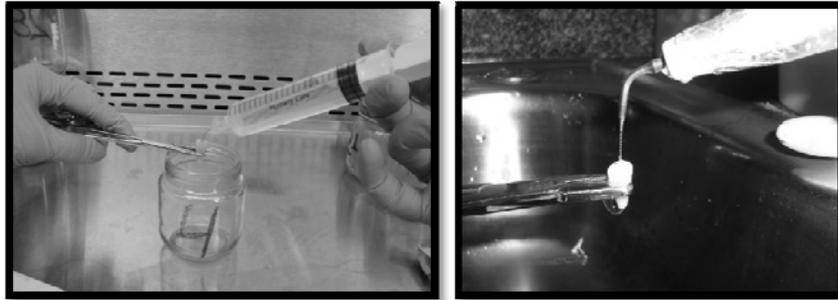


Foto 3. Irrigación Manual e Irrigación Ultrasónica Pasiva

Finalmente se realizó un corte longitudinal de todas los dientes utilizando discos de acero, las muestras fueron enviadas al laboratorio de investigaciones Universidad Simón Bolívar, para ser recubierta con una capa muy fina de oro, que le otorga propiedades conductoras, ésta técnica de preparación de las muestras se denomina pulverización catódica, posteriormente colocadas y fijadas en un portaobjeto, (foto#4) para su posterior observación directa por tercios, en microscopio electrónico de barrido (MEB) y determinar la presencia o no de *Enterococcus faecalis* en los tercios coronal, medio y apical.(fotos#5,6) Los datos recolectados se registraron en una guía de observación; para luego del registro y análisis de datos, comparar la efectividad de ambas técnicas frente el *Enterococcus faecalis*.



Foto 4. Corte longitudinal de las unidades dentarias con discos de acero, colocadas sobre lámina de portaobjeto

Foto 5. Técnica de Irrigación Manual Convencional observándose al MEB la presencia del *Enterococcus faecalis* en el tercio cervical, medio y apical respectivamente

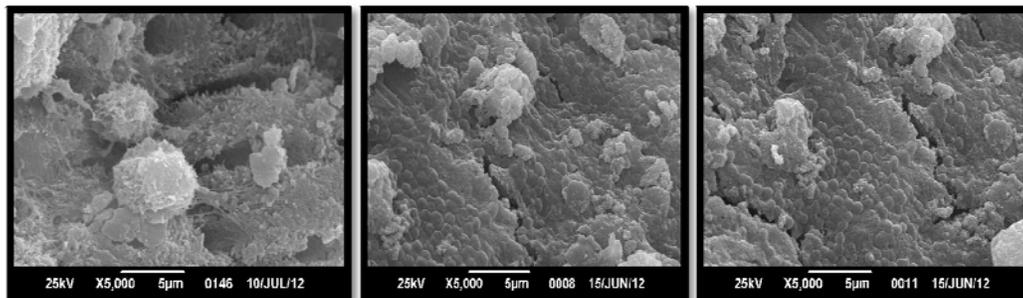
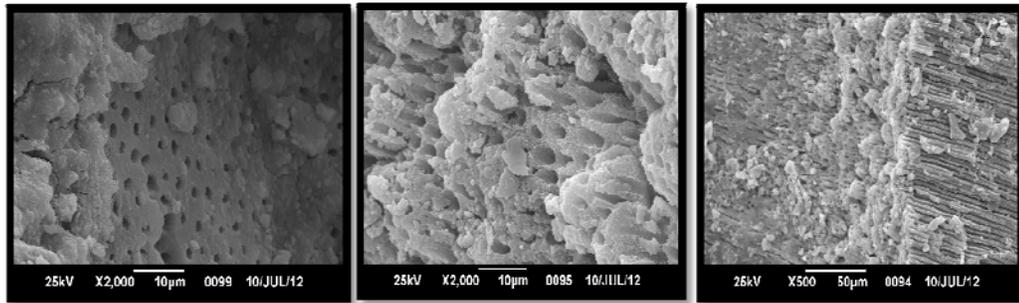


Foto 6. Técnica de Irrigación Ultrasónica Pasiva observándose al MEB la ausencia del *Enterococcus faecalis* en el tercio cervical, medio y apical respectivamente



La investigación se planteó las siguientes hipótesis a comprobar:

Hipótesis General: La técnica de irrigación ultrasónica pasiva es más efectiva en la eliminación de *Enterococcus faecalis* presentes en el sistema de conductos que la técnica de irrigación manual convencional.

Hipótesis Nula (H_0): La técnica de irrigación ultrasónica pasiva es igual o menos efectiva en la eliminación de *Enterococcus faecalis* presentes en el sistema de conductos, que la técnica de irrigación manual convencional.

Hipótesis Alternativas:

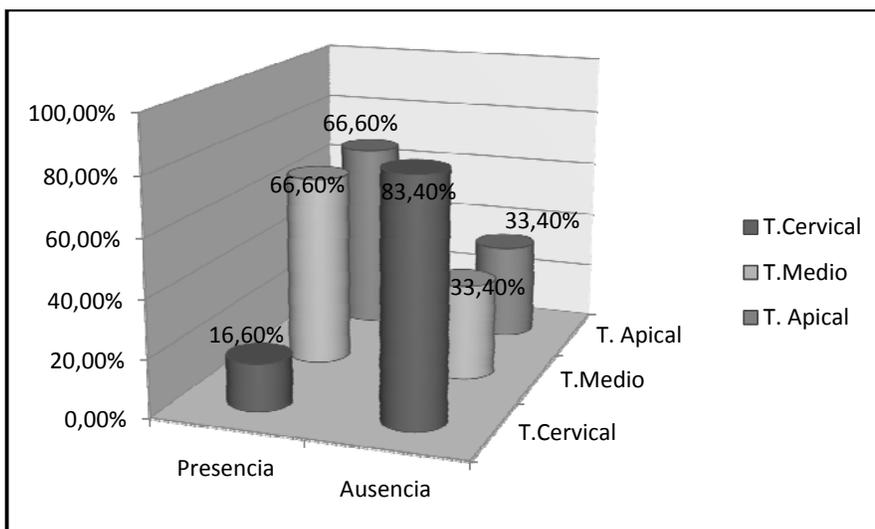
- La técnica de irrigación ultrasónica pasiva es más efectiva en la eliminación de *Enterococcus faecalis* presentes en el sistema de conductos de dientes monorradiculares extraídos.
- La técnica de irrigación ultrasónica pasiva es menos efectiva en la eliminación de *Enterococcus faecalis* presentes en el sistema de conductos de dientes monorradiculares extraídos

RESULTADOS

Los resultados fueron procesados mediante el programa estadístico para Windows versión SPSS 16, inicialmente mediante la estadística descriptiva, e inferencial, determinando la frecuencia absoluta (f) y relativa (%) de las variables y sus respectivos indicadores

En el grupo I (Técnica de Irrigación Manual Convencional) se observara que en el tercio cervical el 16.60% (5 dientes) mostraron presencia del *Enterococcus faecalis* y el 83.40% (25 dientes) indicaron ausencia del microorganismo, con respecto al tercio medio y apical se evidencia un 66.60% (20 dientes) donde se observo la presencia del *Enterococcus faecalis* y el 33.40% (10 dientes) observados indicaron ausencia del microorganismo en dichos tercios. Ver gráfico 1.

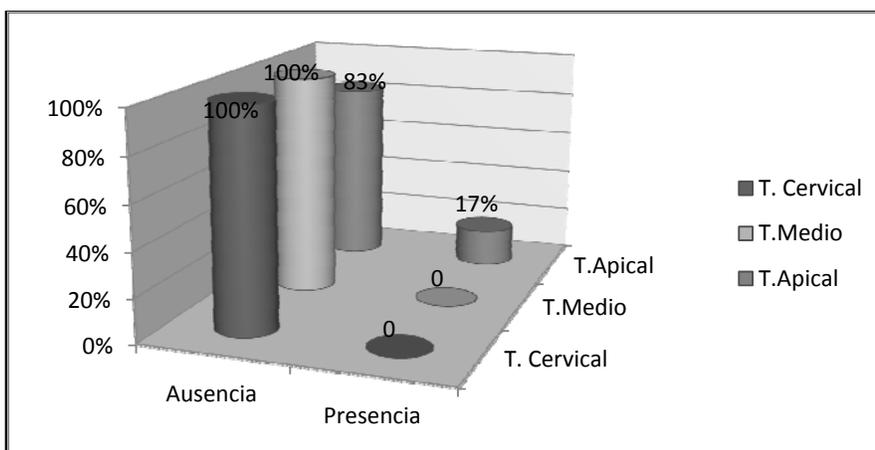
Gráfico 1. Técnica de Irrigación Manual Convencional



Fuente: Jiménez, Gómez, Matos 2014.

En el grupo II (Técnica de Irrigación Ultrasónica Pasiva) se observara ausencia total del *Enterococcus faecalis* con un 100% (30 dientes) en el tercio cervical y medio, con respecto al tercio apical se observó la presencia del microorganismo en un 17% (5 dientes). Ver gráfico 2.

Gráfico 2. Técnica Ultrasónica Pasiva

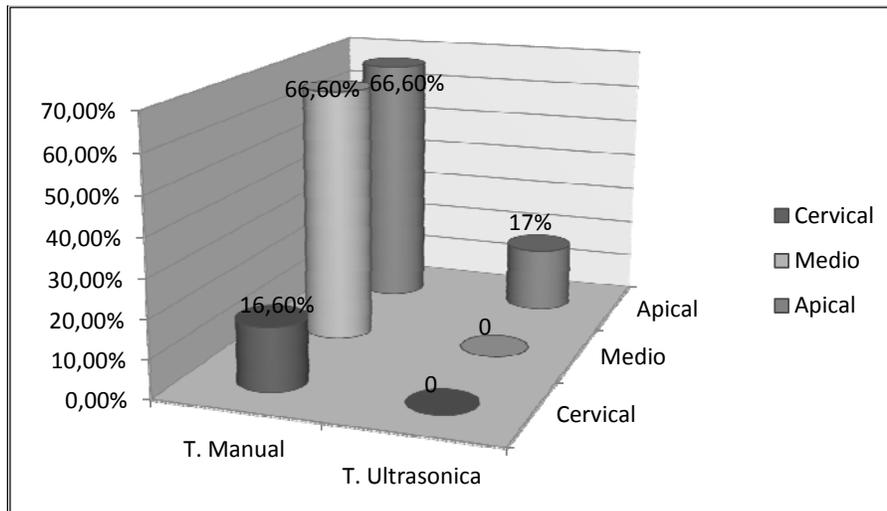


Fuente: Jiménez, Gómez, Matos 2014.

Al comparar ambos grupos se encontró una significativa diferencia entre los mismos demostrando que la técnica de irrigación ultrasónica pasiva fue más efectiva en la eliminación del *Enterococcus faecalis* que la técnica manual convencional es por esto que, de acuerdo a las hipótesis planteadas en la investigación donde $Z_0=1,65$ para un nivel de significación de 0,05 demuestra que es menor a $Z_{prueba}= 3.273$, por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, es decir que la técnica de

irrigación ultrasónica pasiva fue más efectiva en la eliminación de *Enterococcus faecalis* presentes en el sistema de conductos que la técnica de irrigación manual convencional. Ver gráfico 3.

Gráfico 3. Técnica de Irrigación Manual Convencional con la Técnica Ultrasónica Pasiva



Fuente: Jiménez, Gómez, Matos 2014.

DISCUSIÓN

La irrigación adecuada y el desbridamiento mecánico del conducto radicular son esenciales para la eliminación del *Enterococcus faecalis*, por lo que es muy importante analizar las técnicas de irrigación empleadas en la terapéutica endodóntica para lograr una mayor desinfección del conducto y por ende eficacia en el tratamiento endodóntico.

Al determinar la efectividad de la técnica de irrigación ultrasónica pasiva en la eliminación del *Enterococcus faecalis* con la técnica de irrigación manual convencional, se evidenció una diferencia significativa entre ambas técnicas de irrigación, notándose una mayor desinfección de los tercios cervical y medio de los dientes irrigados con la técnica ultrasónica pasiva a diferencia, en la técnica irrigación manual convencional donde hubo presencia del microorganismo en los tres tercios. Lo que ratifica los resultados del estudio realizado por van der Sluis, L. y colaboradores, los cuales encontraron como resultado que la irrigación ultrasónica pasiva es más eficiente en la desinfección de los conductos que la irrigación manual¹¹. Igualmente Townsend, C. y sus colaboradores corroboraron en su estudio realizado, que la irrigación ultrasónica pasiva, fue más efectiva en la remoción de bacterias dentro del conducto que la irrigación manual convencional⁶. En el mismo orden de ideas, Goldman, M. en su estudio concluyó que la irrigación ultrasónica pasiva, es más efectiva en remover remanentes de tejidos

pulpar y microorganismos como el *Enterococcus faecalis*²². Así mismo Haapasalo, M. señala que la efectividad de la técnica ultrasónica pasiva y manual convencional, se ha evaluado en algunos estudios previos, concluyendo que el ultrasonido, junto con un irrigante como el hipoclorito de sodio, contribuyen a una mejor limpieza del sistema de conducto radicular en comparación con la irrigación manual convencional, lo que coincide con los resultados de esta investigación²³.

El grupo I mostró mayor efectividad en la remoción del *Enterococcus faecalis* el cual coincide con el estudio de Gu, L. y Lee, S. donde concluyeron que la desinfección con ultrasonido brinda una limpieza mejorada del conducto en comparación con la agitación manual convencional^{7, 10}. Sumado a esto el análisis estadístico de este estudio reveló un 17% de presencia de *Enterococcus faecalis* en el tercio apical y un 83% de desinfección, lo cual se relaciona con el estudio realizado por Burleson, A. y Harrinson, A. donde se evidenció un 14% de presencia de *Enterococcus faecalis* en el tercio apical con la técnica de irrigación ultrasónica pasiva y 86% de desinfección del sistema de conductos^{24, 26}.

Por otra parte, en el grupo II irrigado con la técnica manual convencional mostró una significativa presencia de *Enterococcus faecalis* en el tercio cervical, medio y apical representando un 33% de desinfección y un 67% de presencia de *Enterococcus faecalis* concordando con el estudio realizado por Canalda, C. y Rödig, T. donde demuestra una mayor presencia del microorganismo con la técnica de irrigación manual en comparación con las técnicas ultrasónicas^{5, 25}.

Por último, en este estudio se pudo observar que en los dientes de la muestra hubo presencia de capa de desechos dentinarios tanto en la técnica de irrigación manual convencional como en la técnica ultrasónica pasiva, coincidiendo con los estudios de Spangberg, L. y Mc Comb, D. quienes demostraron que el hipoclorito de sodio en todas sus concentraciones es antimicrobiano, puede disolver el tejido pulpar y componentes orgánicos de la dentina, pero al no tener acción sobre el componente inorgánico no remueve en su totalidad las capa de desechos dentinarios^{27, 28}.

En relación a lo expuesto, los autores en referencia previa coinciden en que, la irrigación ultrasónica es superior a la irrigación manual convencional^{6, 11, 21, 22}, Huque citado por Padrón, E. demostraron en su estudio que luego de la aplicación de una solución de hipoclorito de sodio en concentraciones de 12% y 5.5%, combinada con la técnica de ultrasonido, era suficiente para eliminar la capa de desechos dentinarios, mientras que la irrigación manual convencional no era efectiva para eliminar dicha capa²⁹. Así mismo se argumenta que la erradicación bacteriana sólo puede lograrse con la eliminación completa de la capa de desechos dentinarios, debido a que las bacterias se encuentran distribuidas por toda la extensión de la misma así como distribuidas en los tapones de desecho que obliteran a los túbulos dentinarios.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Según los resultados obtenidos en la investigación indicaron, que ninguna de las técnicas de irrigación, eliminaron en su totalidad el *Enterococcus faecalis* del sistema de conductos radicular, persistiendo en tercio apical.
- El estudio confirmó que el *Enterococcus faecalis* es un microorganismo de alta resistencia, y de difícil eliminación en la totalidad del conducto.
- La técnica de irrigación manual convencional logró 83.4% de desinfección en el tercio cervical, y 33.4% en el tercio medio y apical.
- La técnica de irrigación ultrasónica pasiva fue significativamente más efectiva en remover el *Enterococcus faecalis*, se logró una eliminación del 100% en el tercio cervical y medio del diente, y el 83% en el tercio apical, siendo menos efectiva en este último tercio.
- Tanto la técnica de irrigación ultrasónica pasiva como la técnica de irrigación manual mostraron menor efectividad en la eliminación del *Enterococcus faecalis* en el tercio apical del diente con respecto a los otros dos tercios.
- No obstante la técnica de irrigación ultrasónica pasiva mostró mayor efectividad en la eliminación del *Enterococcus faecalis* en todos los tercios del diente que la técnica de irrigación manual convencional.
- Ambas técnicas de irrigación fueron más efectivas en la desinfección del tercio cervical, que en el resto de los tercios del sistema de conductos radiculares.

Para estudios futuros se sugiere comparar ambas técnicas de irrigación, con ambas técnicas de preparación biomecánica del sistema de conductos manual y sistemas rotatorios (mecanizados), que permitan determinar si existe diferencia significativa, al mismo tiempo lograr una conformación más cónica de los conductos radiculares, menor extrusión apical de detritos, irrigación más efectiva, desinfección de los mismos y ahorro de tiempo para el clínico. Utilizar diferentes concentraciones de Hipoclorito de Sodio combinado con el uso de quelantes como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) para quizás así eliminar la mayor capa residual posible. Comparar otros sistemas de irrigación, como la técnica de irrigación pasiva sónica y la técnica dinámica manual. Utilizar una técnica de impactación para el corte longitudinal de los dientes y así evitar la presencia de virutas en el conducto.

AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio de microbiología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo.

Al laboratorio de la Unidad de Investigación UNIMPA de la Facultad de Odontología, Universidad de Carabobo.

Al Centro de Investigaciones Médicas y Biotecnológicas de la Universidad de Carabobo (CIMBUC) en el uso de Microscopio Electrónico de Barrido, y de la Universidad Simón Bolívar.

Al área de Cirugía de la Facultad de Odontología de la Universidad de Carabobo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Camejo M V. Efecto de algunas técnicas utilizadas en la realización del tratamiento de conductos radiculares en la microfiltración coronaria (revisión de la literatura). *Acta odontol. Venez.* 2009; 47(1):213-226. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652009000100025&lng=es>. [consulta: 10 octubre del 2013]
2. Pejoan, J. Irrigación y Desinfección en Endodoncia. 2008; Disponible en: <<http://www.endoroot.com/modules/news/article.php?storyid=73>>.[consulta:13 de septiembre del 2013]
3. Medina, K. Visión Actualizada de la irrigación en endodoncia: más allá del hipoclorito de sodio. 2001; Disponible en: <http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitdo_19.htm> [consulta: 10 de octubre del 2013]
4. Fukumoto Y, Kikuchi I, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. An ex vivo evaluation of a new root canal irrigation technique with intracanal aspiration. *Int Endod J.* 2006; 39(2): 93–99.
5. Canalda C., Brau E. *Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas*. Segunda edición Barcelona-España: Masson –Elsevier. 2006.
6. Townsend C, Maki J. An In Vitro Comparison of New Irrigation and Agitation Techniques to Ultrasonic Agitation in Removing Bacteria From a Simulated Root Canal. *J Endod.* 2009; 35(7):1040-1043.
7. Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR. Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices. *J Endod.* 2009; 35(6): 791–804.
8. Caron G, Nham K, Bronnec F, Machtou P. Effectiveness of Different Final Irrigant Activation Protocols on Smear Layer Removal in Curved Canals. *J Endod.* 2010; 36(8):1361-1366.
9. Carver K, Nusstein J, Reader A, Beck M. In Vivo Antibacterial Efficacy of Ultrasound after Hand and Rotary Instrumentation in Human Mandibular Molars. *J Endod.* 2007; 33(9):1038 –1043.
10. Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR. The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int Endod J.* 2004; 37(10):672–678.
11. van der Sluis LW, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int Endod J.* 2007; 40(6): 415–426.
12. Sundqvist G. Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral.* 1994; 78(4): 522-30.
13. Díaz AC. Aspectos relevantes de *Enterococcus faecalis* y su participación en las infecciones de origen endodóntico (revisión de la literatura). 2008; Disponible en: <http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitdo_55.htm> [consulta: 8 de noviembre del 2013]
14. Williamson AE, Cardon JW, Drake DR. Antimicrobial Susceptibility of Monoculture Biofilms of a Clinical Isolate of *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2009; 35(1):95–97.
15. Stuart CH, Schwartz SA, Beeson TJ, Owatz CB. *Enterococcus faecalis*: its role in root canal treatment failure and current concepts in retreatment. *J Endod.* 2006; 32(2):93–98.
16. Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative Evaluation of Endodontic Irrigants against *Enterococcus faecalis* Biofilms. *J Endod.* 2006; 32(6):527–531.

17. Ruiz C., Cardelle M. Manual de tesis de grado. Puerto Ordaz Ediciones libros de Guayana. 1986
18. Tamayo y Tamayo M. El Proceso de la investigación Científica. 4ta edición México Limusa. 2003.
19. Méndez C. Metodología diseño y desarrollo del proceso de investigación. Tercera edición Colombia Mc Graw-Hill interamericana. 2001.
20. Briones G. Métodos y técnicas de investigación para las ciencias sociales. México: Trillas. 2001
21. Moreno GN., Guevara JO., Morales R., Feres HN., Marcio A. Miranda MdG. Uso de dientes humanos en la enseñanza odontológica: Aspectos éticos, legales y de bioseguridad. Acta odontol venez 2012; 50(2). Disponible en: <<http://www.actaodontologica.com/ediciones/2012/2/art11.asp>> [consulta: 10 de noviembre 2013]
22. Goldman M, White RR, Moser CR, Tenca JI. A comparison of three methods of cleaning and shaping the root canal in vitro. J Endod. 1988; 14(1):7-12.
23. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in Endodontics. Dent Clin North Am. 2010; 54(2):291-312.
24. Burlison A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The in vivo Evaluation of Hand/Rotatory/Ultrasound Instrumentation in Necrotic, Human Mandibular Molars. J Endod. 2007; 33(7):782-787.
25. Rödiger T, Sedghi M, Konietschke F, Lange K, Ziebolz D, Hülsmann M. Efficacy of syringe irrigation, RinsEndo® and passive ultrasonic irrigation in removing debris from irregularities in root canals with different apical sizes. Int Endod J. 2010; 43(7): 581-589.
26. Harrison AJ, Chivatxaranukul P, Parashos P, Messer HH. The effect of ultrasonically activated irrigation on reduction of Enterococcus faecalis in experimentally infected root canals. Int Endod J. 2010; 43 (11):968-977.
27. Spangberg L, Engström B, Langeland K. Biologic effects of dental materials Toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics in vitro. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral. 1973; 36(6): 856-871.
28. McComb D, Smith DC, Beagrie GS. The results of in vivo endodontic chemomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. Int Endod J. 1976; 9(1): 11-18.
29. Padrón EJ. Ultrasonido en Endodoncia. 2006; Disponible en: <http://www.carlosboveda@carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadooId/odontoinvitado_50.htm> [consulta: 10 de octubre del 2013]