

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

No. DE REGISTRO 2011-13

Comparación de la eficacia de dos marcas comerciales de quelante con y sin el uso de ultrasonido en la remoción de la capa residual.

Tesis presentada para obtener el grado de especialista en endodoncia.

Presenta:

C.D. Itzel Amira Castro Sánchez

Tutor:

Dra. Verena Morales Carreón

Co-tutor:

Dr. Eduardo Llamosas

Asesora:

Dra. María de Lourdes Verdugo Barraza

CULIACAN SINALOA, DICIEMBRE DE 2011

Comparación de la eficacia de dos marcas comerciales de quelante con y sin el uso de ultrasonido en la remoción de la capa residual.

C.D. Itzel Amira Castro Sánchez.

Tesis presentada a la Facultad de Odontología como requisito parcial para obtener el grado de Especialista en Endodoncia, Diciembre 2011.

RESUMEN

Objetivo general. Comparar el efecto en la remoción de capa residual de dos marcas comerciales de quelante con y sin activación ultrasónica.

Material y métodos. Experimental, in vitro. 22 órganos dentarios unirradiculares fueron decoronados a 13 mm. La preparación del conducto fue con fresas gates glidden en los tercios coronal y medio, iniciando la instrumentación manual con limas tipo K hasta la #20. Continuando con sistema rotatorio Mtwo hasta la lima 40/.04. 10 piezas se irrigaron con Smear Clear (5 con jeringa y 5 con ultrasonido), 10 con MD Cleanser (5 con jeringa y 5 con ultrasonido), las dos muestras restantes fueron el grupo control. El análisis fue con microscopio electrónico de barrido evaluando el tercio apical.

Métodos estadísticos Se calculó la prueba chi-cuadrada para las comparaciones estadísticas como un indicador descriptivo. **Resultados.** Se observó el grupo de irrigación con jeringa y con ultrasonido respectivamente: 5 (50%), 3 (30%) con limalla que cubre los túbulos, 3 (30%), 3 (30%) con limalla que deja visualizar los túbulos, 2 (20%), 4 (40%) sin limalla. Estas diferencias son no significativas ($p=.848$). Se observó SmearClear y MDCleaner: 5 (50%), 3 (30%) con limalla que cubre los túbulos, 3 (30%), 3 (30%) con limalla que deja visualizar los túbulos, 2 (20%), 4 (40%) sin limalla. Estas diferencias son no significativas ($p=.848$). **Conclusiones:** la irrigación con ultrasonido es más eficaz que con jeringa, al obtener el doble de piezas con el primer método sin limalla. También se observó el doble de eficacia de MDCleaner comparado con Smear Clear.

Palabras clave: Capa residual, Quelantes, Irrigación ultrasónica.

SUMMARY

General purpose. Compare the effect of the removal of residual layer of two brands of chelating with and without ultrasound. **Material and methods.** Experimental, in vitro. 22 tooth single rooted were standardized to 13mm. The canal preparation was with burs Gates Glidden in the coronal and middle thirds, starting hand instrumentation with K-type files through # 20. Continuing the preparation with rotation system Mtwo until the file 40/.04.10 pieces were irrigated with Smear Clear (5 with ultrasound and 5 syringe) other 10 with MDClenaser (5 with ultrasound and 5 Syringe), the two remaining samples were the control group . Analysis was by scanning electronmicroscope to evaluate the apical third. **Statistical Methods.** We calculated the chi-square test for statistical comparisons as a summary measure. **Results.** Was observed syringe irrigation group and ultrasonic respectively: 5 (50%), 3 (30%) with filings covering the tubules, 3 (30%), 3 (30%) with view filings that leaves the tubules, 2 (20%), 4 (40%) without smear layer. These differences are not significant ($p = .848$). MDCleanser and SmearClear was observed: 5 (50%), 3 (30%) with filings covering the tubules, 3 (30%), 3 (30%) with view filings that leaves the tubules, 2 (20%), 4 (40%) without smear layer. These differences are not significant ($p = .848$). **Conclusions.** ultrasonic irrigation is more effective than syringe, getting twice as many parts with the first method without smear layer. It was also observed twice as effective compared MDCleanser SmearClear.

Keywords: Smear layer, Chelators, Ultrasonic irrigation.

ÍNDICE

Capítulos

Página

1. Introducción

1

2. Marco Teórico

4

3. Planteamiento del problema

28

4. Justificación

29

5. Hipótesis

30

5.1. Hipótesis de trabajo

5.2. Hipótesis nula

6. Objetivos

31

6.1. 6.1 Objetivo general

6.2. 6.2 Objetivos específicos

7. Material y Métodos

32

7.1. Tipo de estudio

7.2. Criterios de inclusión

7.3. Criterios de exclusión

7.4. Procedimiento

7.5. Análisis microscópico

7.6. Métodos estadísticos

8. Resultados

37

9. Discusión

40

10. Conclusión

43

11. Referencias Bibliográficas

44

DEDICATORIA

Haz sólo lo que amas y serás feliz. El que hace lo que ama, está benditamente condenado al éxito, que llegará cuando deba llegar, porque lo que debe ser, será y, llegará naturalmente. No hagas nada por obligación ni por compromiso, sino por amor. Entonces habrá plenitud, y en esa plenitud todo es posible.

Esto es primeramente gracias a Dios, que me dio estos papas, los cuales han confiado en mí, y me han dado su apoyo incondicional, con todo mi amor, es este trabajo es para ustedes.

Saber no es suficiente, debemos aplicar. Desear no es suficiente, debemos hacer.

I. INTRODUCCIÓN

No hay duda de que los microorganismos, son la principal causa de los fracasos endodónticos. La irrigación del sistema de conductos juega un rol muy importante en la limpieza y desinfección del mismo, y es una parte integral del procedimiento de preparación del conducto.

Históricamente, se han sugerido un sinnúmero de compuestos en solución acuosa, para ser utilizados en la irrigación de los conductos durante el tratamiento de endodoncia, así como asociaciones de estos con el fin de lograr la mayor desinfección del conducto.

La solución irrigadora tiene como efecto principal actuar como lubricante y agente de limpieza y desinfección durante la preparación biomecánica, removiendo microorganismos, productos asociados de degeneración tisular y restos orgánicos e inorgánicos.

La irrigación de los conductos radiculares es una intervención necesaria durante toda la preparación de conductos y como último paso antes del sellado temporal u obturación definitiva.

Como consecuencia de la instrumentación durante la preparación del canal radicular, se forma la capa de barrillo. Actualmente se piensa que es una capa delgada que ocluye los túbulos dentinarios y cubre la dentina intertubular de los canales preparados. Sin embargo la capa de barrillo puede ser considerada perjudicial por que no permite la penetración de irrigantes, medicamentos y materiales de obturación dentro del túbulo

dentinario e impide su contacto con la pared del canal. (Citado por De-Deus) [1]

La eliminación de la capa de barrillo deja las paredes del conducto lisas con los tubulillos de forma circular y de diámetro ligeramente amplio. Como consecuencia de ello, el material de relleno entra en contacto más estrecho con las paredes del conducto radicular. Todas las técnicas de preparación del conducto causan la formación de una capa de barrillo, que reduce la permeabilidad dentinaria. [2]

Esa capa de desecho puede llegar a obturar parte del conducto y ser a su vez una fuente de reinfección del conducto radicular.

Es ahora generalmente propugnado que la capa residual debe de ser removida preferentemente antes de obturar el conducto. Esto asume que facilita la adaptación del material de obturación a la pared de la dentina dándole adhesión y resistencia a la penetración de bacterias. [3]

Muchos autores han concluido que la capa residual creada durante la preparación del canal debe ser removida de las superficies de dentina de las paredes del conducto. [4]

Actualmente, el agente quelante EDTA se utiliza ampliamente para la eliminación de la capa de barrillo formada durante la preparación del conducto radicular. Sin embargo es necesario realizar estudios sobre estas sustancia irrigadoras ya que existen diversas marcas comerciales que ofertan sus productos con la finalidad de la eliminación de la capa residual.

El propósito de este trabajo es comprobar cuál de las dos marcas comerciales ofrece mejores resultados en la remoción de la capa residual y verificar si presentan mayor efectividad activados con la irrigación ultrasónica.

2. MARCO TEÓRICO

La irrigación es un complemento esencial en el proceso de limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares para lograr su desinfección antes de proceder con la obturación tridimensional de los mismos. Este procedimiento se lleva a cabo mediante el empleo de agentes químicos lo suficientemente capaces de promover el arrastre, mantener la humedad, ser disolventes y actuar sobre la flora microbiana presente.

El endodoncista ha estado siempre en la búsqueda de un agente irrigante ideal para el tratamiento de los conductos radiculares, con características que permitan optimizar el trabajo y obtener con su uso resultados clínicos satisfactorios. [5]

La conciencia de la formación de barrillo dentinal en los conductos de dientes preparados endodónticamente fue descrita por Mc Comb y Smith alrededor de 1975, quienes reportaron que la apariencia fue similar al smear layer coronal. Los túbulos dentinales contienen dentro de su superficie una capa de detritos compactados que se forman cuando los conductos radiculares son instrumentados durante el tratamiento de endodoncia, debido a que hay un rompimiento de la matriz de dentina. Se reporta que el grosor de esta capa es aproximadamente de 1-5 μ m, aunque dicho grosor depende del tipo y filo del instrumento usado y de si en la preparación del conducto la dentina esta seca o húmeda esta capa se denomina barrillo dentinal, smear-layer o capa residual, la cual está compuesta por subunidades globulares, aproximadamente de un diámetro de 0.05-0.1 μ m las cuales son originadas por fibras mineralizadas, también tiene material de

contenido inorgánico y orgánico como trozos de dentina, remanente de tejido pulpar vital o necrótico, remanentes de los procesos odontoblásticos, proteínas coaguladas, células sanguíneas y en algunas ocasiones microorganismos. [6]

Para la eliminación de esta capa de desecho se han utilizado diferentes sustancias irrigadoras, las más usadas actualmente son los quelantes.

Se denominan quelantes las sustancias que tienen la propiedad de fijar iones metálicos de un determinado complejo molecular.

El término quelar deriva del griego “Khele” que significa garra.

Los quelantes presentan en la extremidad de sus moléculas, radicales libres que se unen a los iones metálicos actuando de manera similar a los cangrejos. Esas sustancias “roban” los iones metálicos del complejo molecular en que se encuentran entrelazados, fijándolos por una unión coordinada que se denomina quelación.

La dentina es un complejo molecular que tiene en su composición los iones de calcio y sobre la cual se aplica el quelante; lo que puede resultar en una deficiencia de iones calcio que le dará más facilidad de desintegración.

El ácido etilendiaminotetracético (EDTA), es un quelante específico para el ión calcio y por consiguiente para la dentina. [7]

Es aconsejable una irrigación con EDTA con el objetivo de remover la capa de barro dentinario (smear layer), al final de la conformación y antes de la

colocación de la medicación intraconducto entre sesiones o de la obturación del conducto.

En las pulpectomías, el barro dentinario reduce la permeabilidad dentinaria y dificulta la adaptación del sellador endodónticos a la pared del conducto radicular.

En el tratamiento de los dientes con pulpas mortificadas, esta capa también puede albergar microorganismo y al reducir la permeabilidad dentinaria, impedir o dificultar la acción de los fármacos utilizados en la medicación intraconducto entre sesiones.

Por estas razones es aconsejable irrigar el conducto con 5 ml de EDTA una vez concluida la conformación. El conducto debe quedar lleno de solución por un tiempo que varía entre 3 y 5 minutos. Una vez transcurridos los 5 minutos, el conducto podrá irrigarse, con hipoclorito de sodio y secarse con conos de papel absorbente. [8]

Se recomienda las soluciones de hipoclorito de sodio como irrigante principal. Esto se debe a su amplio espectro antimicrobiano, así como su capacidad única para disolver los restos de tejido necrótico. Reacciones químicas y toxicológicas relacionadas con su uso son discutidos, incluyendo los diferentes enfoques para mejorar la eficacia local sin incrementar el potencial cáustico. Además, las soluciones quelantes se recomiendan como irrigante complemento para evitar la formación de una capa de residuo y / o eliminarla antes de llenar el sistema de canales de la raíz. Con base en las acciones e interacciones de soluciones disponibles en la actualidad, un

régimen de riego clínico se propone. Por otra parte, algunos aspectos técnicos de irrigar el conducto radicular se discuten, y las tendencias recientes son inspeccionadas críticamente. [9]

El uso de ultrasonido en endodoncia fué en 1957, Richman publicó un interesante trabajo describiendo el uso de ultrasonido en la preparación de conductos, colocando en un inserto sondas barbadas, limas y ensanchadores, procurando refrigerar con agua el calor producido por el aparato Cavitron Ultrasonic trabajando a 29,000 ciclos, (Caulk, Denstply, USA), el mismo aparato utilizado en periodoncia, por medio de la adaptación de limas endodónticas en puntas pr 30; propuso la irrigación primeramente con hipoclorito de sodio, para evitar el sobrecalentamiento y disolver la materia orgánica. [10]

Con el transcurrir del tiempo, muchas investigaciones fueron realizadas, intentando desarrollar una técnica de irrigación con el ultrasonido examinando su capacidad de limpieza en relación a la irrigación manual convencional. Como el aparato adaptado (Cavitrón) no proporcionaba irrigación continua, ella era proporcionada manualmente, no satisfaciendo las necesidades de limpieza del canal radicular.

Los investigadores, incentivados por la eficiencia del ultrasonido, consiguieron crear un aparato específico para endodoncia, que realizaba irrigación simultánea a la vibración ultrasónica. Martin y Cunningham en el año 1976, desarrollaron un dispositivo ultrasónico el cual comercializaron con el nombre de Caviendo (Caulk/ Dentsplay, EUA), el cual consistía en un dispositivo magnetoestrictivo, que generaba una potencia de 25-30 KHz, y

que incluía un receptáculo integrado donde se colocaba la solución irrigante. Estos autores también proponen el término Endosónico, el cual lo definen como la síntesis de acciones ultrasónicas, biológicas, químicas y físicas, que actúan por separado pero que interactúan entre sí en forma sinérgica. [11]

Desde entonces se han realizado diversos estudios sobre su uso en la irrigación, sin llegar al protocolo ideal, con algunos de los siguientes resultados.

Comparando diferentes dispositivos y técnicas Hulsmann y cols. Encontraron en los resultados de su estudio que no se pueden lograr paredes del conducto radicular completamente limpias con ninguno de las diferentes técnicas y dispositivos de investigación. De acuerdo con la literatura sobre la preparación automatizada de tratamiento de conducto, Finder System, Endolift, Intra-Endo 3-LDSY, y Endoplaner mostraron resultados inaceptables y un desempeño significativamente peor que otros dispositivos utilizados en este estudio. Los ultrasonidos obtuvieron las paredes del conducto radicular más limpias, aunque las diferencias entre otras técnicas y dispositivos no fueron significativas [12].

En 2001 Jiang L.M., observó que intensidades mayores de ultrasonido dieron lugar a una mayor amplitud de oscilación de las limas y, en consecuencia, aumentó la eficacia de la limpieza con la Irrigación ultrasónica pasiva (PUI) [13].

En el 2004 Lee S.J. y Wesselink P.R. con el objetivo de comparar la capacidad de la irrigación con jeringa y la irrigación ultrasónica para eliminar los desechos dentinarios artificiales en las extensiones simuladas de los canales radiculares. Realizaron un estudio para determinar su eficacia. Los resultados indicaron que el ultrasonido es capaz de eliminar mejor la dentina artificial de los conductos con irregularidades en raíces rectas, amplias en comparación con la irrigación con jeringa [14].

Durante las últimas décadas, el tratamiento endodóntico se ha beneficiado con el desarrollo de nuevas técnicas y equipos, que han mejorado los resultados y la previsibilidad. Atributos importantes, tales como el microscopio operatorio y ultrasonido se han encontrado indispensables aplicaciones en una serie de procedimientos dentales en periodoncia, en un grado mucho menor en la odontología restauradora, mientras que es muy prominente utilizarlos en endodoncia. El Ultrasonido en la endodoncia ha mejorado la calidad de tratamiento y representa un complemento importante en el tratamiento de casos difíciles. Desde su introducción, el ultrasonido se ha convertido cada vez más útil en aplicaciones como la apertura de acceso al canal, la limpieza y conformación, la obturación de conductos radiculares, la eliminación de materiales y obstáculos intraconducto, y la cirugía endodóntica [15].

Lui J.N y cols., demostraron que el uso de ultrasonidos con EDTA al 17% mejora la eliminación de la capa de barrillo en la región apical del conducto. Sin embargo la adición de los tensoactivos de EDTA en Smear Clear no tuvo

mejores resultados en la remoción de Smear layer en comparación con el EDTA solo [16].

En el 2008 Chopra y cols. Compararon la eficacia de limas- F y ultrasonidos para eliminar la capa de barrillo de los conductos radiculares instrumentados e irrigados con hipoclorito de sodio y EDTA. Los canales fueron entonces instrumentados ya sea con la lima- F- o una lima tipo K # 20 activada con ultrasonido con o sin EDTA. Hubo poca diferencia entre la lima-F y la lima k #20 activado con el ultrasonido en el retiro de la capa de barrillo con o sin EDTA. El efecto de la activación ultrasónica parece ser autolimitada con alto volumen de oleadas de irrigación. La lima-F no era más beneficiosa en la eliminación de la capa frotis. Por el contrario, la remoción de la capa de barro parece ser principalmente influenciada por la introducción de un enjuague con EDTA [17].

Novedosos instrumentos como cepillos NaviTip FX (Ultradent, South Jordan, UT) son comparados con el efecto de la irrigación continua, e intermitente y PUI. Los resultados de dicho estudio muestran que NaviTip FX y PUI intermitente mostraron una puntuación significativamente más baja de frotis que otros grupos a nivel de 3 mm. Concluyendo que ambos, cepillo y la activación intermitente de ultrasonidos son eficaces en la eliminación de la capa de frotis del tercio apical [18].

Gregorio C. y cols., demostraron en su estudio que la activación sónica y ultrasónica da como resultado una irrigación más efectiva de los canales laterales simulados a 4,5 y 2 mm de la longitud de trabajo. La irrigación tradicional con aguja mostró la penetración significativamente menor que la

irrigación de los canales laterales y se limitó al nivel de la penetración de la aguja. La adición de EDTA no dio lugar a una mejor penetración de los irrigantes en los canales laterales [19].

En el estudio de Kuah en 2009, el análisis estadístico mostró que los grupos de irrigación con EDTA y ultrasonidos, grupos E (ED3US) y G (ED1US), hubo significativamente más muestras con remoción de la capa de frotis completa y remoción de escombros. No hubo diferencias significativas entre los grupos E (ED3US) y G (ED1US). Llegando a la conclusión que una aplicación de 1 minuto de ultrasonido con el uso combinado de EDTA es eficiente para la remoción de la capa de barrillo y la remoción de escombros en la región apical del conducto radicular [20].

Van der Sluis y cols. en 2010 demostraron que la activación ultrasónica de la irrigación en combinación con el método de infusión intermitente produce un efecto acumulativo de más de 3 ciclos de recambio/ activación. El hipoclorito de sodio como irrigante es significativamente más eficaz que el agua carbonatada, la cual es significativamente más eficaz que el agua destilada, en la eliminación de restos de dentina del conducto radicular durante activación ultrasónica [21].

En un estudio in vitro realizado en 2010 por Borro, I. y cols. concluyeron que la concentración del hipoclorito no es un factor directo que influya en la mayor o menor limpieza de los conductos. El uso de una solución quelante es fundamental para la eliminación del componente inorgánico del barrillo dentinario. La activación de la irrigación es necesaria para lograr conductos más libres de barrillo dentinario [22].

Saber y cols. Compararon la eliminación de la capa de barrillo después de la irrigación final activada con presión apical negativa (ANP), agitación manual dinámica (MDA), y la PUI. Concluyendo que la activación de irrigación Final con ANP y MDA resultó en una mejor eliminación de la capa de barrillo que con PUI o irrigación pasiva (PI) [23].

En investigaciones recientes se han utilizado diversos sistemas con la finalidad de mejorar la irrigación tal es el caso del estudio realizado por Uroz-Torres D. y cols. en febrero de 2010 para evaluar el EndoActivador en la fase de irrigación final. Concluyendo que el sistema EndoActivator no aumenta la eliminación de la capa de frotis en comparación con riego convencional Max-I-Probe con NaOCl y EDTA [24].

Como coadyuvante en la irrigación se lanzó el instrumento SAF (lima autoajustable), el cual en un estudio, operado con el flujo continuo de irrigantes alternando entre el hipoclorito de sodio y EDTA, resulto con conductos que estaban libres de escombros y casi completamente libre de la capa de barrillo [25].

Mientras que el diseño experimental implementado en el estudio de Caron, G. y cols. llevo a las siguientes observaciones: la activación de las soluciones de irrigación mostro canales más limpios en comparación con ninguna activación, y un activador cónico que se adapte más a las dimensiones de la forma del canal es la más efectiva (es decir, el cono maestro de gutapercha y Endoactivator) [26].

Rodrig, T. y cols. demostraron que la agitación de NaOCl y EDTA mejora la eliminación de la capa de frotis solo en la parte recta, la porción coronal de

conductos curvos, pero no para mejorar la eficacia de eliminación de desechos. La limpieza del conducto radicular fue significativamente mejor en la región coronal que en la región apical del conducto radicular [27].

Evaluando otros sistemas de irrigación se realizó un estudio con el propósito de comparar la eficacia de la remoción de escombros entre EndoVac, PiezoFlow, o el riego de aguja (Max-i-Probe). Irrigación final con EndoVac, el PiezoFlow, o Max-i-Probe con volúmenes similares de irrigantes mejoró significativamente la limpieza del canal y del istmo. [28]

El diseño de la hoja de corte de los instrumentos rotatorios puede afectar el resultado de la instrumentación del conducto radicular en términos de limpieza, también pueden interferir otros factores como el diámetro al cual se preparó el conducto, el tipo de aguja que se usa para irrigar y la longitud a la cual se irriga. Así como mantener patente el conducto durante la instrumentación. Ante estos factores determinantes en la limpieza del conducto radicular encontramos que:

Comparando dos sistemas rotatorios Light Speed y Profile en cuanto a la eliminación más eficaz de la capa de barrillo se obtuvo que: la media de resultados de desechos, cuando se utilizó solo agua, fueron similares para LS y PF. Por el contrario, los canales preparados con EDTA, NaOCl, LS-PF había resultados similares de desechos a nivel apical y coronal, pero no hubo una diferencia significativa en el nivel medio. Las puntuaciones medias de la capa de frotis fueron similares en los canales preparados con LS-PF, cuando el agua era el irrigante único. Por el contrario, con NaOCl y el EDTA, las puntuaciones medias de la capa de frotis fueron significativamente

diferentes a nivel apical y medio, pero no en el nivel coronal. Ninguna técnica fue superior en remoción de escombros, pero se obtuvo grandes preparaciones del canal en este estudio con instrumentos LS permitido eliminación más eficaz de la capa de barrillo en el grupo EDTA-NaOCl [29].

Jeon, I. y cols. en 2003 compararon la calidad y cantidad de la capa residual generada en el tercio apical de los conductos radiculares rectos por dos sistemas rotatorio de níquel-titanio (profile y hero 642) y un sistema rotatorio de acero con diferentes diseños de la cuchilla de corte. Los resultados expresaron que la menor capa de frotis se obtuvo en el grupo Héro 642 en el tercio apical seleccionado de los conductos radiculares rectos. Sin embargo, todos los instrumentos dejaron una capa de barrillo. La textura de la superficie de la capa de barrillo, además de la profundidad y la frecuencia de los materiales empacados en los túbulos dentinarios, varió con el tipo de instrumento. Conclusión. Estos datos revelan que el diseño de la hoja de corte de los instrumentos rotatorios puede afectar la limpieza del conducto radicular recto [30].

Para determinar el tamaño mínimo de instrumentación necesario para la penetración eficaz de irrigantes y la eliminación de escombros y capa de frotis desde el tercio apical de los conductos radiculares, Khademi, A. y cols. encontraron que una instrumentación apical con una lima de tamaño # 30 / .06 de conicidad fue eficaz para la remoción de escombros y la capa de frotis de la parte apical de los conductos radiculares [31].

Comparando diferentes puntas de agujas y a diferentes longitudes, Boutsoukis, C. y cols. obtuvieron que el patrón de flujo en la parte apical del

conducto radicular fue similar entre las diferentes posiciones de la aguja. Las principales diferencias se observaron entre los dos tipos de agujas. La aguja con salida lateral logra el reemplazo de la irrigación en la longitud total sólo en la posición de 1 mm, mientras que la aguja plana abierta fue capaz de lograr la sustitución completa incluso cuando se encuentra a 2 mm por debajo de la longitud de trabajo. El esfuerzo cortante máximo disminuyó a medida que las agujas se movieron lejos de la longitud de trabajo. La aguja plana llevó a significar mayor presión en el foramen apical. Ambas agujas mostraron un descenso similar gradual de la presión apical a medida que aumentaba la distancia de la longitud de trabajo. Concluyendo que la inserción de la profundidad de la aguja afecta el grado de remplazo del irrigante, el esfuerzo cortante en la pared del canal, y la presión en el foramen apical para ambos tipos de aguja [32].

Vera, J. y cols. demostraron la importancia de mantener permeable el conducto durante los procedimientos de limpieza y conformación ya que obtuvieron significativamente más canales con irrigación en el tercio apical después de PUI, cuando la permeabilidad apical se mantuvo con una lima no. 10 a 1 mm más allá de la longitud de trabajo, que cuando la permeabilidad apical no se mantuvo a través de los procedimientos de limpieza y conformación. Concluyendo que el mantenimiento de la permeabilidad apical y la irrigación con PUI mejora la presencia de irrigantes en el tercio apical de los conductos radiculares humanos [33].

En cuanto al volumen necesario de EDTA Crumpton B., y cols., demostraron que 1 ml de EDTA con un tiempo de contacto de 1 min fue tan

eficaz como 10 ml. Esto puede permitir un tratamiento más rápido, irrigación más controlada, menos fatiga del operador, y un potencial ahorro en costos. En conclusión, bajo los parámetros de este estudio, no hubo más remoción de escombros con irrigación adicionales de más de 1 ml con EDTA, y 1 ml de EDTA fue tan efectivo en la eliminación de la capa de barrillo como 10 ml [34].

Saito K., y cols., en el 2008 compararon diferentes tiempos de irrigación. Reduciendo el tiempo de irrigación a 15 o 30 segundos con 1 ml de EDTA al 17% disminuyó significativamente la remoción del barro dentinario en comparación con un enjuague de 1 minuto. En función de la terminación apical, curvatura y conicidad, parece el régimen óptimo para la efectiva eliminación de la capa de barrillo en los conductos radiculares un enjuague final con 1 ml de EDTA al 17% durante 1 minuto, seguido por un enjuague de 3 ml con NaOCl al 6% utilizando una punta de riego calibre 28 o calibre 30 Max-i-Probe colocada 1 mm corta de la longitud de trabajo [35].

En otro estudio realizado en el 2010 se compararon dos diferentes protocolos de enjuague final con EDTA y obtuvieron que el grupo de enjuague continuo presento más superficies libres de frotis, en comparación con el grupo de enjuague y remojo ($P < .01$). Cuando las zonas del conducto radicular se compararon sin los grupos, no hubo diferencias estadísticas ($P > 0,05$). Llegando a la conclusión que, un enjuague continuo con 5 ml de EDTA por 3 minutos es más eficiente para quitar la capa de frotis de las paredes del conducto radicular [36].

Durante la instrumentación se pueden utilizar diversos tipos de irrigantes, para analizar qué tipo de reacciones pueden causar al actuar juntos dentro del conducto, se han realizado diversas investigaciones.

Rasimick B. y cols., analizaron la interacción entre clorhexidina y EDTA. Observando que la combinación de clorhexidina y EDTA produce un precipitado blanco. El objetivo de este estudio fue determinar si el precipitado consiste en la degradación química de la clorhexidina. Más del 90% de la masa del precipitado se encontró que era EDTA o clorhexidina. El resto se sospecha que es agua, gluconato, y sodio. La Paracloroanilina es un producto de la descomposición de la clorhexidina con potencial carcinogénico, y no se detectó en el precipitado (el límite de detección fue del 1%). La relación molar de clorhexidina al EDTA en el precipitado fue de 1,6 a 1. Con base en los resultados, la clorhexidina forma una sal con EDTA más bien que someterse a una reacción química [37].

La interacción entre hipoclorito de sodio y EDTA fue estudiada con resonancia magnética nuclear. Los trazos del análisis de resonancia magnética nuclear (RMN) confirmaron que la reacción entre el hipoclorito de sodio y EDTA conduce a una muy lenta degradación, pero progresiva. Consciente de las limitaciones de un estudio in vitro, los resultados de este estudio, sin embargo demostraron que un enjuague final con hipoclorito de sodio no puede limitar los efectos quelantes del EDTA en un periodo de tiempo clínicamente realista [38].

Clarkson R.M., y cols. en 2011 investigaron sobre los efectos de mezclar hipoclorito de sodio con EDTA en diferentes proporciones. Los resultados de

este experimento demuestran que el contenido en cloro activo de NaOCl se reduce al mezclarlo con EDTA. Una reducción sustancial (hasta un 80%) en el contenido de cloro activo, independiente de la dilución, se produce incluso con pequeñas mezclas de EDTA. La reacción entre NaOCl y el EDTA puede ser vigorosamente exotérmica en algunas circunstancias. Si se requieren los beneficios terapéuticos de NaOCl, NaOCl y el EDTA no deben estar presentes en el conducto radicular al mismo tiempo. Por lo tanto, si las soluciones de NaOCl y el EDTA se alternan en los conductos, los canales deben ser evacuados y / o secados entre las soluciones. El orden en que NaOCl y EDTA deberían ser utilizados para irrigación en endodoncia sigue siendo un tema de debate en curso [39].

A través del tiempo diversas sustancias se han utilizado como agentes quelantes.

Fraser, J., G., en 1974 realizó una evaluación In vitro de la efectividad de las propiedades de tres agentes quelantes usados en endodoncia. La capacidad de estos agentes para debilitar el canal de la dentina radicular en diferentes niveles se evaluó. El hallazgo fue que, aunque en el tercio cervical y el tercio medio la dentina radicular fue debilitada a una profundidad limitada por el agente quelante, la dentina apical no lo era. A pesar de las diferencias entre los tres agentes, no fue significativa en el tercio cervical, pero fue significativa en el tercio medio de la raíz, con Largal ultra que fue más eficaz que cualquiera de Decal o RC-Prep [40].

Wayman B.E. y cols., compararon la eficacia de las soluciones de ácido láctico, tres concentraciones de ácido cítrico, hipoclorito de sodio y solución

salina fisiológica utilizada como irrigantes del canal de la raíz. Se concluyó que una solución al 10% de ácido cítrico como un lubricante, seguido de una solución al 2,5% de hipoclorito de sodio como irrigación, y luego otra vez el uso de solución de ácido cítrico, producen paredes limpias del canal con patente de túbulos dentinarios [41].

En el 2000 los resultados de Galt, S., y cols. mostraron que la capa de barrillo fue eliminado por completo por el EDTA, pero hizo erosión de los túbulos. EGTA fue algo eficaz en la eliminación de la capa de barrillo sin inducir la erosión. Sus resultados sugieren que EGTA es una alternativa de quelante para eliminar la capa de barrillo [42].

Se evaluaron por O'Connell, M., S., y cols. tres soluciones de EDTA con una concentración del 15% de la sal alcalina, una concentración del 15% del ácido sal, y una concentración de 25% de la sal alcalina, para la remoción del barro dentinario en la raíz de los sistemas de canales. Todas las soluciones se ajustaron a pH 7,1 utilizando NaOH o HCl. Cuando las soluciones de EDTA fueron utilizados alternadamente para el riego del conducto radicular con NaOCl al 5,25%, eliminó completamente la capa de barrillo en los tercios medio y coronal de los canales preparados, pero fueron menos efectivos en el tercio apical. Ninguna de las soluciones de EDTA por sí mismas fueron eficaces en la eliminación total de la capa de frotis en cualquier nivel. La sal alcalina tetrasódica, el pH ajustado con HCl, es más rentable y funciona tan bien como la sal disódica más común utilizada [43].

Diversos ácidos orgánicos, instrumentos de ultrasonido, y láser se han utilizado para eliminar la capa de barrillo de la superficie de los conductos

radiculares instrumentados. Torabinejad, M., y cols. estudiaron una nueva solución para la eliminación de la capa de barrillo. El propósito de este estudio fue investigar el efecto de la mezcla de un isómero de tetraciclina, un ácido y un detergente (MTAD) como un enjuague final en la superficie de conductos radiculares instrumentados. Los canales fueron tratados con 5 ml de una de las siguientes soluciones como un enjuague final: agua destilada estéril, hipoclorito de sodio 5.25%, EDTA al 17%, o una nueva solución, MTAD. Los resultados muestran que MTAD es una solución eficaz para la remoción de la capa de barrillo y no cambia significativamente la estructura de los túbulos dentinarios, cuando los canales se riegan con hipoclorito de sodio y después con un enjuague final de MTAD [44].

En el año 2004 Machado L.F. y cols. realizaron un estudio con el propósito de medir la capacidad de desmineralización del ácido cítrico a 1 y 10%, citrato de sodio al 10% y EDTA 17% al sumergir dentina radicular durante 5, 10 y 15 min. Observaron que el ácido cítrico al 10% fue el agente descalcificante más efectivo, seguido de ácido cítrico al 1%, EDTA al 17% y citrato de sodio al 10% [45].

En un estudio, publicado por Dotto S. R. y cols, compararon in vitro la eficacia del ácido etilendiaminotetracético al 24% (EDTA) en gel y el EDTA 17% en solución en la limpieza de las paredes del conducto radicular después de la instrumentación. Treinta dientes caninos humanos se dividieron en tres grupos de 10 dientes cada uno. En el grupo 1 se utiliza como solución de irrigante el hipoclorito de sodio al 1% , en el grupo 2, se utiliza hipoclorito de sodio al 1% y solución de EDTA al 17%, y en el grupo 3, hipoclorito de sodio al 1% y EDTA al 24%. La presencia de una capa de

barrillo se analizó después de la instrumentación utilizando microscopía electrónica de barrido. Los resultados indican que el hipoclorito de sodio al 1% solo, no puede eliminar la capa de barrillo y que no había ninguna diferencia estadística entre el EDTA gel y solución de EDTA en la eliminación de barrillo dentinario [2].

De-Deus G. y cols. en el 2008 estudiaron la desmineralización de la dentina realizado por EDTA y EDTA en asociación con agentes humectantes. La solución de EDTA tuvo el efecto más fuerte en todo el momento experimental mientras que la asociación de agentes humectantes con EDTA mostró un efecto quelante débil y esta diferencia fue estadísticamente significativa [1].

En el 2008 Perez H.M y cols. compararon diferentes sustancias para la descalcificación de la dentina del conducto radicular, concluyendo que las soluciones de EDTA al 15%, ácido cítrico al 15% y ácido fosfórico descalcificaron la dentina radicular con más extracción de calcio durante los primeros 5 minutos de acción. La eficacia del ácido cítrico 15% y EDTA 15% fue significativamente mejor que las soluciones de 5% de ácido fosfórico en cada periodo de tiempo (5, 10 y 15 min.) [4].

Khedmat, S., y cols. en 2008 compararon tres sustancias quelantes. Los resultados mostraron que no hubo diferencias significativas en la eficacia de tres agentes quelantes en todos los niveles de los conductos radiculares. La comparación de los tres tercios en cada grupo no mostró diferencias significativas en los grupos SmearClear y EDTA. Sin embargo, la eficacia de ácido cítrico fue significativamente menor en el tercio apical en comparación con el tercio coronal y medio de los canales. En conclusión, el protocolo

utilizado en este estudio no fue eficiente para eliminar completamente la capa de frotis, especialmente en el tercio apical del conducto [46].

De-Deus, G., y cols. compararon dos sustancias quelantes, concluyendo que los resultados actuales muestran las diferentes eficacias de los dos agentes quelantes en prueba, que pueda afectar a su mejor modo de aplicación clínica. EDTA es un quelante fuerte que quita rápidamente la capa de barrillo pero que también podría afectar a la estructura subyacente de dentina sana. Etidronato (HEBP) por el otro lado, es un quelante débil que probablemente se debe administrar en conjunto con hipoclorito de sodio durante todo el proceso de la instrumentación. Los estudios futuros deberían apuntar a proveer un mejor entendimiento del mecanismo de quelante inducida por la destrucción de la dentina y su efecto en la capacidad de adaptación y el sellado de las raíces, así como su posible influencia en la fuerza de la raíz [47].

Da Silva y cols. en 2008 compararon SmearClear y EDTA, los resultados del estudio mostraron que SmearClear y EDTA tuvieron un desempeño similar en remoción del barro dentinario del sistema de conducto radicular de dientes unirradiculares permanentes. Bajo las condiciones de este estudio, SmearClear fue capaz de eliminar la capa de frotis de los conductos radiculares de los dientes permanentes tan eficazmente como el EDTA 14.3% lo que sugiere que las dos soluciones pueden ser indicadas para tal fin [48].

Los resultados del estudio de Carvalho, A.,S., y cols. mostraron diferencia estadísticamente significativa con una mayor cantidad de túbulos abiertos en

los grupos 1 (NaOCl al 2,5%, ácido etilendiaminotetraacético al 17%) y 3 (Canal plus, NaOCl al 2,5%). En todos los grupos, la limpieza obtenida en el tercio cervical era mejor que la obtenida en los tercios medio y apical, con diferencia estadística significativa en el grupo de clorhexidina. La irrigación con Canal Plus en combinación con NaOCl y NaOCl seguido por EDTA produjo una mayor limpieza de las paredes del conducto radicular [49].

Usando tres diferentes irrigantes para remoción de la capa de barrillo Mancini, M., y cols. Reportaron que, la aplicación de 1 ml de Bio- Pura MTAD, EDTA al 17%, ácido cítrico al 42%, o NaOCl al 5,25% a 37 ° C durante 1 minuto seguido de 3 ml de NaOCl 5,25% no es suficiente para eliminar por completo la capa de frotis, especialmente en el tercio apical. Efectos erosivos de los irrigantes no pudieron ser analizados [50].

Ballal, N., V., y cols. compararon el ácido maleico y EDTA en la remoción de la capa de barrillo con los siguientes resultados: En el tercio coronal y medio, no hubo diferencia significativa entre EDTA y ácido maleico. Ambos fueron igualmente eficientes en la eliminación de la capa de barrillo. En el tercio apical ácido maleico, mostró significativamente mejor eliminación de capa de frotis que el EDTA. Concluyendo que la irrigación final con 7% de ácido maleico es más eficiente que el EDTA al 17% en la remoción de capa residual del tercio apical de la raíz del sistema de canal, que es un área crucial para la desinfección [51].

Recientemente se realizó un estudio con el objetivo de comparar la eficacia de ácido fosfórico al 37% en solución y gel con la de EDTA al 17% y ácido cítrico al 10% en la remoción de barro dentinario por Prado, M., y cols.

mostrando que ninguna de las sustancias analizadas en este estudio fue eficaz para la eliminación de la capa de barrillo en 30 segundos. A los 3 minutos todas las sustancias funcionaron bien en los tercios medio y cervical, con la solución de ácido fosfórico se exhiben excelentes resultados incluso en el tercio apical. Estos resultados apuntan hacia la posibilidad de que la solución del ácido fosfórico puede ser un agente prometedor para la remoción de la capa de barro. Además, se necesitan estudios para evaluar la profundidad de la desmineralización provocada por el ácido fosfórico, su influencia en la adherencia, y la citotoxicidad de dicha solución a fin de que se pueda utilizar rutinariamente en endodoncia [52].

Yılmaz Z., y cols. evaluaron, los niveles de la tensión superficial de las soluciones de EDTA preparado en diferentes pH y temperatura, y el pH y las variaciones de temperatura causan una alteración significativa en los niveles de la tensión superficial de estas soluciones. El surfactante añadido a las soluciones de EDTA mostro los niveles más bajos de la tensión superficial, y podría sugerir que estas soluciones parecen ser adecuados para una buena humectación de la superficie de la dentina. Por otro lado, debido a los insatisfechos efectos de la quelación de la dentina REDTA y EDTA-T, elaborando solución de EDTA a un pH bajo o neutral a 37° C podría ser eficaz para una mejor capacidad de humectación de la solución. Sin embargo, se necesitan más estudios para evaluar el efecto de las variaciones de temperatura en la capacidad quelante del EDTA [53].

La utilización de dichos irrigantes puede causar cambios en la estructura de los tejidos de los órganos dentales, por ello se analizan algunos cambios que ocurren.

Analizando el impacto de la secuencia de los irrigantes en las propiedades de la dentina, Mareending, M., y cols. obtuvieron que la exposición de 24 minutos con el hipoclorito de sodio provocó una caída significativa de la resistencia a la flexión en comparación con los controles de agua o EDTA. Mientras que el módulo de elasticidad no sufrió variación. Por el contrario, la corta exposición a EDTA como es clínicamente recomendada no afectan a los parámetros mecánicos de la dentina dentro de la investigación, independientemente de la secuencia de irrigación que se utilizó [54].

Ballal, N., y cols. compararon EDTA y ácido maleico en la reducción de la microdureza. No hubo diferencias significativas entre EDTA y ácido maleico en la reducción de la microdureza. El aumento de la rugosidad fue significativamente mayor con ácido maleico, en comparación con EDTA. Concluyendo que ácido maleico redujo la microdureza de la dentina radicular similar al EDTA, pero aumentó la rugosidad de la superficie significativamente más que el EDTA [55].

Se realizó un estudio en 2010 por Zhang, K., y cols. para comparar diferentes tiempos de exposición y concentraciones de hipoclorito de sodio y EDTA en la integridad de dentina mineralizada. Los resultados muestran que la degradación del colágeno se incrementó de manera significativa y la resistencia a la flexión de la dentina mineralizada fue significativamente reducida después de la utilización de NaOCl al 5,25% como irrigación inicial de más de 1 hora. Por el contrario, los cambios fueron insignificantes cuando se utilizó NaOCl 1,3% como irrigante inicial de hasta 4 horas. Sus conclusiones fueron que los efectos perjudiciales atribuidos a la utilización de NaOCl en dentina es dependiente de la concentración y tiempo-

dependiente y no están asociados con la desmineralización causados por el uso de EDTA como irrigante activo final [56].

Qian, W., y cols. analizaron el efecto de la secuencia de soluciones irrigantes en la erosión de dentina. No se detectó erosión cuando los agentes desmineralizantes fueron utilizados como un enjuague final después de NaOCl. Sin embargo, la erosión de la dentina peritubular e intertubular se detectó cuando EDTA, EGTA, o CA se utilizó por primera vez seguido por NaOCl 5,25% y se midió un aumento de más del 100% en el área de las aberturas de los túbulos de dentina. Sus conclusiones son que NaOCl usado como una solución final de irrigación después de agentes de desmineralización, causan marcada erosión de la dentina del conducto radicular [57].

Para evaluar el efecto de varias soluciones quelantes en la microdureza del canal dentinario en el 2011 Cruz-Filho, A., M., y cols. mostraron que EDTA y el ácido cítrico tuvieron el máximo efecto en general, provocando una fuerte disminución de la microdureza de la dentina, sin una diferencia significativa uno de otro. Sin embargo, ambos quelantes difieren significativamente de las otras soluciones. Citrato de sodio y agua desionizada fueron similares entre sí y no afectan a la microdureza de la dentina. Vinagre de manzana, ácido acético, y ácido málico eran similares entre sí y presentaron resultados intermedios. Sus conclusiones fueron que a excepción de citrato de sodio, todas las soluciones quelantes probadas reducen la microdureza de la mayoría de la capa superficial de dentina del conducto radicular. EDTA y ácido cítrico fueron las más eficientes [58].

La presencia o ausencia de la capa de barrillo puede tener influencia en cuanto a la adhesión de los cementos selladores a la dentina.

Se evaluó la adhesión a la dentina de diferentes selladores con y sin la capa de barrillo por Gettleman, B., H., y cols. Los resultados muestran diferencias significativas entre AH26, Sultán, y Sealapex, con AH26 siendo el más fuerte y Sealapex el más débil. La única diferencia significativa con respecto a la presencia o ausencia de la capa de frotis fue encontrado con AH26, y había un vínculo más fuerte cuando la capa de barrillo se había eliminado [59].

Se realizó un estudio en el 2008 por Saleh M.I. y cols. para evaluar la penetración bacteriana a través del canal radicular con varios cementos selladores para obturación comparando en presencia o ausencia de la capa de barrillo dentinario, los resultados indican que en presencia de la capa de desecho, RealSeal y Apexit filtró significativamente más lento que en su ausencia. A falta de la capa de barrillo, AH plus filtró mucho más despacio que RealSeal. Los resultados del microscopio electrónico de barrido indicaron un patrón diferencial de penetración bacteriana entre los diferentes selladores [3].

La tendencia para evaluar las superficies preparadas de conductos radiculares es con las técnicas de análisis de imágenes. George R., y cols., en su estudio observaron que, el uso de técnicas de análisis de imagen para evaluar la calidad de una superficie preparada en el sistema de conductos radiculares se correlaciona bien con el enfoque tradicional, pero ofrece un mayor margen para el análisis de características de los túbulos de la dentina. Además, el análisis de imágenes se puede utilizar para suministrar datos cuantitativos sobre la superficie bajo estudio [60].

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares es la fase del tratamiento que se considera más importante; es por ello, que en los últimos 10 años se han desarrollado gran cantidad de recursos tecnológicos que persiguen la correcta preparación y limpieza del sistema de conductos radiculares. De ahí la importancia de determinar ¿Cuál de las dos marcas comerciales de quelante es más efectiva en la remoción de la capa residual y si la aplicación de la irrigación con ultrasonido aumenta la capacidad de limpieza de estos?

4. JUSTIFICACIÓN

En el tratamiento de conductos es fundamental tanto una buena instrumentación mecánica como la adecuada irrigación (limpieza química). En cuanto a esta última se refiere, en los últimos años se ha propuesto la irrigación con EDTA, para conseguir mejores resultados en la eliminación de la capa residual.

Con el propósito de evaluar la eficiencia de dos marcas comerciales, con o sin el uso de ultrasonido; ésta investigación busca aportar mayor conocimiento y comprensión si la activación ultrasónica favorece el efecto de la sustancia irrigadora quelante y que marca será más útil en determinado caso.

5. HIPÓTESIS

5.1 Hipótesis de Trabajo

La irrigación con EDTA en la eliminación de la capa residual tiene mayor efecto al aplicarse el ultrasonido en el procedimiento independientemente de la marca a utilizar.

5.2 Hipótesis Nula

La irrigación con EDTA en la eliminación de la capa residual no tiene mayor efecto al aplicarse el ultrasonido en el procedimiento independientemente de la marca a utilizar.

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Comparar el efecto en la remoción de la capa residual de dos marcas comerciales de quelante con la activación ultrasónica y sin activación.

6.2 Objetivos Específicos

- Determinar la eliminación de capa residual utilizando la sustancia SmearClear con y sin ultrasonido.
- Analizar la eliminación de capa residual utilizando la sustancia MDCleaneser con y sin la activación ultrasónica.
- Comparar el efecto de las dos marcas comerciales en la eliminación de la capa de desecho sin activación ultrasónica.
- Verificar el efecto de las dos marcas comerciales en la eliminación de la capa de desecho con activación ultrasónica.

7. MATERIAL Y MÉTODOS

7.1 Tipo de estudio

Experimental, in vitro, transversal, ciego, diseño factorial.

Se calculó el tamaño de muestra para el experimento resultado en un total de 120 dientes; al no contar con el equipo en la universidad y tiempo para analizar una muestra tan grande se optó por realizar un estudio de tipo descriptivo.

La muestra que se utilizó para esta investigación fue de 22 órganos dentarios de humanos, recientemente extraídos.

7.2 Criterios de Inclusión

- piezas unirradiculares
- conductos rectos
- con formación radicular completa

7.3 Criterios de Exclusión

- órganos dentarios con conductos curvos
- ápices inmaduros o abiertos
- raíces con caries radicular
- raíces que presentaran fisuras o fracturas
- perforaciones radiculares
- piezas con tratamiento de conductos previo

7.4 Procedimiento

Los dientes recientemente extraídos se almacenaron en solución salina hasta antes de iniciar el procedimiento de laboratorio.

Cada una de las muestras fue decoronada con un disco diamantado para estandarizar la longitud a 13 mm aproximadamente y la longitud de trabajo se determinó visualmente por una lima tipo K # 15, a 0.5 mm antes del foramen apical. El foramen apical de cada raíz se selló con cera roja para simular la contrapresión apical in vivo y prevenir que las soluciones escapen por el foramen apical durante la preparación del conducto.

Durante la manipulación, los dientes siempre se mantuvieron en una gasa húmeda con agua destilada. Para realizar el trabajo biomecánico se utilizó una prensa para sujetar cada una de las muestras y poder colocar dique de hule para facilitar la irrigación. (Figura 1)



Figura 1

El canal se inundó con NaOCl al 5.25% y se utilizaron fresas gates glidden # 4, # 3, # 2 y #1 en los tercios coronal y medio del conducto radicular, la instrumentación se inició de manera manual con limas tipo K hasta la #20. Los restos se lavaron con 2 ml de NaOCl al 5.25% con aspiración simultanea realizando una irrigación positiva.

Posteriormente se continuó la preparación con sistema rotatorio Mtwo 20/.06, 25/.06, 30/.05, 35/.04 y 40/.04; hasta la longitud de trabajo. Durante la instrumentación se irrigó con 1 ml de NaOCl 5.25% con una aguja de distal ranurado especial, calibre 27 a 1 mm de la longitud de trabajo después de utilizar cada instrumento.

Las muestras fueron divididas al azar en dos grupos en la fase de enjuague final con EDTA al 17%, de acuerdo a la marca de quelante a utilizar. En el grupo 1 "solución A" (n = 10) se utilizaron 3 ml de quelante para cada muestra. A su vez este grupo se subdividió en dos subgrupos el primero (n=5) fue irrigado con una aguja de distal ranurado especial calibre 27 a 1mm de la longitud de trabajo por 2 minutos; el segundo subgrupo (n=5) se irrigó con ultrasonido utilizando una punta para irrigar (NSK VARIOS ENDODONTIC TIP for U files E 12) #25 insertada a 1 mm antes de la longitud de trabajo a una intensidad de E 3 (Varios 350) y se activó de forma pasiva durante 3 ciclos de 20 segundos cada uno. De igual manera en el grupo 2 "solución B" (n=10) se utilizaron 3 ml de quelante y también se dividió en dos subgrupos, el primero (n=5) fue irrigado con una aguja de distal ranurado especial calibre 27 a 1mm de la longitud de trabajo por 2 minutos; el segundo subgrupo (n=5) se irrigó con ultrasonido utilizando una punta para irrigar (NSK VARIOS ENDODONTIC TIP for U files E 12) #25

insertada a 1 mm antes de la longitud de trabajo a una intensidad E 3 (Varios 350) activándolo de forma pasiva durante 3 ciclos de 20 segundos cada uno.

Dos muestras se utilizaron como grupo control la primera se irrigó con 3 ml de NaOCl al 5.25% con una aguja de distal ranurado especial calibre 27 a 1mm de la longitud de trabajo por 2 minutos. En la segunda muestra control se utilizaron 3 ml de NaOCl al 5.25%, con ultrasonido utilizando una punta para irrigar (NSK VARIOS ENDODONTIC TIP for U files E 12) #25 insertada a 1 mm antes de la longitud de trabajo a una intensidad E 3 (Varios 350) activándolo de forma pasiva durante 3 ciclos de 20 segundos cada uno.

Al finalizar el protocolo de irrigación todas las muestras fueron enjuagadas con 3 ml de agua destilada, seguido de 3ml de NaOCl al 5.25% concluyendo con 3 ml de agua destilada.

Por último se procedió a seccionar cada una de las muestras utilizando la siguiente técnica: marcando con un lapicero en sentido mesio distal se siguió el eje longitudinal del diente, se colocó un tapón de cera en la entrada al conducto para evitar así la penetración de restos al momento de ranurar la muestra con una fresa FG 329. Posteriormente se procedió a separarlas en dos secciones utilizando un desarmador plano de 2.4 mm. (Figura 2)



Figura 2

El almacenamiento de las muestras se realizó en frascos individuales y se depositaron en gasa estéril humedecida con agua destilada. Posteriormente las muestras sólo se secaron y observaron directamente al MEB.

7.5 Análisis Microscópico

Las muestras se observaron bajo microscopio electrónico de barrido (MEB) marca Jeol, modelo JSM 6380LV. Fueron evaluadas en el tercio apical, observando la superficie de la pared del canal dentinario en cuanto a limpieza, de acuerdo con los criterios siguientes:

- 1 . Con limalla que cubre los túbulos.
- 2 . Con limalla que deja visualizar los túbulos.
- 3 . Sin limalla. Se ven los túbulos.

7.6 Métodos Estadísticos

Con el objetivo general de comparar el efecto en la remoción de la capa residual de la sustancia irrigadora quelante con la activación ultrasónica y sin activación en la presencia de dos tipos de marcas comerciales, se diseñó un experimento de tipo factorial con dos factores: Método de irrigación y Marca; y con variable respuesta ordinal con tres categorías definidas al observar la superficie de la pared del canal dentinario en cuanto a limpieza.

Se utilizó estadística descriptiva con conteos y porcentajes. Aun cuando el tamaño de muestra es pequeño se calculó la prueba chi-cuadrada para las comparaciones estadísticas como un indicador descriptivo.

Los datos se analizaron el SPSS v15 y un valor de probabilidad menor a 0.05 se consideró estadísticamente significativo.

8. RESULTADOS

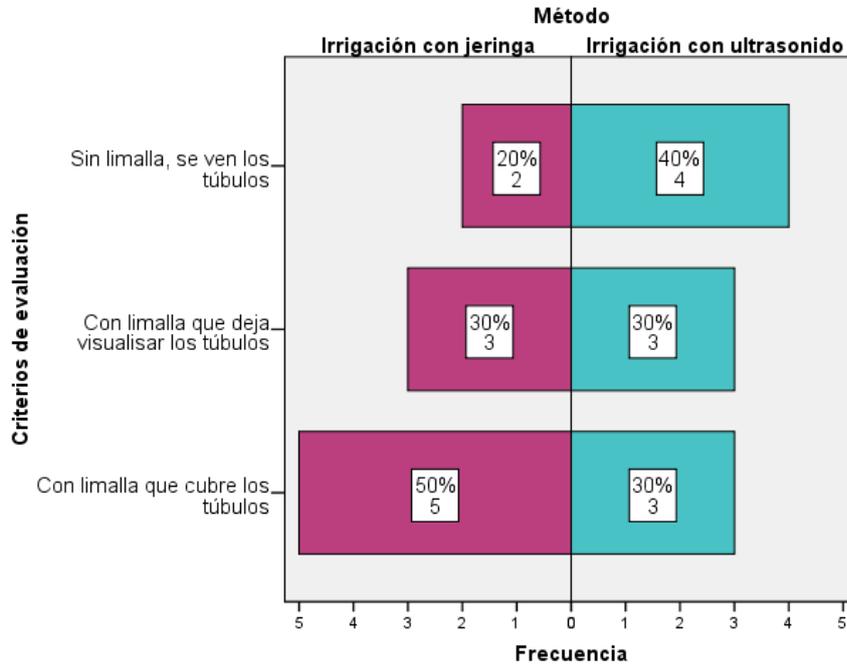
Se compararon los métodos de irrigación (con jeringa y ultrasonido) independiente de la marca y se observó que en el grupo de irrigación con jeringa e irrigación con ultrasonido respectivamente: 5 (50%) y 3 (30%) piezas con limalla que cubre los túbulos y, 3 (30%) y 3 (30%) con limalla que deja visualizar los túbulos y 2 (20%) y 4 (40%) piezas sin limalla. Estas diferencias son no significativas ($p=.848$) dado que el mismo número de piezas en cada método se observó con limalla que deja visualizar los túbulos, con una tendencia a que ultrasonido es mejor pues se observaron cuatro piezas sin limalla contra dos por irrigación con jeringa. Ver Cuadro 1 y Figura 1.

Cuadro 1. Comparación de eliminación de capa residual entre métodos de irrigación

		Método			
		Irrigación con jeringa	Irrigación con ultrasonido	Total	
Criterios de evaluación	Con limalla que cubre los túbulos	n	5	3	8
		%	50.0%	30.0%	40.0%
	Con limalla que deja visualizar los túbulos	n	3	3	6
		%	30.0%	30.0%	30.0%
Total	Sin limalla, se ven los túbulos	n	2	4	6
		%	20.0%	40.0%	30.0%
Total		n	10	10	20

Chi-cuadrada. $p=.848$.

Figura 1. Comparación de eliminación de capa residual entre métodos de irrigación



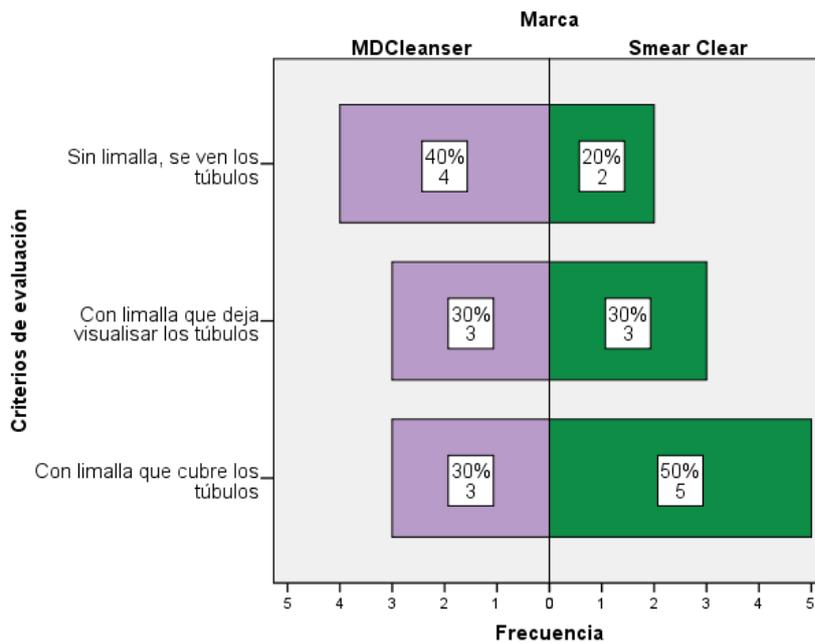
Con respecto a la marca se compararon marcas independiente de del método de irrigación y se observó que en marca Smear Clear y MDCleaner: 5 (50%) y 3 (30%) piezas con limalla que cubre los túbulos y, 3 (30%) y 3 (30%) con limalla que deja visualizar los túbulos y 2 (20%) y 4 (40%) piezas sin limalla. Estas diferencias son no significativas ($p=.848$) dado que el mismo número de piezas en cada marca se observó con limalla que deja visualizar los túbulos, con una tendencia a que MDCleaner es mejor pues se observaron cuatro piezas sin limalla contra dos por Smear Clear. Ver Cuadro 2 y Figura 2.

Cuadro 2. Comparación de eliminación de capa residual entre marcas

Criterios de evaluación		Marca		Total	
		MDCleanser	Smear Clear		
Criterios de evaluación	Con limalla que cubre los túbulos	n	3	5	8
		%	30.0%	50.0%	40.0%
	Con limalla que deja visualizar los túbulos	n	3	3	6
		%	30.0%	30.0%	30.0%
	Sin limalla, se ven los túbulos	n	4	2	6
		%	40.0%	20.0%	30.0%
Total	n	10	10	20	
	%	100.0%	100.0%	100.0%	

P=.848

Figura 2. Comparación de eliminación de capa residual entre marcas



9. DISCUSIÓN

La remoción del barrillo dentinario es de suma importancia, para un tratamiento de conductos exitoso, pues el contenido de éste, sugiere que sea un obstáculo para la penetración del cemento sellador en los túbulos dentinarios, más aun tratándose de un órgano dental necrótico, los restos de tejido infectado remanentes podrían contribuir a reinfecciones incluso al fracaso endodóntico. El propósito de este trabajo de investigación fue analizar la eficacia de limpieza en el tercio apical de canales instrumentados, utilizando ultrasonido y comparando dos marcas comerciales de quelantes (SmearClear y MDCleanser) debido a que la limpieza del tercio apical siempre ha sido un reto.

En este trabajo de investigación se determinó que la activación ultrasónica del irrigante mejora la remoción de barrillo dentinario. Teniendo una tendencia a que el ultrasonido es mejor pues se observaron cuatro piezas sin limalla contra dos por irrigación con jeringa, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Lee S.J. y Wesselink P.R. quienes determinaron la eficacia de la irrigación con jeringa y con ultrasonido en la eliminación de los desechos en las irregularidades de las paredes del conducto radicular simulado. Y cuyos resultados indicaron que el ultrasonido es capaz de eliminar mejor la dentina artificial de los conductos con irregularidades en raíces rectas, amplias en comparación con la irrigación con jeringa. [14]

Al igual que los resultados de Lui J.N y cols., quienes demostraron que el uso de ultrasonidos con EDTA al 17% mejora la eliminación de la capa de barrillo en la región apical del conducto.[16]

Nuestros resultados también concuerdan con los de Gregorio C. y cols., demostraron en su estudio que la activación sónica y ultrasónica da como resultado una irrigación más efectiva de los canales laterales simulados a 4,5 y 2 mm de la longitud de trabajo. La irrigación tradicional con aguja mostró la penetración significativamente menor que la irrigación de los canales laterales y se limitó al nivel de la penetración de la aguja [19]

Coincidimos con el estudio de Kuah, y cols. Llegaron a la conclusión que una aplicación de 1 minuto de ultrasonido con el uso combinado de EDTA es eficiente para la remoción de la capa de barrillo y la remoción de escombros en la región apical del conducto radicular. [20]

Al igual que el estudio de Borro, I., Tomás, y cols., quienes concluyeron que el uso de una solución quelante es fundamental para la eliminación del componente inorgánico del barrillo dentinario. La activación de la irrigación es necesaria para lograr conductos más libres de barrillo dentinario. [22]

Con respecto a la solución quelante Da Silva y cols. compararon SmearClear y EDTA y Los resultados del estudio mostraron que SmearClear y EDTA tuvieron un desempeño similar en remoción del barro dentinario. Bajo las condiciones de este estudio, tanto SmearClear como EDTA 14.3% fueron capaces de eliminar la capa de frotis de los conductos radiculares, lo que sugiere que las dos soluciones pueden ser indicadas para tal fin.[48]

Nuestro resultados no coinciden con Da Silva, ya que en nuestra investigación MDCleanser fue más eficaz que SmearClear.

En la literatura no se encontró ningún estudio publicado donde haya sido utilizado MDCleanser. Sin embargo, los resultados obtenidos al utilizar este quelante fueron, mejores. Por lo tanto se recomienda seguir esta línea de investigación.

10. CONCLUSIÓN

Los resultados de esta investigación muestran que la irrigación con ultrasonido es más eficaz que con jeringa, al obtener el doble de piezas con el primer método sin limalla. También se observó el doble de eficacia de MDCleanser comparado con Smear Clear.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1.- De-Deus G., Reis C., Fidel R., Paciornik S., Dentine demineralization when subjected to EDTA with or without various wetting agents: a co-site digital optical microscopy study. International Endodontic Journal 2008;(41): 279-287.

2.- Dotto R. S., Coelho R. M, Motcy E. P, De Lima M. E, Martins J. L, Evaluation of ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) solution and gel for smear layer removal. Aust Endod J. 2007;(33): 62-65.

3.- Saleh M., Ruyter I.E., Hapasalo M., Orstavik D. Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. International Endodontic Journal 2008;(41):32-40.

4.- Perez H.M., Ferrer L.C., Gonzalez R.M., Martin P.F., Gonzalez L.S. Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine. International Endodontic Journal 2008;(41):418-423.

5.- Garcia D. E. "Uso del Acido EtilendiaminoTetraacético (EDTA) en la Terapia Endodóntica" Universidad Central de Venezuela, 1997

http://www.carlosboveda.com/Odontologosfolder/odontoinvitadoold/odontoinvitado_11.htm

6.- McComb D.S, A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. Journal of Endodontics. 1975; (1):238-242.

- 7.- Leonardo. M. R Tratamiento de conductos radiculares, principios técnicos y biológicos. Edit. Artes Médicas Latinoamérica. 2005 Sao Paulo, p.435-480.
- 8.- Soares I. J, Goldberg F. Endodoncia Técnica y fundamentos.1ª ed. edición, Edit. Medica Panamerica, 2005, Buenos Aires Argentina, p.127-140
- 9.- Zehnder M. Root Canal Irrigants. Journal of Endodontics. 2006;(32):389–398.
- 10.-Richman, M. J The use of ultrasonic in root canal therapy and root resection. Journal of medical and dental sciences, 1957. 12-18
- 11.- -Martin H. C. W. The ultrasonic synergistic system. International Dental Journal. 1984;34(3) :198-203.
- 12.- Hulsmann, M., Rummelin, C., Schafers, F. Root Canal Cleanliness After Preparation with Different Endodontic Handpieces and Hand Instruments: A Comparative SEM Investigation. Journal of endodontics.1997;(23):301-306.
- 13.- Jiang L.M., Verhaagen B., Versluis M., Langedijk J., Wesselink P., Van der Sluis L.W.M. The Influence of the Ultrasonic Intensity on the Cleaning Efficacy of Passive Ultrasonic Irrigation. Journal of Endodontics. 2001;(37):1-5.
- 14.- Lee S.J., Wu M. K., Wesselink P.R., The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. International Endodontic Journal. 2004;(37):672-678.

- 15.- Plotino G., Pameijer C. H., Grande N.M., Somma F. Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature. *Journal of Endodontics*. 2007;(33):81–95.
- 16.- Lui J.N., Kuah H.G., Chen N.N., Effect of EDTA with and without Surfactants or Ultrasonics on Removal of Smear Layer. *Journal of Endodontics*. 2007;(33):472– 475.
- 17.- Chopra, S., Murray, P., E., Namerow, K., N., A Scanning Electron Microscopic Evaluation of the Effectiveness of the F-file versus Ultrasonic Activation of a K-file to Remove Smear Layer. *Journal of endodontics*. 2008;(34):1243-1245.
- 18.- Goel, S., Tewari, S. Smear layer removal with passive ultrasonic irrigation and the NaviTip FX: a scanning electron microscopic study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*. 2009;(108):465-470.
- 19.- Gregorio C., Estevez R., Cisneros R., Heilborn C., Cohenca N., Effect of EDTA, Sonic, and Ultrasonic Activation on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals: An In Vitro Study. *Journal of Endodontics*. 2009;(35):891–895.
- 20.- Kuah, H., G., Lui, J., N., Tseng, P., S., K., Chen, N., N. The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer. *Journal of endodontics*. 2009;(35):393-396.
- 21.- Van der Sluis, L., W., Vogels, M.,P., J., M., Verhaagen, B., Macedo, R., Paul R. Wesselink, P., R. Study on the Influence of Refreshment/Activation

Cycles and Irrigants on Mechanical Cleaning Efficiency During Ultrasonic Activation of the Irrigant. *Journal of endodontics*. 2010;(36):737-740.

22.- 13.- Borro, I., Tomás, B., Díaz-Flores, V. Estudio in vitro con Microscopio Electrónico de Barrido de distintos métodos de activación de soluciones irrigantes. *Cient. dent.*2010;(1): 45-52.

23.- Saber, S., E., Hashem, A., A., R. Efficacy of Different Final Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal. *Journal of endodontics*. 2011;(37):1272–1275.

24.- Torres U.D., Gonzalez R.M., Ferrer LC. Effectiveness of the EndoActivator System in Removing the Smear Layer after Root Canal Instrumentation. *Journal of Endodontics*. 2010;(36):308-311.

25.- Metzger, Z., Teperovich, E., Cohen, R., Zary, R., Paque, F., Hulsmann, M. The Self-adjusting File (SAF). Part 3: Removal of Debris and Smear Layer—A Scanning Electron Microscope Study. *Journal of endodontics*.2010;(36):697–702.

26.- Caron, G., Nham, K., Bronnec, F., Machtou P. Effectiveness of Different Final Irrigant Activation Protocols on Smear Layer Removal in Curved Canals. *Jornal of Endodontics*. 2010;(36):1361–1366.

27.- Rodig, T., Dollmann, S., Konietschke, F., Drebenstedt, S., Hulsmann, M. Effectiveness of Different Irrigant Agitation Techniques on Debris and Smear Layer Removal in Curved Root Canals: A Scanning Electron Microscopy Study. *Journal of endodontics*. 2010;(36):1983–1987.

28.- Howard, R., K., Kirkpatrick, T., C., Rutledge, R., E., Yaccino, J., M. Comparison of Debris Removal with Three Different Irrigation Techniques. *Journal of endodontics*. 2011;(37):1301–1305.

- 29.- Peters, O., A., Barbakow, F. Effects of Irrigation on Debris and Smear Layer on Canal Walls Prepared by Two Rotary Techniques: A Scanning Electron Microscopic Study. *Journal of endodontics*. 2000;(26):6-10.
- 30.- Jeon, I., S., Spångberg, L., S., W., Yoon, T., C., Kazemi, R., B., Kum, K., Y. Smear layer production by 3 rotary reamers with different cutting blade designs in straight root canals: A scanning electron microscopic study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology*. 2003;(96):601-607.
- 31.- Khademi, A., Yazdizadeh, M., Feizianfard, M.. Determination of the Minimum Instrumentation Size for Penetration of Irrigants to the Apical Third of Root Canal Systems. *Journal of endodontics*. 2006;(32):417– 420.
- 32.- Boutsioukis, C., Lambrianidis, T., Verhaagen, B., Versluis, M., Kastrinakis, E., Wesselink, P., R., Van der Sluis, L., W., M. The Effect of Needle-insertion Depth on the Irrigant Flow in the Root Canal: Evaluation Using an Unsteady Computational Fluid Dynamics Model. *Journal of endodontics*. 2010;(36):1664–166.
- 33.- Vera, J., Arias, A., Romero, M. Effect of Maintaining Apical Patency on Irrigant Penetration into the Apical Third of Root Canals When Using Passive Ultrasonic Irrigation: An In Vivo Study. *Journal of endodontics*. 2011;(37):1276–1278.
- 34.- Crumpton B., J., Goodell, G.,G., McClanahan S. ,B., Effects on Smear Layer and Debris Removal with Varying Volumes of 17% REDTA after Rotary Instrumentation. *Journal of Endodontics*.2005;(31):536-538.
- 35.- Saito K., Webb T.D., Imamura G. M., Goodell G. G. Effect of Shortened Irrigation Times with 17% Ethylene Diamine Tetra-acetic Acid on Smear

Layer Removal after Rotary Canal Instrumentation. *Journal of Endodontics*. 2008;(34):1011–1014.

36.- Mello I., Alvarado K.A., Yoshimoto D. Influence of Final Rinse Technique on Ability of Ethylenediaminetetraacetic Acid of Removing Smear Layer..*Journal of Endodontics*. 2010;(36):512-514.

37.- Rasimick, B., J., Nekich, M., Hladek, M., M., Musikant, B., L., Deutsch, A., S. Interaction between Chlorhexidine Digluconate and EDTA. *Journal of Endodontics*. 2008; (34):1521-1523.

38.- Grande, N., M., Plotino, G., Falanga, A., Pomponi, M., Somma, F. Interaction between EDTA and Sodium Hypochlorite: A Nuclear Magnetic Resonance Analysis. *Journal of Endodontics*. 2006;(32):460–464.

39.- Clarkson R.M., Podlich H.M., Moule A.J., Influence of Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Active Chlorine Content of Sodium Hypochlorite Solutions When Mixed in Various Proportions. *Journal of Endodontics* 2011;(37):538–543.

40.- Fraser, J., G., Chelating agents: Their softening effect on root canal dentin. *Oral Surgery*. 1974;(37):803-811.

41.- Wayman, B., E., Kopp, W., M., Pinero, G., J., Lazzari, E., P. Citric and lactic acids as root canal irrigants in vitro. *Journal of Endodontics*. 1979;(5):258-265.

42.- Galt, S., Serper, A. Smear Layer Removal by EGTA. *Journal of Endodontics*. 2000;(26):459-461.

- 43.- O'Connell, M., S., Morgan, L., A., Beeler, W., J., Baumgartner, J., C. A Comparative Study of Smear Layer Removal Using Different Salts of EDTA. *Journal of Endodontics*. 2000;(26):739-743.
- 44.- Torabinejad, M., Khademi, A., A., Babagoli, J., Cho, Y., Johnson, W., B., Bozhilov, K., y cols. A New Solution for the Removal of the Smear Layer. *Journal of Endodontics*.2003;(29):170-175.
- 45.-Machado L.F., Gonzalez S., Gonzalez M.P., Decalcification of root canal dentine by citric acid, EDTA and sodium citrate. *International Endodontic Journal*. 2004;(37):365-369.
- 46.- Khedmat, S., Shokouhinejad, N. Comparison of the Efficacy of Three Chelating Agents in Smear Layer Removal. *Journal of Endodontics*. 2008;(34):599 – 602.
- 47.- De-Deus, G., Zehnder, M., Reis, C., Fidel, S., Fidel, R., A., S., Galan J., Paciornik, S. Longitudinal Co-site Optical Microscopy Study on the Chelating Ability of Etidronate and EDTA Using a Comparative Single-tooth Model. *Journal of Endodontics*. 2008;(34):71–75.
- 48.- Da Silva, L., A., B., Sanguino, A., C.,M., Rocha, C., T., Leonardo, M.,R., Silva, R., A., B. Scanning Electron Microscopic Preliminary Study of the Efficacy of SmearClear and EDTA for Smear Layer Removal after Root Canal Instrumentation in Permanent Teeth. *Journal of Endodontics*. 2008;(34):1541–1544.
- 49.- Carvalho, A., S., Camargo, C., H., R., Valera, M., C., Camargo, S., E., A., Mancini, M., N., G. Smear Layer Removal by Auxiliary Chemical

Substances in Biomechanical Preparation: A Scanning Electron Microscope Study. *Journal of Endodontics*. 2008;(34): 1396 -1400.

50.- Mancini, M., Armellin, E., Casaglia, A., Cerroni, L., Cianconi, L. A Comparative Study of Smear Layer Removal and Erosion in Apical Intraradicular Dentine With Three Irrigating Solutions: A Scanning Electron Microscopy Evaluation. *Journal of Endodontics*. 2009;(35):900–903.

51.- Ballal, N., V., Kandian, S., Mala, K., Bhat, K., S., Acharya, S. Comparison of the Efficacy of Maleic Acid and Ethylenediaminetetraacetic Acid in Smear Layer Removal from Instrumented Human Root Canal: A Scanning Electron Microscopic Study. *Journal of Endodontics*. 2009;(35):1573–1576.

52.- Prado, M., Gusman, H., Gomes, B. P.F.A., Simao, R., A. Scanning Electron Microscopic Investigation of the Effectiveness of Phosphoric Acid in Smear Layer Removal When Compared with EDTA and Citric Acid. *Journal of Endodontics*. 2011;(37):255–258.

53.- Yılmaz Z., Aktemur, S., Buzoglu, H., D., Gumusderelioglu, M. The Effect of Temperature and pH Variations on the Surface Tension of EDTA Solutions. *Journal of Endodontics*. 2011;(37):825–827.

54.- Mareending, M., Paqué F., Fischer J., Zehnder, M. Impact of Irrigant Sequence on Mechanical Properties of Human Root Dentin. *Journal of Endodontics*. 2007;(33):1325–1328.

55.- Ballal, N., V., Mala, K., Bhat, K., S. Evaluation of the Effect of Maleic Acid and Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Microhardness and Surface Roughness of Human Root Canal Dentin. *Journal of Endodontics*. 2010;(36):1385–1388.

- 56.- Zhang, K., Kim, Y., K., Cadenaro, M., Bryan, T., E., Sidow, S., J., Loushine, R., J., Ling, J. DDS, y cols. Effects of Different Exposure Times and Concentrations of Sodium Hypochlorite/Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Structural Integrity of Mineralized Dentin. *Journal of Endodontics*. 2010;(36):105–109.
- 57.- Qian, W., Shen, Y., Haapasalo ,M. Quantitative Analysis of the Effect of Irrigant Solution Sequences on Dentin Erosion. *Journal of Endodontics*. 2011;(37):1437-1441.
- 58.- Cruz-Filho, A., M., Sousa-Neto, M., D., Savioli, R., N., Silva, R., G., Vansan, L., P., Pécora, J., D. Effect of Chelating Solutions on the Microhardness of Root Canal Lumen Dentin. *Journal of Endodontics*. 2011;(37):358-362.
- 59.- Gettleman, B., H., Messer, H., H., EIDeeb, M., E. Adhesion of Sealer Cements to Dentin with and without the Smear Layer. *Journal of Endodontics*.1991;(17):15-20.
- 60.- George R., Rutley E.B., Walsh L.J., Evaluation of Smear Layer: A Comparison of Automated Image Analysis versus Expert Observers. *Journal of Endodontics*. 2008;(34): 999 –1002.