

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**



**TIEMPO DE ACCIÓN DEL EDTA 17% CON Y SIN
ACTIVACIÓN ULTRASÓNICA PARA LA REMOCIÓN
DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO DE LAS PAREDES
DENTINARIAS**

**TRABAJO TERMINAL QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

**PRESENTA
KARLA ÁLVAREZ DE LA ROSA**

**PRESIDENTE
DR. MIGUEL ÁNGEL CADENA ALCÁNTAR**

SINODAL
DR. ANA GABRIELA CARRILLO VÁRGUEZ

SINODAL
DR. MARÍA NICOLASA RENTERÍA AGUILERA

Tijuana, B.C.

Abril 2013

ÍNDICE

Introducción.....	1
Antecedentes.....	5
Planteamiento del problema.....	17
Justificación.....	19
Marco teórico.....	20
Hipótesis.....	39
Objetivo.....	40
Tipo de estudio.....	41
Variables dependiente e independiente.....	41
Operación de variable.....	41
Universo de estudio.....	41
Criterios de inclusión.....	42
Criterios de exclusión.....	42
Criterios de eliminación.....	42
Materiales y métodos.....	43
Resultados y análisis estadístico.....	51
Discusión.....	65
Conclusiones.....	67
Agradecimientos.....	68
Referencias bibliográficas.....	69

RESUMEN

En este estudio se evaluó la eficacia del EDTA 17% a diferentes tiempos de aplicación para la eliminación de residuos de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) de las paredes dentinarias. Treinta y cuatro dientes unirradiculares humanos fueron instrumentados con el Sistema ProTaper hasta instrumento F3, irrigados con NaOCl 5.25%, seguido de EDTA 17% para remover el barrillo dentinario. Se eligieron dos muestras aleatoriamente para el grupo de control negativo. Las 32 muestras restantes se rellenaron con una pasta de hidróxido de calcio con agua destilada y se almacenaron por 7 días. Después de este período, el acceso coronal se abrió y el conducto fue irrigado con 2 ml de NaOCl al 5.25%. Se introdujo la lima final (F3) durante dos segundos a longitud de trabajo para remover el hidróxido y se irrigó de nuevo con 2 ml de NaOCl al 5.25% y los conductos se secaron con puntas de papel. Se eligieron 2 muestras aleatoriamente para el grupo de control positivo. Las 30 muestras restantes se dividieron aleatoriamente en 6 grupos experimentales ($n = 5$), de acuerdo con el tiempo de aplicación del EDTA 17% y la aplicación de ultrasonido: GRUPO A: Irrigación con 1 ml de EDTA al 17% durante 30 segundos. GRUPO B: Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 1 minuto. GRUPO C: Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 2 minutos. GRUPO D: Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 4 minutos. GRUPO E: Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 30 segundos con la aplicación de ultrasonido. GRUPO F: Irrigación con 3 ml EDTA al 17% durante 1 minuto con la aplicación de ultrasonido (3 ciclos de 20 segundos) con recambio de solución. Después de la aplicación de EDTA se

realizó un enjuague con 2 ml de NaOCl 5.25% y un enjuague final con 2 ml de agua destilada y se secaron con puntas de papel absorbentes. Todas las raíces se seccionaron longitudinalmente para una evaluación en el estereomicroscopio. Los dientes fueron evaluados en el tercio cervical, medio y apical. Ninguna de las técnicas eliminó el Ca(OH)_2 completamente. Los controles negativos no tenían residuos de Ca(OH)_2 en las paredes dentinarias. En conclusión la combinación de instrumentación rotatoria y activación pasiva ultrasónica resulta en cantidades significativamente menores de restos de Ca(OH)_2 en el conducto en comparación con la irrigación convencional con jeringa, independientemente del tiempo de acción del EDTA al 17% utilizado.

ABSTRACT

This study evaluated the efficacy of 17% EDTA at different times of application in removing calcium hydroxide (Ca(OH)₂) residues from root canal dentin walls. Thirty-four single-rooted human teeth were instrumented with ProTaper System to instrument up to F3, irrigated with 5.25% NaOCl followed by 17% EDTA to remove the smear layer. Two samples were selected randomly for the negative control group. The remaining 32 samples were filled with a calcium hydroxide paste with distilled water and were stored for 7 days. After this period, the coronal access was opened and the canal was irrigated with 2 ml of 5.25% NaOCl. The last instrument (F3) was introduced for two seconds at working length to remove Ca(OH)₂ and was irrigated again with 2 ml of 5.25% NaOCl and dried with paper points. 2 samples were selected randomly for the positive control group. The remaining 30 samples were randomly divided into 6 experimental groups (n = 5), according to the time of application of EDTA 17% and the application of ultrasound: GROUP A: Irrigation with 1 ml of EDTA 17% for 30 seconds. GROUP B: Irrigation with 1 ml 17% EDTA for 1 minute. GROUP C: Irrigation with 1 ml 17% EDTA for 2 minutes. GROUP D: Irrigation with 1 ml 17% EDTA for 4 minutes. GROUP E: Irrigation with 1 ml 17% EDTA for 30 seconds with the application of ultrasound. GROUP F: Irrigation with 3 ml EDTA 17% for 1 min with the application of ultrasound (3 cycles of 20 seconds) with a replacement solution. After the application of EDTA, a first rinse with 2 ml of NaOCl and a final rinse with 2 ml of distilled water were performed and then dried with absorbent paper points. All

the roots were sectioned longitudinally for evaluation in a stereomicroscope. The teeth were evaluated in the cervical, middle and apical third. None of the techniques removed the Ca(OH)_2 completely. The negative controls had no Ca(OH)_2 residues on the dentin walls. In conclusion rotary instrumentation combined with ultrasonic passive activation results in significantly lower quantities of residual Ca(OH)_2 in the root canal in comparison with the conventional irrigation with syringe, regardless of the time of action of 17% EDTA used.

INTRODUCCIÓN

Endodoncia es ciencia y es arte, comprende la etiología, prevención, diagnóstico y tratamiento de las alteraciones patológicas de la pulpa dentaria y de sus repercusiones en la región periapical y por consiguiente en el organismo. En resumen, esta especialidad atiende la prevención y el tratamiento del endodonto, de la región apical y periapical. (1)

El tratamiento de endodoncia tiene por finalidad principal, la prevención o eliminación de la infección microbiana del sistema de conductos radiculares. Para cumplir este objetivo se utilizan medios mecánicos, químicos y físicos que ayudan a disolver y eliminar el tejido orgánico (vital o necrótico) e inorgánico, los microorganismos presentes y sus productos y así mismo preparan el conducto para su posterior obturación. (2)

Es imposible limpiar y conformar los conductos radiculares en su totalidad por la complejidad anatómica que estos presentan. Aun con el uso actual de la instrumentación rotatoria, los instrumentos actúan solo a nivel central de conducto radicular, dejando aletas, istmos, ramificaciones, deltas e irregularidades sin tocar después de la completa preparación de los mismos. Se ha comprobado que la instrumentación mecánica deja aproximadamente 35-40% de las paredes del conducto radicular sin tocar y estas áreas pueden albergar detrito y bacterias organizadas en biofilms, los cuales pueden impedir una buena adaptación del material de obturación y resultar posteriormente en una inflamación perirradicular o una reinfección. (3)

Es importante utilizar un irrigante antimicrobiano para reducir la carga de bacterias durante el tratamiento del conducto radicular, independientemente de los instrumentos o la técnica de irrigación utilizados. Las soluciones irrigantes aumentan la eliminación bacteriana y facilitan la remoción de tejido necrótico y partículas de dentina del conducto radicular, además, previenen el empaquetamiento de tejidos duros y blandos infectados, tanto en el área apical radicular como en tejidos periapicales. (4,5)

El hipoclorito de sodio es en la actualidad el irrigante más popular. Es un agente antimicrobiano de amplio espectro y además tiene una gran capacidad para disolver tejido orgánico. (6,7,8)

Sin embargo, varios estudios han demostrado que incluso con irrigación de NaOCl a una alta concentración de 5%, de un tercio a la mitad de los conductos radiculares permanecen contaminados después de la instrumentación. (8, 9,10)

Después de la instrumentación y la irrigación, se ha recomendado ampliamente el uso de medicamentos entre citas para ayudar a eliminar las bacterias que quedan dentro del sistema de conductos radiculares, reducir la inflamación periapical e inducir la curación. Los medicamentos también son usados para eliminar o reducir los exudados apicales, controlar la reabsorción radicular inflamatoria y evitar la contaminación entre las citas. Se ha demostrado que al dejar el conducto vacío entre citas, las bacterias residuales se pueden multiplicar a casi a niveles originales. (11)

El hidróxido de calcio sigue siendo el medicamento más comúnmente utilizado en el conducto radicular. Su uso dental refiere principalmente a sus propiedades antibacterianas y la capacidad de inducir la reparación y estimular la formación de tejido duro. Esta medicación debe removerse posteriormente para terminar el tratamiento endodóntico y concluir con la obturación. (12,13)

Sin embargo, la presencia de restos de hidróxido de calcio en las paredes radiculares oblitera los túbulos dentinarios, dificulta la penetración efectiva de los agentes irrigantes y puede alterar la capacidad de adhesión de los cementos selladores a las paredes del conducto radicular, disminuyendo la capacidad de sellado y comprometiendo el pronóstico del tratamiento. (14,15,16)

Se recomienda el uso de agentes quelantes dentro del conducto radicular para remover los restos de barro dentinario y medicación intraconducto que las soluciones de irrigación por solas no pueden remover. (17)

El EDTA (ácido etilendiaminotetraacético) 17 % es una sustancia aceptada como el agente quelante más efectivo con propiedades lubricantes, y es ampliamente usado en la terapia endodóntica. Se utiliza para ensanchar los conductos radiculares estrechos, para remover barrillo dentinario y como irrigante final para preparar las paredes dentinarias para una mejor adhesión de los materiales de obturación. (18)

Sin embargo no hay un consenso de la duración de la irrigación óptima con EDTA. Se ha reportado que el EDTA remueve barrillo dentinario en menos de un minuto si el fluido es capaz de alcanzar toda la superficie de la pared del conducto radicular. (19)

Mientras que otro estudio sugiere que el fluido debe permanecer en el conducto radicular por lo menos quince minutos para obtener resultados óptimos. (20)

Como la solución de EDTA tiene un fuerte efecto de desmineralización, su uso por un tiempo prolongado (durante 10 minutos) puede provocar erosión de la dentina intertubular y peritubular, aumento del diámetro de las aberturas tubulares más allá del propio túbulo, desaparición de la dentina intertubular en algunas regiones, combinación de aberturas individuales en túbulos próximos y por consecuencia el deterioro de la superficie de la dentina. Estos efectos pueden causar dificultad en la adaptación de los materiales de obturación a las paredes de conducto radicular. (21,22)

El objetivo de este estudio es evaluar in vitro diferentes tiempos de acción del EDTA al 17% con y sin activación ultrasónica para la remoción efectiva del hidróxido de calcio en las paredes dentinarias de dientes unirradiculares.

ANTECEDENTES

J. Margelos y cols. en 1997 investigaron el efecto del hidróxido de calcio en un cemento ZnOE y en selladores de tipo ZnOE y evaluaron la eficiencia de la eliminación de una preparación de hidróxido de calcio del conducto radicular. Se utilizó la espectroscopía Micro-MIR FTIR para cuantificar el efecto del hidróxido de calcio en las reacciones de fraguado de un cemento ZnOE y dos selladores de tipo ZnOE. La eficiencia de remoción de hidróxido de calcio de los conductos radiculares se evaluó después del tratamiento con NaOCl; NaOCl e instrumentación, y NaOCl más EDTA e instrumentación. El hidróxido de calcio interactuado con eugenol inhibe de la formación del quelato ZnO-eugenol. La interacción Ca(OH)_2 -eugenol fue rápida, y dependiente cinéticamente, y condujo a la presencia de eugenol residual en el producto final. El cemento ZnOE y los selladores de tipo ZnOE en contacto con hidróxido de calcio mostraron una consistencia quebradiza y estructura granular. Aunque ninguno de los tratamientos eliminó por completo el hidróxido de calcio de los conductos radiculares, el tratamiento con EDTA redujo significativamente la presencia de hidróxido de calcio residual. (23)

Theodor Lambrianidis y cols. en 1999 investigaron si las diferencias en la composición de las preparaciones de hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) influyen en la eficiencia de su eliminación con soluciones de irrigación. Se utilizaron tres preparaciones de Ca(OH)_2 : pasta Calxyl, Pulpdent y Ca(OH)_2 químicamente puro mezclado con agua destilada. Cincuenta y un dientes unirradiculares humanos extraídos fueron preparados con la técnica de retroceso y divididos

en grupos A, B, y C. En cada grupo, 15 dientes fueron asignados a cada uno de los preparados de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mientras que los restantes sirvieron como controles positivos y negativos. Cada grupo de dientes tratados se dividió en tres subgrupos de cinco dientes cada uno: el subgrupo I - fue irrigado con solución salina y un enjuague final con solución salina; el subgrupo II - fue irrigado con NaOCl y un enjuague final con NaOCl y el subgrupo III - fue irrigado con NaOCl y una irrigación final de EDTA. Las secciones del canal fueron fotografiados, y las proporciones porcentuales de áreas revestidas con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ de la superficie total se calcularon por análisis de procesamiento de imagen. Los resultados revelaron que ninguno de los métodos de pudo eliminar eficazmente toda la pasta de las paredes, y que la concentración de la pasta utilizada tenía poco efecto sobre la eficacia de los métodos aplicados para la separación del apósito. (17)

Semra Qalt y Ahmet Serper, en 1999 evaluaron la penetración de los cementos selladores en los túbulos dentinarios después de rellenar el conducto radicular con hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). 42 dientes unirradiculares fueron instrumentados a un tamaño 60. 6 dientes sirvieron como grupo de control, y los dientes restantes fueron asignados a dos grupos. Los conductos radiculares del primer grupo se llenaron con una pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, el segundo grupo se llenó con TempCanal, y todos se incubaron durante 7 días. Las muestras fueron irrigadas o bien, sólo con NaOCl, o con EDTA seguido de NaOCl para eliminar el $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Todos los dientes fueron obturados con CRCS, AH26, y Endo Ketac por una técnica de condensación lateral. Las muestras se

mantuvieron a continuación, en las mismas condiciones durante otros 7 días, y luego, las raíces se prepararon para la digitalización de la evaluación microscópica de electrones. El escaneo con microscopio electrónico reveló que el Ca (OH) 2 no se eliminó por completo de las superficies radiculares, y los cementos selladores no penetraron en los túbulos dentinarios cuando sólo se utilizó NaOCl. El EDTA seguido de irrigación NaOCl resultó en la completa eliminación de Ca (OH) 2 y los cementos selladores penetraron en los túbulos dentinarios. (24)

H. Anthony Chung y cols. en el 2001 estudiaron la adherencia de cemento selladores endodónticos a base de ionómero de vidrio después de la utilización de tres medicamentos intraconducto usados en endodoncia. Se utilizaron 3 cementos selladores: (1) Ketac Endo-, (2) KT-308, un cemento sellador experimental, y (3) ZUT, una combinación de KT-308 y una zeolita que contiene plata (0,2% en peso). Se utilizó la dentina superficial de 120 coronas incisivos bovinos. La dentina se regó con NaOCl 2.6% durante 30 s, y luego se secaron. Se utilizaron los siguientes medicamentos en contacto con la dentina (n=30) por 7 días: (i) Ca (OH) 2 en pasta; (ii) gluconato de clorhexidina líquido .12%(CHX), (iii) formocresol (FML), (iv) agua destilada (dH2O) usado como control. Los selladores se aplicaron a la dentina acondicionada, y se almacenaron por 48 h, después se probaron a una insuficiencia de resistencia al cizallamiento (MPa) en una máquina Instron. En los especímenes Zut, la resistencia al cizallamiento no presentó diferencia significativa entre los grupos con medicación Ca (OH) 2, CHX, FML, y dH2O. Para KT-308, las puntuaciones

medias fueron significativamente menores ($p < 0,05$) después del acondicionamiento con CHX que con dH_2O . Para Ketac-Endo, las puntuaciones medias fueron significativamente más bajas después del acondicionamiento con $Ca(OH)_2$ y FML que con dH_2O ($p < 0,05$). Además Ketac Endo-demostró una disminución significativa ($p < 0,05$) resistencia al cizallamiento de KT-308 o ZUT a la dentina acondicionada con $Ca(OH)_2$ o FML. Los resultados sugieren que los medicamentos intraconducto pueden influir negativamente en la adherencia de los selladores a base de ionómero de vidrio con la dentina radicular. (25)

S. K. Kim & Y. O. Kim en el 2002 estudiaron la capacidad de sellado con gutapercha y cemento sellador a base de óxido de zinc y eugenol después de la aplicación de hidróxido de calcio como medicación intraconducto. Ochenta molares mandibulares fueron divididos en tres grupos y fueron instrumentados con el sistema Profile hasta un tamaño 30/.06 y a dos grupos se les colocó en el interior una pasta de hidróxido de calcio que se preparó mezclando polvo de hidróxido de calcio con agua destilada a una relación de polvo a líquido de 1:1. Al grupo control no se le colocó medicación. 1 semana después, el hidróxido de calcio se eliminó con dos técnicas diferentes: en un grupo se utilizó una lima K de un tamaño mayor a la lima maestra utilizando NaOCl 2.5% y EDTA 15% y en el otro grupo se utilizó una lima K del mismo tamaño que la lima maestra y NaOCl 2.5%. Los conductos fueron obturados con gutapercha y cemento Tubli-Seal utilizando la técnica de condensación lateral. La capacidad de sellado apical se evaluó por la fuga de colorante y las secciones transversales de las

muestras fueron examinadas bajo un microscopio estereoscópico. El nivel de penetración de tinte se midió y se obtuvo como resultado que los grupos que recibieron hidróxido de calcio como medicación intraconducto mostraron significativamente más filtración que el grupo control no medicado ($P < 0,05$). Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre los dos grupos con medicamento ($P > 0,05$). Se llegó a la conclusión de que la medicación intraconducto puede aumentar la filtración apical cuando se utiliza gutapercha un cemento sellador a base de óxido de zinc y eugenol. (26)

Suresh Nandini y cols. En el 2006 evaluaron la efectividad de dos quelantes para remover hidróxido de calcio usado como medicación intraconducto. Realizaron cavidades de acceso en 40 dientes anteriores unirradiculares, la limpieza y modelado se realizó y se llenaron tanto con Metapex o polvo puro de hidróxido de calcio en agua destilada. Después de 7 días el hidróxido de calcio se removió utilizando EDTA al 17% o ácido cítrico al 10% en combinación con una agitación ultrasónica. Se realizó un análisis volumétrico mediante tomografía computarizada helicoidal. El ácido cítrico al 10% mostró mejor eficacia que EDTA al 17% en la eliminación de Metapex ($p = 0,003$). El EDTA al 17% mostró una eficacia excelente en la eliminación de polvo de hidróxido de calcio en agua destilada que Metapex ($p = 0,001$). El ácido cítrico al 10% eliminó la forma de polvo de hidróxido de calcio en agua destilada mejor que Metapex ($p = 0,05$). (27)

David M. Kenney y cols. En el 2006 evaluaron la cantidad de hidróxido de calcio [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] que queda en los conductos después de la eliminación de

varias técnicas que incluyen combinaciones de NaOCl con EDTA como irrigación, instrumentación rotatoria, o ultrasonidos. Los conductos mesiales de 12 molares mandibulares fueron uniformemente instrumentados. Los dientes fueron seccionados longitudinalmente en los conductos instrumentados y se realizó la reproximación de los segmentos opuestos. Después de la colocación de Ca(OH)₂ en los conductos, se utilizaron cuatro técnicas para su eliminación. En el primer método, la lima maestra apical se colocó a la longitud de trabajo y se realizaron dos enjuagues de 5 ml de NaOCl. Las otras tres técnicas fueron combinadas con el primer método ya sea un enjuague de 2.5 ml de EDTA, una lima rotatoria #35 a la longitud de trabajo, o el uso de ultrasonido. Los resultados mostraron que ninguna técnica eliminó todo Ca (OH) 2. Las técnicas rotatoria y ultrasónica, aunque no fueron diferentes entre sí, eliminaron significativamente más Ca (OH) 2 que las técnicas de irrigante solamente. Las técnicas de irrigante solamente no eran diferentes entre sí. (28)

Ching S. Wang, y cols. En el 2006 investigaron los efectos del uso de hidróxido de calcio como un apósito intraconducto en la capacidad de sellado de un cemento sintético termoplástico a base de polímero (Resilon). 47 dientes unirradiculares fueron decoronados e instrumentados a un tamaño 40. Los dientes fueron divididos aleatoriamente en tres grupos experimentales de 15 muestras cada uno. El grupo 1 se llenó inmediatamente. El grupo 2 y grupo 3 tenían un relleno de pasta de hidróxido de calcio colocado con léntulo-espiral. Después de 7 días, el hidróxido de calcio fue retirado de los conductos con dos técnicas diferentes: Una lima K#15 e irrigación con EDTA 17% (grupo 2) o

irrigación ultrasónica con EDTA 17% durante 2 minutos (grupo 3). Todos los dientes se llenaron de conos Resilon y el sellador de resina (Ephiphany Root Canal Sealant) utilizando la técnica de condensación lateral. Dos dientes se llenaron de inmediato con el cono maestro Resilon 40/.04 sin sellador para actuar como un control positivo. Un modelo de filtración microbiana se utilizó usando *Streptococcus mutans* y la filtración se evaluó diariamente durante un período de 30 días. En general, 6 de 44 (14%) muestras llenas con conos de Resilon y el sellador de resina tenía filtración microbiana. Tres muestras en el grupo 1 (21%), dos muestras en el grupo 2 (13%), y un espécimen en el grupo 3 (7%) tuvieron filtración bacteriana. Usando el test exacto de Fisher, no hubo diferencia estadísticamente significativa en la filtración entre los grupos con apósito de hidróxido de calcio y el grupo sin hidróxido de calcio ($p > 0,05$). Bajo las condiciones de este estudio, el hidróxido de calcio no afectó negativamente el sellado del conducto lleno de Resilon. ⁽¹⁵⁾

Van der Sluis y cols. En el 2006 evaluaron la capacidad de eliminar la pasta de hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) del conducto radicular y la eficacia de la remoción de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ durante la irrigación ultrasónica pasiva utilizando hipoclorito de sodio (NaOCl) o agua como irrigante. Utilizaron 16 premolares inferiores, Las raíces se prepararon con instrumentos GT de tamaño 30/.06 y se dividieron longitudinalmente. En la mitad de la raíz, se realizó una ranura en la pared del conducto a 2-6 mm del ápice y se llenó después con una pasta de $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Posteriormente, las raíces fueron unidas. En el grupo 1 ($n = 16$), los dientes se irrigaron con ultrasonido utilizando 50 ml de NaOCl 2% como

irrigante. El grupo 2 (n= 16) fue tratado de la misma manera que el grupo 1, pero utilizando 50 ml de agua en lugar de la NaOCl. En el grupo 3 (n = 16), los dientes se irrigaron con una jeringa de 50 ml de NaOCl 2%. La cantidad residual de Ca (OH) 2 en la ranura se anotó y los datos se analizaron. Los resultados mostraron una diferencia significativa de restos de Ca (OH) 2 entre todos los grupos (P <0,001). El Grupo 1 tenían puntuaciones significativamente más bajas que el grupo 2 (P <0,001) y el grupo 3 (p = 0,002), pero no hubo diferencia significativa entre los grupos 2 y 3 (p = 0,765). La conclusión fue que la irrigación pasiva ultrasónica con NaOCl al 2% fue más eficaz en la eliminación de Ca (OH) 2 de las ranuras artificiales del conducto que irrigación con jeringa con 2% NaOCl o agua como irrigante. (29)

João Vicente Baroni Barbizam y cols. En el 2008 evaluaron in vitro la resistencia de la unión de Epiphany™, un cemento sellador a base de resina a las paredes dentinarias después de la colocación de un apósito de hidróxido de calcio [Ca (OH) 2]. 15 dientes extraídos humanos unirradiculares fueron instrumentados con NaOCl al 2,5% + EDTA como irrigantes. Los dientes fueron asignados aleatoriamente a 3 grupos (n = 5), de acuerdo con el apósito intracanal: G1 = Ca (OH) 2 + solución salina; G2 = Ca (OH) 2 + 2% de gluconato de clorhexidina (CHX) gel y G3 = solución salina (control). Después de 10 días de almacenamiento en 100% de humedad a 37 ° C, se eliminaron los apósitos y los conductos radiculares se obturaron con el cemento sellador Epiphany™. Después de otras 48 h de almacenamiento, las muestras se seccionaron transversalmente en discos de 2-mm de espesor. Se realizaron

pruebas de expulsión (1 mm / min, Instron 4411) y las cargas máximas en el fallo se registraron en MPa. Las pruebas ANOVA de una vía y Newman-Keuls mostraron una disminución estadísticamente significativa en la fuerza de unión cuando un apósito de Ca (OH) 2 se usó antes de obturación del conducto radicular con Epiphany™, (G1 = 10,18 ± 1,99 y G2 = 9,98 ± 2,97) en comparación con la el grupo control (13,82 ± 3,9) (p <0,05). Se concluyó que el uso de Ca (OH) 2 como un material de apósito intraconducto afectó a la adhesión de Epiphany™ a las paredes del conducto radicular. (30)

Milton Carlos Kuga y cols. En el 2010 estudiaron la eficacia de dos tipos de instrumentos rotatorios empleados en asociación con hipoclorito de sodio (NaOCl) o EDTA en la eliminación de restos de hidróxido de calcio Ca(OH)₂ de las paredes dentinarias. 42 incisivos mandibulares humanos fueron instrumentados con el Sistema ProTaper hasta instrumento F2, irrigados con 2.5% NaOCl seguido de 17% de EDTA y llenados con un apósito de Ca(OH)₂ dentro del conducto. Después de 7 días, el apósito se eliminó usando 4 técnicas: Instrumento rotatorio NiTi 25/.06 (K3 Endo) e irrigación con EDTA al 17% (Grupo 1), instrumento rotatorio de NiTi F1 (ProTaper) e irrigación con EDTA al 17% (grupo 2), instrumento rotatorio NiTi 25/.06 (K3 Endo) e irrigación con NaOCl 2.5% (grupo 3) e instrumento rotatorio NiTi F1 (ProTaper) e irrigación con NaOCl 2.5% (grupo 4). Se utilizaron 2 raíces sin apósito intraconducto como controles negativos. Los dientes fueron evaluados por microscopía electrónica de barrido, en los tercios cervical y apical. Ninguna de las técnicas eliminó el Ca(OH)₂ completamente. En los tercios apical y

cervical, el instrumento F1 era mejor que el instrumento 25/.06 en la eliminación de residuos de Ca(OH)_2 ($p < 0,05$), independientemente de la solución de irrigación final. No se encontraron diferencias entre las soluciones de irrigación en los grupos de instrumento F1 y K3 25/.06 ($p > 0,05$). Los controles negativos no tenían residuos de Ca(OH)_2 en las paredes de la dentina. En conclusión, el instrumento F1 ProTaper fue mejor que el instrumento K3 Endo 25/.06 en la eliminación de la medicación intraconducto con Ca(OH)_2 , independientemente de la solución de irrigación utilizada. (31)

Anne Wiseman y cols. En el 2011 utilizaron microtomografía computarizada (micro-TC) para evaluar la eficacia de la irrigación sónica y la irrigación pasiva ultrasónica en la remoción de hidróxido de calcio Ca(OH)_2 y para medir el volumen y porcentaje de Ca(OH)_2 que permanece en el sistema de conductos radiculares. Los conductos radiculares de 46 molares mandibulares fueron preparados con instrumentos rotatorios y se asignaron aleatoriamente a dos grupos experimentales ($n = 40$), así como controles positivos y negativos ($n = 6$). En cada grupo experimental, 20 dientes fueron asignados a cada protocolo de irrigación, sónico o ultrasónico pasivo. Todos los dientes experimentales y los controles positivos se llenaron con Ca(OH)_2 , mientras que los dientes de control negativo no recibieron Ca(OH)_2 . Todos los dientes fueron escaneados utilizando micro-tomografía computarizada para determinar el volumen de Ca(OH)_2 . Después de 7 días, el Ca(OH)_2 se removió en los grupos experimentales utilizando instrumentación rotatoria solamente, y los dientes fueron escaneados de nuevo utilizando micro-TC para calcular el

volumen y el porcentaje de Ca(OH)_2 eliminado. Los dientes de control positivo no fueron sometidos a instrumentación rotatoria. Las muestras experimentales fueron irrigadas, utilizando el método ya sea sónico o ultrasónico pasivo y el volumen restante de Ca(OH)_2 se calculó utilizando micro-CT. Se encontraron restos de Ca(OH)_2 en todos los grupos experimentales. No se encontró Ca(OH)_2 en los controles negativos, mientras que una media de 8.7 mm³ de Ca(OH)_2 se registró en los controles positivos. Instrumentación rotatoria mas irrigación ultrasónica pasiva eliminó significativamente más Ca(OH)_2 (85.7%) que la instrumentación rotatoria mas irrigación sónica (71.5%) ($p < 0,001$). Se concluyó que la combinación de instrumentación rotatoria y la irrigación pasiva ultrasónica durante 3 períodos de 20 segundos resultaron en cantidades significativamente menores de restos de Ca(OH)_2 restos en los conductos en comparación con la irrigación sónica. (32)

Milton Carlos Kuga y cols. En el 2012 evaluaron la eficacia de tres sistemas de instrumentos rotatorios (K3, ProTaper y Twisted File) en la eliminación de residuos de hidróxido de calcio en las paredes del conducto radicular. 34 incisivos mandibulares humanos fueron instrumentados con el Sistema ProTaper hasta el instrumento F2, irrigados con NaOCl al 2.5% seguido de EDTA al 17%, y se llenaron con una pasta intraconducto de hidróxido de calcio. Después de 7 días, la pasta de hidróxido de calcio se eliminó utilizando los instrumentos rotatorios siguientes: G1 Sistema K3 NiTi 25/.06, G2 Sistema ProTaper NiTi (F2) y G3 Sistema TF NiTi 25/.06. Los dientes fueron divididos longitudinalmente y los tercios apical y cervical del

conducto se evaluaron mediante SEM ($\times 1000$). Los datos fueron analizados estadísticamente mediante la prueba de Kruskal Wallis y ninguno de los instrumentos eliminó el hidróxido de calcio por completo, ya sea en los tercios apical o cervical, y no se observaron diferencias significativas entre los instrumentos rotatorios analizados ($p > 0,05$). (33)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El pronóstico a largo plazo de un tratamiento de endodóntico es afectado por el grado de desinfección del conducto radicular, así como por la calidad del sellado coronal y apical. El hidróxido de calcio ha demostrado ser una eficaz medicación intraconducto cuando se usa por más de una semana.

(34,35,36)

Sin embargo, su interacción con los materiales selladores podría potencialmente afectar la calidad en el sellado de la obturación. Algunos estudios han investigado los efectos de la presencia de hidróxido de calcio en el sellado apical de raíces rellenas de gutapercha y diferentes cementos selladores. (37)

Un estudio realizado por Chung en el 2001 demuestra que la presencia de hidróxido de calcio en las paredes dentinarias influye negativamente en la adhesión de los cementos a base de ionómero de vidrio en la dentina del conducto radicular. (25)

Otro estudio realizado por Kim en el 2002 obtuvo como conclusión que la medicación intraconducto puede incrementar la filtración apical en conductos que fueron obturados usando un cemento a base de óxido de zinc y eugenol.

(26)

En algunos estudios se ha demostrado que el uso de sustancias quelantes como el EDTA ayuda a remover más cantidad de hidróxido de calcio de las paredes dentinarias que cuando éste no se utiliza, independientemente de la técnica de irrigación utilizada. (28)

En la literatura endodóntica se hace evidente la falta de información con respecto al uso y tiempo de acción más adecuado para la utilización del EDTA para la remoción del hidróxido de calcio del conducto radicular sin que éste afecte la estructura dentinaria. El propósito de este estudio es evaluar la aplicación de EDTA al 17% en diferentes tiempos de aplicación y su afecto sobre las paredes de conductos que previamente recibieron medicación intraconducto con hidróxido de calcio.

¿Qué tiempo de acción del EDTA al 17% (30 segundos, 1 minuto, dos minutos, 30 segundos o 1 minuto con activación ultrasónica pasiva) removió más hidróxido de calcio de las paredes dentinarias?

JUSTIFICACIÓN

La eliminación del hidróxido de calcio usado como medicamento intraconducto permite crear un espacio libre de desechos, bacterias y otras sustancias que pudieran interferir en el selle hermético de la obturación así como producir una reinfección a corto, mediano o largo plazo. Se le ha puesto más importancia a la remoción del barro dentinario de las paredes radiculares con un enfoque microbiológico, pero también se ha demostrado que el hidróxido de calcio es capaz de alterar las características químicas de los cementos selladores utilizados durante la obturación. En este estudio se pretende conocer el tiempo más adecuado para que el EDTA al 17% sea efectivo en la remoción del hidróxido de calcio de las paredes radiculares.

MARCO TEÓRICO

HIDRÓXIDO DE CALCIO

Desde la introducción a la odontología de hidróxido de calcio por Hermann (1920), este medicamento ha sido indicado para promover la curación en muchas situaciones clínicas. Sin embargo, la referencia inicial a su uso se ha atribuido a Nygren (1838) para el tratamiento de la “fístula dentalis”, mientras Codman (1851) fue el primero en intentar preservar la pulpa dental afectada. (38)

Según Cvek (1989) de hidróxido de calcio se volvió más conocido en la década de 1930 a través de la labor pionera de Hermann (1936) y la introducción de este material en los Estados Unidos (Teuscher & Zander 1938, Zander 1939). Los primeros informes relacionados con la curación pulpar exitosa utilizando hidróxido de calcio aparecieron en la literatura entre 1934 y 1941. Desde entonces, y sobre todo después de la Segunda Guerra Mundial, las indicaciones clínicas para su uso se ampliaron y ahora este producto químico es considerado el mejor medicamento para inducir la deposición de tejido duro y promover la cicatrización de los tejidos vitales pulpares y periapicales. (38)

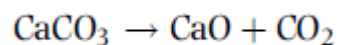
Aunque los mecanismos generales de acción de hidróxido de calcio no se entienden completamente, muchos artículos se han publicado que describe sus propiedades biológicas que se logran por la disociación en iones Ca^{2+} . y OH^- . El papel del pH alto y la actividad iónica en el proceso de curación, su

difusión a través de los túbulos dentinarios, su influencia en la microfiltración apical y algunos temas clínicos, tales como la colocación de la pasta dentro del conducto radicular, cómo tratar con reagudizaciones, la importancia de seguimiento periódico y los recambios de medicación y la importancia de la restauración entre citas, son ejemplos de cómo este material ha sido evaluado desde su introducción. (39)

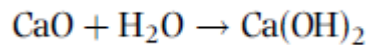
Junto con un mayor uso clínico de hidróxido de calcio, la literatura también describe el uso de diversas formulaciones y proporciona sugerencias para mezclar el polvo de hidróxido de calcio con otras sustancias. Muchas sustancias se han añadido al polvo para mejorar las propiedades tales como la acción antibacteriana, radiopacidad, el flujo y la consistencia. Además, las pastas se pueden preparar en el sillón dental antes de su uso, pero también hay muchas marcas exclusivas que han sido probados en animales y seres humanos. Sin embargo, parece que ninguna pasta ha demostrado ser superior que las otras, ya sea biológica o clínicamente. (38)

La piedra caliza es una roca natural compuesta principalmente de carbonato de calcio (CaCO₃) que se forma cuando la solución de carbonato de calcio que existe en la montaña y el agua de mar se cristaliza.

La combustión de la piedra caliza entre 900 y 1200°C causa la reacción química siguiente:



El óxido de calcio (CaO) formado se denomina 'cal viva' y tiene una capacidad corrosiva fuerte. Cuando el óxido de calcio entra en contacto con agua, ocurre la siguiente reacción:



El hidróxido de calcio es un polvo blanco inodoro con la fórmula Ca(OH)_2 , y un peso molecular de 74.08. Tiene una baja solubilidad en agua (aproximadamente 1.2 g L⁻¹ a 25°C), que disminuye a medida que la temperatura aumenta, tiene un pH elevado (alrededor de 12.5-12.8) y es insoluble en alcohol. Esta baja solubilidad es, a su vez, una buena característica clínica porque es necesario un largo período antes de que sea soluble en los fluidos del tejido cuando está en contacto directo con los tejidos vitales. (38)

Las principales acciones de hidróxido de calcio provienen de la disociación iónica de los iones Ca^{2+} y OH^- , y la acción de estos iones en el tejido vital y bacterias genera la inducción de la deposición de tejido duro y el efecto antibacteriano. Sin embargo, cuando los iones Ca^{2+} entran en contacto con dióxido de carbono (CO_2) o iones de carbonato (CO_3^-) en el tejido, se forma carbonato de calcio lo que altera el proceso de mineralización por el consumo total de iones Ca^{2+} . Además, el carbonato de calcio no tiene propiedades ni biológicas ni antibacterianas. (38)

Cuando el polvo de hidróxido de calcio se mezcla con un vehículo adecuado, se forma una pasta y, debido a que el componente principal es el

hidróxido de calcio, Maisto (1975) clasifica estas formulaciones en forma de pastas alcalinas debido a su alto pH. (38)

El método más fácil para preparar la pasta de hidróxido de calcio es mezclar el polvo de hidróxido de calcio con agua hasta que se obtiene la consistencia deseada. Sin embargo, Leonardo y cols. en 1982 establecieron que la pasta preparada con agua o con otro vehículo hidrosoluble no viscoso no posee buenas propiedades físico-químicas, porque no es radiopaca, es permeable a los fluidos tisulares y es soluble. En esencia, la pasta de hidróxido de calcio está compuesta de polvo, un vehículo y un agente radiopaco. Otras sustancias pueden ser añadidas para aumentar las propiedades físico-químicas o la acción antibacterial. (38)

Efectos del ión calcio

1. Acción higroscópica: disminuye el extravasamiento de líquido de los capilares, y por tanto, la cantidad de líquido intercelular, controla la formación de exudado, por eso en los procesos inflamatorios disminuye el dolor.
2. Elevan el umbral para la iniciación del impulso nervioso: se ha reportado que la aplicación del cloruro de calcio sobre la dentina recién cortada es capaz de eliminar el impulso y la actividad nerviosa.
3. Estimulan el sistema inmunitario y activan el sistema de complemento.
4. Acción mitogénica: se ha verificado que los dientes restaurados con CaOH presentan mayor número de divisiones celulares, lo que demuestra su capacidad en la división celular. (40,41)

Efectos del ión hidroxilo

1. Acción antimicrobiana: un elevado pH influye notablemente en el crecimiento, metabolismo y división celular bacteriana. Existe un gradiente de PH a través de la membrana citoplasmática responsable de producir energía para el transporte de nutrientes y componentes orgánicos hacia el interior de la célula que se ve alterado ante un aumento notable del pH. Como el sitio de acción de los iones hidroxilo es la membrana citoplasmática, el hidróxido de calcio tiene un amplio espectro de acción sobre una gama diversa de microorganismos.
2. Efecto mineralizador: activa enzimas como la fosfatasa alcalina, la adenosina trifosfatasa y la pirofosfatasa calcio dependiente que favorecen el mecanismo de reparación apical y el proceso de mineralización. (40,41)

Aplicaciones del hidróxido de calcio en la práctica endodóntica

El hidróxido de calcio es uno de los mejores fármacos empleados como medicación intraconducto en forma de pasta, principalmente se utiliza para obturar herméticamente el conducto, por su biocompatibilidad, estimulación de la actividad de los osteoblastos y desinfección. (38)

Otras aplicaciones son:

Acción antiinflamatoria

Control de la hemorragia

Capacidad de desnaturalizar e hidrolizar proteínas

Como solución irrigadora

Control de abscesos y de conductos húmedos con drenaje persistente de exudado

Disminuye la filtración apical

Tratamiento de dientes con desarrollo radicular incompleto

Tratamiento del traumatismo: El $\text{Ca}(\text{OH})_2$ se recomienda para la reparación de alteraciones como fracturas radiculares, luxaciones y avulsiones, perforaciones radiculares y reabsorción interna

En los cementos selladores

En endodoncia preventiva: como recubrimiento pulpar directo e indirecto.

(42,43,44,45)

QUELANTES

Se denominan agentes 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, así como la palabra quelípodo, pata de ciertas especies de crustáceos terminadas en pinza o garra, como la del cangrejo y que sirven para sujetar sus alimentos. Los quelantes representan 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 el que se encuentran entrelazados, fijándolos por una unión coordinada que se denomina quelación. (1)

Por lo tanto, la quelación es un fenómeno físico-químico por el cual ciertos iones metálicos son secuestrados de los complejos de los que

participan, sin constituir una unión química con la sustancia quelante sino una combinación. Este proceso se repite hasta que se agota la acción quelante, y no se realiza por el mecanismo clásico de la disolución. (1)

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.

No todos los quelantes fijan cualquier ion metálico, hay una cierta especificidad para determinados iones, que pueden ser secuestrados sin que el quelante actúe sobre otros iones presentes en un determinado complejo molecular. (1)

Tiempo de trabajo de los quelantes

El tiempo de trabajo ideal no es conocido, pero se obtiene un efecto quelante después de su aplicación, por unos minutos. Algunos autores discrepan en cuanto al tiempo, se dice que en quince minutos se obtienen un efecto óptimo, hasta incluso en veinte y cuatro horas después, observándose entre este tiempo, ninguna diferencia en cuanto a la profundidad de penetración. Como hemos dicho anteriormente, la remoción del barrido dentinario depende del pH y del tiempo de trabajo en el que el quelante ha sido expuesto. (46)

Algunos trabajos han demostrado excelentes resultados después de 1-5 minutos ya sea con EDTA en presentaciones líquidas o en pasta. En un estudio más reciente se determinó que 1 minuto de exposición con 10 ml de EDTA era suficiente para la remoción del barrido dentinario, mientras que exposiciones

por 10 minutos causaban excesiva erosión peritubular e intertubular. La erosión se atribuye al uso combinado de EDTA con NaOCl. No se conoce con certeza el tiempo y la cantidad necesaria para trabajar bajo condiciones clínicas. (46)

Efecto de los quelantes sobre la obturación

La calidad de la obturación de un conducto radicular, en el cual se utilizó NaOCl en combinación con el EDTA, se ve mejorada, debido que se logran obturar un mayor número de conductos accesorios. Además la adhesión de los cementos a la dentina pre-tratada con EDTA posee también sus ventajas. La mayor adhesión a los cementos, se observó con Sealer 26 (Dentsply). En sellantes a base de hidróxido de calcio, como es por ejemplo el Sealapex (Kerr), Apexit (Vivadent) y CRCS (Hygienic), se observó una leve mejoría simplemente (Hulsmann, 2003). Otros autores como Shahravan et al, en el 2007, concluyeron que la remoción de barrido dentinario aumentan la fuerza de sellado a las paredes de la dentina, independientemente de la técnica e obturación utilizada o del tipo de cemento. (46)

Estudios demuestran que la remoción del barrido dentinario reduce la filtración de la obturación a nivel apical, pero podría también dejar una capa quelada de dentina como interfase con el material sellador. Además, el EDTA residual que quede en el interior de los túbulos dentinarios (3.8% de la cantidad original aplicada), puede contribuir a una desmineralización adicional, dando lugar a una posterior filtración apical. (46)

EDTA

El EDTA, por sus siglas en ingles (Ethylene Diamine Tetraacetic Acid) o ácido etilendiamino tetraacético es un ácido orgánico tetracarboxílico derivado del etano por aminación de sus dos grupos metilo y posterior diacetilación de cada uno de los grupos amino. La principal propiedad química del EDTA y la que justifica su uso en odontología, es su capacidad de actuar como agente quelante de iones metálicos. (46)

Gracias a su propiedad de quelar iones metálicos, el EDTA en disolución, o sus sales ionizadas, es muy eficaz para eliminar Ca, Mg, Mo, Fe, Cu y Zn, iones que puede sustraer de los compuestos químicos de los que formen parte. (47)

El EDTA es un agente quelante efectivo en la remoción del tejido inorgánico, por lo que se lo utiliza para eliminar el barrillo dentinario. Sin embargo, se ha reportado erosión en los túbulos dentinarios, causado por la aplicación del EDTA por más de un minuto y volúmenes mayores a 1ml. Existen estudios que han demostrado que el EDTA al 17% aplicado por un minuto, seguido de hipoclorito de sodio al 5%, es efectivo en la remoción completa del barrido dentinario. Por otro lado, la aplicación de EDTA por más de un minuto y en un volumen mayor a 1ml, ha sido relacionada con erosión dentinal. Crumpton et al, en el año 2005, demostraron que el uso de 1ml de EDTA por 1 minuto es tan efectivo como 10 minutos seguido de 3 ml de hipoclorito de sodio al 5.25%, como irrigantes finales para la remoción del barrillo dentinario. Este mismo protocolo fue estudiado por Khedmat y Murray

en el 2008, sin obtener una completa remoción del barrillo dentinario en conductos instrumentados, por este motivo recomiendan el uso métodos alternativos como el ultrasonido, que puede mejorar la eficacia de pequeños volúmenes de agentes quelantes usados por cortos periodos de tiempo. (48,49)

Es todavía controversial la secuencia, el volumen, la concentración, el tiempo y la técnica de irrigación ideal a ser utilizada con el EDTA, para el debridamiento y remoción del barrido dentinario. Se han propuesto técnicas tales como inundar el canal radicular con 1 ml de irrigante, el cual permanece remojando el conducto por 5 minutos, y los 4 ml restantes se colocan en el conducto con una irrigación y succión continua. La técnica de irrigación continua con EDTA durante 3 minutos y la técnica que consiste en inundar el conducto con 1 ml EDTA por 2 minutos y 30 segundos, y enjuagar por otros 30 segundos con 4 ml de EDTA. Mello et al, comprobó que la técnica de irrigación continua con 5 ml de EDTA por 3 minutos, fue la técnica más eficiente en la remoción de barrido dentinario, probablemente porque contribuyó a su liberación desde las paredes del conducto radicular, moviendo el detritus hacia coronal, donde puede ser fácilmente removido por succión. Se recomienda que la aguja se encuentre libre en el conducto para permitir el fluido del irrigante. Una aguja de un calibre 30, alcanza sin problema los alrededores del foramen apical, sin tocar las paredes de canal radicular, instrumentado hasta una lima apical F3 Protaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Se debe hacer un movimiento ligero de adentro hacia afuera de la aguja, para evitar que se doble la aguja en el conducto. (50)

Uso del EDTA en terapéutica dental

La dentina es un complejo molecular en cuya composición los iones de calcio ocupan un lugar preeminente. La hidroxiapatita, constituyente fundamental de la materia inorgánica de la dentina, no es más que el resultado de la agrupación de cristales de hexafosfatocálcicodihidratado, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Por otra parte, la dentina también contiene, aunque en proporciones mucho menores, otros iones metálicos como Cu^{++} , Zn^{++} y Sr^{++} . (47)

Aplicando un quelante sobre una superficie dentinaria, ésta quedará desprovista de iones calcio, determinándose una mayor facilidad para su desintegración. Dentro de los agentes quelantes de iones calcio, el EDTA ocupa un lugar destacado pues, aunque no es un quelante estrictamente específico para el calcio, anteriormente se ha comentado que puede quelar otros iones metálicos, sí lo es en grado suficiente como para que sea de elección de cara a la quelación del ión Ca^{++} presente en la dentina. (47)

Uso del EDTA en endodoncia

El primer reporte del efecto desmineralizante del EDTA en tejido dental duro fue reportado en 1951 por Hahn&Reygadas. Los quelantes fueron introducidos por primera vez en endodoncia en 1957 por Nygaard-Østby quien recomendó el uso de una solución de EDTA al 15% con ph 7.3 con la siguiente composición: (51)

Sal disódica de EDTA (17 g)

Agua destilada (100 ml)

5M hidróxido de Sodio (9.25 ml)

La quelación de iones Ca^{++} de la dentina y del barrillo dentinario por parte del EDTA también es utilizada en endodoncia para la mejor preparación biomecánica de los conductos de cara a conseguir su ensanchamiento químico de manera sencilla e inocua y para facilitar la localización y ampliación de conductos estrechos, siendo su uso recomendado por numerosos autores. Las aplicaciones y ventajas que ofrece el EDTA en la preparación del conducto radicular son: ⁽⁵¹⁾

1. Localización de la entrada de los conductos.
2. Ensanchamiento químico sencillo e «inocuo».
3. Eliminación del barrillo dentinario.
4. Mejor limpieza mecánica de la pared dentinaria.
5. Desinfección de la pared dentinaria (acción antibacteriana).
6. Aumento de la permeabilidad dentinaria a medicamentos.
7. Mayor adhesión del cemento a la pared dentinaria.
8. Facilita la extracción de instrumentos rotos.
9. Preparación de conductos estrechos y/o calcificados.

De acuerdo con Nikiforuk y Sreebny, el pH ideal para la descalcificación dentinaria con soluciones de EDTA debe estar próximo al pH neutro, es decir, 7.5. ⁽⁵²⁾

La acción del EDTA sobre la dentina se ha comprobado por medio de la microscopia con luz polarizada. Fehr & Otsby, en 1963, observaron que la magnitud de la desmineralización por EDTA, fue proporcional al tiempo de aplicación. En un

estudio comparativo con el ácido sulfúrico al 50%, los citados autores mostraron que la aplicación de EDTA sobre la dentina durante 5 minutos, desmineralizaba una capa de 20 a 30 micrómetros; y por 48 horas demostraba acentuada acción quelante, en una profundidad de aproximadamente 50 micrómetros. Es conveniente destacar que la capa que el agente alcanzó en el estudio, se presentaba bien definida y limitada por una línea regular de demarcación, demostrando que el EDTA tiene autodelimitación, lo que es de gran importancia clínica. (53)

Las ventajas del uso de EDTA en la preparación biomecánica de los conductos radiculares han sido ratificadas por estudios realizados por diferentes autores. Así, se ha confirmado la reducción de la población bacteriana producida por la actuación de EDTA al 10% durante 30 minutos. (54)

Aunque estudios realizados in vitro han demostrado que las paredes dentinarias tratadas con EDTA se volvían más permeables a la difusión microbiana cuando los dientes estudiados fueron incubados con microorganismos que se encuentran con frecuencia en la cavidad oral. (55)

Desmineralización producida por EDTA

Los agentes quelantes pueden producir desmineralización de la dentina, una concentración normal de EDTA, puede remover 10.5 g de 100 g de calcio. La extensión de la zona de desmineralización depende del tiempo de trabajo. (46, 56)

Fraser en 1974, puso en duda el efecto de los quelantes, ya que calculó que bajo condiciones clínicas, 0.02 ml de EDTA pueden descalcificar 0.35 mm² de dentina. Las soluciones de EDTA parecen tener su acción limitada, ya que

cada molécula grande de quelante se puede unir únicamente a una molécula de ion calcio, una vez que todas las moléculas están unidas, la reacción se frena. Wandelt en 1965, sugirió que el efecto deseable sólo se puede alcanzar cuando existe una suficiente cantidad de sustancia activa con respecto al área de superficie, y suficiente tiempo para permitir la formación del complejo. (57,58)

Los quelantes como el EDTA forman un complejo estable con el calcio. Cuando todos los iones libres han formado uniones, se da un equilibrio, y no se da más disolución, por lo que sus propiedades son auto-limitantes, ya que su pH cambia durante la desmineralización de la dentina. Bajo condiciones neutras, la mayoría de quelantes tienen un pH cerca de un valor neutro, el intercambio de calcio desde la dentina por hidrógeno, da lugar a un aumento de pH y debido a la liberación de ácido, la eficiencia del EDTA disminuye con el tiempo. La reacción del ácido con hidroxiapatita de la dentina, afecta su solubilidad. Mientras esta reacción continua, disminuye la desmineralización. (46,56)

Se pensaba que la desmineralización de la dentina no dependía del pH, ya que soluciones de EDTA neutras o alcalinas daban por igual, resultados efectivos. Se observó que un pH de 5.0-6.0 era óptimo para la desmineralización de la dentina, pero al medir la desmineralización de acuerdo a la cantidad de fósforo liberado, se vio una mayor liberación con soluciones de un pH de 7.5 comparado con soluciones de un pH de 9.0. En el tercio coronal y medio de un conducto radicular, el EDTA con un pH neutro, disolvió más calcio y fosforo que el RC-Prep, ya que el RC-Prep principalmente descalcifica y

remueve barrido dentinario parcialmente adherido, pero no modifica a la superficie de la dentina. (46)

Otras investigaciones concluyeron que el pH no juega un rol importante en la desmineralización, sino más bien el tiempo de exposición y la concentración de la solución. Se ha observado erosión de la dentina peritubular e intertubular, después de 10 minutos de irrigación con EDTA al 17%, por el contrario, el uso de 1 minuto es efectivo en la remoción del barrillo dentinario. Estudios recientes demostraron que pH's neutros de EDTA, reducen el componente mineral y la proteína no colágena de la dentina, dando lugar a un reblandecimiento de la superficie, pero sin provocar erosión de la dentina. Como el contenido de matriz orgánica no colágena disminuye a nivel apical, puede ser una posible explicación al menor grado de desmineralización, que por lo general se da a éste nivel. El uso de EDTA seguido de hipoclorito de Sodio, cambia significativamente el contenido de calcio y fosfato de la dentina. (46,56)

ULTRASONIDO

La efectividad de un tratamiento recae sobre la instrumentación mecánica y sobre la habilidad química de los irrigantes por disolver tejidos. El debridamiento de los conductos es crucial para el pronóstico a largo plazo. Además de la acción de riego, los irrigantes ayudan a remover tejido orgánico, detritus dentinario y microorganismos del canal radicular. La eficiencia de la irrigación dependerá de la habilidad para llevar al irrigante hasta el tercio apical y a zonas no instrumentadas mecánicamente, y además, de la corriente de

riego que se pueda llevar a cabo para retirar detritus y barrido dentinario de las paredes del canal radicular. La acción ejercida por la jeringa es relativamente débil y su acción depende mucho de la anatomía del diente, de la profundidad que alcance la jeringa dentro del conducto y del diámetro de la jeringa, por ende la habilidad del irrigante para penetrar en las áreas del conducto no instrumentadas mecánicamente, es crítica para la desinfección y debridamiento del sistema de conductos. Se ha comprobado que los irrigantes pueden avanzar hasta 1 mm más allá de la longitud a la que llega la jeringa. Un aumento en el volumen de irrigante, no mejora su eficacia, pero al aumentar el diámetro del conducto si mejoramos la capacidad de desinfección. Al usar agujas más delgadas (Diámetro 30), puede facilitar el acceso hacia el tercio apical. Sin embargo, introducir una aguja de diámetro pequeño a 1 mm del ápice no se recomienda seguro, pudiendo provocar accidentes por extrusión de irrigante. (59,60)

La única manera de mejorar la efectividad del irrigante, es produciendo movimiento de la solución, para lo cual se usa ultrasonido, alcanzando así las complejidades anatómicas. Se ha demostrado que el uso de irrigación sónica y ultrasónica por tan solo 30 segundos, brinda resultados significativamente mejores. La efectividad de la irrigación depende la acción mecánica de la corriente del fluido y la habilidad química para disolver el tejido. Los aparatos de ultrasonido fueron introducidos por primera vez en Endodoncia, por Richman en el año 1957. Las puntas activadas con ultrasonido tienen el potencial de preparar y de debridar el conducto radicular. Las limas oscilan en

frecuencias ultrasónicas de 25-30 kHz (KiloHertz), que son frecuencias que van más allá de lo que el humano puede escuchar. (60)

La irrigación pasiva o PUI, fue descrita por primera vez por Weller et al en el año 1980. El término pasivo es un término que no describe en si a la técnica, ya que en realidad es una técnica activa, pero se la denominó pasiva porque no tenía una acción cortante. La PUI transmite una energía acústica a partir de una lima oscilatoria hacia el irrigante. La energía se transmite a través de olas u ondas ultrasónicas, que pueden inducir vapor acústico y cavitación del irrigante. Se puede utilizar, para éste propósito, una lima de pequeño calibre, ejemplo una lima número 15 o un alambre delgado, el cual debe ser insertado en el centro del canal radicular, previamente instrumentado. Se llena el canal radicular con el irrigante y la lima activa al irrigante por medio de oscilaciones. El irrigante puede penetrar fácilmente, ya que el canal se encuentra preparado, siendo el efecto más poderoso, principalmente a nivel apical. (60,61)

La corriente del fluido producida por una jeringa de irrigación es relativamente débil. La irrigación ultrasónica pasiva (PUI) ha sido reportada como un método que aumenta la corriente de fluido y mejora la eficacia de los irrigantes, para remover tejido pulpar y detritus. La remoción del barrido dentinario en el tercio apical es menos predecible, esto puede ser atribuido a las dimensiones más pequeñas que se encuentra a nivel apical, en comparación con el tercio medio y coronal, lo cual disminuye el ingreso de los irrigantes, por un contacto mínimo entre las paredes del conducto y el irrigante.

(60,62,63)

Las limitaciones de la irrigación con presión positiva en el tercio apical, se deben básicamente a la presencia de gases en la región apical, formando un vapor que posteriormente bloquea la penetración de fluidos. Este tipo de irrigación a nivel del tercio apical, rompe el vapor que se encuentra bloqueado, y mueve a la solución apical y lateralmente. Se ha observado que el uso de una aguja activada con ultrasonido por 30 segundos o 1 minuto es suficiente tiempo para limpiar los canales radiculares, después de una instrumentación manual o rotatoria, accediendo incluso a sitios como istmos de las raíces mesiales de molares mandibulares. (60,63)

El tiempo es otro factor controversial. ¿Cuánto tiempo es necesario para remover el barrido dentinario con ayuda de ultrasonido? Cameron en el año 1983, observó que 3 a 5 minutos de irrigación con ultrasonido era capaz de remover el barrido dentinario, mientras que 1 minuto resultaba ineficaz. Por otro lado, Sabins en el año 2003, comprobó que la aplicación de EDTA y ultrasonido por un minuto, es eficaz en la remoción de barrido dentinario. (64)

Diversos estudios han demostrado mejores resultados al utilizar el ultrasonido, después de completar la instrumentación y durante la irrigación final. El ultrasonido activa la lima de manera pasiva, y con mínimo contacto con las paredes del conducto radicular. Se ha observado que al utilizar limas más pequeñas, se aumenta la velocidad acústica, y hay un menor contacto con las paredes del conducto. En un estudio en particular, se utilizó el ultrasonido a 2 mm del ápice, y se observó un mejor resultado en cuanto a la remoción de

barrido dentinario, en los dientes que fueron irrigados con EDTA y ultrasonido, en comparación con dientes irrigados con EDTA y NaOCl sin ultrasonido. (62)

Sabins et al en el 2003, instrumentaron molares con una técnica de instrumentación manual y determinaron que el uso de irrigación sónica pasiva, o ultrasónica dio lugar a una mejor limpieza de los canales radiculares, en comparación con aquellos molares que no recibieron una irrigación sónica o ultrasónica. (64)

La cavitación en un fluido es descrita como la formación impulsiva de una cavidad en un líquido a través de fuerzas tensiles inducidas por corrientes de alta velocidad y gradiente, formando burbujas. Las burbujas se expanden y colapsan rápidamente, produciendo energía, dando lugar a que se intensifique el sonido. La cavitación acústica puede ser definida como la formación de nuevas burbujas o la expansión, contracción y/o distorsión de las burbujas pre-existentes en un líquido. (65)

Se ha observado que el uso de activación ultrasónica puede conllevar a cambios de temperatura durante su uso. En un estudio donde se utilizó una corriente de irrigación continua o PUI, se observó un leve aumento de temperatura con el tiempo, siendo éste de 7.7° C a nivel coronal y tercio medio, A nivel de tercio apical, se observó un aumento de temperatura menor. Otro dato importante que se reportó, fue que el uso de limas de mayor calibre generaron un mayor aumento de temperatura. (66)

HIPÓTESIS

Ho: Las 6 técnicas (grupos) de irrigación son iguales para remover hidróxido de calcio de las paredes dentinarias.

Hi: Las 6 técnicas (grupos) de irrigación no son iguales para remover hidróxido de calcio de las paredes dentinarias.

Ha: La utilización de EDTA 17% por 1 minuto con la aplicación de ultrasonido, con recambio de la solución cada 20 segundos resultó en una mejor remoción de los residuos de hidróxido de calcio de las paredes dentinarias comparada con los demás grupos.

OBJETIVO

Evaluar in vitro diferentes tiempos de acción del EDTA 17% como irrigación final para la remoción efectiva del hidróxido de calcio de las paredes dentinarias de dientes unirradiculares.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la efectividad de la aplicación de EDTA al 17% durante 30 segundos en la remoción de los residuos de hidróxido de calcio.

Evaluar la efectividad de la aplicación de EDTA al 17% durante 1 minuto en la remoción de los residuos de hidróxido de calcio.

Evaluar la efectividad de la aplicación de EDTA al 17% durante 2 minutos en la remoción de los residuos de hidróxido de calcio.

Evaluar la efectividad de la aplicación de EDTA al 17% durante 4 minutos en la remoción de los residuos de hidróxido de calcio.

Evaluar la efectividad de la aplicación de EDTA al 17% durante 30 segundos con la aplicación de ultrasonido en la remoción de los residuos de hidróxido de calcio.

Evaluar la efectividad de la aplicación de EDTA al 17% durante 1 minuto con la aplicación de ultrasonido con recambio de solución (3 ciclos de 20 segundos) en la remoción de los residuos de hidróxido de calcio.

TIPO DE ESTUDIO

- Prospectivo
- Transversal
- Comparativo
- Experimental

SELECCIÓN DE VARIABLES

Dependiente: Remoción de hidróxido de calcio del conducto radicular

Independientes: Tiempo de aplicación del EDTA 17% y aplicación de ultrasonido.

OPERACIÓN DE VARIABLE

Remoción de hidróxido de calcio: Proceso mediante el cual se remueven los restos de hidróxido de calcio que se quedaron en las paredes del conducto radicular después de la irrigación final. Este proceso se lleva a cabo mediante el uso de la irrigación pasiva ultrasónica y/o el uso de quelantes como el EDTA 17%.

UNIVERSO DE ESTUDIO

Para este estudio se utilizaron 34 dientes permanentes de reciente extracción unirradiculares superiores e inferiores indistintamente.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Dientes permanentes unirradiculares superiores e inferiores

Dientes con ápices completamente formados

Dientes sin fracturas, sin reabsorciones internas y/o externas, sin calcificaciones.

Raíces con curvatura menor a 20° de acuerdo a la clasificación de Schneider,

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Dientes birradiculares o multirradiculares.

Dientes no permeables, calcificados, o con previo tratamiento endodóntico

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

Dientes no permeables.

Dientes que se fracturen durante el proceso.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIALES

Jeringas hipodérmicas 10cc/ml (Bd plastipak)

Aguja para irrigar 27 ga (Ultradent)

Limas tipo K 25mm #15, #20 y #25(Dentsply)

Sistema ProTaper (Dentsply)

Regla milimétrica (Dentsply)

Puntas de papel (Diadent)

Topes de hule (Detsply)

Explorador de conductos DG 16 (Nordent)

Pieza de Alta velocidad (NSK)

Pieza de Baja velocidad (NSK)

Ultrasonido (NSK)

Puntas de ultrasonido #20 tipo u (NSK)

Léntulo espiral (Dentsply)

Micromotor Endomate (NSK)

Fresa de bola #2 y fisura #169 (SS White)

Disco de diamante y mandril

Hipoclorito de sodio al 5.25% (Clorox)

Agua destilada

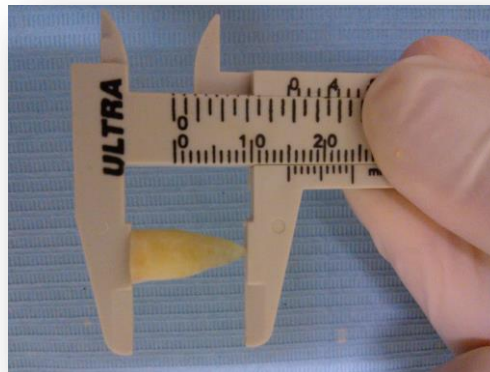
EDTA 17% (Pulpdent)

Cavit (3M)

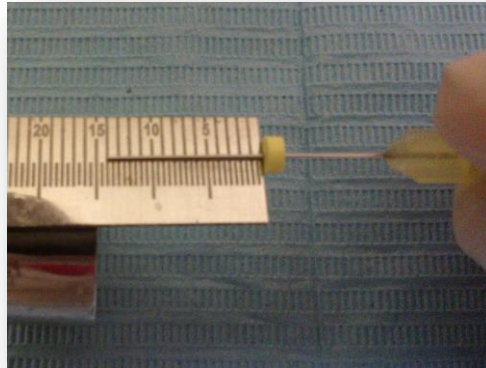
MÉTODOS

Se utilizaron 34 dientes permanentes extraídos por enfermedad periodontal o motivos protésicos. Los criterios de inclusión fueron dientes unirradiculares, sin fracturas, sin reabsorciones internas y/o externas, sin calcificaciones, con el ápice formado, con una curvatura menor de 5°, permeables con la lima 15.

Fueron almacenados en una solución de timol al 1% hasta su uso. Las coronas fueron removidas cortando el diente con una fresa de carburo #169 a una longitud de 15 mm del ápice. Se introdujo una lima tipo K #15 hasta ser vista por el foramen apical y se retrajo 1mm para establecer la longitud de trabajo.



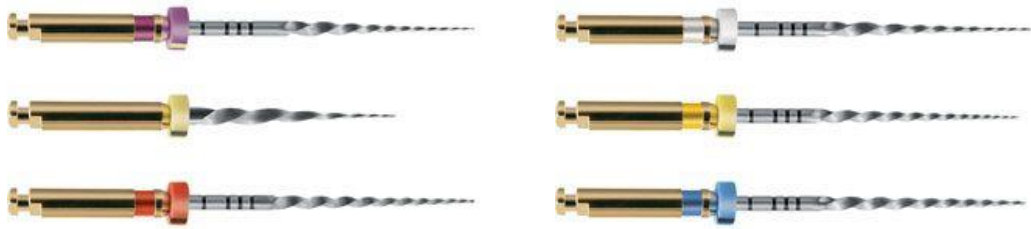
Todas las sustancias se colocaron en jeringas estériles de 10 ml con una aguja de calibre 27 (Ultradent), medida a 1 mm de longitud de trabajo con tope de hule.



La preparación biomecánica del conducto se realizó mediante un motor eléctrico (NSK Endo-Mate) con velocidad constante de 300 rpm y la fuerza de rotación de 3 N.cm, a la longitud de trabajo con el Sistema ProTaper (Dentsply Maillefer). Siguiendo las instrucciones del fabricante, utilizando NaOCl 5.25% como irrigante.



Todos los conductos radiculares fueron instrumentados con el instrumento S1, S2 y SX, F1, F2 y F3 a longitud de trabajo, irrigando entre cada instrumento con un total de 5ml de NaOCl 5.25% en cada muestra.



Una lima K ultrasónica #20 fue montada en la pieza de mano del ultrasonido y se realizó una irrigación final con NaOCl 5.25% con activación ultrasónica durante 1 minuto (en 3 ciclos de 20 segundos previa aplicación de 2 ml de NaOCl 5.25% para un total de 6 ml de NaOCl 5.25%) seguido de la aplicación de EDTA 17% por 30 segundos para remover el barrillo dentinario. Los conductos se secaron con puntas de papel.



Se eligieron 2 muestras aleatoriamente para el grupo de control negativo y se apartaron. Las 32 muestras restantes se llenaron con una pasta hidróxido de calcio y agua destilada (en una mezcla de polvo:líquido 1g:1.5 ml) ⁽⁶⁷⁾ usando un léntulo espiral (Dentsply Maillefer). Se tomaron radiografías de cada raíz para confirmar el llenado completo de los conductos radiculares.



Las cavidades de acceso coronal fueron selladas con Cavit Temporary Filling (3M). Todas las muestras se mantuvieron en una caja cerrada, con las raíces colocadas en ambiente húmedo durante 7 días a temperatura ambiente. Después de este período, el acceso coronal se abrió y el conducto fue irrigado con 2 ml de NaOCl 5.25%. Se introdujo la lima final (F3) durante dos segundos a longitud de trabajo para remover el hidróxido y se irrigó de nuevo con 2 ml de NaOCl 5.25%. Los conductos se secaron con puntas de papel, se eligieron 2 muestras aleatoriamente para el grupo de control positivo y se apartaron.

Las 30 muestras restantes se dividieron aleatoriamente en 6 grupos experimentales (n = 5), de acuerdo con el tiempo de aplicación del EDTA 17% y la aplicación de ultrasonido.

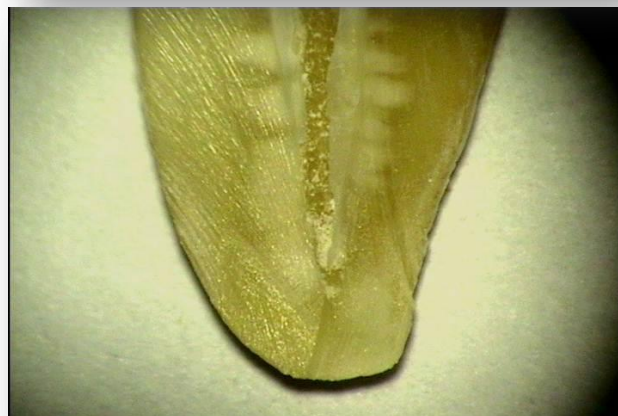
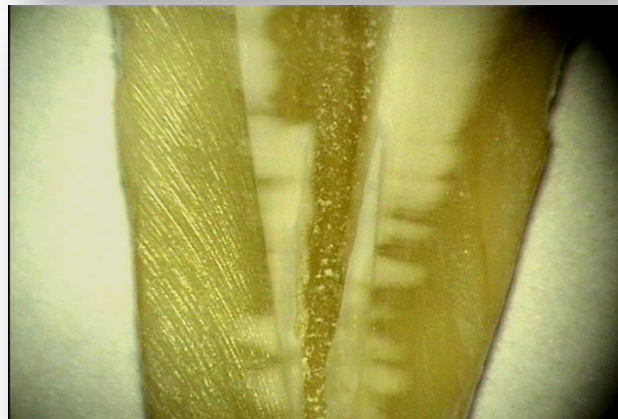
GRUPO A	Irrigación con 1 ml de EDTA al 17% durante 30 segundos
GRUPO B	Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 1 minuto
GRUPO C	Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 2 minutos
GRUPO D	Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 4 minutos
GRUPO E	Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 30 segundos con la aplicación de ultrasonido.
GRUPO F	Irrigación con 3 ml EDTA al 17% durante 1 minuto con la aplicación de ultrasonido (3 ciclos de 20 segundos) con recambio de solución.

Después de la aplicación de EDTA se realizó un enjuague con 2 ml de NaOCl 5.25% y un enjuague final con 2 ml de agua destilada y se secaron con puntas de papel absorbentes.

A partir de entonces, se prepararon ranuras longitudinales con un disco en la superficie bucal y lingual de cada muestra sin penetrar en el conducto y después se dividieron las raíces en dos mitades usando una espátula.



Las muestras se secaron a temperatura ambiente por 3 días. Se analizaron bajo el estereomicroscopio con un aumento de 3X y se registraron fotomicrográficas del tercio cervical, medio y apical con una cámara Polaroid tipo DMC1.



Se evaluó la limpieza de las paredes dentinarias en todas las muestras, mediante la asignación de las siguientes puntuaciones a cada muestra siguiendo el criterio propuesto por Kuga y cols.:⁽⁶⁸⁾

Score 0	Ausencia de residuos
Score 1	Pequeña cantidad de residuos (hasta 20% de la superficie cubierta con hidróxido de calcio)
Score 2	Moderada cantidad de residuos (20-60% de la superficie cubierta)
Score 3	Gran cantidad de residuos (Más del 60% de la superficie cubierta)

Los datos obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis a un nivel de significación del 5%, utilizando el software BioEstat.

RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS/ASIGNACIÓN DE SCORES

	GRUPO A			GRUPO B			GRUPO C			GRUPO D			GRUPO E			GRUPO F			CONTROL +			CONTROL -		
	A	M	C	A	M	C	A	M	C	A	M	C	A	M	C	A	M	C	A	M	C	A	M	C
	Muestra I	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	2	2
Muestra II	1	2	3	1	2	2	2	1	1	2	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	2	2	3
Muestra III	3	1	1	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	0	1	0	1	0						
Muestra IV	2	1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0	1	0	1	0						
Muestra V	1	1	2	1	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1						

TABLA DE CONTINGENCIA SCORE DE ACUERDO A LA CANTIDAD DE HIDRÓXIDO DE CALCIO REMANENTE EN EL TERCIO CERVICAL

	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	GRUPO D	GRUPO E	GRUPO F	CONTROL +	CONTROL -
Ausencia de residuos	0	0	1	0	1	2	0	2
Pequeña cantidad de residuos	2	2	3	5	4	3	0	0
Moderada cantidad de residuos	1	3	1	0	0	0	0	0
Gran cantidad de residuos	2	0	0	0	0	0	2	0

TABLA DE CONTINGENCIA SCORE DE ACUERDO A LA CANTIDAD DE HIDRÓXIDO DE CALCIO REMANENTE EN EL TERCIO MEDIO

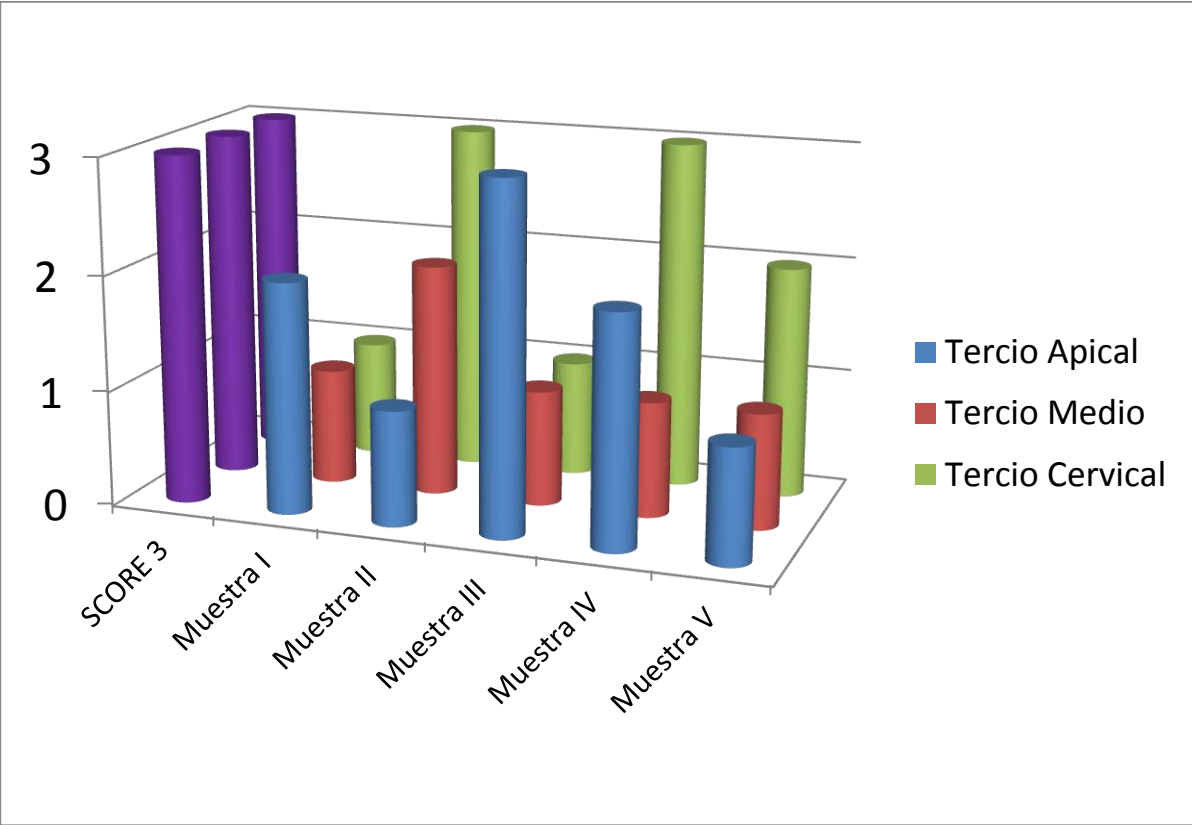
	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	GRUPO D	GRUPO E	GRUPO F	CONTROL +	CONTROL -
Ausencia de residuos	0	0	0	0	4	3	0	2
Pequeña cantidad de residuos	4	3	5	4	1	2	0	0
Moderada cantidad de residuos	1	2	0	1	0	0	2	0
Gran cantidad de residuos	0	0	0	0	0	0	0	0

TABLA DE CONTINGENCIA SCORE DE ACUERDO A LA CANTIDAD DE HIDRÓXIDO DE CALCIO REMANENTE EN EL TERCIO APICAL

	GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	GRUPO D	GRUPO E	GRUPO F	CONTROL +	CONTROL -
Ausencia de residuos	0	0	0	0	1	3	0	2
Pequeña cantidad de residuos	2	4	2	3	4	2	0	0
Moderada cantidad de residuos	2	1	3	2	0	0	0	0
Gran cantidad de residuos	1	0	0	0	0	0	2	0

GRUPO A

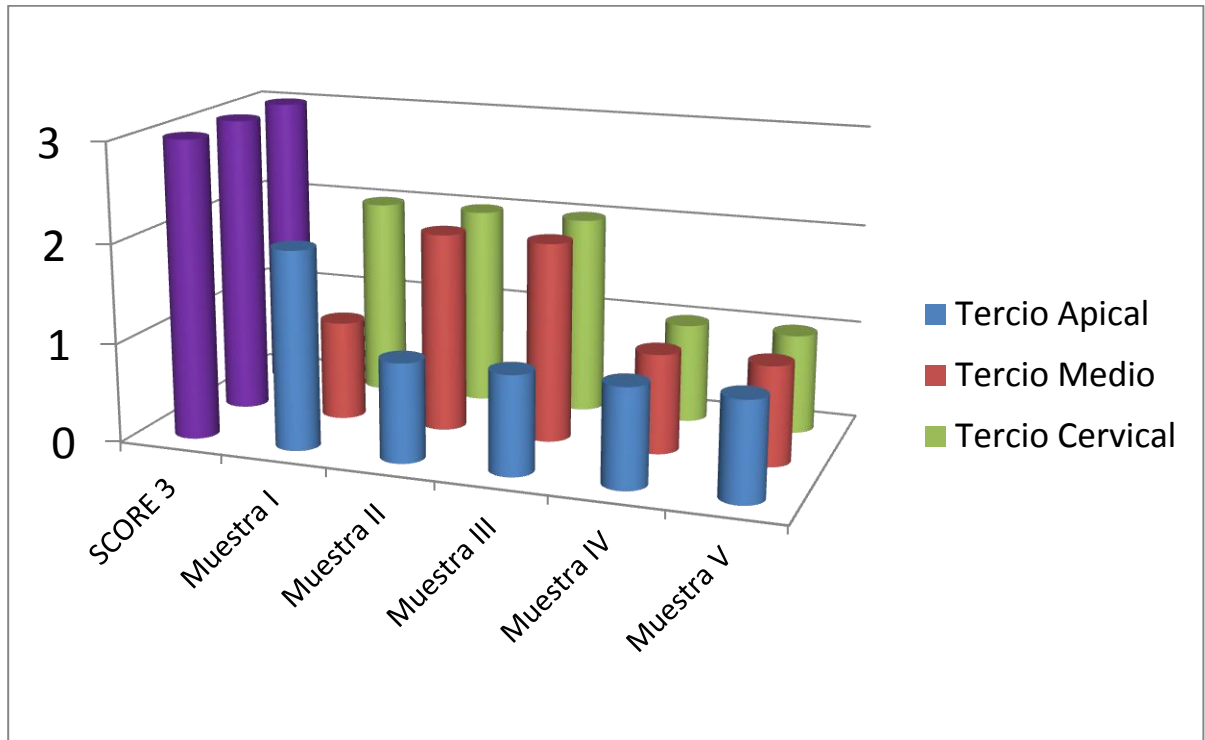
Irrigación con 1 ml de EDTA al 17% durante 30 segundos



En la gráfica se observan los scores asignados al Grupo A en el tercio apical, medio y cervical de cada muestra. Siendo el Score 3: Gran cantidad de residuos, encontrado en tres superficies dentro de este grupo. Todas las muestras presentaron superficies con residuos de hidróxido de calcio.

GRUPO B

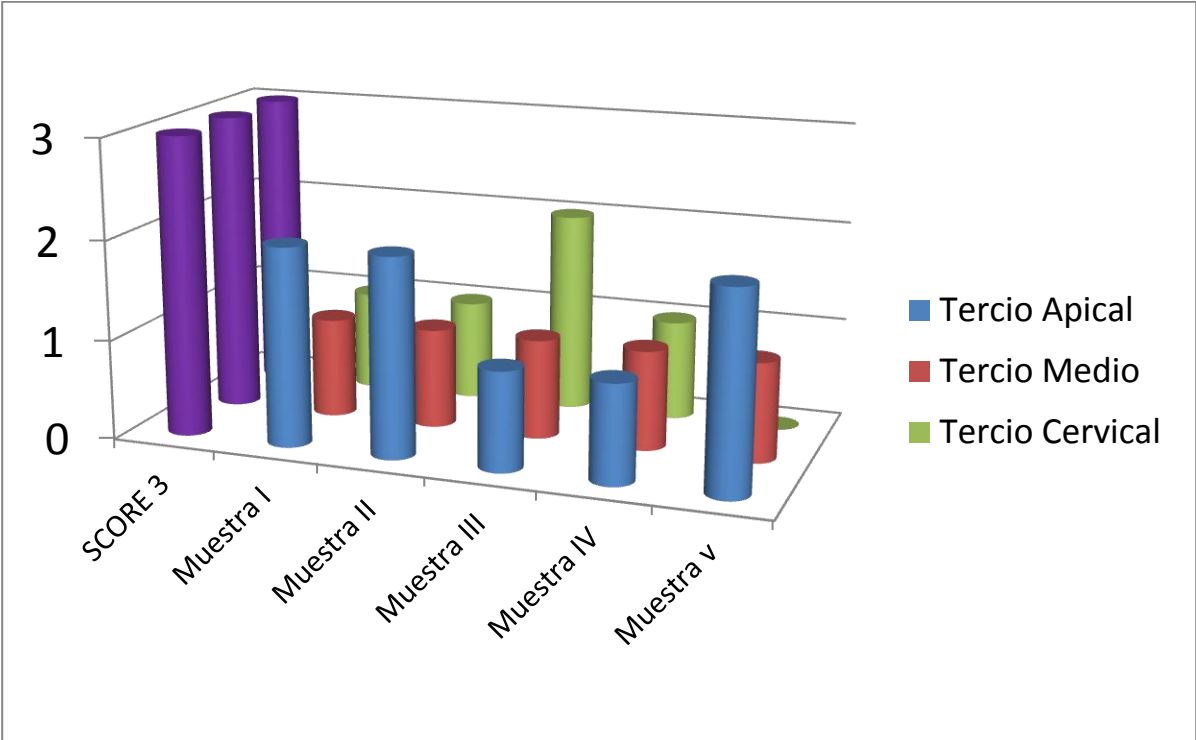
Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 1 minuto



En la gráfica se observan los scores asignados al Grupo B en el tercio apical, medio y cervical de cada muestra. Siendo el Score 2: Moderada cantidad de residuos, encontrado en seis superficies dentro de este grupo. Todas las muestras presentaron superficies con residuos de hidróxido de calcio.

GRUPO C

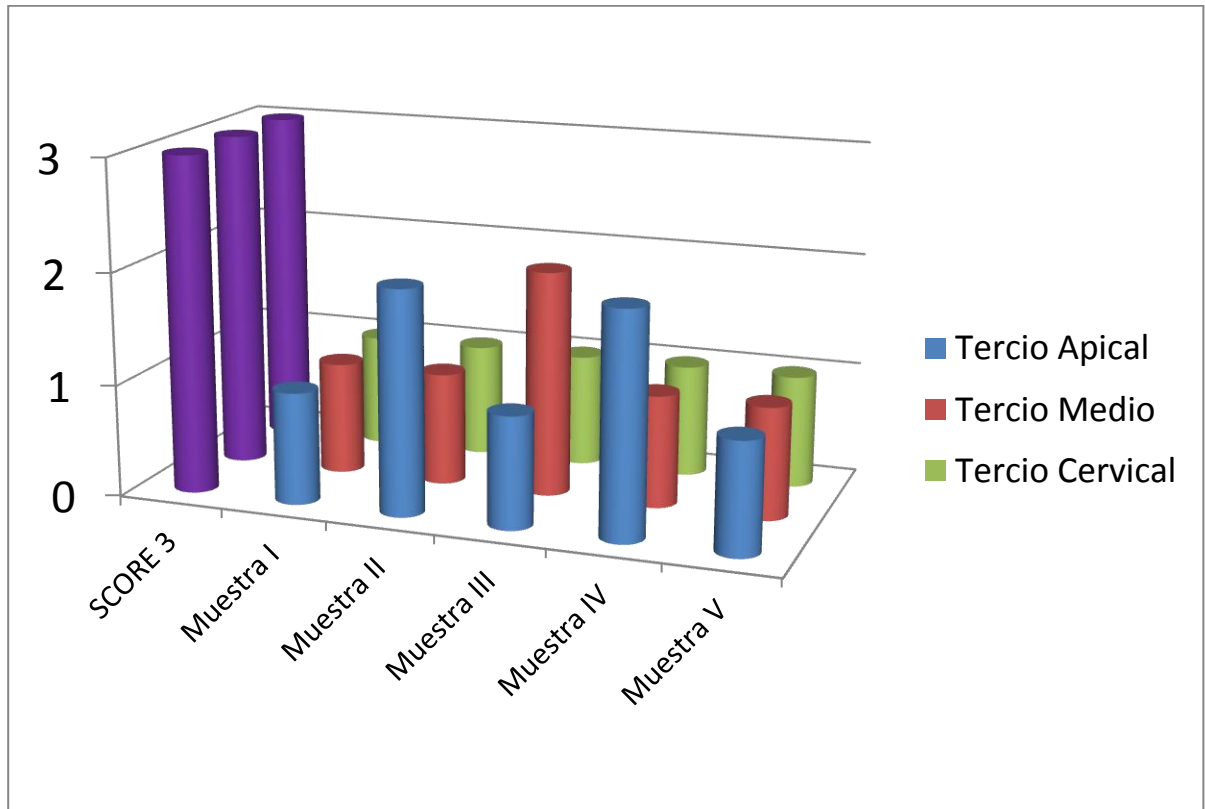
Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 2 minutos



En la gráfica se observan los scores asignados al Grupo C en el tercio apical, medio y cervical de cada muestra. Siendo el Score 2: Moderada cantidad de residuos, encontrado en cuatro superficies dentro de este grupo. Todas las muestras presentaron superficies con residuos de hidróxido de calcio.

GRUPO D

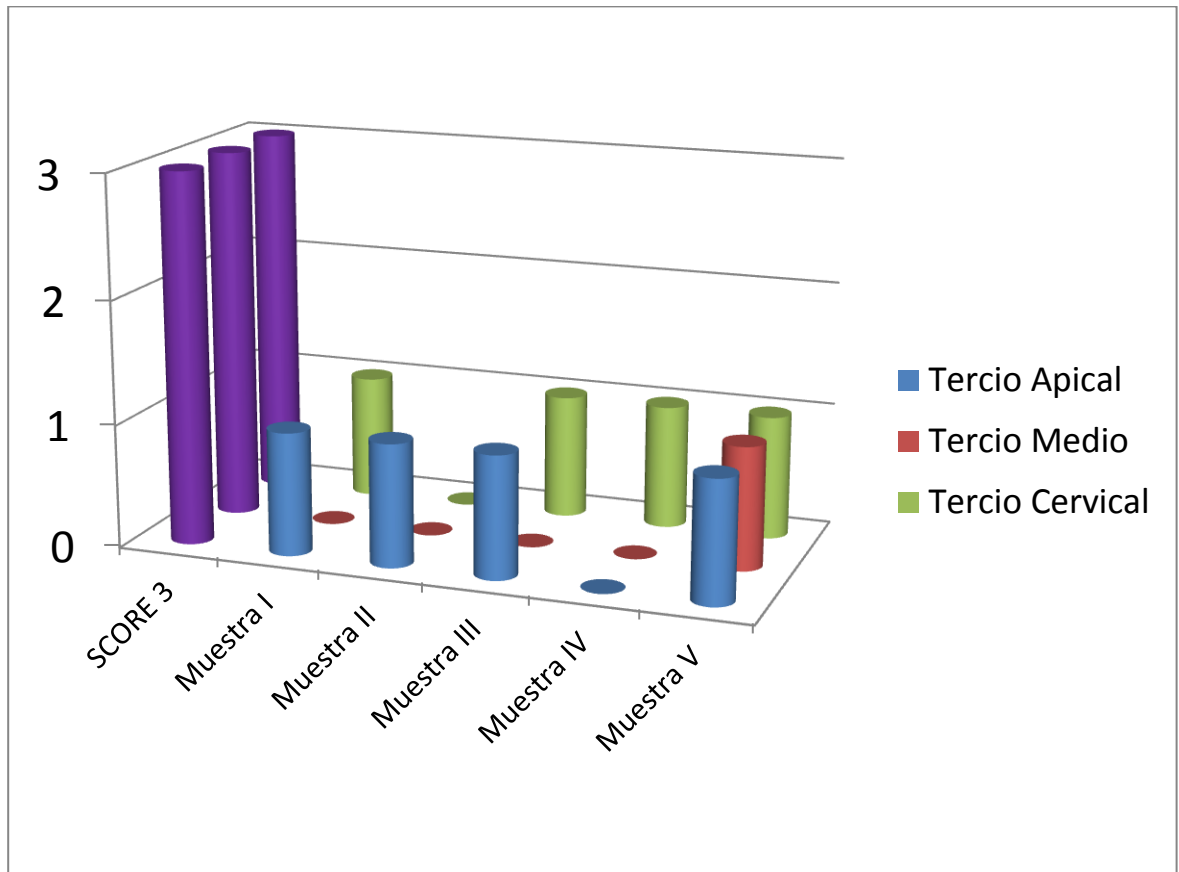
Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 4 minutos



En la gráfica se observan los scores asignados al Grupo D en el tercio apical, medio y cervical de cada muestra. Siendo el Score 2: Moderada cantidad de residuos, encontrado en tres superficies dentro de este grupo. Todas las muestras presentaron superficies con residuos de hidróxido de calcio.

GRUPO E

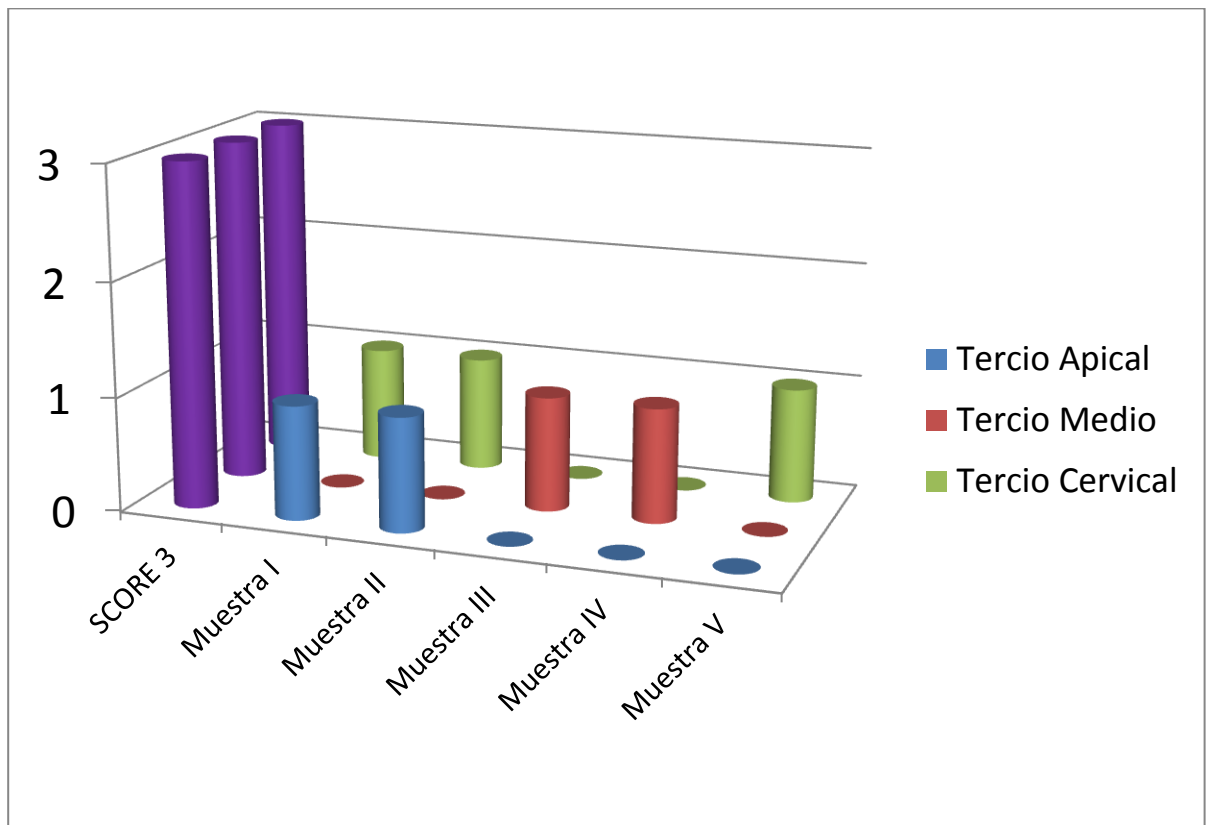
Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 30 segundos con la aplicación de ultrasonido.



En la gráfica se observan los scores asignados al Grupo E en el tercio apical, medio y cervical de cada muestra. Siendo el Score 1: Pequeña cantidad de residuos, encontrado en nueve superficies dentro de este grupo. Se observaron seis superficies libres de residuos de hidróxido de calcio.

GRUPO F

Irrigación con 3 ml EDTA al 17% durante 1 minuto con la aplicación de ultrasonido (3 ciclos de 20 segundos) con recambio de solución.



En la gráfica se observan los scores asignados al Grupo F en el tercio apical, medio y cervical de cada muestra. Siendo el Score 1: Pequeña cantidad de residuos, encontrado en siete superficies dentro de este grupo. Se observaron ocho superficies libres de residuos de hidróxido de calcio.

PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS

TERCIO CERVICAL

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Score de acuerdo a la cantidad de hidróxido de calcio remanente	34	1.21	.880	0	3
grupos	34	3.97	2.096	1	8

Rangos

	Grupos	N	Rango promedio
Score de acuerdo a la cantidad de hidróxido de calcio remanente	grupo A	5	25.00
	grupo B	5	23.20
	grupo C	5	15.90
	grupo D	5	16.00
	grupo E	5	13.50
	grupo F	5	11.00
	control -	2	3.50
	control +	2	32.50
	Total	34	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Score de acuerdo a la cantidad de hidróxido de calcio remanente
Chi-cuadrado	19.788
gl	7
Sig. asintót.	.006

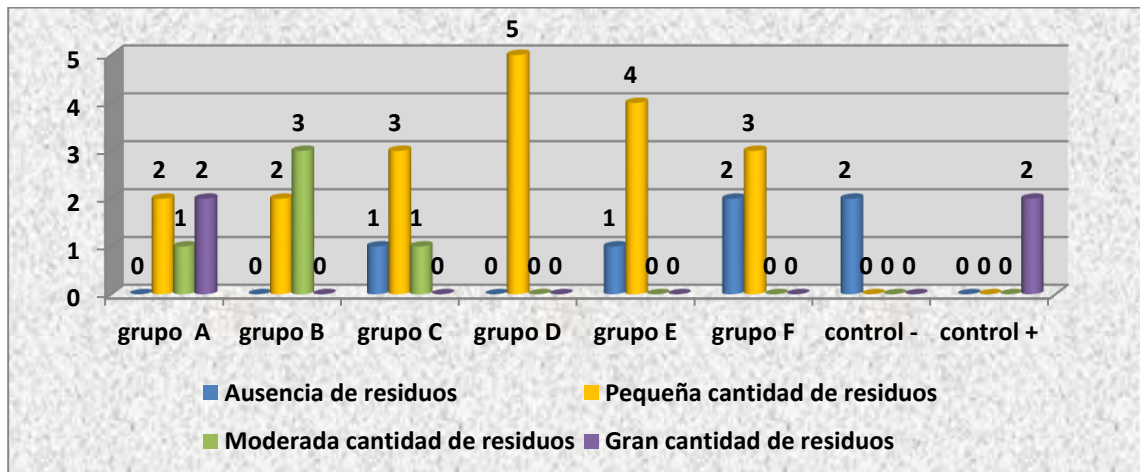
a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: grupos

El análisis estadístico Prueba de Kruskal-Wallis nos da la significancia de $p=.006$ con un alfa de $.05$, por lo tanto se rechaza H_0 .

Conclusión: Si hay diferencias entre los grupos para remover hidróxido de calcio de las paredes del conducto radicular, siendo el grupo F - Irrigación con 3 ml EDTA al 17% durante 1 minuto con la aplicación de ultrasonido (3 ciclos de 20 segundos) con recambio de solución - la mejor técnica en el Tercio Cervical.

CANTIDAD DE HIDRÓXIDO DE CALCIO REMANENTE EN EL TERCIO CERVICAL



En la gráfica se observa que los grupos E y F presentan más muestras con ausencia de residuos o pequeña cantidad de ellos, comparado con los grupos A,B,C y D que presentan de pequeña a gran cantidad de residuos.

TERCIO MEDIO

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Score de acuerdo a la cantidad de hidróxido de calcio remanente	34	.91	.668	0	2
grupos	34	3.97	2.096	1	8

Rangos

	Grupos	N	Rango promedio
Score de acuerdo a la cantidad de hidróxido de calcio remanente	grupo A	5	21.50
	grupo B	5	24.00
	grupo C	5	19.00
	grupo D	5	21.50
	grupo E	5	7.80
	grupo F	5	10.60
	control -	2	5.00
	control +	2	31.50
	Total	34	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Score de acuerdo a la cantidad de hidróxido de calcio remanente
Chi-cuadrado	22.572
gl	7
Sig. asintót.	.002

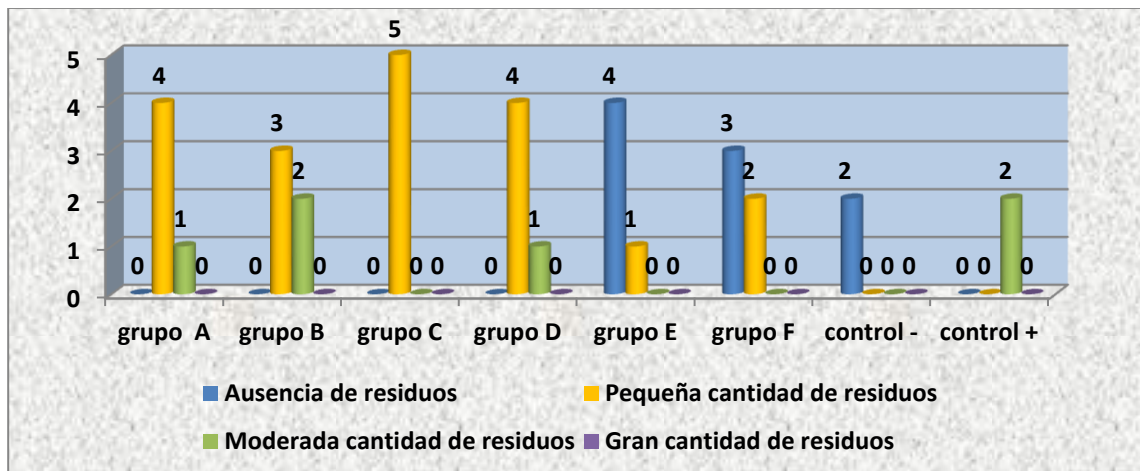
a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: grupos

El análisis estadístico Prueba de Kruskal-Wallis nos da la significancia de $p=.002$ con un alfa de $.05$, por lo tanto se rechaza H_0 .

Conclusión: Si hay diferencias entre los grupos para remover hidróxido de calcio de las paredes del conducto radicular, siendo el grupo E - Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 30 segundos con la aplicación de ultrasonido - la mejor técnica en el Tercio Medio.

CANTIDAD DE HIDRÓXIDO DE CALCIO REMANENTE EN EL TERCIO CERVICAL



En la gráfica se observa que los grupos E y F presentan más muestras con ausencia de residuos o pequeña cantidad de ellos, comparado con los grupos A,B,C y D que presentan de pequeña a moderada cantidad de residuos.

TERCIO APICAL

Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo
Score de acuerdo a la cantidad de hidróxido de calcio remanente	34	1.18	.758	0	3
grupos	34	3.97	2.096	1	8

Rangos

	grupos	N	Rango promedio
Score de acuerdo a la cantidad de hidróxido de calcio remanente	grupo A	5	24.20
	grupo B	5	17.70
	grupo C	5	23.10
	grupo D	5	20.40
	grupo E	5	12.70
	grupo F	5	8.10
	control -	2	3.50
	control +	2	28.50
	Total	34	

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Score de acuerdo a la cantidad de hidróxido de calcio remanente
Chi-cuadrado	19.272
gl	7
Sig. asintót.	.007

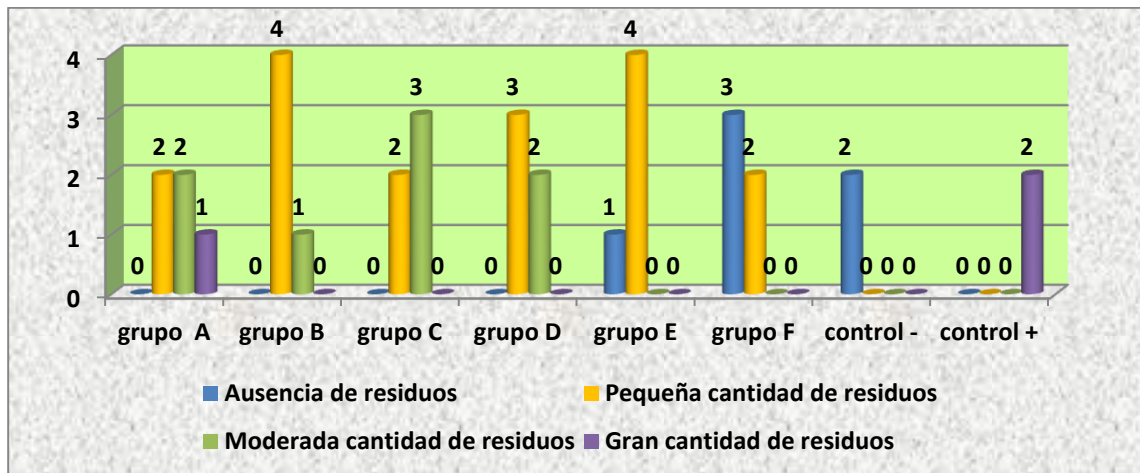
a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: grupos

El análisis estadístico Prueba de Kruskal-Wallis nos da la significancia de $p=.007$ con un alfa de $.05$, por lo tanto se rechaza H_0 .

Conclusión: Si hay diferencias entre los grupos para remover hidróxido de calcio de las paredes del conducto radicular, siendo el grupo F - Irrigación con 3 ml EDTA al 17% durante 1 minuto con la aplicación de ultrasonido (3 ciclos de 20 segundos) con recambio de solución - la mejor técnica en el Tercio Apical.

CANTIDAD DE HIDRÓXIDO DE CALCIO REMANENTE EN EL TERCIO CERVICAL



En la gráfica se observa que los grupos E y F presentan más muestras con ausencia de residuos o pequeña cantidad de ellos, comparado con los grupos A,B,C y D que presentan de pequeña a gran cantidad de residuos.

DISCUSIÓN

El efecto de la agitación ultrasónica de los irrigantes se ha evaluado con resultados contradictorios. La IPU se basa en la transmisión de energía a partir de un instrumento ultrasónicamente oscilante a la solución de irrigación en el interior del canal radicular . Se ha demostrado que una solución irrigante en conjunción con la vibración ultrasónica está directamente asociada con la eliminación de desechos orgánicos e inorgánicos de las paredes del conducto.

(29,69)

Por lo tanto, teniendo en cuenta que la eficacia de la irrigación podría depender tanto de la acción mecánica de lavado y la capacidad química para disolver el tejido, en el presente estudio se hizo un intento de asegurar una cantidad similar de la solución irrigante durante las técnicas convencional y con activación ultrasónica. (70,71)

En este estudio, no se obtuvo la completa eliminación del Ca (OH) de las paredes dentinarias y se encontraron restos de Ca (OH) 2 en todos los grupos experimentales, independientemente de la técnica de irrigación empleada. Este resultado es similar a los hallazgos de estudios anteriores, que mostraron una considerable cantidad de Ca (OH) 2 persistente en las paredes de conducto, a pesar de la técnica de irrigación utilizada. (29,72,73)

La instrumentación rotatoria mas la activación ultrasónica eliminó significativamente más Ca(OH)₂ que la instrumentación rotaria más la irrigación convencional con jeringa. . La velocidad y el alto volumen de flujo irrigante creado por irrigación pasiva ultrasónica puede explicar su eficacia en la remoción de los restos de Ca (OH) 2 de las paredes dentinarias. (29,74)

No obstante, cierta consideración debe hacerse por el hecho de que los dientes usados en este estudio fueron decoronados, lo que puede eliminar cualquier depósito coronal para la solución de irrigación. Cuando se activa la solución de irrigación usando ultrasonido, una cantidad considerable de solución se pueden perder coronalmente, disminuyendo la presión hidrostática hacia el ápice.

CONCLUSIONES

1. Si hay diferencias entre los grupos para remover hidróxido de calcio de las paredes del conducto radicular: Siendo el grupo F - Irrigación con 3 ml EDTA al 17% durante 1 minuto con la aplicación de ultrasonido (3 ciclos de 20 segundos) con recambio de solución- la mejor técnica en el Tercio Cervical. El grupo E - Irrigación con 1 ml EDTA al 17% durante 30 segundos con la aplicación de ultrasonido - la mejor técnica en el Tercio Medio. Y el grupo F - Irrigación con 3 ml EDTA al 17% durante 1 minuto con la aplicación de ultrasonido (3 ciclos de 20 segundos) con recambio de solución - la mejor técnica en el Tercio Apical.

2. La combinación de instrumentación rotatoria y activación pasiva ultrasónica resulta en cantidades significativamente menores de restos de Ca(OH)_2 en el conducto en comparación con la irrigación convencional con jeringa, independientemente del tiempo de acción del EDTA al 17% utilizado.

3. Ni la técnica de irrigación convencional con jeringa ni la activación ultrasónica fueron capaces de eliminar completamente hidróxido de calcio del sistema de conductos radiculares de las raíces de dientes unirradiculares.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de vivir esta experiencia, por estar conmigo en cada paso, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi motivación y compañía.

A mis padres por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo y por su infinito amor.

A la Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez, por ser guía, ejemplo y soporte de mi Especialidad.

Gracias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mario Roberto Leonardo. *Endodoncia Tratamiento de Conductos Radiculares. Principios Técnicos y biológicos. Vol 1. Artes Médicas Latinoamérica 2005*
2. Mário Tanomaru Filho, Mario Roberto Leonardo, Le´ a Assed Bezerra da Silva. *Effect of Irrigating Solution and Calcium Hydroxide Root Canal Dressing on the Repair of Apical and Periapical Tissues of Teeth with Periapical Lesion. J Endod 2002;28(4):295-99.*
3. Nair PN, Henry S, Cano V, Vera J. *Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one visit” endodontic treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005;99(2):231-52*
4. Haapasalo M, Endal U, Zandi H, Coil JM. *Eradication of endodontic infection by instrumentation and irrigation solutions. Endod Topics. 2005;10, 77-102.*
5. Siqueira JF Jr, Rocas IN, Santos SR, Lima KC, Magalhaes FA, de Uzeda M. *Efficacy of instrumentation techniques and irrigation regimens in reducing the bacterial population within root canals. J Endod 2002;28:181-4.*
6. Whitten BH, Gardiner DL, Jeansonne BG, Lemon RR. *Current trends in endodontic treatment: report of a national survey. J Am Dent Assoc 1996;127:1333-41.*
7. Bystrom A, Sundqvist G. *Bacteriologic evaluation of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1983;55:307-12.*
8. Bystrom A, Sundqvist G. *The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. Int Endod J 1985;18:35-40.*
9. Cvek M, Nord CE, Hollender L. *Antimicrobial effect of root canal debridement in teeth with immature root. A clinical and microbiologic study. Odontol Revy 1976;27:1-10.*
10. Adalberto R. Vieira, José F. Siqueira Jr., Domenico Ricucci, Weber S.P. Lopes. *Dentinal Tubule Infection as the Cause of Recurrent Disease and Late Endodontic Treatment Failure: A Case Report. J Endod 2012; 38(2):250-4.*
11. Amanda Law, Harold Messer. *An Evidence-Based Analysis of the Antibacterial Effectiveness of Intracanal Medicaments. J endod 2004;30(10):689-94*
12. Foreman PC, Barnes IE. *Review of calcium hydroxide. Int Endod J 1990;23:283-97.*
13. Ikhlas El karim, John Kennedy, David Hussey. *The antimicrobial effects of root canal irrigation and medication. OOOE 2007;103(4):560-69*
14. Fava & W. P. Saunders. *Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications. International Endodontic Journal 1999; 32:257-82*
15. S. Anitha Rao, N. Manasa. *Effect of irrigants using ultrasonics on intracanal calcium hydroxide removal – an in vitro comparative evaluation. Braz J Oral Sci 2012;11(1):52-55*
16. Ching S. Wang, Gilberto J. Debelian, Fabricio B. Teixeira. *Effect of Intracanal Medicament on the Sealing Ability of Root Canals Filled with Resilon. J Endod 2006;32(6):532-36.*
17. Juliana Melo da Silva, Amanda Silveira, Elizandra Santos, Laiis Prado, Oscar F. Pessoa. *Efficacy of sodium hypochlorite, ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid and phosphoric acid in calcium hydroxide removal from the root canal: a microscopic cleanliness evaluation. OOOOE 2011;112(6):820-24*
18. Theodor Lambrianidis, Joannis Margelos, Panagiotis Beltes. *Removal Efficiency of Calcium Hydroxide Dressing from the Root Canal. J endod 1999;25(2):85-8.*
19. Çalt S, Serper A. *Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. J Endod 1999;25:431–3.*
20. Spangberg LSW. *Instruments, materials, and devices. In: Cohen S, Burns RC, eds. Pathways of the pulp .7th ed. St. Louis: Mosby, Inc., 1998:507.*
21. Goldberg F, Spielberg C. *The effect of EDTAC and the variation of its working time analyzed with scanning electron microscopy. Oral Surg 1982; 53:74–7.*
22. Semra Çalt, DDS, PhD, and Ahmet Serper, DDS, PhD. *Time-Dependent Effects of EDTA on Dentin Structures. J Endod 2002;28(1):18-20*
23. Garberoglio R, Becce C. *Smear layer removal by root canal irrigants: a comparative scanning electron microscopic study. Oral Surg 1994;78:359– 67.*
24. J. Margelos, G. Eliades, C. Verdelis and G. Palaghias. *Interaction of Calcium Hydroxide with Zinc Oxide- Eugenol Type Sealers: A Potential Clinical Problem. J endod 1997;23(1):43-48*

24. Semra Qalt, Ahmet Serper. *Dentinal Tubule Penetration of Root Canal Sealers after Root Canal Dressing with Calcium Hydroxide.* *J endod* 1999;25(6):431-33
25. Chung HA, Titley K, Lawrence HP, Friedman S. *Adhesion of glass ionomer cement sealers to bovine dentin conditioning with intracanal medications.* *J Endod* 2001;27:85– 8.
26. Kim SK, Kim YO. *Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal.* *Int Endod J* 2002;35:623– 8.
27. Suresh Nandini, Natanasabapathy Velmurugan, Deivanayagam Kandaswamy. *Removal Efficiency of Calcium Hydroxide Intracanal Medicament With Two Calcium Chelators: Volumetric Analysis Using Spiral CT, An In Vitro Study.* *J Endod* 2006;32(11):1097-1101
28. David M. Kenee, John D. Allemang, James D. Johnson, John Hellstein, Brian K. Nichol. *A Quantitative Assessment of Efficacy of Various Calcium Hydroxide Removal Techniques.* *J Endod* 2006;32(6):563-65.
29. Van der Sluis, M. K. Wu & P. R. Wesselink. *The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies.* *Int endod J* 2007;40:52-7.
30. João Vicente Baroni Barbizam, Martin Trope, Érica C.N. Teixeira, Mário Tanomaru-Filho, Fabrício B. Teixeira. *Effect of Calcium Hydroxide Intracanal Dressing on the Bond Strength of a Resin-Based Endodontic Sealer.* *Braz Dent J*;19(3): 224-27
31. Milton Carlos Kuga, Mário Tanomaru-Filho, Gisele Faria, Marcus Vinicius Reis Só, Tiago Galletti, José Roberto Sampaio Bavello. *Calcium Hydroxide Intracanal Dressing Removal with Different Rotary Instruments and Irrigating Solutions: A Scanning Electron Microscopy Study.* *Braz Dent J* 2010; 21(4):310-14.
32. Anne Wiseman, Timothy C. Cox, Avina Paranjpe, Natasha M. Flake, Nestor Cohenca, James D. Johnson. *Efficacy of Sonic and Ultrasonic Activation for Removal of Calcium Hydroxide from Mesial Canals of Mandibular Molars: A Microtomographic Study.* *J Endod* 2011;37(2):235-38
33. Milton Carlos Kuga, Edson Alves de Campos, Norberto Batista de Faria-Junior, Marcus Vinicius Reis Só, André Luis Shinohara. *Efficacy of NiTi rotary instruments in removing calcium hydroxide dressing residues from root canal walls.* *Braz Oral Res* 2012;26(1):19-23.
34. Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. *Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical peridontitis.* *Int Endod J* 1997;30:297–306.
35. Madison S, Wilcox LR. *An evaluation of coronal microleakage in endodontically treated teeth. Part III. In vivo study.* *J Endod* 1988;14:455– 8
36. Sjögren U, Figdor D, Spangberg L, Sundqvist G. *The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing.* *Int Endod J* 1991;24:119 –25.
37. Porkaew P, Retief H, Barfield RD, Lacefield WR, Soong SJ. *Effects of calcium hydroxide paste as an intracanal medicament on apical seal.* *J Endod* 1990;16:369 –74.
38. L. R. G. Fava1 & W. P. Saunders. *Calcium hydroxide pastes: classification and clinical indications.* *Int Endod J* 1999; 32:257-82.
39. Hajime Wakabayashi, Shuhei Morita, Kenji Koba, Hitoshi Tachibana. *Effect of calcium hydroxide paste dressing on uninstrumented root canal wall.* *J Endod* 1995;21(11):543-5
40. Braga V, Otani AY, Moura AAM. *Aplicaciones clínicas del hidróxido de calcio comomedicamento intracanal.* *Rev Fola Oral* 1997;3(10):214-9.
41. Sarmiento Morin J, Guerrero CA, Arciénagas N. *Efecto del hidróxido de calcio a nivel intracelular.* *Rev Fed Odontol Colomb.* 1994
42. Mohammadi Z, Dummer PM. *Properties and applications of calcium hydroxide in endodontics and dental traumatology.* *Int Endod J.* 2011 Aug;44(8):697-730
43. Yassen GH, Chu TM, Eckert G, Platt JA. *Effect of medicaments used in endodontic regeneration technique on the chemical structure of human immature radicular dentin: an in vitro study.* *J Endod.* 2013;39(2):269-73.
44. Marín-Bauza GA, Silva-Sousa YT, da Cunha SA, Rached-Junior FJ, Bonetti-Filho I, Sousa-Neto MD, Miranda CE. *Physicochemical properties of endodontic sealers of different bases.* *J Appl Oral Sci.* 2012;20(4):455-61.
45. Fernandes JM, Massoni AC, Ferreira JM, Menezes VA. *Use of calcium hydroxide in deep cavities of primary teeth.* *Quintessence Int.* 2013 Mar 27.

46. Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment mode of action and indications for their use – a review. *International Endodontic Journal*, 2003;36(12):810-30
47. J.J. Segura Egea, A. Jiménez Rubio-Manzanares, R. Llamas Cadaval, A. Jiménez Planas. El EDTA y su uso en endodoncia. *Endodoncia* 1997;15(2):90-8
48. Brent J. Crumpton, Gary G. Goodell, Scott B. McClanahan, Effects on Smear Layer and Debris Removal with Varying Volumes of 17% REDTA after Rotary Instrumentation. *J endod* 2005;31(7):536-8
49. Sonia Chopra, DDS, Peter E. Murray, PhD, and Kenneth N. Namerow. A Scanning Electron Microscopic Evaluation of the Effectiveness of the F-file versus Ultrasonic Activation of a K-file to Remove Smear Layer. *J Endod* 2008;34(10):1243-5.
50. Uzunoglu E, Aktemur S, Uyanik MO, Durmaz V, Nagas E. Effect of ethylenediaminetetraacetic acid on root fracture with respect to concentration at different time exposures. *J Endod.* 2012;38(8):1110-3
51. Ostby. Chelation in root canal therapy. Ethylenediamine tetraacetic acid for cleansing and widening of root canals. *Odontologia Tids* 1957;65(1):341
52. Nikiforuk G, Sreebny L. Demineralization of hard tissue by organic chelating agents at neutral pH. *J Dent Res* 1953;32:858-67.
53. Fehr F.R, Ostby N.B. Effect of EDTAC and sulfuric acid on root canal dentine. *Oral Surg* 1963;16(2):199-205
54. Kotula R, Bordacova J. Effect of EDTA on the oral microflora. *J Stom Klinik* 1970;15:31-36.
55. Gutiérrez IH, García J. Microscopic and macroscopic investigation on results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg* 1968;25:108-116.
56. Lui Jeen-Nee, Hong-Guan Kuah, and Nah-Nah Chen. Effect of EDTA with and without Surfactants or Ultrasonics on Removal of Smear Layer. *J Endod*, 2007;33(4):472-5.
57. Fraser J. Chelating agents: their softening effect on root canal dentin. *Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology* 1974;37:803-11.
58. Wandelt S (1965) Kann man enge Wurzelkanäle mit Komplex-« bildnern chemisch erweitern? Experimentelle Untersuchungen und klinische Erfahrungen. *Deutsche Zahnärztliche« Zeitschrift* 20, 621-6.
59. Lea SC, Walmsley AD, Lumley PJ. Analyzing endosonic root canal file oscillations: an in vitro evaluation. *J Endod.* 2010;36(5):880-3
60. 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 Jun;40(6):415-26
61. Guerisoli DM, Marchesan MA, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD (2002) Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *International Endodontic Journal* 35, 418-21.
62. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Langedijk J, Wesselink P, van der Sluis LW. The influence of the ultrasonic intensity on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod.* 2011;37(5):688-92
63. Van der Sluis LW, Shemesh H, Wu MK, Wesselink PR. An evaluation of the influence of passive ultrasonic irrigation on the seal of root canal fillings. *Int Endod J.* 2007;40(5):356-61.
64. Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW. A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 2003;29(10):674-8.
65. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, Zangrillo C, Cuckovic D, van der Sluis LW. An evaluation of the effect of pulsed ultrasound on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod.* 2010 Nov;36(11):1887-91
66. Zeltner M, Peters OA, Paqué F. Temperature changes during ultrasonic irrigation with different inserts and modes of activation. *J Endod.* 2009 Apr;35(4):573-7
67. Estrela C, Holland R, Bernabe PF, de Souza V, Estrela CR. Antimicrobial potential of medicaments used in healing process in dogs' teeth with apical periodontitis. *Braz Dent J.* 2004 Sep-Dec;15(3):181-5.
68. Kuga MC, Tanomaru-Filho M, Faria G, Só MV, Galletti T, Bavello JR. Calcium hydroxide intracanal dressing removal with different rotary instruments and irrigating solutions: a scanning electron microscopy study. *Braz Dent J.* 2010 Jul- Aug;21(4):310-4.

69. Kenee DM, Allemang JD, Johnson JD, et al. A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *J Endod* 2006;32:563–5.
70. Hasselgren G, Olsson B, Cvek M. Effects of calcium hydroxide and sodium hypochlorite on the dissolution of necrotic porcine muscle tissue. *J Endod* 1988;14:125–7.
71. Ahmad M, Pitt Ford TR, Crum LA. Ultrasonic debridement of root canals: an insight into the mechanisms involved. *J Endod* 1987;13:93–101.
72. Nandini S, Velmurugan N, Kandaswamy D. Removal efficiency of calcium hydroxide intracanal medicament with two calcium chelators: volumetric analysis using spiral CT, an in vitro study. *J Endod* 2006;32:1097–101.
73. Margelos J, Eliades G, Verdelis C, Palaghias G. Interaction of calcium hydroxide with zinc oxide-eugenol type sealers: a potential clinical problem. *J Endod* 1997;23: 43–8.
74. Jiang LM, Verhaagen B, Versluis M, et al. Influence of the oscillation direction of an ultrasonic file on the cleaning efficacy of passive ultrasonic irrigation. *J Endod* 2010; 36:1372–6.