

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

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



**COMPARACION DE LIMA XP ENDO Y ULTRASONIDO
PARA LA REMOCIÓN DEL HIDRÓXIDO DE CALCIO DEL
CONDUCTO RADICULAR**

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

**PRESENTA
CARLOS EDUARDO ESTRADA CARDENAS**

**PRESIDENTE
DRA. ANA GABRIELA CARRILLO VARGUEZ**

SINODAL
DR. JULIO CESAR GARCIA BRIONES

SINODAL
MO SALVADOR OLIVARES RODRIGUEZ

Tijuana, B.C.

Mayo 2016

ÍNDICE

Resumen
Introducción
Planteamiento del problema
Justificación
Antecedentes
Marco teórico
Hipótesis
Objetivos
Tipo de estudio
Variables dependiente e independiente
Operación de variable
Universo de estudio
Criterios de inclusión
Criterios de exclusión
Criterios de eliminación
Materiales y métodos
Resultados y análisis Estadístico
Discusión
Conclusiones
Anexos
Agradecimientos
Dedicatoria
Referencias bibliográficas

RESUMEN

En este estudio se evaluó la eficacia de la lima XP ENDO a una rotación de 1500 rpm y la irrigación ultrasónica activa para la eliminación de residuos de hidróxido de calcio (HC) de las paredes dentinarias. Treinta y cuatro raíces uniradiculares de dientes humanos las cuales fueron instrumentados con el Sistema EDGE ENDO hasta un calibre 40.06, irrigados con NaOCl 5.25%. 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 a una temperatura de 36C con una humedad del 100%. 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 (40.06) 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 2 grupos experimentales (n = 5), de acuerdo con el método para la eliminación del hidróxido de calcio, irrigación ultrasónica activa y activación de lima XP ENDO a 1500 rpm: GRUPO A: Irrigación con hipoclorito e irrigación ultrasónica activa durante 1 minuto, 3 ciclos de 20 seg. GRUPO B: Irrigación con hipoclorito de sodio y activación de lima XP ENDO durante un minuto con movimiento de entrada y salida.

Después de la irrigación se realizó un enjuague con 2 ml de NaOCl 5.25% y un enjuague final con 2 ml de agua destilada en las muestras de todos los grupos

y se secaron con puntas de papel absorbentes. Todas las raíces se seccionaron longitudinalmente y se procesaron para una evaluación en el microscopio electrónico de barrido (SEM JEOL-6400)

INTRODUCCIÓN

El tratamiento de endodoncia tiene por finalidad principal, la eliminación de los microorganismos presentes en el sistema de conductos radiculares. Para cumplir este objetivo se utilizan medios mecánicos, químicos y físicos que puedan ayudar a disolver y eliminar el tejido orgánico e inorgánico y los microorganismos presentes y sus productos y que así mismo preparen el conducto para su posterior obturación. (2)

Se ha evidenciado que las bacterias pueden sobrevivir después de realizar los procedimientos habituales de instrumentación e irrigación, pudiendo re infectar el conducto, por lo tanto se ha sugerido el empleo del hidróxido de calcio en pasta como medicación intraconducto para disminuir la carga bacteriana. Esta medicación debe removerse posteriormente para terminar el tratamiento endodóntico y concluir con la obturación. (3)

Se ha verificado que el hidróxido de calcio es el medicamento más utilizado debido a su eficacia antimicrobiana frente a la mayoría de las especies bacterianas identificadas en infecciones endodóntica

A pesar de sus obvios beneficios, hay ciertos inconvenientes de la utilización de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ como medicamento entre las citas para la terapia de conducto radicular. Si no se retira todo el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ desde el canal de la raíz antes de que el conducto está lleno de un relleno permanente de la raíz puede interferir con la capacidad de sellado del relleno de la raíz y provocar fugas. (14,15,16)

Así mismo, 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. (12,13)

Estudios in vitro han demostrado que los restos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pueden impedir la penetración de selladores de óxido de zinc con eugenol en los túbulos dentinarios, de igual manera evitar la unión de los selladores de resina, y aumentar la filtración apical.

Lo Nuevo en endodoncia: El único sistema que se expande en el conducto para mejorar su limpieza.

XP-endo Finisher de FKG Endo, limpieza óptima preservando la dentina. Sobre la base de los principios de memoria de forma de la aleación NiTi y gracias a su extraordinaria capacidad de expansión, el XP-endo Finisher de FKG Endo es capaz de tratar los conductos radiculares con morfologías muy complejas, desde el más estrecho al más grande, y de los canales más rectos a los más curvados.

Debido al pequeño tamaño de su núcleo - ISO 25 de diámetro - y su puesta a punto cero, XP-endo Finisher de FKG Endo se beneficia de una flexibilidad increíble y muestra una resistencia sin igual a la fatiga cíclica. Además, la lima tiene contacto y limpia la dentina, pero no cambia la forma original del canal.

Con XP-endo Finisher de FKG Endo, obtenga una óptima limpieza del canal radicular preservando la dentina.

LA COMPLEJIDAD DEL CONDUCTO RADICULAR

El sistema de conductos radiculares es muy complejo: puede ser ovalado o en forma de C; los canales a veces se dividen; o un istmo puede conectar los canales (estudios Dye y Micro CT 3D). Frente a tal complejidad, las limas estándar de NiTi no siempre están a la altura. A pesar de su flexibilidad, las limas hacen formas redondas solamente y por lo tanto no pueden llegar a ciertas partes del canal durante el tratamiento.

Varios estudios con tecnologías de micro CT han demostrado que, en general, cuando se utilizan limas estándar de NiTi para preparar el conducto radicular, sólo el 45-55 por ciento de las paredes del canal se tocan.

Varias técnicas complementarias, tales como el uso de una alta concentración de NaOCl o EDTA, ultrasonidos o láser, conducen a sólo marginalmente mejores resultados.

XP-endo Finisher de FKG Endo es increíblemente flexible y puede ampliar su alcance en 6 mm de diámetro o por 100 veces de una lima de tamaño equivalente.

Esta es la razón por la que XP-endo Finisher de FKG Endo permite una limpieza mecánica del canal en áreas que antes era imposible de alcanzar.

Capacidad de expansión

Su capacidad para expandir mejora su alcance 100 veces en comparación con un instrumento estándar.

XP-endo Finisher de FKG Endo es capaz de tratar los conductos radiculares con morfologías muy complejas, desde los más estrechos a los más grandes, y desde los más rectos a los más severamente curvos.

Debido al pequeño tamaño de su núcleo - ISO 25 de diámetro - y su puesta a punto cero, la lima cuenta con una increíble flexibilidad y muestra una resistencia sin igual a la fatiga cíclica. Además, la lima se pone en contacto y limpia la dentina, pero no cambia la forma original del canal.

Material

XP-endo Finisher de FKG Endo se produce utilizando una aleación exclusiva FKG, la NiTi MaxWire (martensita-austenita ElectropolishFleX).

Este material reacciona a diferentes niveles de temperatura y es altamente flexible. FKG ha patentado este procedimiento.

Efecto de la memoria de forma

La creación y producción de XP-endo Finisher de FKG Endo se basa en los principios de la memoria de forma de la aleación NiTi.

La lima esta recta en su fase M- que se consigue cuando se enfría. Cuando la lima se expone a la temperatura corporal (el canal) va a cambiar su forma debido a su memoria molecular a la fase A-. La fase A - en el modo de rotación permite que la lima tenga acceso y limpie las áreas que son de otra manera imposibles de alcanzar con instrumentos estándar.

La lima puede volverse a su forma recta original de nuevo manualmente después de que se ha enfriado (fase M).

- Descripción de XP-endo Finisher de FKG Endo

Un instrumento universal basado en NiTi de 25 de diámetro (medición ISO) y con cero cónico (25 / 0,00).

- Características únicas de XP-endo Finisher de FKG Endo

1. Limpieza mecánica del canal en áreas previamente imposible alcanzar gracias a su increíble flexibilidad y capacidad de ampliar su alcance q 6mm de diámetro o 100 veces mas que una lima de tamaño equivalente.

2. Resistencia sin precedentes a la fatiga del instrumento gracias a su forma cónica cero y la capacidad del trabajo fileto en la combinación de las fases M y A (exclusiva aleación FKG MaxWire).

3. Adaptación a la morfología del canal y preservación de la dentina.

4. Eliminación general de los desechos.

5. Eliminación de medicación del interior del canal durante el procedimiento durante varias visitas o de material de obturación residual durante el re-tratamiento.

- Cuándo utilizar XP-endo Finisher de FKG Endo

Instrumento universal que se puede utilizar después de cualquier preparación del conducto radicular de 25 de diámetro ISO o más.

- Packaging de XP-endo Finisher de FKG Endo

1. Tres instrumentos en un envoltorio estéril, de un solo uso (cada instrumento se puede utilizar para limpiar un diente con un máximo de cuatro canales).

2. Los instrumentos se almacenan dentro de un tubo de plástico por lo que su forma recta se puede mantener o restablecer y la longitud de trabajo se puede definir.

Toda la información de este producto

www.fkg.ch

El objetivo de este estudio es evaluar in vitro diferentes métodos de irrigación con solo hipoclorito como irrigación final para la remoción efectiva del hidróxido de calcio en las paredes dentinarias de dientes unirradiculares.

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 la literatura endodóntica se hace evidente la falta de información sobre el uso de de la lima XP ENDO como medio mecanico en la remocion del hidroxido de calcio de las paredes de los conductos radiculares sin que éste afecte la estructura dentinaria. El propósito de este estudio es evaluar la aplicación de irrigacion mecanica y su efecto a nivel apical sobre las paredes de conductos que previamente recibieron medicación intraconducto con hidróxido de calcio.

¿Qué método de irrigación (irrigación ultrasonica activa, irrigación mecanica XP ENDO) removió más hidróxido de calcio de las paredes dentinarias sin modificar la estructura de la dentina?

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 sellado hermético de la obturación así como producir una reinfeción 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 la eficacia de la lima XP endo en la remoción del hidróxido de calcio de las paredes radiculares.

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 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -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)

Topcuoglu et al (12) compararon la capacidad de eliminar el Ca (OH) 2, utilizando riego jeringa convencional, un cepillo de canal, irrigación ultrasónica pasiva (PUI) (EMS, Dallas, TX), un archivo de auto-ajuste (Re-Dent-Nova , Ra'nana, Israel), y el EndoActivator (Advanced Endodencia, Santa Barbara, CA). Los autores encontraron que estos tratamientos no fueron capaces de eliminar por completo Ca (OH) 2 a partir de cavidades de resorción interna simulados. (75)

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 Ca (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

Ca (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)

Al-Garni et al evaluo la eliminacion del hidroxido de calcio utilizando el EndoActivator y limas manuales con irrigacion convencional en los dientes unirradiculares utilizando evaluaciones de microscopía electrónica de barrido. Se encontró que la región coronal estaba limpia, mientras que la región apical todavía contenía una cantidad significativa de particulas de Ca (OH) 2 tanto para el EndoActivator y las limas manuales con irrigacion convencional. (76)

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 (Ca (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 Ca (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 Ca (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 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y los cementos selladores penetraron en los túbulos dentinarios. (24)

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. (27)

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 ($p < 0,05$).

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 reaproximación de los segmentos opuestos.

Después de la colocación de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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. (28)

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 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en la ranura se anotó y los datos se analizaron. Los resultados mostraron una diferencia significativa de restos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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)

MARCO TEÓRICO

HIDRÓXIDO DE CALCIO

Desde la introducción a la odontología de hidróxido de calcio por Hermann (1920, 1930), 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. 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).

(38)

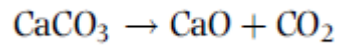
Los primeros informes relacionados con la curación pulpar exitosa utilizando hidróxido de calcio aparecieron en la literatura entre 1934 y 1941. Desde entonces, y sobre todo después de la Segunda Guerra Mundial, las indicaciones clínicas para su uso se ampliaron y ahora este producto químico es considerado el mejor medicamento para inducir la deposición de tejido duro y promover la cicatrización de los tejidos vitales pulpares y periapicales (García 1983).

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^- .

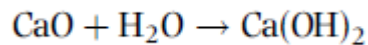
El papel del pH alto y la actividad iónica en el proceso de curación, su difusión a través de los túbulos dentinarios, su influencia en la microfiltración apical y algunos temas clínicos, tales como la colocación de la pasta dentro del conducto radicular, cómo tratar con reagudizaciones, la importancia 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 cristalizan (Alliet y Vande Voorde 1988). La combustión de la piedra caliza entre 900 y 1200°C causa la reacción química siguiente:



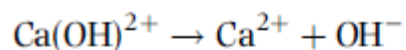
El óxido de calcio (CaO) formado se denomina 'cal viva' y tiene una capacidad corrosiva fuerte. Cuando el óxido de calcio entra en contacto con agua, ocurre la siguiente reacción:



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)

El material químicamente se clasifica como una base fuerte (Maisto y Capurro 1964, Maisto 1975, Torneck et al. 1983, Badillo et al. 1985, Lopes et al. 1986, 1996, Malo et al. 1987, Ricci y Travert 1987, Cvek 1989, Estrela 1994).

Fórmula para calcular el peso molecular:



$$1 \text{ } ^n\text{Ca}^{2+} = 40.08$$

$$1 \text{ } ^n\text{OH}^{-} = 17.0 \Rightarrow 2^n \text{ OH}^{-} = 34$$

$$1 \text{ } ^n\text{Ca(OH)}_2 = 40.08 + 34 = 74.08$$

Fórmula para calcular el porcentaje de iones OH- y Ca²⁺ de la sustancia

$$\left. \begin{array}{l} 74.08 \rightarrow 100\% \\ \\ 34 \rightarrow X\% \end{array} \right\} X = 45.89\% \rightarrow 2\text{OH}^{-} = 45.89\%$$

$$\text{Ca}^{2+} = 100\% - 2\text{OH}^{-}\% \rightarrow 100\% - 45.89\%$$

$$\text{Ca}^{2+} = 54.11\%$$

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 (Estrela 1994). 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+} (Maisto y Capurro 1964, Berbert 1978, Holland et al. 1979b). Además, el carbonato de calcio no tiene propiedades ni biológicas ni antibacteriana (Estrela 1994).

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. Según algunos autores (. Maisto 1975, Goldberg 1982, Leonardo et al 1982), estas pastas deben tener las características siguientes:

1. Estar compuestas principalmente de hidróxido de calcio que puede utilizarse en asociación con otras sustancias para mejorar algunas de las propiedades fisicoquímicas tales como radiopacidad, flujo y consistencia.
2. Non-setting
3. Se puede presentar soluble o reabsorbido dentro de los tejidos vitales ya sea lenta o rápidamente dependiendo del vehículo y otros componentes
4. Se puede preparar para su uso en el sillón o disponible como una pasta premezclada

5. Dentro del sistema de conductos radiculares se usan sólo como un apósito temporal y no como un material de relleno definitivo. (38)

El método más fácil para preparar la pasta de hidróxido de calcio es mezclar el polvo de hidróxido de calcio con aguas 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. (38)

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)

XP ENDO FINISHER

Lo Nuevo en endodoncia: el unico sistema que se expande en el conducto para mejorar su limpieza.

XP-endo Finisher de FKG Endo, limpieza óptima preservando la dentina.

Sobre la base de los principios de memoria de forma de la aleación NiTi y gracias a su extraordinaria capacidad de expansión, el XP-endo Finisher de FKG Endo es capaz de tratar los conductos radiculares con morfologías muy complejas, desde el más estrecho al más grande, y de los canales más rectos a los más curvados.

Debido al pequeño tamaño de su núcleo - ISO 25 de diámetro - y su puesta a punto cero, XP-endo Finisher de FKG Endo se beneficia de una flexibilidad increíble y muestra una resistencia sin igual a la fatiga cíclica. Además, la lima tiene contacto y limpia la dentina, pero no cambia la forma original del canal. Con XP-endo Finisher de FKG Endo, obtenga una óptima limpieza del canal radicular preservando la dentina.

La complejidad del conducto radicular

El sistema de conductos radiculares es muy complejo: puede ser ovalado o en forma de C; los canales a veces se dividen; o un istmo puede conectar los canales (estudios Dye y Micro CT 3D). Frente a tal complejidad, las limas estándar de NiTi no siempre están a la altura. A pesar de su flexibilidad, las limas hacen formas redondas solamente y por lo tanto no pueden llegar a ciertas partes del canal durante el tratamiento.

Varios estudios con tecnologías de micro CT han demostrado que, en general, cuando se utilizan limas estándar de NiTi para preparar el conducto radicular, sólo el 45-55 por ciento de las paredes del canal se tocan.

Varias técnicas complementarias, tales como el uso de una alta concentración de NaOCl o EDTA, ultrasonidos o láser, conducen a sólo marginalmente mejores resultados.

XP-endo Finisher de FKG Endo es increíblemente flexible y puede ampliar su alcance en 6 mm de diámetro o por 100 veces de una lima de tamaño equivalente.

Esta es la razón por la que XP-endo Finisher de FKG Endo permite una limpieza mecánica del canal en áreas que antes era imposible de alcanzar.

Capacidad de expansión

Su capacidad para expandir mejora su alcance 100 veces en comparación con un instrumento estándar.

XP-endo Finisher de FKG Endo es capaz de tratar los conductos radiculares con morfologías muy complejas, desde los más estrechos a los más grandes, y desde los más rectos a los más severamente curvos.

Debido al pequeño tamaño de su núcleo - ISO 25 de diámetro - y su puesta a punto cero, la lima cuenta con una increíble flexibilidad y muestra una resistencia sin igual a la fatiga cíclica. Además, la lima se pone en contacto y limpia la dentina, pero no cambia la forma original del canal.

Material

XP-endo Finisher de FKG Endo se produce utilizando una aleación exclusiva FKG, la NiTi MaxWire (martensita-austenita ElectropolishFleX).

Este material reacciona a diferentes niveles de temperatura y es altamente flexible. FKG ha patentado este procedimiento.

Efecto de la memoria de forma

La creación y producción de XP-endo Finisher de FKG Endo se basa en los principios de la memoria de forma de la aleación NiTi.

La lima esta recta en su fase M- que se consigue cuando se enfría. Cuando la lima se expone a la temperatura corporal (el canal) va a cambiar su forma debido a su memoria molecular a la fase A-. La fase A - en el modo de rotación permite que la lima tenga acceso y limpie las áreas que son de otra manera imposibles de alcanzar con instrumentos estándar.

La lima puede volverse a su forma recta original de nuevo manualmente después de que se ha enfriado (fase M).

- Descripción de XP-endo Finisher de FKG Endo

Un instrumento universal basado en NiTi de 25 de diámetro (medición ISO) y con cero cónico (25 / 0,00).

- Características únicas de XP-endo Finisher de FKG Endo

1. Limpieza mecánica del canal en áreas previamente imposible alcanzar gracias a su increíble flexibilidad y capacidad de ampliar su alcance q 6mm de diámetro o 100 veces mas que una lima de tamaño equivalente.

2. Resistencia sin precedentes a la fatiga del instrumento gracias a su forma cónica cero y la capacidad del trabajo fileto en la combinación de las fases M y A (exclusiva aleación FKG MaxWire).

3. Adaptación a la morfología del canal y preservación de la dentina.

4. Eliminación general de los desechos.

5. Eliminación de medicación del interior del canal durante el procedimiento durante varias visitas o de material de obturación residual durante el re-tratamiento.

- Cuándo utilizar XP-endo Finisher de FKG Endo

Instrumento universal que se puede utilizar después de cualquier preparación del conducto radicular de 25 de diámetro ISO o más.

- Packaging de XP-endo Finisher de FKG Endo

1. Tres instrumentos en un envoltorio estéril, de un solo uso (cada instrumento se puede utilizar para limpiar un diente con un máximo de cuatro canales).

2. Los instrumentos se almacenan dentro de un tubo de plástico por lo que su forma recta se puede mantener o restablecer y la longitud de trabajo se puede definir.

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

H1: La irrigación ultrasonica activa en 3 ciclos de 20 segundos con hipoclorito de sodio al 5.25 % es mejor en la remoción del hidróxido de calcio de las paredes dentinarias del tercio apical.

H2: La activación del hipoclorito de sodio al 5.25% con lima XP ENDO durante un minuto es mejor en la remoción del hidróxido de calcio de las paredes dentinarias del tercio apical.

H0: Ninguna técnica logró remover completamente los residuos de hidróxido de calcio de las paredes dentinarias del tercio apical.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar in vitro diferentes tipos de tecnicas irrigacion para la remocion efectiva del hidroxido de calcio de las paredes dentinarias en el tercio apical de raices unirradiculares.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la efectividad de la lima XP ENDO a 1500 rpm durante 1 minuto con movimientos de entrada y salida en la remoción del barrido dentinario a nivel del tercio apical.

Evaluar la efectividad de la irrigacion ultrasonica pasiva en tres ciclos de 20 seg en la remoción del barrido dentinario a nivel del tercio apical

TIPO DE ESTUDIO

Transersal: Estudio que se mide solo una ocasion

Comparativo: Estudio en el cual existen dos o mas poblaciones y donde se quieren comparar algunas variables para contrastar una o varias hipótesis centrales

Experimental: Estudio en el que el investigador modifica a voluntad una o alguna de las variables.

SELECCIÓN DE VARIABLES

Dependiente – Hidroxido calcio

Independientes – Uso de instrumento rotatorio XP ENDO y aplicación de ultrasonido.

OPERACIÓN DE VARIABLES

Remocion de hidroxido de calcio

UNIVERSO DE ESTUDIO

Para este estudio se utilizaron 34 raices uniradiculares de dientes permanentes de reciente extracción superiores e inferiores indistintamente, los mismos que fueron extraídos por enfermedad periodontal o motivos protesicos, fueron desinfectados y conservados en una solucion de timol .1% hasta su uso.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Dientes permanentes unirradiculares superiores e inferiores

Raíces distales de molares inferiores con un solo conducto

Raíces palatinas de molares superiores con un solo conducto y que no se encontraran fusionadas con las raices bucales

Dientes con ápices completamente formados

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

Dientes que una vez cortadas sus coronas, la raíz posea como mínimo 15 mm de longitud.

Raíces con con curvatura menor a 20° de acuerdo a la clasificación de Schneider, posterior a un respectivo análisis radiográfico.

Dientes patentes hasta la lima 15

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

No se incluyó en la muestra dientes birradiculares o multirradiculares que se encontraran con raíces fusionadas

Dientes con una formación radicular incompleta o ápices abiertos

Dientes no permeables, calcificados, o con previo tratamiento endodóntico

Dientes con curvaturas mayores a los 30° de acuerdo a la clasificación de Schneider

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

Dientes que durante el proceso de división se fracturen y no permitan la observación del tercio apical bajo el microscopio.

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 EDGE ENDO x7 (EDGE ENDO)

Regla milimétrica (Dentsply)

Puntas de papel (Diadent)

Topes de hule (Detsply)

Explorador de conductos DG 16 (Nordent)

Pieza de Alta velocidad (MID WEST TRADITIONAL)

Pieza de Baja velocidad (NSK)

Ultrasonido (NSK)

Puntas de ultrasonido #20 tipo u (NSK)

Léntulo espiral (Dentsply)

LIMA XP ENDO (FKG)

Micromotor ELEMENT (SYBRONENDO)

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

Disco de diamante y mandril

Hipoclorito de sodio al 5.25% (Clorox)

Agua destilada

Cinta teflon

Cavit (3M)

MÉTODOS

Se utilizaron 34 dientes permanentes extraídos por enfermedad periodontal o motivos protésicos. Los criterios de inclusión fueron dientes unirradiculares, sin caries, 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. (fig 1)

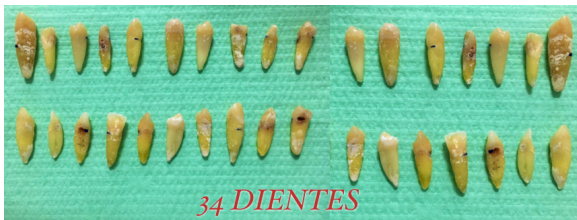


Fig 1. Dientes usados en el estudio

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 (fig 2). Se introdujo una lima tipo K #15 hasta ser vista por el foramen apical y se retrajo 1mm para establecer la longitud de trabajo.



fig 2.



La preparación del conducto se realizó mediante un motor eléctrico (ELEMENT SYBRONENDO) con velocidad constante de 350 rpm y la fuerza de rotación de 350g, a 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 radicular se realizó con el Sistema EDGE ENDO X7 (EDGE ENDO). Siguiendo las instrucciones del fabricante, utilizando NaOCl 5.25% como irrigante.



Todos los conductos radiculares fueron instrumentados con el instrumento 25.04, 30.04, 35.04 y 40.04 a longitud de trabajo, irrigando entre cada instrumento con un total de 5ml de NaOCl al 5.25% en cada muestra. (fig 3)



Fig 3

Una lima K ultrasónica #20 fue montada en la pieza de mano del ultrasonido y se realizó una irrigación final con NaOCl al 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%). 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 1 g: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 al 5.25%. Se introdujo la lima final (40.04) durante dos segundos a longitud de trabajo para remover el hidróxido y se irrigó de nuevo con 2 ml de NaOCl al 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 2 grupos experimentales (n = 5), de acuerdo con el tipo de irrigación.

GRUPO A: Irrigación ultrasonido

GRUPO B: Irrigación XP ENDO

En el grupo A (ultrasonido) todas las muestras fueron irrigadas con 2ml de NAOCL al 5.25 durante 3 ciclos de 20 segundos para completar 1 minuto, se realizo una irrigacion final con NAOCL al 5.25%, realizada la irrigacion las muestras fueron colocados de inmediato en una solucion de formol para su fijacion.

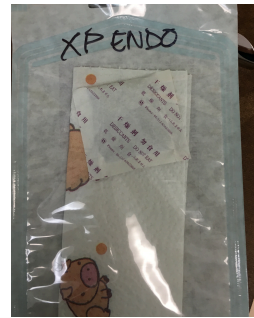
En el grupo B (XP ENDO) todas las muestras fueron irrigadas con NAOCL al 5.25% por un ciclo de 60 seg con movimientos de entrada y salida a lo largo de todo el conducto, con una irrigacon final con 2ml de NAOCL al 5.25%, realizada la irrigacion las muestras fueron colocados de inmediato en una solucion de formol para su fijacion.

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.



SEM

Para el análisis de SEM, las muestras se secaron a temperatura ambiente durante 15 días.



Se fijaron en los talones de aluminio, y fueron recubiertos por pulverización catódica con oro, y se examinaron con un microscopio electrónico de barrido JOEL JSM-U3 a 10 kV.



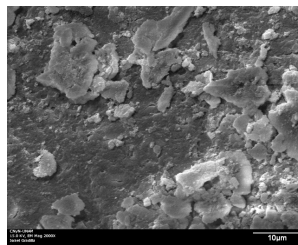
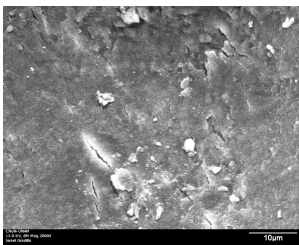
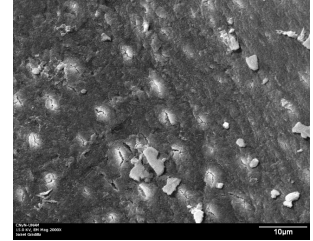
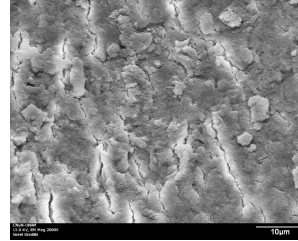
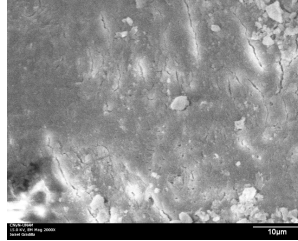
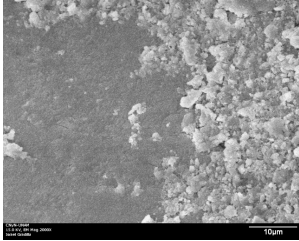
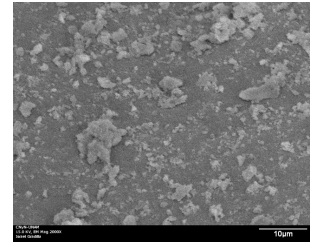
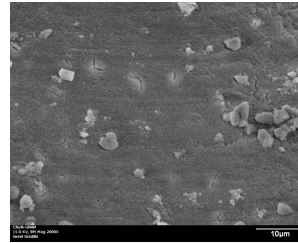
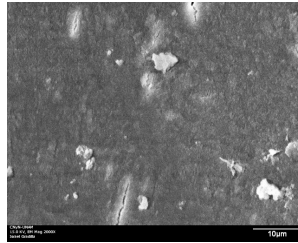
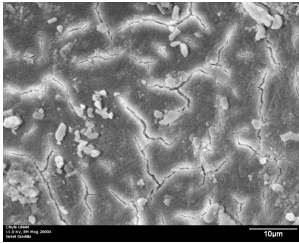
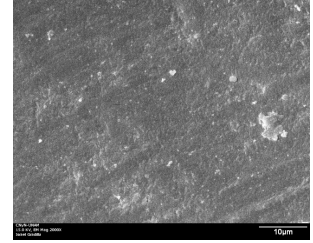
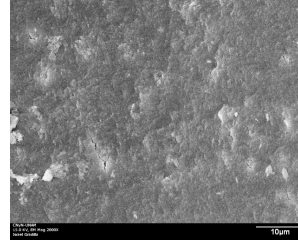
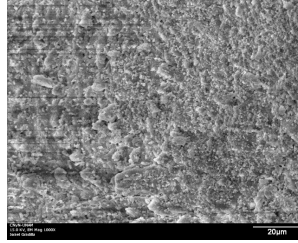
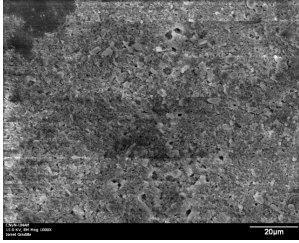
Las fotomicrográficas se registraron en formato .jpg y almacenadas en una memoria tipo USB.

El aumento de $\times 2000$ se utilizó para evaluar la limpieza de las paredes del conducto a 3 mm del forámen apical en todas las muestras. Tres examinadores previamente calibrados evaluaron la limpieza de las paredes de los conductos radiculares, mediante la asignación de las siguientes puntuaciones a cada muestra siguiendo el criterio propuesto por Kuga y cols.:⁽⁶⁸⁾

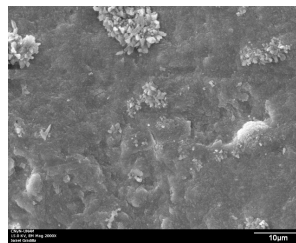
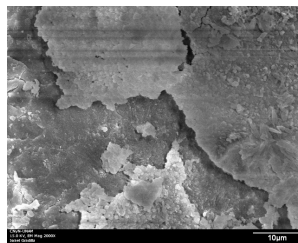
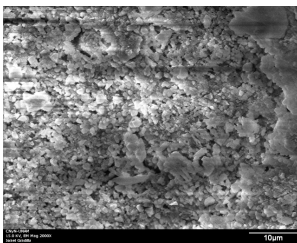
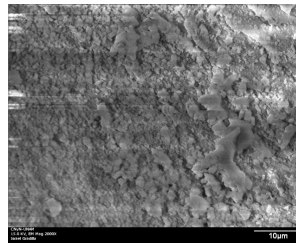
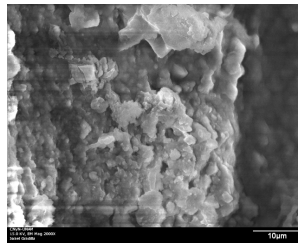
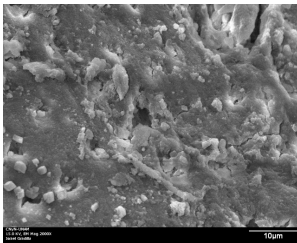
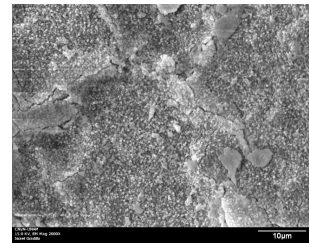
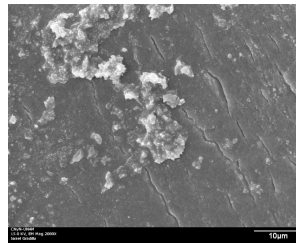
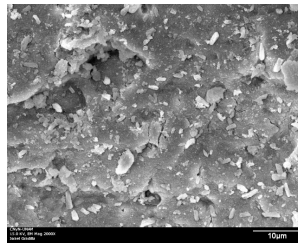
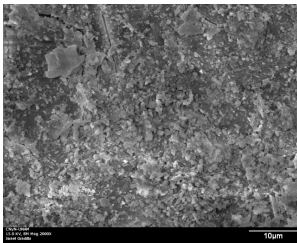
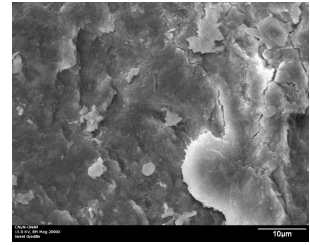
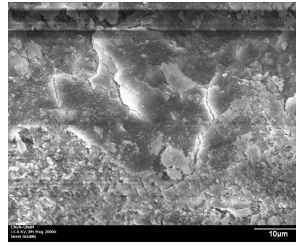
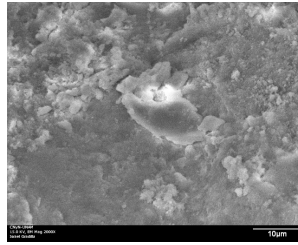
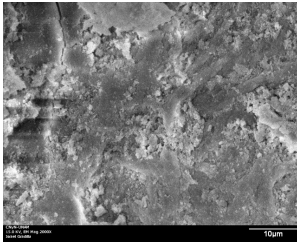
Score 0	Ausencia de residuos
Score 1	Pequeña cantidad de residuos (hasta 20% de la superficie cubierta con hidróxido de calcio)
Score 2	Moderada cantidad de residuos (20-60% de la superficie cubierta)
Score 3	Gran cantidad de residuos (Más del 60% de la superficie cubierta)
Score 4	Superficie completamente cubierta de residuos

RESULTADOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

MUESTRAS XP ENDO



MUESTRAS IRRIGACION ULTRASONICA ACTIVA (IUA)



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

TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS/ASIGNACIÓN DE SCORES

	GRUPO	GRUPO	CONTROL	CONTROL
	IAU	XP	+	-
	APICAL	APICAL	APICAL	APICAL
Muestra 1	3	3	2	0
Muestra 2	2	1	2	0
Muestra 3	1	1		
Muestra 4	4	3		
Muestra 5	4	0		
Muestra 6	1	0		
Muestra 7	1	0		
Muestra 8	2	1		
Muestra 9	4	0		
Muestra 10	4	2		
Muestra 11	4	0		
Muestra 12	4	1		
Muestra 13	2	3		
Muestra 14	4	3		
Muestra 15	4	2		

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

	GRUPO IUA	GRUPO XP	CONTROL +	CONTROL -
Ausencia de residuos	0	3	0	2
Pequeña cantidad de residuos	3	4		
Moderada cantidad de residuos	3	2		
Gran cantidad de residuos	1	4		
Completamente cubierto de residuos	8	2		

Rangos

	Grupos	N	Media de rangos
Tercio apical	IAU	15	23.67
	XP ENDO	15	13.07
	CONTROL +	2	18.00
	CONTROL -	2	4.00
	Total	34	

Prueba estadística Kruskal Wallis

Test Statistics^{a,b}

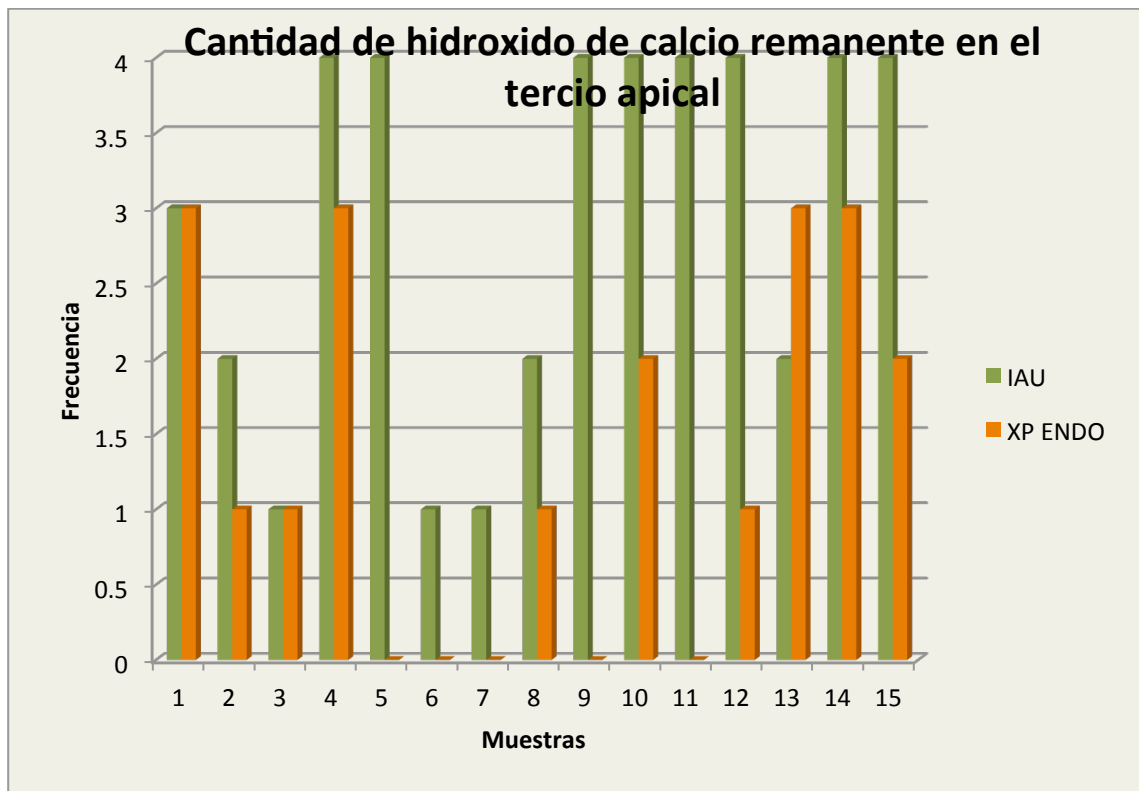
	Tercio apical
Chi-Square	12.944
df	3
Asymp. Sig.	.005

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Grupos

El análisis estadístico Prueba de Kruskal-Wallis nos da la significancia de $p=.005$ con un alfa de $.05$, por lo tanto se rechaza H_0 , se acepta Hipotesis alternativa.

Conclusión: Si hay diferencias entre los grupos para remover hidróxido de calcio de las paredes del conducto radicular, siendo el grupo XP ENDO CON HIPOCLORITO AL 5.25 % durante 1 minuto mostro mejores resultados en el tercio apical.



DISCUSIÓN

El efecto de la agitación de los irrigantes de manera ultrasonica así como de manera mecánica con la utilización de la lima XP ENDO han sido evaluados de manera contradictoria en comparación con los resultados demostrados por Topcuoglu y cols en 2014 con su trabajo donde la irrigación ultrasónica obtuvo el mejor resultado en la eliminación del hidróxido de calcio en cavidades de reabsorción simuladas, así mismo ha sido demostrado que la agitación de los irrigantes dentro del conducto radicular esta asociada con la remoción de desechos orgánicos e inorgánicos como lo muestra AL-GARNI Y COLS en el 2014, donde estudio por tercios la remoción del hidróxido de calcio mediante ultrasonido y endoactivator demostrando que ambos tienen mejor eficacia en el tercio medio y coronal y coincidiendo con este trabajo en que siempre en el tercio apical es donde persiste la mayor cantidad de residuos de hidróxido.

Por lo tanto teniendo en cuenta la eficacia conocida de la activación ultrasónica de los irrigantes de ANNE WISEMAN Y COLS dando a conocer que el EDTA tiene un mejor efecto en la remoción del hidróxido de calcio, en el presente estudio se decidió evaluar la calidad en la remoción del hidróxido de calcio de manera mecánica con el uso de la lima XP ENDO que promete tocar todas las paredes.

Para comprobar la teoría de tacto en todas las paredes y para descartar la ayuda por parte que quelantes, estos fueron descartados, coincidiendo con ANNE WISEMAN Y COLS que su uso es indispensable para la remoción del hidróxido de calcio.

SURESH NANDINI Y COLS implementaron la aplicación del ácido cítrico en la remoción del hidróxido de calcio y la evaluaron mediante la tomografía volumétrica demostrando la total remoción del hidróxido de calcio algo contrario a nuestros resultados donde en todas las muestras donde se usó tanto XP ENDO Y ultrasonido siempre se encontró residuos de hidróxido, siendo un motivo de esto que no se utilizó ningún quelante en el presente estudio.

La eliminación del hidróxido de calcio por parte de la lima XP ENDO fue moderadamente mejor en comparación con la activación ultrasónica sin la utilización de quelante.

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

Siempre será indispensable lograr un conducto lo mas limpio y aséptico posible para conseguir un sellado ideal y un pronostico favorable hacia el tratamiento de conductos que se realiza, la utilización única de la lima XP ENDO sin la ayuda de la aplicación de algún agente quelante como lo es el EDTA, no es recomendada, ya que si bien en comparación con la IUA es considerablemente superior ante el hidróxido de calcio aun cuando no se utilice el EDTA, frente al barrillo dentinario tiene muy poca eficacia con y sin la aplicación del EDTA.

Por lo anterior se hace la recomendación de siempre utilizar la aplicación del EDTA dentro de nuestro protocolo de irrigación tanto en la IUA como con la lima XP ENDO.

H0: Ninguna técnica logró remover completamente los residuos de hidróxido de calcio de las paredes dentinarias del tercio apical.

AGRADECIMIENTOS

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 a través del tiempo y por su infinito amor.

A mi esposa y a mi hija

A la Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez, por confiar en mi, por ser guía, un gran ejemplo y soporte de mi especialidad.

A mis maestros por compartir sus conocimientos y apoyarme en la realización 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. Verdellis 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, Fabricio 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.
75. Topcuoglu HS, Duzgun S, Ceyhanli KT, et al. Efficacy of different irrigation techniques in the removal of calcium hydroxide from a simulated internal root resorption cavity. *Int Endod J* 2015;48:309–16.
76. Al-Garni S, Al-Shahrani S, Al-Nazhan S, Al-Maflehi N. Evaluation of calcium hydroxide removal using EndoActivator system: an in vitro study. *Saudi Endod J* 2014;4:13–7.