



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN
Y ESTUDIOS AVANZADOS EN ODONTOLOGÍA
“DR. KEISABURO MIYATA”**

**“Descalcificación por el EDTA y el Ácido cítrico en conductos
radiculares: un estudio comparativo”**

PROYECTO TERMINAL

**QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:
ESPECIALISTA EN ENDODONCIA**

PRESENTA:

Lic. en Etm. Denise del Pilar Aguirre Ahuactzin

DIRECTOR:

E.E BRISSA ITZEL JIMENEZ VALDES

ASESOR:

DR. EN C.S.P. ANGEL VISOSO SALGADO



TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, JULIO 2013

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
HIPOTESIS	16
JUSTIFICACION	17
OBJETIVOS	18
DISEÑO METODOLOGICO	20
IMPLICACIONES ETICAS	27
LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	27
ANALISIS DE LA INFORMACIÓN	27
RESULTADOS	28
DISCUSIÓN	34
CONCLUSIÓN	37
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	38

INTRODUCCIÓN

Las deposiciones cálcicas se deben principalmente a los cambios progresivos con la edad, así como a la producción de dentina secundaria debida a las agresiones por restauraciones previas en los órganos dentarios que requieren tratamiento de conductos, o bien a la obliteración parcial o completa no solo de la porción cameral en la entrada de los conductos sino de la longitud del conducto radicular. Factores que resultan ser los principales retos para el endodoncista.

Resultan coadyuvantes en la localización de los conductos: pequeñas fresas de alta velocidad y las puntas ultrasónicas, las cuales a pesar de la pericia del operador pueden llegar a modificar la anatomía original del sistema de conductos incluso con el riesgo de perforación de las paredes o piso de la cámara pulpar.

Desde 1957 se ha propuesto como alternativa el uso de quelantes para la preparación de conductos estrechos o calcificados, esto como un método más seguro y eficaz en la manipulación de este tipo de anomalías, suavizando la dentina, eliminando el smear layer y haciendo más permeable la dentina para la penetración posterior de irrigantes

A pesar del tiempo transcurrido en el uso de estas sustancias, su uso se ha vuelto en la actualidad más frecuente; sin embargo, persiste el debate de los tiempos de actividad, picos de acción y el momento de desactivación en específico de las dos sustancias quelantes mas comerciales: EDTA y Ac. Cítrico.

Debido a lo expuesto anteriormente existe la controversia del tiempo requerido para su inactivación así como el grado de descalcificación de estas 2 sustancias en los procedimientos de localización de conductos y por lo que este estudio pretende por medio de un nuevo método de análisis (radiovisografo) observar la actividad ininterrumpida de estas 2 sustancias durante un periodo de 20 minutos.

ANTECEDENTES

Capítulo 1. Calcificaciones y cálculos pulpares

Los cambios en la pulpa causados por el proceso de envejecimiento son debidos a factores tales como: reducción del número de fibroblastos, odontoblastos y células mesenquimales, disminución en el número de vasos sanguíneos y nervios que irrigan a la pulpa, incremento progresivo en las grandes fibras colágenas que resulta en la fibrosis de la pulpa, un decremento concomitante en la sustancia fundamental y un incremento en los depósitos de masas calcificadas difusas a través de la pulpa con una persistencia de las vainas de tejido conectivo en la reducida cámara pulpar después de la disminución de las estructuras vasculares y neurales.⁽¹⁾

Milch postulo que con avance de la edad, el incremento aparentemente del entrecruzamiento de colágeno aumenta su tendencia a la mineralización. Uno de los cambios característico es el decremento en el área pulpar, resultado de la deposición continua de masas calcificadas y apósitos dentinarios (dentina secundaria y terciaria) que se originan en la pulpa radicular y progresan a la pulpa coronal.⁽²⁾ Se observa que los haces de colágeno de las vainas vasculares y neuronales de las pulpas adultas son los loci de calcificación.^(1,2)

En la mayoría de las cámaras pulpares, la calcificación distrófica se encuentra siendo de un grado variable, e incluso en los dientes sin caries o con restauraciones se producen calcificaciones difusas, esto no relacionado con la enfermedad. En un estudio de dientes obtenidos de individuos de 15 a 75 años se ha encontrado no sólo una disminución en el tamaño de la cámara pulpar debido a la deposición de dentina secundaria, sino también una deposición progresiva de masas calcificadas que se originaron en la pulpa radicular.^(1,3)

El número de células (fibroblastos, odontoblastos y las células mesenquimales), disminuye a la mitad de los 20 a los 70 años de edad⁽⁴⁾, al mismo tiempo, se

produce acumulación del tejido fibroso ,esto se denomina degeneración fibrosa o atrofia pulpar. ⁽⁵⁾ Shroff señaló que el aumento de los elementos fibrosos que se produjeron en el envejecimiento podría ser simplemente el resultado de la persistencia de elementos fibrosos de la pulpa original más grandes.^(1,6)

Tanley y Ranney mencionan que el aumento de colágeno no es resultado directo del proceso de envejecimiento, sino más bien un reflejo de la irritación anterior o estímulos a la pulpa.^(1,7)

Algunos autores también creen que se producen depósitos de grasa en la pulpa con la edad, y que comúnmente la calcificación se produce dentro de estos depósitos, pero esto puede ser un artefacto del procesamiento del tejido.⁽⁸⁾

Los cálculos pulpares son calcificaciones discretas, incluyen calcificaciones pulpares más difusas, tal como calcificación distrófica. Pueden existir libremente dentro del tejido de la pulpa o estar unidas a o embebidas en la dentina. ⁽⁹⁾

Se han descrito dos tipos de cuerpos calcificados en la pulpa dental: dentículos que poseen una cavidad central llena de restos epiteliales rodeados periféricamente por odontoblastos, y piedras de celulosa siendo masas compactas degenerativas de los tejidos calcificados.⁽¹⁰⁾

Un solo diente puede tener de 1 a 12 o incluso más piedras, con diferentes tamaños, variando de diminutas partículas a grandes masas que ocluyen el espacio pulpar.⁽⁹⁾

Se reporta que se producen más a menudo en la región coronal pero también se encuentran en la pulpa radicular.⁽¹¹⁾ Se han observado cálculos pulpares en pacientes con enfermedades sistémicas o genéticas tales como displasia de la dentina, dentinogénesis imperfecta y en ciertos síndromes como el de Van der Woude.⁽¹²⁾

Los cálculos de la pulpa pueden ser clasificados estructuralmente y en base a su ubicación. Estructuralmente, son piedras pulpares verdaderas y falsas siendo la morfología la diferencia.⁽⁸⁾

También se pueden encontrar en la literatura

- Verdadero: Hecho de la dentina y bordeado por odontoblastos.
- Falso: Formado a partir de células degeneradas que mineralizan.
- Libre: calculo no relacionado con el espacio de la pared pulpar, rodeada de tejido blando.
- Adherida: calculo unido a la pared del espacio pulpar, no totalmente encerrado por la dentina.
- Embebida: calculo encerrado dentro de la pared del conducto, menos unido que los mencionados anteriormente.⁽⁸⁾

Un tercer tipo, menciona a los cálculos pulpares 'difusos' o 'amorfos', son de forma más irregular que los cálculos pulpares falsos, produciéndose en estrecha relación con los vasos sanguíneos.⁽¹³⁾

Los cálculos pulpares verdaderos están hechos de dentina y bordeados de odontoblastos, mientras que los falsos se forman a partir células degenerativas de la pulpa que se mineralizan. Dicha mineralización se produce en etapas; inicialmente los nidos celulares se unen por fibras dispuestas concéntricamente que luego se impregnan con sales minerales.⁽⁹⁾

Basado en la ubicación, los cálculos de la pulpa pueden ser embebidos, adheridos y libres. Los cálculos embebidos se forman en la pulpa, pero con la dentina fisiológica en formación, se adhieren (a veces por completo) dentro de las paredes del conducto.⁽¹⁴⁾

Se encuentran más frecuentemente en la parte apical de la raíz, y la presencia de odontoblastos y tejido calcificado que se asemeja a la dentina ocurriendo en la periferia de estos cálculos.⁽⁹⁾

Cálculos pulpares adheridos son simplemente menos adheridos a la dentina que los cálculos embebidos; la diferencia entre adherido y embebido puede ser subjetiva, pero los cálculos adheridos nunca están completamente introducidos en la dentina. Ambos puede interferir con el tratamiento de conductos si estos causan una oclusión significativa de los conductos o se encuentran en una curva.⁽¹⁵⁾

Los cálculos libres se encuentran en el tejido pulpar propiamente dicho y son el tipo más comúnmente visto en las radiografías. Son muy comunes y varían en tamaño de 50 µm de diámetro y varios milímetros cuando pueden ocluir la cámara pulpar entera.⁽¹⁵⁾

Los cálculos se pueden subdividir en aquellos con diferentes laminaciones concéntricas y aquellos sin laminaciones distintas. Los cálculos laminados no se asocian normalmente con cálculo más pequeños, mientras que los cálculos no laminados son más duros y pueden tener piedras más pequeñas unidas a sus superficies.⁽¹⁶⁾

Esto concuerda con lo encontrado por Pashley y Liewehr que reconoce histológicamente dos tipos de cálculos: los que son redondas u ovoides, con superficies lisas y laminaciones concéntricas; y los que asumen ninguna forma en particular, con falta de laminaciones y superficies ásperas.⁽¹⁷⁾

Uno de los trabajos en formación de cálculos inducida por epitelio se llevó a cabo por Moss-Salentijn y Klyvert. En su estudio se extrajeron e investigaron 85 premolares maxilares y 90 mandibulares recién erupcionados de niños de entre 11 y 15 años, en primer lugar por las proyecciones radiográficas vestibulolinguales y mesiodistales. El material seleccionado se examinó histológicamente, y se identificaron nódulos pulpares, tanto verdaderos como falsos.⁽¹⁰⁾

Los autores sugieren que la verdadera formación de cálculos de la pulpa puede ser limitada en tiempo al período de formación radicular, y en lugar a la pulpa

radicular y zonas de bifurcación de dientes multi-radicales. También consideraron que, debido a la formación de dentina tubular ocurrida en cálculos tanto verdaderas como falsos, se refleja la capacidad de las células en el tejido pulpar inmaduro para someterse a la diferenciación en odontoblastos durante un periodo limitado de tiempo.⁽¹⁰⁾

Estos autores reconocen que en los dientes adultos, los cálculos de la pulpa consisten enteramente de dentina atubular o dentina tubular rodeada por fibrodentina. Por lo tanto, la respuesta del tejido de la pulpa a un estímulo inductivo puede ser dependiente de la edad.⁽¹⁰⁾

En base a esto, Moss-Salentijn y Klyvert cuestionaron la clasificación de verdadero o falso, prefiriendo hacer una distinción entre los cuerpos calcificados en la pulpa de acuerdo con su modo de génesis. Los cálculos verdaderos fueron llamadas dentículos, que se forman después de una interacción inductiva entre el epitelio y el tejido de la pulpa, mientras que los cálculos falsos se llamaban simplemente cálculos de la pulpa, que se forman alrededor de los focos de componentes calcificados. Por desgracia, esta clasificación es difícil de aplicar debido a que el modo de génesis no siempre es clara, sobre todo en los dientes adultos. Por otra parte, en dientes adultos los dentículos a menudo estarán rodeados por fibrodentina no tubular (que resulta en un patrón regular, laminado) mientras cálculos de la pulpa puede contener todavía ortodentina.⁽¹⁰⁾

En otras palabras, la clasificación puede dar una imagen errónea, y peor aún, los dos términos han sido tradicionalmente intercambiables. Aunque es pertinente señalar que la presencia o ausencia de los túbulos no debe ser el único factor para clasificar, la taxonomía tradicional morfológica en un sentido más amplio, sigue siendo preferible, con la conciencia de que es probable que haya una mezcla de orthodentina y fibrodentina en ambos tipos de cálculos de la pulpa.⁽¹⁸⁾

En la pulpa coronal, la calcificación usual en la cámara pulpar suele ser discreta en forma de dentículos, nódulos o piedras. Mientras que en la pulpa radicular tiende a ser difusa. Esto generalmente observado en personas mayores.⁽¹⁹⁾

Le May & Kaqueler utilizaron prueba de micro-análisis de electrones para investigar la composición mineral de cálculos pulpares humanos. Y estos se componen de dos elementos principales: calcio y fósforo. Las concentraciones medias fueron 32.1% y 14.7%, respectivamente, lo que resulta en una relación en peso de calcio / fósforo de 2.19, muy cerca de la 2.15 de la hidroxiapatita pura. Otros elementos incluyendo flúor (0,88%), sodio (0,75%) y magnesio (0,51%). Potasio, cloro, manganeso, zinc y hierro estaban presentes en concentraciones traza.⁽¹⁸⁾

Un trabajo reciente ha investigado el componente de la matriz orgánica de cálculos pulpares humanos. Dos cálculos pulpares libres del centro de las cavidades de pulpa fueron desmineralizadas, seccionados en serie y sometidos a procedimientos de inmunohistoquímica utilizando anticuerpos específicos para el colágeno tipo I y proteínas no colágenas (osteopontina, osteonectina y osteocalcina). El colágeno tipo I se encuentra de manera uniforme a lo largo de los cálculos de la pulpa, mostrando que es un componente principal de la matriz de los cálculos libres. Dado que la mayoría de las piedras eran fibrodentina, es probable que las células no odontoblasticas pulpa eran responsables del colágeno.⁽²⁰⁾

Además, mientras que la osteonectina y osteocalcina no se detectaron, una fuerte inmunotinción de osteopontina en el área periférica de los cálculos de la pulpa sugirieron que esta juega un papel integral en la parte frontal de la calcificación, y que ha surgido de las células pulpares menos diferenciadas.⁽²⁰⁾

Esto es porque la osteocalcina usualmente se expresa en osteoblastos maduros, y la expresión de osteopontina generalmente precede a la de osteocalcina.⁽²¹⁾

Con respecto a la osteopontina, estos hallazgos inmunohistoquímicos son similares a los de las placas ateroscleróticas y las piedras urinarias. Estos resultados apoyan la posibilidad de cálculos de la pulpa ser patológica en algún grado.⁽²²⁾

Capítulo 2. Agentes quelantes

2.1 El Ácido cítrico

El ácido cítrico es un agente quelante que reacciona con los metales para formar un quelato soluble no iónico (31), es un ácido orgánico débil que se encuentra en las frutas cítricas, reacciona fácilmente con el calcio, formando citrato de calcio y con un efecto menos citotóxico que EDTA.⁽²⁴⁾

A concentraciones de 10%, 20% y 40% actúa como antimicrobiano contra anaerobios facultativos y estrictos.⁽³²⁾ Goldman et al. informaron de que los efectos sobre la eliminación de smear layer obtenidos con ácido cítrico fueron similares a los por EDTA. Ando, informó que el ácido cítrico es menos citotóxicamente irritable al tejido que el EDTA. Sin embargo, la concentración y los métodos para una aplicación de ácido cítrico en el conducto radicular no se han explorado bien.⁽³¹⁾

Las concentraciones altas (25-50%) se reporta al ácido cítrico más eficaz que el EDTA en la eliminación de iones de calcio de la dentina. Sin embargo, aunque el ácido cítrico 1% es igualmente eficaz que el EDTA en la eliminación de los desechos de dentina o tejido, tiene un pH bajo que puede tener un efecto irritante sobre los tejidos periapicales. Ácido cítrico en forma de citrato de sodio al 10% tiene un pH neutro, lo que puede hacer que sea más eficaz en la descalcificación de la dentina, con una disolución marcadamente reducida a pH bajo. Además de ser más biocompatible.⁽²⁸⁾

Estudios anteriores han demostrado que el ácido cítrico elimina iones de calcio de manera eficiente de la dentina.⁽²⁸⁾ Sin embargo, en relación con el efecto sobre la

microdureza dentinal, se ha informado que 10% de ácido cítrico es menos eficiente que un 17% de EDTA en períodos de 1 , 3 y 5min de acción.⁽³²⁾

Scelza et al. encontró que la acción de desmineralización de ácido cítrico al 10% aumentó significativamente de 3 a 10 min, pero ya no era dependiente del tiempo a los 15 min. Otro estudio (Sterrett et al. 1993) informó que la acción de desmineralización de ácido cítrico al 10% no era dependiente del tiempo durante cortos tiempos de inmersión (1, 2 y 3 min).⁽²⁸⁾

De-Deus et al. Reportan al ácido cítrico al 10% como la sustancia de desmineralización más eficaz, seguido de 17% de EDTA y EDTAC. La cinética de desmineralización promovida por ácido cítrico al 10% fue claramente más rápida que para las otras sustancias. Sin embargo causó fuertes daños en la matriz de la dentina, mientras que EDTA y EDTAC tuvieron poco efecto.⁽³³⁾

Machado-Silveiro , et al, reportan al ácido cítrico al 10% como el agente de descalcificación más eficaz, seguido de ácido cítrico 1%, EDTA al 17% y 10% de citrato de sodio en periodos de estudio de 5, 10 y 15 minutos de inmersión en dichas sustancias ⁽²⁸⁾

2.2 El ácido etilendiaminotetracético (EDTA)

Callahan recomienda el uso de ácido sulfúrico al 40% para la instrumentación de canales calcificados y Grossman sugirió el uso de ácido clorhídrico. El uso de estas soluciones de ácido terminó después de la publicación notable por Østby, sobre la base de la investigación de Nikiforuk y Sreebny (4) y Jussila y Photo que proponen el uso de un agente quelante derivado del ácido orgánico débil, EDTA (ácido etilendiaminotetraacético). Østby mostró que el EDTA quela iones metálicos a pH casi neutro, lo que permite la instrumentación de canales difíciles.⁽³⁴⁾

Es un agente quelante que atrapa los iones metálicos de calcio en forma de quelatos provenientes de los cristales de hidroxiapatita de la dentina y comienza a

desmineralizar la misma posteriormente, reduciendo eficientemente la microdureza de la dentina. Cuando todo el componente inorgánico disponible de la dentina es quelado por el EDTA se establece un equilibrio químico. ⁽³⁴⁾ Entre las teorías que tratan de explicar la reacción química quelante es que el campo cristalino, que mantiene la fuerza de atracción entre el metal central y los ligandos, es puramente electrostático. Así, el ión metálico ejerce una fuerza de atracción que es mayor que la repulsión creada por los átomos de la molécula de EDTA. ⁽³¹⁾

En 1951 fueron publicados los primeros reportes en el efecto desmineralizante del ácido etilendiaminotetracético (EDTA) en los tejidos duros dentales. Siendo introducido en la endodoncia por Nygaard- Ostby quien recomendó el uso de 15% de EDTA (pH 7.3) con la siguiente composición. ⁽²⁴⁾

- Sal disódica de EDTA (1700g)
- Agua destilada (10000 mL)
- 5M hidróxido de sodio (9.25 mL). ⁽²⁴⁾

Östby refiere que la solución de EDTA no es bactericida, ni bacteriostático, pero inhibe el crecimiento de bacterias y en ocasiones provoca lisis de las mismas por inanición: los iones metálicos necesarios para el crecimiento bacteriano son quelados y por lo tanto inaccesibles a los MO ⁽²⁴⁾

Paterson reporta un cierto efecto antibacteriano, esto pensado por la quelación de los cationes de la membrana externa de la bacteria. El uso de un 10% de EDTA resulta en la formación de una zona de inhibición de crecimiento bacteriano similar a la creosota. Bajas concentraciones de EDTA. ⁽²⁴⁾

EDTA se aplica por lo general a una concentración 17%. ⁽³⁵⁾ Se han reportado los efectos erosivos de EDTA en otros estudios. Calt y Serper observaron que una aplicación de 10 min de 17% de EDTA, pH 7,4, causada peritubulares excesivo y la erosión dentina intertubular. ⁽³⁶⁾ En general la investigación reciente, parece demostrar un efecto excesivamente agresivo en las paredes del canal que podría causar demasiada erosión y la degradación de la dentina peri tubular y entre

tubular y, posteriormente, una alteración de sus propiedades mecánicas. No queda claro, sin embargo, si la erosión de la dentina parietal y los orificios de unión de los túbulos dentinarios tienen un efecto negativo en el éxito a largo plazo de la terapia de endodoncia.⁽³⁷⁾

Scelza et al. encontraron que la acción de EDTA no era dependiente del tiempo, aunque manifestaron un pequeño aumento no significativo en la actividad de descalcificación de 17% de EDTA con el tiempo. La afinidad específica de EDTA para la quelación de iones metálicos puede haber influido en la velocidad de las reacciones químicas entre el EDTA y el sustrato.⁽³⁸⁾

Se ha observado, mediante microscopía electrónica de barrido, una acción similar entre EDTA y 1% de ácido cítrico en la eliminación de la capa de debris ⁽²⁸⁾ Se reporta que la energía de quelación de EDTA es más pronunciada que su actividad de desmineralización. No se recomiendan períodos de tiempo de menos de 5 min para EDTA, aunque la actividad quelante se observa en entre 1 y 4 min.⁽³⁸⁾

Emboava a través de espectrometría de absorción atómica reporta que la solución de 15% de EDTA eliminó la mayor concentración de iones de calcio seguido de ácido cítrico al 10%, en comparación con citrato de sodio al 10%, vinagre de manzana, ácido acético al 5%, y ácido málico 5%. La eliminación de smear layer fue más eficiente cuando se utilizó 15% de EDTA y ácido cítrico al 10%.⁽³⁹⁾

Capítulo 3. Descalcificación por agentes quelantes

El calcio presente en los cristales de hidroxiapatita es uno de los principales elementos inorgánicos de la dentina. Cualquier cambio en la cantidad de calcio puede modificar significativamente la proporción original de los componentes orgánicos e inorgánicos, alterando así la permeabilidad, micro dureza y solubilidad de la dentina.⁽²³⁾

El término “quelante” es originado de la palabra griega “quele”. Los quelantes son complejos particularmente estables de iones metálicos con sustancias orgánicas como resultado de enlaces con forma de anillos. Esta estabilidad es resultado de la unión entre el quelante, que tiene más de un par de electrones libres y un ion metálico en el centro. La habilidad de los quelantes para unirse e inactivar los iones metálicos es ampliamente explotados en medicina. Los quelantes pueden ser usados para llevar a cabo la excreción de iones peligrosos en caso de envenenamiento con metal o en el tratamiento de trastornos metabólicos de cobre.⁽²⁴⁾

Una variedad de agentes de desmineralización se utiliza en endodoncia. Inducen diferentes efectos morfológicos y de desmineralización, cambios en la estructura del tejido dental y reducción en los niveles de iones de calcio y fósforo en la dentina (25) El efecto de las sustancias quelantes no es de desmineralización sino de descalcificación de un tejido mineralizado. Aplicando un quelante sobre una superficie dentinaria, ésta quedará desprovista de iones calcio, determinándose una mayor facilidad para su desintegración. El proceso continua hasta que todos los quelantes han formado complejos con el calcio⁽¹⁷⁾

Los agentes quelantes resultan coadyuvantes en la negociación de los conductos calcificados, tortuosos y estrechos, dependiendo esto de la amplitud del conducto y de la cantidad de sustancia activa disponible en el conducto⁽²⁶⁾ Estas sustancias tienen la propiedad de excavar y formar complejos internos captando los iones metálicos de los cristales de Hidroxiapatita (Mg, Ca, Na, K y Li). El agente quelante «fija» al ión metálico y lo separa de la molécula en la que se encuentre, actuando como una pinza.^(27, 28)

Se conoce clínicamente que la reducción de la microdureza de la dentina radicular facilita la introducción de instrumentos en los casos de los canales estrechos, además de favorecer la escisión de la dentina durante la preparación biomecánica de los dientes en general.⁽²⁸⁾

Actualmente, hay un debate sobre la cuestión del ideal tiempo-efecto de cada agente quelante. Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de investigación sobre este tema, no se ha establecido algún protocolo de irrigación bien definida.

Hay desacuerdos sobre el quelante ideal, el tiempo de aplicación, y la asociación con hipoclorito. Por ejemplo, el tiempo que estas soluciones permanecen en contacto con las paredes del canal se ha informado que varían de 30s a 10 min.^(29,30)

El factor principal que conduce a la falta de consenso es el carácter cualitativo y no reproducible de la mayoría de los estudios de investigación. En efecto, Hülsmann et al. señaló que, incluso después de varias investigaciones de la relevancia clínica real de las pruebas para la evaluación de la eficiencia de las soluciones de quelante permanece indefinida. Efectivamente, las condiciones experimentales de las pruebas de laboratorio difieren sustancialmente de la situación clínica.⁽²⁴⁾

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los retos en endodoncia es localizar los conductos, en particular en los casos en que la entrada del conducto se ha ocluido por dentina secundaria o dentina calcificada secundaria.

Durante la terapia endodóntica en la preparación del acceso en un diente calcificado, existen innumerables riesgos que complicarían el tratamiento desde un inicio: separación de instrumentos, perforación, imposibilidad de negociar las limas, y por consiguiente la patentización, e instrumentación inadecuada lo que generaría posibles accidentes de procedimiento durante el tratamiento endodóntico. Resultando en una problemática para la endodoncia la presencia de estas anomalías en el trayecto del espacio pulpar

Este tipo de calcificaciones o hipermineralizaciones son provocadas por las agresiones externas hacia la pulpa, así como por el avance de la edad del paciente, siendo más frecuente en pacientes entre los 50 y 70 años de edad. Aunque se estiman con una incidencia ampliamente variable, es seguro decir que una o más están presentes en un 50% de todos los dientes.⁽¹⁸⁾

Las puntas de corte ultrasónicas proporcionan durante los procedimientos de acceso una herramienta conveniente, especialmente cuando se trata molares difíciles. Cuando la localización de los canales en MB2 molares superiores, las puntas ultrasónicas son un medio excelente para la eliminación de la dentina secundaria en la pared mesial. Durante la búsqueda de conductos ocultos, hay que recordar que la dentina secundaria es generalmente blanquecina u opaca, mientras que el piso de la cámara de la pulpa es más oscuro y gris en apariencia. Sin embargo, el corte ultrasónico parece estar influenciado significativamente por el ajuste de potencia, como fragmentos más grandes de la dentina se eliminan con mayor potencia, y por el tipo de aparato de ultrasonidos usado.⁽⁴⁰⁾

Una posible alternativa de solución en la negociación de los conductos calcificados, tortuosos y estrechos son los quelantes. Los agentes quelantes inducen cambios en la estructura del tejido dental y en los niveles de iones de calcio y fósforo en la dentina, siendo los agentes de desmineralización más ampliamente utilizados el ácido cítrico (a diferentes concentraciones) y el EDTA.

Sin embargo, la literatura no habla acerca del tiempo requerido para este uso clínico en específico, del momento exacto en que pierden su efectividad, y de cuales de las variadas sustancias en el mercado resulta ser la más práctica para su uso previo a la instrumentación.

Scelza et al. (2003) encontraron que la acción de EDTA no era dependiente del tiempo, aunque manifestaron un pequeño aumento no significativo en la actividad de descalcificación utilizándolo al 17%. No se recomiendan períodos de tiempo de menos de 5 min para EDTA aunque la actividad quelante se observa entre 1 y 4 minutos.⁽³⁸⁾

Scelza et al. encontraron que la acción de desmineralización de ácido cítrico al 10% aumentó significativamente de 3 a 10 min, pero ya no era dependiente del tiempo a los 15 min. Otro estudio informó que la acción de desmineralización de ácido cítrico al 10% no era dependiente del tiempo durante 1, 2 y 3 mins de inmersión.⁽³⁸⁾

Por lo que considerando a los 2 quelantes más usados dentro del área odontológica, Ácido Cítrico y EDTA surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál sustancia tiene un mayor efecto descalcificante en conductos radiculares de dientes extraídos sin instrumentar: EDTA o Ácido Cítrico?

HIPÓTESIS

Hipótesis de trabajo (Hi):

El ácido Cítrico tiene un mayor efecto descalcificante que el EDTA en conductos radiculares de dientes extraídos sin instrumentar

Hipótesis nula (Ho):

El ácido Cítrico *no* tiene un mayor efecto descalcificante que el EDTA en conductos radiculares de dientes extraídos sin instrumentar

JUSTIFICACIÓN

La actividad de los quelantes en especial el Ácido Cítrico y EDTA, por ser los más accesibles en el mercado, ha sido probada desde hace varios años con diferentes métodos in vitro demostrando una variabilidad en sus tiempos de actividad, picos de acción y el momento de desactivación. La metodología usada en estos trabajos resulta controversial ya que se observa el efecto estudiando por intervalos de tiempo en diferentes muestras interrumpiendo la actividad quelante para su posterior análisis ya sea por microscopia electrónica o espectrometría de absorción atómica, como métodos más usuales, por lo que no se obtiene una observación continua sobre una misma muestra a través del tiempo.

Asimismo existe poca información acerca de la actividad de penetración y tiempo de efecto del Ac. Cítrico y EDTA en dientes intactos, es decir sin instrumentar, el obtener esta información resultaría en una aportación al área Endodóntica para su correcto uso clínico en los casos de hipermineralizaciones, obliteraciones o calcificaciones parciales.

Estas controversias nos impulsan a investigar por medio de un método diferente (radiovisiografo), la actividad in-interrumpida de los quelantes, en diferentes intervalos de tiempo, dentro de la misma muestra de estudio, conductos radiculares sin instrumentar, esperando descifrar tiempos de actividad máxima de estas dos sustancias, así como su momento de inactivación después de la infiltración al conducto.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Conocer cuál sustancia tiene un mayor efecto descalcificante en conductos radiculares de dientes extraídos sin instrumentar: EDTA o Ácido Cítrico

Objetivos específicos:

- ⇒ Recolectar 80 órganos dentarios en las Clínicas de Exodoncia de la UAEMex
- ⇒ Dividir los órganos dentarios de manera aleatoria en los 2 grupos 40 para A (Ácido Cítrico) y 40 para B (EDTA).
- ⇒ Realizar accesos a cámaras pulpares de cada uno de los órganos dentarios
- ⇒ Localizar la entrada de los conductos con un localizador DG16
- ⇒ Adaptar un dispositivo al aparato de rayos X que se mantuvo fijo durante todo el estudio.
- ⇒ Tomar radiografías basales para observar la anatomía original del conducto, previo a la instilación de las sustancias quelantes.
- ⇒ Instilar 2 gotas de Ácido cítrico en grupo A y EDTA en grupo B a la entrada de los conductos.
- ⇒ Tomar radiografías de las muestras a los 2,4,6,8,10,15, 20 min.
- ⇒ Medir el aumento gradual de radiolucidez con un vernier sobre la pantalla en largo y ancho en cada uno de los periodos de tiempo.

- ⇒ Adaptar las medidas por medio de una fórmula de ajuste, donde $1\text{mm} = 1.8\text{ cm}$.
- ⇒ Recolectar datos en hoja Excel.
- ⇒ Comparar las medidas obtenidas en longitud y ancho del conducto radicular, tanto del efecto descalcificante del EDTA como del Ácido cítrico.

DISEÑO METODOLÓGICO

a) **Tipo de estudio:** Transversal, Comparativo

b) **Universo/Tamaño de muestra:** 80 órganos dentarios

c) **Muestreo**

⇒ **Tipo de muestreo:** Probabilístico, por cuota, dependiente de la factibilidad para la realización del presente estudio

⇒ **Tamaño de la muestra:** 80 órganos dentarios

⇒ **Selección de los elementos:** la selección de los elementos de observación fueron seleccionadas en base a los criterios considerados en el estudio

d) **Criterios de estudio:**

Criterios de Inclusión:

⇒ Dientes uniradiculares

⇒ Dientes extraídos por razones periodontales

⇒ Dientes intactos, sin lesiones cariosas

⇒ Dientes de pacientes entre 50 y 70 años de edad

Criterios de Exclusión:

⇒ Dientes extraídos por: caries extensa, fracturas radiculares, etc.

⇒ Dientes con reabsorciones radiculares internas o externas

Criterios de Eliminación

- ⇒ Dientes que se fracturen o perforen durante la preparación de accesos
- ⇒ Dientes perdidos durante el procedimiento

e) Variables (Operacionalización)

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Tipo de Variable	Unidad de Medida	Escala de medición
Descalcificación	Disminución del calcio o de las sustancias calcáreas que contiene algo	Comparación de las mediciones de largo y ancho en tiempos definidos del Ac. Cítrico vs. EDTA	Cuantitativa continua	mm	1-al infinito
Descalcificación por EDTA en ancho y longitud	Disminución del calcio o de las sustancias calcáreas que contienen algo por medio de Ácido Etilen Diamino Tetracético	Perdida de densidad o aumento de radiolucidez radiográfica a lo largo y ancho del conducto radicular	Cuantitativa continua	mm	1-al infinito
Descalcificación por Ácido cítrico en ancho y longitud	Disminución del calcio o de las sustancias calcáreas que contiene algo por medio de Ac. Cítrico	Perdida de densidad o aumento de radiolucidez radiográfica a lo largo y ancho del conducto radicular	Cuantitativa continua	mm	1-al infinito

f) Material



- 80 órganos dentarios



- Pieza de alta velocidad marca concentrix



- Fresa de bola de carburo núm. 3



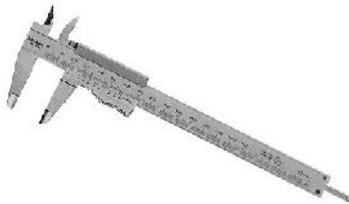
- Localizador de conductos DG16



- Aparato de radiográfico Satelec X-Mind



- Radiovisiógrafo kodak® RVG 5100, Francia 2010



- Vernier



- EDTA al 18% (Ultradent Products Inc.)



- Ácido cítrico al 20% (Ultradent Products Inc.)
- Jeringa y aguja

g) Método

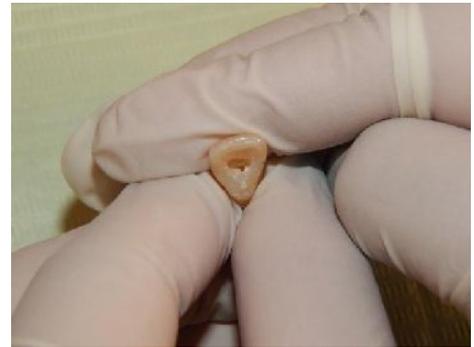
⇒ Se recolectaron 80 órganos dentarios en las Clínicas de Exodoncia de la UAEMex, que cumplieron los criterios de inclusión ya mencionados, y se conservaron previo al estudio en solución fisiológica



⇒ Se dividieron los órganos dentarios de manera aleatoria en los 2 grupos 40 para A (Ácido Cítrico) y 40 para B (EDTA). Se realizaron los accesos a cámaras pulpares de cada uno de los órganos dentarios, se localizó la entrada de los conductos con un localizador DG16

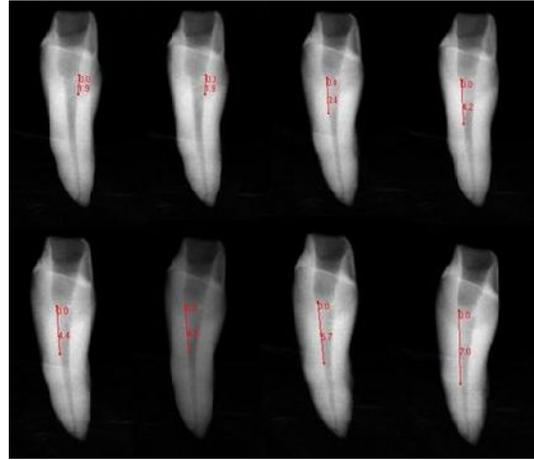
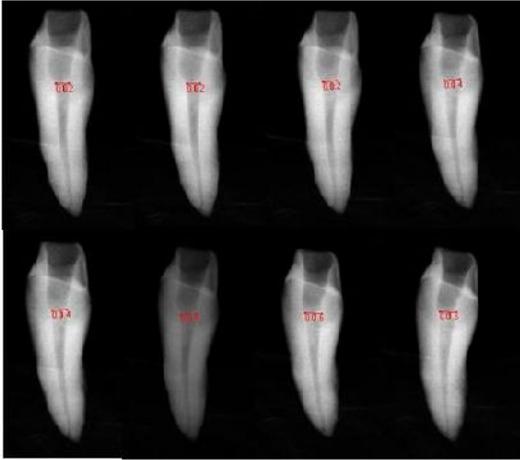


⇒ Se adaptó un dispositivo al aparato de rayos X que se mantuvo fijo durante todo el estudio.



⇒ Se tomaron radiografías basales para observar la anatomía original del conducto, previo a la instilación de las sustancias quelantes. Se Instilaron 2 gotas de Ácido cítrico en grupo A y EDTA en grupo B a la entrada de los conductos.

⇒ Se tomaron radiografías de las muestras a los 2,4,6,8,10,15, 20 min. y se midió el aumento gradual de radiolucidez con un vernier sobre la pantalla en largo y ancho en cada uno de los periodos de tiempo.



⇒ Se adaptaron las medidas por medio de una fórmula de estimación, donde $1\text{mm} = 1.8\text{ cm}$. Y posteriormente se recolectaron de datos en hoja Excel.



IMPLICACIONES ÉTICAS

No hay implicaciones bioéticas relevantes, ya que los órganos dentarios fueron extraídos previo al estudio y con razones diferentes a las de hacer este experimento, manejándose así mismo con los mayores cuidados de higiene para los operadores y existiendo un riesgo mínimo para cualquier persona,

LEVANTAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Se tomaron las medidas sobre el monitor con un vernier utilizando la escala de medición ya mencionada.

a) Instrumento de recolección de información

La información obtenida fue transportada a una hoja de cálculo de Excel.

b) Construcción de base de datos

Con la información obtenida, y con apoyo de la hoja de cálculo de Excel se construyó la base de datos correspondiente para proceder al análisis respectivo.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis se realizó con el software SPSS, en su versión 20, aplicando una prueba t pareada, con la finalidad de comparar las medias de descalcificación en los diferentes tiempos considerados en el estudio, entre los grupos de EDTA y Ácido cítrico, tanto en ancho como en longitud del conducto radicular.

RESULTADOS

En las tablas siguientes podemos observar los resultados de las medias de los valores máximos y mínimos en longitud y ancho de EDTA (TABLA1 y TABLA2) longitud y ancho de Ac. Cítrico (TABLA 3 y TABLA 4) con sus respectivas desviaciones estándar menores a 1, demostrándonos datos significativos y válidos para su estudio comparativo por medio de prueba T pareada.

Resultados de las medias de los valores máximos y mínimos en longitud de EDTA

TABLA 1. DESCRIPTIVAS DE LA DESCALCIFICACIÓN POR EDTA				
N=40				
Variabes	Valor Mínimo	Valor Máximo	Media	Desviación Stándar
Basal EDTA/ Longitud	5.05	8.73	6.749	1.06394
2 m. EDTA / Longitud	0.57	2.26	1.616	0.47372
4m EDTA / Longitud	1.78	3.78	2.667	0.67713
6m EDTA / Longitud	2.42	4.42	3.216	0.68864
8m EDTA / Longitud	2.78	4.89	3.801	0.67472
10m EDTA / Longitud	3.52	5.15	4.104	0.58364
15m EDTA / Longitud	3.84	5.3	4.553	0.48103
20m EDTA / Longitud	4	5.7	4.808	0.57242

Resultados de las medias de los valores máximos y mínimos en ancho de EDTA

TABLA 2. DESCRIPTIVAS DE LA DESCALCIFICACIÓN POR EDTA				
N=40				
Variabes	Valor Mínimo	Valor Máximo	Media	Desviación Standar
Basal EDTA Ancho	0.21	0.68	0.421	0.13515
2m EDTA / Ancho	0.31	0.78	0.489	0.16041
4m EDTA / Ancho	0.36	0.78	0.521	0.14014
6m EDTA / Ancho	0.36	0.84	0.562	0.15825
8m EDTA / Ancho	0.42	0.89	0.631	0.15174
10m EDTA / Ancho	0.42	0.89	0.648	0.15244
15m EDTA / Ancho	0.42	0.89	0.653	0.15426
20m EDTA / Ancho	0.42	0.89	0.653	0.15426

Resultados de las medias de los valores máximos y mínimos en longitud de Ac. Cítrico

TABLA 3. DESCRIPTIVAS DE LA DESCALCIFICACIÓN POR AC. CÍTRICO				
N=40				
VARIABLES	Valor Mínimo	Valor Máximo	Media	Desviación Standar
Basal Ácido Cítrico / Longitud	5.63	17.3	10.845	3.63151
2m Ácido Cítrico / Longitud	0.73	3.21	1.902	0.77485
4m Ácido Cítrico / Longitud	1.47	4.1	2.48	0.86028
6m Ácido Cítrico / Longitud	1.68	4.47	2.842	0.9185
8m Ácido Cítrico / Longitud	2.36	4.63	3.257	0.89547
10m Ácido Cítrico / Longitud	2.36	5.57	3.546	1.02211
15m Ácido Cítrico / Longitud	2.68	5.78	3.943	1.15658
20m Ácido Cítrico / Longitud	3.06	6.42	4.312	1.19409

Podemos destacar en la TABLA 4 como el efecto del Ac. Cítrico en el ancho se ve reducido prácticamente en su totalidad a partir del minuto 10.

TABLA 4. DESCRIPTIVAS DE LA DESCALCIFICACIÓN POR AC. CÍTRICO				
N=40				
VARIABLES	Valor Mínimo	Valor Máximo	Media	Desviación Standar
Basal Ácido Cítrico / Ancho	0.21	0.52	0.37	0.12111
2m Ácido Cítrico / Ancho	0.21	0.63	0.402	0.13616
4m Ácido Cítrico / Ancho	0.21	0.78	0.454	0.17786
6m Ácido Cítrico / Ancho	0.21	0.94	0.505	0.20632
8m Ácido Cítrico / Ancho	0.26	1	0.526	0.21422
10m Ácido Cítrico / Ancho	0.26	1.15	0.541	0.25011
15m Ácido Cítrico / Ancho	0.26	1.15	0.541	0.25011
20m Ácido Cítrico / Ancho	0.26	1.15	0.541	0.25011

Como se puede observar en las siguientes tablas de datos la comparación de las medias por prueba T pareada nos brinda información significativa de la diferencia de actividad entre las sustancias

En la tabla 5 podemos observar como la actividad del Ácido cítrico es mayor que la del EDTA al minuto 2 en la longitud del conducto, pero a partir del minuto 4 el EDTA sobrepasa el efecto descalcificante manteniéndose con una constante actividad superior hasta el minuto 20.

Se muestran valores de $P < .05$, es decir que las diferencias son altamente significativas.

TABLA 5. DIFERENCIA DE MEDIAS ENTRE LOS GRUPOS				
VARIABLES		MEDIA	DIFERENCIA DE MEDIAS	SIGNIFICANCIAS
PAR 1	EDTA Basal / Long A.C Basal / Long	6.749 10.845	-4.096	.000***
PAR 2	EDTA 2m / Long A.C 2m / Long	1.616 1.902	-0.286	.003***
PAR 3	EDTA 4m / Long A.C 4m / Long	2.667 2.48	0.187	0.068
PAR 4	EDTA 6m / Long A.C. 6m / Long	3.216 2.842	0.374	.010**
PAR 5	EDTA 8m / Long A.C. 8m / Long	3.801 3.257	0.544	.000***
PAR 6	EDTA 10m / Long A.C. 10m / Long	4.104 3.546	0.558	.000***
PAR 7	EDTA 15m / Long A.C 15m / Long	4.553 3.943	0.61	.000***
PAR 8	EDTA 20m / Long A.C. 20m / Long	4.808 4.312	0.496	.000***

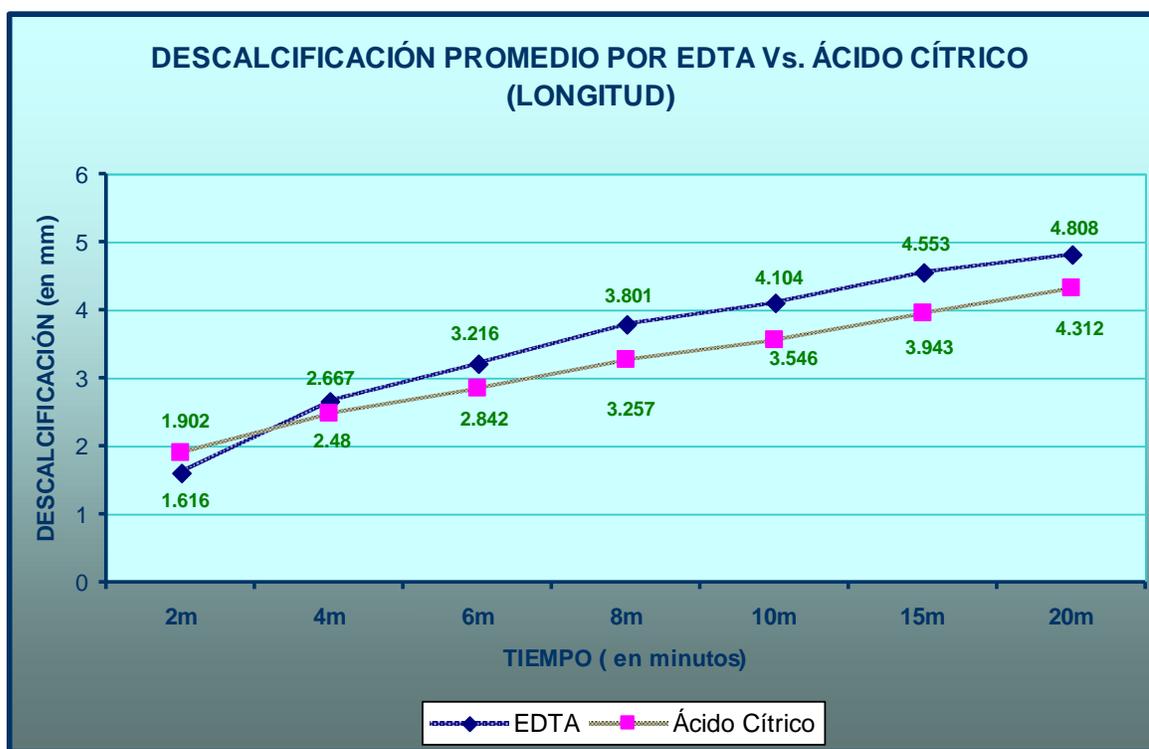
En la tabla 6 se puede observar una diferencia significativa entre la actividad mayor del EDTA en comparación con la del Ácido cítrico en el ancho de los conductos a partir del minuto 2, manteniéndose hasta el minuto 10, donde ambos pierden casi por completo su actividad.

Es destacable que en el minuto 6 el valor de P es mayor a .05 entendiéndose que en este momento ambas sustancias llegan a una actividad similar descalcificante.

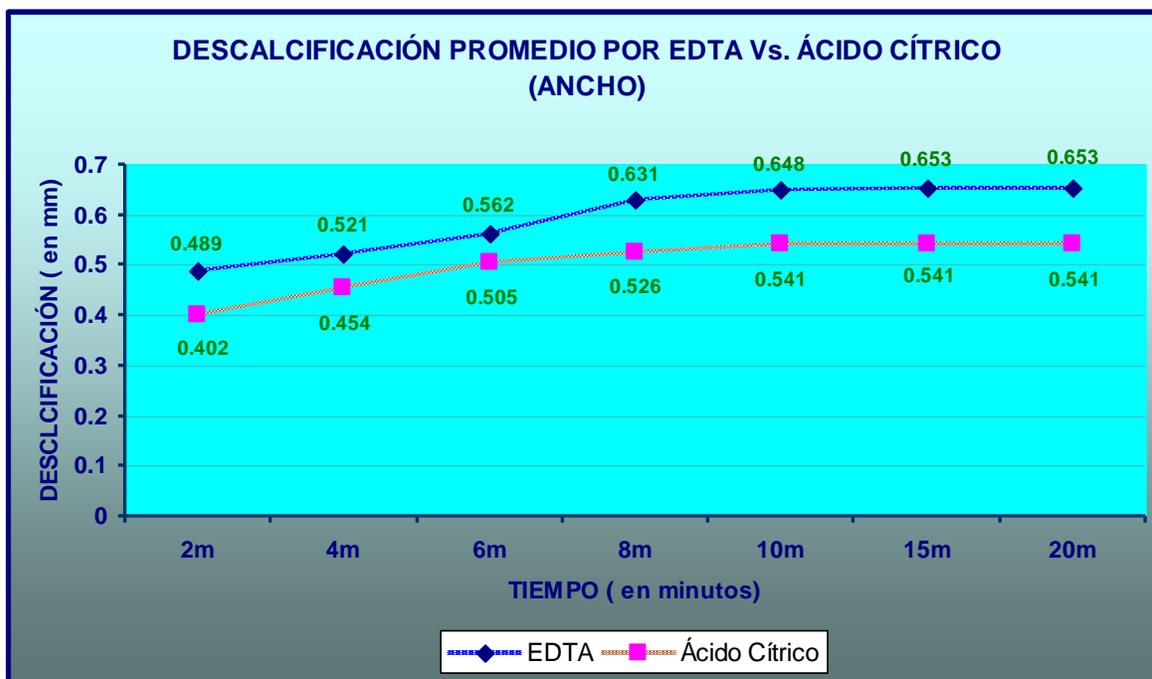
TABLA 6. DIFERENCIA DE MEDIAS ENTRE LOS GRUPOS				
VARIABLES		MEDIA	DIFERENCIA DE MEDIAS	SIGNIFICANCIAS
PAR 1	EDTA Basal/Ancho	0.421	0.051	0.053
	A.C. Basal / Ancho	0.37		
PAR 2	EDTA 2m / Ancho	0.489	0.087	.006**
	A.C. 2m / Ancho	0.402		
PAR 3	EDTA 4m / Ancho	0.521	0.067	0.07
	A.C. 4m / Ancho	0.454		
PAR 4	EDTA 6m / Ancho	0.562	0.057	0.167
	A.C. 6m / Ancho	0.505		
PAR 5	EDTA 8m / Ancho	0.631	0.105	.015**
	A.C. 8m /Ancho	0.526		
PAR 6	EDTA 10m / Ancho	0.648	0.107	.026**
	A.C. 10m / Ancho	0.541		
PAR 7	EDTA 15m / Ancho	0.653	0.112	.021**
	A.C. 15m / Ancho	0.541		
PAR 8	EDTA 20m / Ancho	0.653	0.112	.021**
	A.C. 20m / Ancho	0.541		

Para ejemplificar de mejor manera los resultados se presentan las siguientes graficas:

Se puede observar claramente como en el minuto 2 el Ac. Cítrico presenta un mayor efecto comparado al del EDTA y a partir del min 4 el EDTA comienza a superar al Ac. Cítrico



Se puede observar como a partir del minuto 10 la actividad del Ac. Cítrico y EDTA se detiene.



DISCUSIÓN

La información obtenida en este estudio difiere a lo reportado por Scelza et al en 2003 en su estudio para determinar la eficacia del EDTA al 17% más 1,25% de sulfato de sodio lauril éter (EDTA-T), ácido cítrico al 10%, y 17% de EDTA con respecto a la extracción de Ca (+ +) y donde encontraron que a los 3 minutos, no hubo diferencia significativa entre ácido cítrico al 10% y 17% de EDTA ($P > 0,05$). Ya que nosotros pudimos observar una mayor eficacia al min 2 del Ac. Cítrico en comparación con el EDTA. Así como difiere en no haber diferencias significativas entre ácido cítrico al 10% y 17% de EDTA a los 10 y 15 minutos comparado a nuestros resultados que reportan una diferencia significativamente mayor del EDTA sobre el Ac. Cítrico desde el minuto 8 hasta el minuto 20. Se puede comentar que el que difieran ambos estudios es debido probablemente a que en el estudio de Scelza los órganos dentarios fueron instrumentados mientras que en el presente estudio solo se realizó un acceso a la cavidad de los conductos; además de tomar en cuenta el método de análisis de pérdida de Ca donde Scelza analiza por medio de espectrometría de absorción atómica a diferencia del análisis radiográfico que se hizo en el presente estudio.⁽³⁸⁾

Los resultados obtenidos también difieren con lo reportado por Machado-Silveiro , et al en 2004, donde el objetivo fue medir la capacidad de desmineralización de ácido cítrico al 10% y 1%, 10% de citrato de sodio y 17% de EDTA durante inmersiones de 5, 10 y 15 min en la dentina del conducto radicular donde se obtuvo como el agente de descalcificación más eficaz al Ácido cítrico al 10% como, seguido por el Ac. Cítrico al 1% y EDTA al 17%. Esta diferencia puede ser debida a que en el estudio de Machado –Silverio se trató de una inmersión de la dentina en las sustancias mientras que en el estudio presentado fue la exposición solo de una gota en la entrada el conducto radicular. Sin embargo, coincide en su observación de una disminución de efectividad de ambas sustancias a través del tiempo tal como se observó en el estudio donde al min 10 ambas sustancias perdieron casi por completo su efectividad.(28)

Por otro lado, los resultados del estudio coinciden con lo reportado en 2006 por De- Deus et al. en su estudio por medio de microscopia de fuerza atómica en tiempo real donde el objetivo fue examinar los cambios a las superficies de dentina durante la desmineralización y evaluar cualitativamente el efecto de EDTA, EDTAC y ácido cítrico y donde se observó un efecto desmineralizante mas rápido por parte del Ac. Cítrico al 10% en comparación con el EDTA al 17%, esto en relación a la actividad mayor y más rápida del Ac. Cítrico durante los 2 primeros minutos en el presente estudio en comparación con el EDTA⁽³³⁾

Además, los resultados coinciden con lo reportado por Emboava et al en 2009, donde el objetivo fue evaluar la concentración de iones de calcio y de eliminación de la capa de smear layer mediante el uso de quelantes (15% de EDTA, ácido cítrico al 10%, 10% de citrato de sodio, vinagre de manzana, ácido acético al 5%, ácido málico 5%, e hipoclorito de sodio), donde cada solución se mantuvo 5 minutos en el conducto radicular y se concluyo en que uso de 15% de EDTA tuvo una mayor concentración de iones de calcio seguido de ácido cítrico al 10% esto midiendo la concentración de iones de calcio mediante el uso de espectrometría de absorción atómica. Esto en relación a nuestras observaciones de una actividad significativamente mayor del EDTA a partir del minuto 4 en comparación con el Ac, Cítrico.⁽³⁹⁾

Así también, los resultados coinciden con lo reportado por De- Deus et al. en 2006, cuyo objetivo de estudio fue evaluar el efecto del ácido cítrico, ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) y ácido etilendiaminotetraacético más Cetavlon (EDTAC) en la microdureza de la dentina del conductos radiculares de humano y se reporta que la microdureza disminuyó al aumentar el tiempo de aplicación de soluciones quelante. Coincide a su vez en que el ácido cítrico causó significativamente una menor microdureza después de 3 minutos en comparación con el EDTA. Sin embargo, difiere en que no encontraron diferencias significativas entre microdureza inicial para los tres grupos, así como después de 1 minuto de aplicación de las sustancias, comparado con nuestros resultados donde encontramos diferencias significativas de actividad desde el minuto 2 hasta el

minuto 20, exceptuando el minuto 6 donde no hubo diferencias y la actividad de ambas sustancias fue muy similar. ⁽³²⁾

CONCLUSIONES

⇒ Ambos quelantes tienen un efecto descalcificante en los conductos aun sin ser instrumentados previamente, lo que nos lleva a concluir que pueden ser utilizados para la localización de conductos obliterados o hipermineralizados, esto sin el riesgo de alterar la anatomía de los conductos, e incluso con la probabilidad de dejar el quelante, en especial el EDTA, dentro de la cavidad durante un periodo de hasta 20 min sin riesgos de una perforación por la actividad excesiva de pérdida de estructura ya que también podemos observar como disminuyó la actividad a partir de los 10 min esto en específico en casos de conductos obliterados.

⇒ Ácido cítrico tiene en un principio una mayor actividad que el EDTA así como una desactivación más temprana lo que nos podría ayudar en casos ya comentados de conductos obliterados en un intento de disminuir la microdureza en un periodo de 2 a 6 minutos, es decir, un tiempo no excesivo para esperar durante el momento de la consulta endodóntica

⇒ El EDTA mantuvo un efecto constante y sostenido durante el tiempo considerado durante el estudio, lo que nos indica un efecto mayor a través del tiempo en comparación con el Ac. Cítrico concluyendo que en los casos de retiro de Smear layer es imprescindible la inactivación del quelante con sustancias como Hipoclorito de Sodio para evitar que continúe su actividad y exista un riesgo de pérdida excesiva de la microdureza de la dentina.

⇒ Podemos concluir también, que el método de observación a través de Radiovisiógrafo representa una alternativa para la observación de la quelación a través del tiempo en una misma muestra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bernick S, Nedelman C. Effect of aging on the human pulp. JOE. 1975.1:88-94.
2. Milch, R.A. Aging of connective tissues, in Perspectives in experimental gerontology, N. W. Shock (ed.) Springfield, Ill, Charles C Thomas Co., 1966,109-24
3. Bernick S. Effect of aging on the nerve supply to human teeth. J Dent Res.1967.46, 694–9.
4. Ketterl W. Age-induced changes in the teeth and their attachment apparatus. Int Dent J.1983.33, 262–71.
5. Morse DR. Age-related changes of the dental pulp complex and their relationship to systemic aging. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1991.72, 721–45.
6. Shroff, F.R. et al. Physiologic pathology of changes in the dental pulp. Senile pulp atrophy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol.1953.6:1455-60
7. Stanley, H.R., Ranney, R.R. Age changes in the human dental pulp. The quality of collagen. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1962.15: 1396.
8. Seltzer S, Bender IB. The Dental Pulp, 3rd edn. Philadelphia, PA: J.B. Lippincott Company. 1984
9. Johnson PL, Bevelander G. Histogenesis and histochemistry of pulpal calcification. J Dent Res .1956. 35.714–22
10. Moss-Salentijn L, Klyvert MH. Epithelially induced denticles in the pulps of recently erupted, noncarious human premolars. J Endod. 1983.9, 554–60
11. Arys A, et al. Microradiography and light microscopy of mineralization in the pulp of undemineralized human primary molars. J Oral Pathol Med. 1993. 22, 49–53
12. Kantaputra PN, et al. Van der Woude syndrome with sensorineural hearing loss, large craniofacial sinuses, dental pulp stones, and minor limb anomalies: report of a four-generation Thai family. Am J Med Gene. 2002. 108, 275–80.
13. Mjör IA, Pindborg JJ. Histology of the human tooth. Copenhagen: Munksgaard, 1973. 61–2.
14. Philippas G. Influence of occlusal wear and age on formation of dentin and size of pulp chamber. J Dent Res. 1961. 40, 1186–98.

15. Sayegh FS, Reed AJ. Calcification in the dental pulp. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1968. 25, 873–82.
16. Appleton J, Williams MJ. Ultrastructural observations on the calcification of human dental pulp. *Calcif Tissue Res.* 1973. 11, 222–37.
17. Cohen S, Hargreaves KM, eds. *Pathways of the Pulp*, 9th edn. St. Louis, MO, USA: Mosby Elsevier. 502–4.
18. Le May O, Kaqueler JC. Scanning electron microscopic study of pulp stones in human permanent teeth. *Scanning Microsc.* 1991. 5, 257–67.
19. Gibilisco JA. *Stafne's Oral radiographic diagnosis*. 5th ed. Philadelphia; WB Saunders, 1985; 71-3.
20. Ninomiya M, Ohishi M, Kido J, Ohsaki Y, Nagata T. Immunohistochemical localization of osteopontin in human pulp stones. *J Endod.* 2001. 27, 269–72.
21. Sodek J, et al. Regulation of osteopontin expression in osteoblasts. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1995. 760, 223–41.
22. Hirota S et al. Expression of osteopontin messenger RNA by macrophages in atherosclerotic plaques. A possible association with calcification. *Am J Pathol.* 1993.143,1003–8.
23. De Sousa G, Maria S, Lopes T. Demineralization effect of EDTA, EGTA, CDTA and citric acid on root dentin: a comparative study. *Braz Oral Res.* 2005;19:188-92
24. Hülsmann M, et al. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J.* 2003. 36, 810–30.
25. Rotstein I, et al. Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J Endod.* 1996. 22, 23–6.
26. Torabinejad, M. *Endodontics :principles and practice / C2009*
27. Dickerson EE, Gray H, Darensbourg MY, Darensbourg DJ. *Principios de química*. 3ª ed. Barcelona. Ed. Reverté S. A., 1986:728-33.
28. Machado-Silveiro, et al. Decalcification of root canal dentine by citric acid, EDTA and sodium citrate. *Int Endod J.* 2004;37:365-69.

29. Pashley DH, et al. Dentine permeability: effects of smear layers removal. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1981. 46, 5131–7.
30. Goldman LB, et al. The efficacy of several irrigating solutions for endodontics: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1981. 52, 197-204
31. Yamaguchi M, et al. Root canal irrigation with Citric Acid Solution. *J Endod.* 1996. 22, 27-9
32. De-Deus G, et al. Evaluation of the EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. *Int Endod J.* 2006. 39, 401-7.
33. De-Deus G, et al. Real-time atomic force microscopy of root dentine during demineralization when subjected to chelating agents. *Int Endod J.* 2006.39, 683–92.
34. Cruz-Filho et al. Evaluation of the Effect of EDTAC, CDTA, and EGTA on Radicular Dentin Microhardness. *J Endod.* 2001. 27, 183-184
35. O'Connell MS, et al. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod.* 2000. 26, 736–43
36. Calt S, Serper A. Time-dependent effects of EDTA on dentine structures. *J Endod.* 2002. 28, 17–9.
37. Grande NM, et al. Interaction between EDTA and Sodium Hypochlorite: A Nuclear Magnetic Resonance Analysis *J Endod.* 2006. 32,460-4.
38. Scelza MFZ, et al. Decalcifying of EDTA-T 10% citric acid and 17% EDTA on root canal dentine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 2003. 95, 234–6.
39. Emboava Spanó JC, et al. Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. *J Endod.* 2009. 35, 727-730.
40. Clark D. The operating microscope and ultrasonics: a perfect marriage. *Dent Today.* 2004. 23, 74-81.