

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, TIJUANA

MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD



TESIS

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE: MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA SALUD**

TEMA

**INTERFASE DE TRES CEMENTOS SELLADORES HACIA DENTINA
RADICULAR UTILIZANDO TÉCNICA DE CONDENSACIÓN LATERAL EN
FRIO. ESTUDIO DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO**

PRESIDENTE DE TESIS

Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez

PRESENTA

C.D.E. Patricia Meza Reyes

SINODAL

Dr. Miguel Ángel Cadena Alcántar

SINODAL

M.C. Haydeé Gómez Llanos Juárez

TIJUANA BAJA CALIFORNIA

JULIO 2012

**INTERFASE DE TRES CEMENTOS SELLADORES HACIA DENTINA
RADICULAR UTILIZANDO TÉCNICA DE CONDENSACIÓN LATERAL EN
FRIO. ESTUDIO DE MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE BARRIDO**

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue comparar la Interfase Cemento Sellador – Dentina (superficie o separación entre dos fases físicas o químicas diferentes, cemento sellador y paredes dentinarias) de tres cementos selladores AH-Plus Jet[®], BC Sealer[™] y Real Seal SE[™]. Cuarenta y Siete órganos dentarios humanos con conductos únicos extraídos fueron utilizados. Fueron seleccionados al azar para formar tres grupos de 15 cada uno y 2 órganos dentarios para grupo control, siendo uno positivo y otro negativo. En los tres grupos se utilizó gutapercha con conicidad 40/.04 y técnica de condensación lateral en frío. Las muestras fueron seccionadas y llevadas al microscopio electrónico de barrido para su análisis. Este estudio demostró que la interfase estuvo presente en todas las muestras evaluadas. El espesor de cemento no fue uniforme en todos los especímenes lo que podría determinar fallas en la técnica de obturación; por lo tanto, se recomienda realizar técnicas híbridas de obturación. Aunque durante el análisis de las muestras bajo MEB se observó continuidad física entre el cemento y la dentina, se logró evidenciar al menos un punto donde se apreciaba una brecha, el cual fué tomado como objeto de estudio (punto de referencia) para medir tales valores.

Palabras Claves: Interfase, AH-Plus Jet[®], BC Sealer[™] y Real Seal SE[™]

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the Sealer - Dentin Interfaces (surface or physical separation between two phases or different chemical sealer and dentin walls) of three sealers cements AH-Plus Jet ®, BC Sealer™ and Real Seal SE™. Forty-seven human single rooted teeth were used. Were randomly divided in to three groups of 15 each one and 2 for control group, served as positive and negative. The three groups were obturated with gutta-percha taper 40/.04 and lateral condensation. The samples were sectioned and taken to the scanning electron microscope for analysis. This study demonstrated that the interface was present in all samples. The cement thickness was not uniform in all specimens which could determine faults in the filling technique, therefore, it is recommended hybrid techniques. Although for the analysis of samples under SEM showed physical continuity between cement and dentin was achieved demonstrate at least one point which revealed a gap, which was taken as an object of study (baseline) to measure these values.

Keyword: Interfaces, AH-Plus Jet®, BC Sealer™ y Real Seal SE™.

ÍNDICE	PÁGINA
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Características físicas y químicas del hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$	6
1.2 Mecanismo de acción del hidróxido de calcio $[Ca(OH)_2]$	6
1.3 Efecto antimicrobiano	6
2. ANTECEDENTES.....	10
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
4. JUSTIFICACIÓN.....	13
5. MARCO TEÓRICO.....	25
5.1Hidróxido de Calcio.....	25
5.1.1El Hidróxido de calcio como Medicación dentro del Conducto Radicular	25
5.2 Ácido Etilendiaminotetraacético.....	32
5.2.1 Aplicaciones del EDTA en odontología conservadora.....	34
5.2.2 Aplicaciones del EDTA en endodoncia.....	35
5.2.3 Presentaciones comerciales de EDTA solo o asociado a otros agentes irrigantes.....	36
5.2.4 Biocompatibilidad y Toxicidad del EDTA.....	38
5.3 Hipoclorito De Sodio.....	39
5.4 Hipoclorito De Sodio y Agentes Quelantes.....	43
5.4.1Objetivos.....	44
6. OBJETIVO.....	45

7. HIPÓTESIS.....	45
8. MATERIAL y METODOLOGÍA.....	45
8.1 Tipo de Estudio.....	45
8.2 Selección de Variables.....	46
8.3 Universo de Trabajo.....	46
8.4 Muestra.....	46
8.4.1 Criterios de Inclusión.....	46
8.4.2 Criterios de Exclusión.....	47
8.4.3 Criterios de Eliminación.....	47
9. MATERIALES y MÉTODOS.....	47
9.1 Material.....	47
9.2 Metodología.....	48
10. RECOLECCIÓN DE DATOS	57
11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	60
12. RESULTADOS.....	61
13. DISCUSIÓN.....	62

14. CONCLUSIÓN.....	66
15. BIBLIOGRAFÍA.....	68

1. INTRODUCCIÓN

Una obturación tridimensional adecuada del conducto radicular debidamente instrumentado es un paso vital hacia la terapia de endodoncia exitosa. Verrísimo y cols argumentan que un tratamiento de conductos exitoso dependerá de la preparación y limpieza biomecánica, además de la obturación tridimensional del sistema de conductos, esto es, el sellado del espacio completo que ocupaba el tejido pulpar. La técnica de condensación lateral ha sido la más utilizada para la obturación de conductos radiculares y sirve como referencia para la evaluación de otras técnicas. En 1980, John T. McSpadden desarrolló la técnica de condensación termomecánica y en 1984 Tagger introduce la técnica de obturación híbrida, con el objetivo de mejorar el sellado apical.⁽²⁾ La Gutapercha durante mucho tiempo ha sido aceptada como el material de obturación de elección para la obturación del sistema de conductos. Se han introducido innumerables materiales que pretenden sellar mejor que la gutapercha o mejorar la gutapercha. Sin embargo, no existe ningún material que sea tan exitoso o que haya sido ampliamente aceptado como la gutapercha debido a su facilidad de manipulación, propiedad para sellar el conducto y la radiopacidad. Desai S. y cols describen que para la obturación del conducto radicular, cuando se utiliza un material núcleo sólido, se requiere de un cemento sellador que obture los espacios y brechas que existan entre éste y las paredes del conducto radicular para prevenir o evitar filtraciones. De acuerdo con Orstavik, los cementos selladores juegan un papel muy importante en la obturación tridimensional del conducto radicular;

entambando los microorganismos remanentes que pudieran quedar después de la instrumentación biomecánica y obturando áreas innacesibles del conducto radicular. Dichas propiedades del material núcleo para obturación fueron descritas por Grossman.⁽³⁾ Para incrementar el éxito en el tratamiento de conductos radiculares debe de haber un sellado tanto apical como coronal, según Collins y cols, la barrera apical es la primera línea para impedir la filtración, aunque se sabe que si se pierde el sellado coronal habrá una recontaminación del conducto radicular y por consecuencia el fracaso del tratamiento de conductos.⁽⁴⁾

La Asociación Americana de Endodoncia (AAE) define a la obturación como el relleno tridimensional de todo el sistema de conductos radiculares lo más cerca posible al límite cemento-dentinario. Si bien es cierto que existe un axioma en endodoncia que dice que, es más importante lo que se retira del interior del conducto que lo que se introduce en el mismo, no menos cierto es que si no se realiza una correcta obturación el pronóstico de la endodoncia puede verse seriamente comprometido, por muy bien que se realice las distintas fases de la preparación del sistema de conductos radiculares.

La gutapercha es sin duda el material ideal de obturación ya que cumple la mayoría de los principios que Grossman estableció para poder catalogarla como material idóneo de obturación.

- Fácil de introducir en el interior de los conductos radiculares
- Estabilidad dimensional
- Impermeable
- Bacteriostático

- No irritante para los tejidos periapicales
- Radiopaco
- No debe de producir cambios de coloración en el órgano dentario
- Estéril
- Sellar la totalidad del conducto tanto lateral como apicalmente
- Debe retirarse con facilidad del conducto si fuera necesario

La gutapercha es un polímero de isopreno que está compuesto de un 66% de óxido de zinc, 20% de gutapercha, 11% de metales pesados, 3% de ceras o resinas y colorantes.⁽⁵⁾

Químicamente existen dos formas de gutapercha, alfa (α) y beta (β). La gutapercha alfa se utiliza en sistemas de obturación termoplastificados y la beta es la gutapercha comercial, con un punto de fusión de 64°C, convirtiéndose en gutapercha alfa al calentarla a 46°C y regresando a la forma beta al enfriarse rápidamente con gran contracción que debemos de compensar con condensación vertical. Ningún material solo es capaz de obturar un conducto radicular, siendo necesaria la utilización de un cemento sellador.

La función de un cemento sellador es eliminar la interfase existente entre el material núcleo de relleno y las paredes dentinarias del conducto radicular con la finalidad de conseguir una obturación tridimensional.

Un buen cemento sellador debe de reunir las siguientes características:

- Debe adherirse al material núcleo de obturación y a las paredes dentinarias conducto radicular
- Sellar herméticamente los conductos radiculares

- Radiopaco
- Ausencia de contracción al fraguar
- Bacteriostático
- No provocar cambios de color
- Tiempo de fraguado lo suficientemente lento para poder realizar la técnica de obturación
- Insoluble en fluidos
- Biocompatible
- No debe ser mutagénico, ni carcinogénico
- No debe generar reacción inflamatoria al ponerse en contacto con los tejidos periapical.⁽⁵⁾

El hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ ha sido ampliamente utilizado como medicamento intraconducto, Qalt S. y cols; comentan que además se ha utilizado para apexificaciones, reparación de perforaciones, como tratamiento para fracturas radiculares y resorciones entre otras. Ellos demuestran en su estudio que la eliminación incompleta del hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ cuando sólo se utiliza hipoclorito de sodio (NaOCl), causa bloqueo hacia los túbulos dentinarios, por lo cual, se observa ausencia de penetración de cemento sellador hacia ellos. Por otra parte cuando se utiliza como sustancia irrigante el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), seguido por hipoclorito de sodio (NaOCl), las partículas del hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ son removidas de las paredes dentinarias observándose penetración de cemento sellador hacia túbulos dentinarios.⁽⁶⁾ Los cementos selladores se combinan con los distintos

materiales de obturación por su efecto germicida, rellenando las irregularidades existentes entre el material de obturación y las paredes dentinarias, porque al fraguar en el interior del conducto radicular y adquirir consistencia sólida, unen el material de obturación a las paredes dentinarias. La radiopacidad de los cementos selladores permite visualizar la presencia de conductos accesorios y posibles zonas de reabsorción. El término monobloque, que literalmente significa, una sola unidad, ha sido empleado en odontología desde el siglo pasado, introducido en 1902, por el Dr. Pierre Robin en ortodoncia. Hasta que exista la posibilidad de una completa regeneración pulpar, los conductos radiculares tendrán que ser obturados con materiales biocompatibles. Con la instrumentación biomecánica se produce debilitamiento de la pared radicular, es por eso que la formación de un monobloque en endodoncia se esta volviendo cada vez mas importante.⁽⁷⁾

El hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ es una de las sustancias más utilizadas en endodoncia desde su introducción por Hermann en 1920 como medicamento intraconducto, además, ha sido propuesto para numerosos procedimientos tales como medicación intraconducto, solución irrigadora, tratamiento de reabsorciones, como cemento sellador, reparación de perforaciones, recubrimientos pulpaes, apexificación y apexogénesis. Se ha demostrado que el hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ actúa por disociación iónica y que su efecto antimicrobiano se debe a su elevado pH de aproximadamente 12.5 y a la liberación de iones hidroxilo. Así mismo, su

capacidad inductora en la formación de tejidos calcificados, se ha atribuido a la liberación de iones calcio.⁽⁸⁾

1.1 Características físicas y químicas del hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$

El hidróxido de calcio se presenta como un polvo blanco, alcalino (pH 12.5-12.8), poco soluble en agua (solubilidad de 1.2 g/litro de agua a 25°C e insoluble en alcohol). Es una base fuerte obtenida a partir de la combustión del carbonato de calcio hasta su formación en óxido de calcio, el cual al ser hidratado se transforma en hidróxido de calcio. Es un compuesto altamente inestable, puesto que al entrar en contacto con el dióxido de carbono regresa a su estado de carbonato de calcio. Por ello, se recomienda que sea almacenado en un frasco bien cerrado.

1.2 Mecanismo de acción del hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$

El hidróxido de calcio actúa por disociación iónica. A los productos de esta reacción química se les ha atribuido su efecto biológico, el cual difiere en tejidos vitales de tejidos necróticos. En tejidos vitales se ha postulado que induce la formación de tejidos duros, y en tejidos necróticos, que desinfecta por su gran capacidad antibacteriana. Sin embargo, existe controversia sobre como puede hacer selectivo estos dos efectos antagónicos.

1.3 Efecto antimicrobiano

La acción bactericida del hidróxido de calcio ha sido relacionada con la liberación de iones hidroxilo, los cuales son radicales altamente oxidantes, con

una gran reactividad, lo que dificulta que puedan difundirse a sitios distantes. Sus efectos letales sobre las bacterias (y las células) ocurren por los siguientes mecanismos: **daño a la membrana citoplasmática, desnaturalización proteica, daño al DNA**, los tres mecanismos pueden ocurrir, es difícil establecer cual de ellos es el principal mecanismo de acción involucrado en la muerte celular y bacteriana. También se ha sugerido que el hidróxido de calcio tiene la capacidad de absorber el dióxido de carbono (CO_2), lo que puede contribuir a su actividad antibacteriana. Sin embargo, se ha demostrado que el dióxido de carbono (CO_2) puede difundirse a través del cemento y desde los tejidos periapicales, por lo que el suministro de dióxido de carbobo (CO_2) siempre se mantiene. En consecuencia, no hay razón para considerar que el hidróxido de calcio [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] impida la utilización del dióxido de (CO_2) por las bacterias. También se ha postulado que el hidróxido de calcio [$\text{Ca}(\text{OH})_2$] es capaz de alterar el pH del medio donde es colocado e incluso hasta en sitios distantes, lo cual aumenta su efecto bactericida.⁽⁸⁾

La dentina es el tejido calcificado más abundante en los órganos dentarios. Situado entre el esmalte exterior y la pulpa interior, la dentina es un nanocompuesto hidratado de cristales de hidroxiapatita mineral, con un espesor de 5 nm, aproximadamente en un 45% de su volumen. Su distribución es telescópica. Las fibrillas de colágeno tipo I tienen entre 50-100 nm de diámetro, y ocupan aproximadamente el 30% en volumen, siendo el líquido y las proteínas no colágenas el 25% restante del contenido total dentinario.

Las microestructura y propiedades de la dentina son un factor determinante en odontología adhesiva. La fuerza de las uniones adhesivas que se forma entre los materiales de restauración y la dentina es directamente afectada por el número y la concentración de los túbulos dentinarios por milímetro cuadrado y su diámetro, así como la cantidad de dentina intertubular.⁽⁹⁾

Como es conocido, el objetivo de la terapia endodóntica es la completa eliminación de microorganismos del sistema de conductos radiculares, para evitar así una posible reinfección. Sin embargo sabemos que la preparación biomecánica reduce la carga bacteriana ya que la eliminación por completo de esta, es casi imposible debido a la compleja anatomía radicular. ⁽¹⁰⁾

Moon y cols, reportan que la instrumentación biomecánica deja aproximadamente el 35% de la superficie radicular sin tocar, es debido a eso que la utilización de agentes irrigantes y desinfectantes tales como el hipoclorito de sodio (NaOCl) y el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) deben ser utilizados. La instrumentación biomecánica deja un lodillo dentinario de aproximadamente 1 a 2 nm de espesor, que estructuralmente consta de dos partes una estructura inorgánica y otra orgánica compuesta por microorganismos, remanentes de tejido pulpar entre otros. ⁽¹⁰⁾

Moon y cols, resaltan que el lodillo dentinario evita la penetración de sustancias irrigantes y medicamento hacia túbulos dentinarios. Este puede empaquetarse hasta una longitud de 40nm dentro de ellos, debido a esta situación es necesaria la eliminación de esta capa de residuos.

La capa de lodillo dentinario constituye una influencia negativa en la capacidad de la adherencia del material de obturación hacia las paredes dentinarias y por lo tanto del sellado. El hipoclorito de sodio (NaOCl) es la sustancia irrigante que se utiliza con mayor frecuencia en el tratamiento de conductos, en una concentración que va desde el 1 al 5.25%. Sus propiedades bactericidas y su habilidad para la disolución de tejido orgánico es lo que lo hace superior a otros agentes irrigantes, sin embargo se ha demostrado que este no tiene la capacidad de remoción del lodillo dentinario. ⁽¹¹⁾ Takeda y cols, reportan sustancias capaces de la eliminación del lodillo dentinario formado después de la instrumentación mecánica, tales como ácido fosfórico, ácido cítrico y EDTA (ácido etilendiamonotetracético).

A estas sustancias que tiene la capacidad para eliminar el lodillo dentinario denominan quelantes. Tienen la propiedad de fijar iones metálicos de un determinado complejo molecular. Por lo tanto, la quelación es un fenómeno fisicoquímico por el cual ciertos iones metálicos son secuestrados de los complejos de los que participan. No todos los quelantes fijan cualquier ion metálico, hay una cierta especificidad para determinados iones. Este proceso se repite hasta que se agota la acción quelante. Un material quelante adecuado debe contar con propiedades, tales como ser solvente de tejido y detritos, tener baja toxicidad, baja tensión superficial, eliminar la capa de lodillo dentinario, lubricante, inodoro, sabor neutro, acción rápida y fácil manipulación. Dentro de los quelantes más usados en endodoncia están el EDTA (ácido etilendiaminotetraacético). Es un quelante específico para el ion calcio y por consiguiente para la dentina. La dentina es un complejo molecular que tiene en

su composición iones de calcio y sobre la cual se aplica el quelante; lo que puede resultar en una deficiencia de iones calcio que le dará más facilidad de desintegración. El efecto de desmineralización del EDTA depende de la concentración, siendo ésta al 17% y un pH bajo o neutral, y ya que tiene afinidad a los iones calcio, la disminución de calcio incrementará la disociación de la hidroxiapatita y la capacidad de quelación del EDTA, además, cuando el tiempo de exposición utilizado es de 1 minuto, puede remover el lodillo dentinario. La penetración del NaOCl está relacionada con su concentración. Si alternamos EDTA y luego NaOCl al 5.25% se puede lograr una penetración dentro de los túbulos hasta de 500 micras. Se ha reportado que el método más efectivo en la eliminación total del lodillo dentinario es la irrigación del conducto radicular con 10 ml de EDTA al 17% seguido de 5 ml de hipoclorito de sodio al 5.25% durante 1 minuto. Sin olvidar que la combinación de estas dos sustancias causan una disolución progresiva de la dentina. En estudios realizados sobre la eficacia de la remoción del lodillo dentinario, con esta combinación, se ha encontrado que el efecto del quelante es mayor a nivel cervical y medio de la raíz, pero es deficiente en el tercio apical.

2. ANTECEDENTES

Debido a que el hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ es una de las sustancias más ampliamente utilizadas en endodoncia desde su introducción por Hermann en 1920, es de vital importancia la eliminación de este cuando es utilizado como medicamento intraconducto para que así los cementos selladores penetren hacia

túbulos dentinarios como **Qalt S. y cols en 1999**, evaluaron la penetración hacia tubulillos dentinarios de cementos selladores después de la colocación de hidróxido de calcio como medicamento intraconducto. Utilizaron cuarenta y dos dientes uniradiculares los cuales fueron instrumentados hasta una lima apical maestra #60. Seis dientes sirvieron como grupo control, y los dientes restantes fueron asignados a dos grupos. Los conductos radiculares del primer grupo se obturaron con $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ en pasta, el segundo grupo con TempCanal, todos se incubaron durante 7 días. Las muestras fueron irrigadas para la eliminación del medicamento intraconducto con NaOCl y con EDTA, seguido de NaOCl. Todos los conductos fueron obturados con cemento sellador CRCS, AH-26, y Ketac Endo con técnica de condensación lateral. Las muestras fueron almacenadas por 7 días bajo las mismas condiciones después, todos los conductos se prepararon para observación bajo el MEB. Este reveló que en los conductos donde solo se utilizó NaOCl para la eliminación del $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ no hubo penetración del cemento sellador hacia tubulillos dentinarios debido a la falta de remoción de éste y en el grupo en el cual se utilizó EDTA seguido por irrigación con NaOCl el resultado fue la remoción completa $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ y la penetración de cemento sellador hacia tubulillos dentinarios. De igual manera los agentes quelantes son sustancias que juegan un papel importante en el debridamiento de los conductos ya que cumplen la función de facilitar la preparación biomecánica, al desintegrar tanto el lodillo dentinario (smear-layer), como el componente calcificado y mineralizado de las paredes dentinales y de esta forma permiten el paso de la sustancia irrigante dentro de los túbulos dentinales para la eliminación de los microorganismos presentes en el conducto radicular, **Kokkas Andreas B**

y cols, en 2004 realizaron un estudio donde se evaluó la influencia del smear layer en la profundidad de penetración de tres cementos selladores (AH Plus, Apexit, and Roth 811), hacia tubulillos dentinarios, donde se utilizaron 64 dientes uniradiculares de reciente extracción. Después de la preparación biomecánica los especímenes fueron divididos aleatoriamente. En el grupo A, el smear layer permaneció intacto, mientras que en el grupo B fue removido por completo. Dos muestra de cada grupo fueron utilizados como controles. Diez muestras fueron obturadas con gutapercha y técnica de condensación lateral con su respectivo cemento sellador. Fueron llevadas al microscópio electrónico de barrido y se observó que éste obstruye la penetración del cemento sellador “B”, en contraste con la penetración a diferentes profundidades del grupo “A”, AH Plus and Apexit demostraron significativamente mayor profundidad de penetración, profundidad de hasta 59m y 65m respectivamente contrario a la máxima profundidad de penetración del Roth 811 de 21m. ¹³

Collins J. y cols en 2006, realizaron un estudio con un modelo fabricado de un conducto radicular dividido por la mitad se realizó una réplica de irregularidades encontrados dentro del conducto radicular normalmente, comparando tres tipos de técnicas de obturación, lateral en frio, lateral y vertical caliente, hubo una diferencia significativa con respecto a las dos técnicas con calor, sin embargo entre ellas no hubo diferencia alguna ⁽⁴⁾. Se ha demostrado que el Ca(OH)_2 actúa por disociación iónica y que su efecto antimicrobiano se debe a su elevado pH (12.8) y a la liberación de iones hidroxilo. ⁽¹⁴⁾ Así mismo, su capacidad inductora en la formación de tejidos calcificados, se ha atribuido a la

liberación de iones calcio. ⁽¹⁵⁾ Sin embargo, para poder atribuirle estos efectos biológicos al Ca(OH)_2 se hace necesario soportarlos desde la ciencia básica, la cual, es en primera instancia, la que debe proporcionarle los fundamentos para soportar o descartar los diferentes usos clínicos que se le atribuyen, es por eso que **Ching S y cols en 2006** investigaron los efectos del uso de hidróxido de calcio como medicamento intraconducto sobre la capacidad de sellado de un polímero sintético termoplástico para obturación Resilon[®]. Cuarenta y siete dientes uniradiculares fueron decoronados y utilizados se instrumentaron hasta una lima apical maestra #40. Los dientes fueron divididos al azar en tres grupos experimentales de 15 conductos cada uno. Grupo 1 se obturó inmediatamente. Grupo 2 y grupo 3 se les colocó pasta de hidróxido de calcio con un léntulo-espiral. Después de 7 días, el hidróxido de calcio fue retirado de los conductos con dos técnicas diferentes: agitando una lima # 15 e irrigación de EDTA al 17% (grupo 2) y agitación por ultrasonido con irrigación de EDTA al 17% (grupo 3) durante 2 min. Todos los conductos fueron obturados con Resilon[®] cemento sellador Epiphany[™] y técnica de condensación lateral. Se utilizaron dos especímenes como grupo control que se obturaron de inmediato con puntas de Resilon[®] #40/.04 sin cemento sellador. Un modelo de microfiltración bacteriana fué utilizado con estreptococo mutans y las muestras fueron evaluadas diariamente por un periodo de 30 días. En general, 6 de 44 (14%) de las muestras obturadas con puntas de Resilon[®] y cemento sellador Epiphany[™] a base resina tuvieron microfiltración bacteriana. Tres muestras en el grupo 1 (21%), dos muestras en el grupo 2 (13%), y un espécimen en el grupo 3 (7%). Con la prueba de Fisher, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre

los grupos con hidróxido de calcio y el grupo sin hidróxido de calcio. En el marco de condiciones de este estudio, el hidróxido de calcio no afectó adversamente al sellado con Resilon[®]. ¹⁶

La introducción de materiales de obturación adhesivos prometen una obturación más eficiente del conducto radicular por eso **Epley S. R y cols en 2006**, diseñaron un proyecto para determinar como un nuevo material de obturación a base de resina comparado con técnicas de obturación tradicional tiene la capacidad para obturar el espacio del conducto. Ochenta raíces palatinas y distales de primeros molares fueron utilizadas. Los conductos fueron instrumentados con técnica híbrida (instrumentos rotatorios y manuales) divididos en cuatro grupos, fué utilizado un nuevo material a base de resina, condensación lateral y calor continuo. Los conductos fueron seccionados a 1,3 y 5 mm del ápice y examinados bajo magnificación. Usando un programa por computadora se calcularon y compararon el área de superficie con espacios. La técnica de condensación lateral con gutapercha fue el único grupo que demostró significativamente más espacios. No hubo diferencia significativa estadísticamente entre los otros tres grupos. ¹⁷ Un aspecto que debe resaltarse, es la ineficacia del Ca(OH)_2 para eliminar las bacterias dentro de los túbulos dentinales. ⁽¹⁸⁾ Se ha reportado que diferentes preparaciones de hidróxido de calcio son incapaces de eliminar enterococcus faecalis de los túbulos dentinales, aún cuando éste se encuentra en la entrada de los túbulos. ^(19,20), **David M. Kenne y cols en 2006** evaluaron la cantidad de hidróxido de calcio que queda en los conductos radiculares después de su eliminación con varias

técnicas que incluyen combinaciones de NaOCl con EDTA, manualmente, instrumentación rotatoria, y ultrasonido. Se utilizaron conductos mesiales de 12 molares inferiores. Los conductos fueron seccionados longitudinalmente se utilizaron plantillas de acrílico para llevar a cabo la aproximación de las partes. Después de la colocación de $[\text{Ca}(\text{OH})]_2$ en los conductos, se utilizaron cuatro técnicas para su eliminación. En la primera técnica se utilizó la lima apical maestra entre dos irrigaciones de 5 ml cada una de NaOCl. Las otras tres técnicas fueron combinadas con la primera y EDTA 2.5 ml, con un instrumento rotatorio a longitud de trabajo y cavitación ultrasónica pasiva. Los resultados mostraron que ninguna técnica eliminó por completo el $[\text{Ca}(\text{OH})]_2$. Con la utilización de un instrumento rotatorio y la técnica de ultrasonido, se eliminó mayor cantidad de hidróxido de calcio aunque no hubo diferencia significativa entre ambos. ²¹

La irrigación es el procedimiento de limpieza radicular que ha creado una gran controversia para el profesional en cual pueda ser el mejor método, esto teniendo en cuenta siempre los medios diagnósticos para ver la conformidad anatómica del conducto. La irrigación debemos realizarla en tres momentos: Antes para localizar y permeabilizar los conductos, durante la instrumentación y después al terminar la preparación biomecánica, **Franklin R. Tay y cols en 2006** publicaron un estudio donde se examinó el efecto de la irrigación por 2 minutos con Biopure MTAD y EDTA sobre el grado de desmineralización de la dentina intacta intrarradicular y la nanofiltración después de la obturación con

AH Plus™ y gutapercha mediante compactación vertical caliente. La microscopía electrónica de transmisión confirmó que la reducción del tiempo de irrigación no pone en peligro la capacidad de eliminación de la capa de lodillo dentinario de estos dos irrigantes utilizando NaOCl al 1.3% como irrigación inicial. Biopure MTAD crea una capa desmineralizada de matrices de dentina de 5 a 6 m de espesor, mientras que el EDTA al 17% produce de 1 a 2 m de espesor que son infiltradas por el cemento sellador a base de resina epóxica, esto manifestado por la aparición de depósitos de plata dentro de la capa híbrida. Es importante la comparación de materiales nuevos de obturación con la finalidad de ayudar a mejorar la terapia endodóntica, así **Verrisimo y cols en 2007**, realizaron un estudio acerca de filtración apical entre gutapercha/AH-Plus™ y Resilon®/Epiphany™ (RES), ellos utilizaron setenta dientes extraídos, los cuales fueron divididos en cuatro grupos, dependiendo de los materiales con los cuales fueron obturados (técnica de condensación lateral “LT” y técnica híbrida “TH”) y dos grupos control, después de 7 días a 37°C y 100% de humedad. Las muestras fueron sumergidas en tinta china y diafanizadas. El grado de filtración encontrado en las muestras lo midieron con el programa NIH ImageJ. Con respecto a la comparación entre técnicas de obturación a una $p > 0.05$ no hubo diferencia estadísticamente significativa (LT y TH), sin embargo a la ausencia de filtración hubo diferencia estadísticamente significativa, con respecto al material utilizando, donde con gutapercha esta fue menor.

Debido a la tecnología adhesiva **Tay FR, y cols en 2007**, realizaron un análisis a cerca del término monobloque, el cual ellos comentan que literalmente

significa unidad. Este término refieren ellos que fue introducido en ortodoncia por el Dr. Pierre Robin hacia 1902, para patologías de oclusión. Tay FR y cols, comentan que hasta que no exista la regeneración pulpar, esta tendrá que ser reemplazada por materiales restaurativos, y que debido al debilitamiento de las paredes dentinarias como consecuencia de la instrumentación biomecánica, la tecnología adhesiva, a despertado gran interes, en cual promueve una mejor calidad en el sellado de los conductos radiculares consiguiendo así una sola unidad entre el material de núcleo y las paredes dentinarias. Ellos concluyeron que es más fácil la idea de la formación de un monobloque que su reproducción dentro del espacio radicular, debido a la desfavorable geometría del espacio radicular y a la inexistencia de materiales adhesivos que carezcan de ausencia de contracción, por consiguiente es importante la penetración del cemento sellador hacia túbulos dentinarios con ese propósito, la formación de un monobloque, **K. Mamootil y cols en 2007**, realizaron un estudio donde compararon la profundidad y consistencia de la penetración de tres cementos selladores hacia tubulillos dentinarios, demostrando la penetración más profunda con AH-26™ (1337micras), seguido por Endo REZ® (863 micras) y Pulp Canal Sealer EWT™ (71micras). Los selladores a base de resina tuvieron una penetración más consistente (98 a 1.498 micras), concluyendo que la profundidad y consistencia de los cementos selladores está influenciada por las características físicas y químicas de los materiales, concluyendo que AH-26™ demostró una penetración más profunda (1337 micras), seguido por EndoREZ® (863 micras) y Pulp Canal Sealer EWT™ (71 micras). La diferencia en la penetración de entre todos los grupos sellador resultó ser estadísticamente

significativa ($P < 0.05$). Los selladores a base de resina penetraron con más consistencia hacia los túbulos dentinarios. En los casos clínicos, todos los órganos dentarios demostraron que existió penetración del cemento sellador a diferentes profundidades (98 a 1.490 micras). ²²

Desai S. y cols en 2009 realizaron una revisión exhaustiva de la literatura endodóntica y publicaciones a cerca de cementos selladores con base de hidróxido de calcio, los artículos fueron evaluados según los resultados de laboratorio obtenidos y los estudios clínicos sobre las propiedades biológicas y características físicas de éste. También fueron considerados estudios comparativos con otro tipo de cementos selladores. Numerosos estudios evalúan las propiedades del hidróxido de calcio con base de cemento sellador, incluyendo propiedades físicas, biocompatibilidad, adhesión y solubilidad, entre otros. Estudios comparativos revelan baja citotoxicidad comparándolos con otros tipos de cementos selladores y propiedades antibacteriales variables. Ellos concluyen que los cementos selladores a base de hidróxido de calcio, no cumplen con todos los requisitos descritos por Grossman, existen un sin número de artículos basados en estudios de laboratorio en modelos animales que difieren de situaciones clínicas. El cometido de los irrigantes es más significativo que el de cualquiera de los medicamentos intraconducto, **Young-Mi Moon y cols en 2010** publicaron un estudio en donde evaluaron el efecto de diferentes protocolos de irrigación final sobre la penetración de los cementos selladores hacia tubulillos dentinarios en conductos curvos. Fueron utilizados 45 conductos mesiovestibulares de molares maxilares y mandibulares extraídos y fueron instrumentados e irrigados con hipoclorito de sodio. Las muestras se

dividieron en 3 grupos de acuerdo con la irrigación final utilizada: Grupo N (de control), 3.5% NaOCl; Grupo E, con EDTA al 17%; y grupo EN, EDTA al 17% seguido de NaOCl al 3.5%. Todos los dientes fueron obturados con gutapercha y AH-Plus™ como cemento sellador. Se realizaron cortes transversales de 2 mm (apical) y 5 mm (coronal) se analizó mediante microscopia electrónica de barrido. Se midió el porcentaje total y máximo de profundidad de penetración del cemento sellador. Los resultados obtenidos mostraron que en las secciones apicales de cada grupo existió significativamente un porcentaje más bajo y una profundidad máxima de penetración de sellador que las secciones coronales ($P < 0.05$). En apical los niveles del grupo E y EN resultaron con un mayor porcentaje de penetración de cemento sellador que el grupo control ($P < 0.05$), pero no hubo diferencia significativa de un máximo de profundidad entre el grupo E y el grupo control ($P > 0.05$). Concluyendo que en los conductos curvos, la irrigación final con NaOCl seguida de EDTA al 17% no tuvo ningún efecto adicional en la penetración de sellador. El desbridamiento completo con una aplicación de 1 minuto de EDTA sigue siendo un reto en la zona apical de conductos curvos. ²³

La vibración ultrasónica tiene gran capacidad de limpieza cuando se asocia con los irrigantes, **De gregorio C, y cols en 2010**, realizaron un estudio donde se evaluó el efecto de la irrigación actual y los sistemas de activación para la penetración del NaOCl en conductos laterales simulados y a longitud de trabajo en un sistema cerrado. Se utilizaron 100 dientes unirradiculares, un total de 600 conductos laterales fueron creados, 6 en cada diente, con 2 conductos laterales

a 2, 4, 5 y 6 mm de longitud. Para mayor similitud a la situación clínica, se utilizó un sistema cerrado, creado recubriendo con cera la punta de la raíz. Las muestras fueron divididas aleatoriamente en cuatro grupos experimentales: grupo 1 (n=20), Endoactivator (activación sónica); el grupo 2 (n=20), activación pasiva ultrasónica (PUI); grupo 3 (n = 20), instrumento F; el grupo 4 (n = 20), irrigación apical con presión negativa (ANP), y el grupo control 5 (n = 20), irrigación con presión positiva. Las muestras se evaluaron mediante la observación directa de las imágenes grabadas bajo el microscópio quirúrgico dental. Resultados: Los resultados demostraron que el grupo de irrigación ANP fue superior al alcanzar la longitud de trabajo, y fue PUI el más eficaz en la penetración a conductos laterales. Conclusiones: El sistema de irrigación ANP demostró limitada acción de irrigación en conductos laterales, pero alcanzó la longitud de trabajo. Por el contrario, el grupo PUI demostró una penetración mucho más de irrigante en conductos laterales, pero no hasta la longitud de trabajo. ²⁴

Existen factores a considerar para la utilización de las soluciones irrigantes como son la cantidad y temperatura de la solución para irrigación, el tiempo de contacto, el nivel de observación (apical, medio o coronal) la presencia de proteínas séricas, la profundidad de penetración, la aguja que se utiliza, la tensión superficial de la solución, (con alcohol o con detergente) y la antigüedad de ésta (tiempo de vida útil), **Ling Zou y cols en 2010** publicaron un estudio donde evaluaron el efecto de la concentración, el tiempo de exposición, y la temperatura sobre la penetración del NaOCl hacia los túbulos dentinarios. Utilizaron treinta dientes permanentes extraídos anteriores unirradiculares

mandibulares con conductos rectos se instrumentaron mediante el uso de limas rotatorias ProTaper[®]. Los conductos fueron seccionados, perpendiculares al eje axial. Las coronas y los tercios apicales de todos los conductos fueron removidos. El restante de los conductos fueron procesados (4 mm de espesor) y se tiñeron en cristal violeta. Ciento ocho especímenes teñidos fueron tratados con NaOCl al 1%, 2%, 4% y 6% por 2, 5 y 20 minutos a 20°C, 37°C y 45°C, respectivamente. La profundidad de la penetración de NaOCl se determinó por el blanqueamiento de la mancha y se midió con el microscópio de luz con aumentos de 20x y 40x. Las comparaciones estadísticas se realizaron mediante un análisis de varianza y Dunnett T3 se realizaron pruebas de comparaciones múltiples. Los resultados obtenidos fueron que la penetración menor (77 mm) se obtuvo mediante la irrigación del NaOCl al 1% durante 2 minutos a temperatura ambiente. La penetración mayor (300 mm) se obtuvo con 6% NaOCl durante 20 minutos a 45° C. Después de la penetración inicial durante los primeros 2 minutos, la profundidad de penetración fue del doble durante los siguientes 18 minutos de exposición. La temperatura tuvo un efecto muy pequeño dentro de cada grupo en la mayoría de los casos no fue estadísticamente significativa ($P > 0,05$). La profundidad de penetración se elevó con el aumento de la concentración, pero las diferencias fueron pequeñas. Dentro de cada grupo, con el tiempo, la profundidad de la penetración del NaOCl al 1% fue alrededor del 50%-80% en comparación con la concentración de la solución al 6%. Concluyendo que la temperatura, tiempo y concentración del NaOCl contribuye a la penetración hacia los túbulos dentinarios. ²⁰ El hidróxido de calcio induce la remineralización de la dentina reblandecida, libera

de gérmenes los conductos, estimula la cicatrización, **Craig P. Torres y cols en 2010**, realizaron un estudio con el objetivo de comparar la efectividad de tres diferentes técnicas de colocación de pasta de hidróxido de calcio en un conducto curvo. En un bloque de resina acrílica, con una curvatura de 44 grados se instrumentó hasta una lima apical maestra # 40 Flex-R. Se obturó con pasta de hidróxido de calcio radiopaco utilizando las siguientes técnicas: en el grupo 1, la pasta de hidróxido de calcio se inyectó con una punta Ultradent; en el grupo 2, la pasta se inyecta al igual que en el grupo 1 seguido por un léntulo #35 a longitud de trabajo y el grupo 3, la pasta se coloca con un léntulo #35 solamente a longitud de trabajo. Cada técnica se llevó a cabo 25 veces. La radiodensidad del conducto simulado fue medida a 1, 3, 5 y 7 mm de la terminación del conducto. A 1 mm, el léntulo fue significativamente mejor que las otras dos técnicas. A los 3 mm, la técnica del léntulo y la técnica combinada fueron mejores que la punta Ultradent. ²⁵

Los métodos empleados con mayor frecuencia en la obturación de los conductos radiculares se basan en el uso de conos semisólidos de gutapercha como material base. Sin embargo, este material no sella el conducto por sí solo; por ello, un cemento sellador es necesario para cubrir la dentina y para rellenar las irregularidades y discrepancias entre el material de obturación y las paredes del conducto logrando así el sellado, **Loushine B. A. y cols en 2011**, realizaron un estudio donde investigaron el tiempo de fraguado y la microdureza de un sellador a base de silicato-fosfato cálcico premezclado (EndoSequence[®] BC Sealer[™]; Brasseler USA, Savannah, GA) en presencia de diferentes grados de

humedad. Se utilizaron las mejores condiciones de humedad para la preparación de BC Sealer™ y compararlo con un sellador a base de resina époxica (AH Plus™; Dentsply Caulk, Milford, DE), para evaluar el grado de citotoxicidad. Los resultados obtenidos en BC Sealer™ fue que necesita de al menos 168 hrs para alcanzar su fraguado final su microdureza se disminuye en presencia de humedad. Los selladores ya fraguados demuestran citotoxicidad a las 24hrs. La citotoxicidad del AH-Plus™ disminuye gradualmente y se vuelve no citotóxico, cuando BC Sealer™ permanece moderadamente citotóxico hasta por un periodo de 6 semanas. ²⁶

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se han utilizado una gran variedad de materiales para obturar el sistema de conductos radiculares a través de los años. Actualmente, los métodos empleados con mayor frecuencia se basan en el uso de conos semisólidos de gutapercha como material base. Sin embargo, este material carece de adhesión hacia las paredes dentinarias del conducto radicular; por ello, un cemento sellador es necesario para cubrirlas y rellenar tanto irregularidades como discrepancias entre el material de obturación y las paredes, y así lograr un buen sellado. ¹² Los cementos selladores suelen proyectarse a través de conductos accesorios o laterales y pueden ayudar al control microbiano. Estos se utilizan como lubricantes y ayudan a la precisa colocación del material de relleno sólido durante la compactación de éste dentro del conducto radicular. En los conductos donde se elimina la capa de lodillo dentinario, los cementos

selladores muestran un aumento de sus propiedades adhesivas sobre la dentina radicular, además de fluir a través de los túbulos dentinarios permeables.

¿Con cuál de los tres cementos selladores existe menor interfase hacia dentina radicular?

4. JUSTIFICACIÓN

El objetivo principal de un tratamiento de conductos es obtener un sellado tridimensional hermético, a nivel apical y coronal del conducto radicular, ya que esta es la clave para lograr el éxito del tratamiento endodóntico, previniendo así una contaminación. Pueden ser difícil o incluso imposible eliminar por completo a los microorganismos de los conductos radiculares, pudiendo persistir en zonas tales como conductos laterales y túbulos dentinarios, estas zonas pueden brindarles protección de toda acción de soluciones irrigantes y medicamentos.

El uso de cementos selladores en combinación con gutapercha, ya sea plastificada por calor o condensada en frío, es fundamental para lograr el objetivo del tratamiento de conductos, debido a que ésta no tiene propiedades de unión a la dentina independientemente de la técnica de obturación empleada. Eliminando el lodillo dentinario producido durante la preparación biomecánica del conducto radicular, es posible adherir el material de obturación a las paredes dentinarias, y a la vez hacer que el cemento sellador penetre en los túbulos, creando un monobloque, es decir, que el núcleo sólido de obturación y el cemento sellador constituyan una unidad, que rellena a la vez,

tanto el conducto radicular como los túbulos dentinarios. A pesar de que la gutapercha con cemento sellador han sido utilizadas durante muchos años, últimamente se han desarrollado nuevos materiales y técnicas que podrían incrementar la tasa de éxito en los tratamientos endodónticos, creando una mejor adherencia entre las paredes del conducto radicular y el material de obturación, lo que se verá reflejado en un mejor sellado a lo largo del conducto radicular, por lo tanto la comunidad odontológica podrá estar satisfecha de brindar un tratamiento de conductos exitoso que llevará al paciente a adquirir confiabilidad para futuros procedimientos que sean necesarios. Además ofrecerá la posibilidad de futuras investigaciones para seguir contribuyendo al mejoramiento en la práctica odontológica. Es importante comparar materiales que en la actualidad se utilizan con los nuevos que están saliendo al mercado para tener mas opciones con considerables ventajas que puedan asi aumentar el índice de tratamientos exitosos.

5. MARCO TEÓRICO

5.1 HIDRÓXIDO DE CALCIO

El hidróxido de calcio es considerado un agente inductor en los procedimientos de recubrimiento pulpar indirecto, de dentina reparadora, así como en el recubrimiento pulpar directo, del puente de dentina. También induce el cierre apical en la apicogénesis y la apicoformación.

Es un potente agente bacteriostático y bactericida, para el control de microorganismos, cuando es usado como medicamento dentro del conducto

radicular. Actúa como agente catalizador en la modificación del pH en los tejidos periapicales, para favorecer el proceso de cicatrización.

Es un excelente agente higroscópico en el control del exudado en conductos radiculares de dientes con lesiones periapicales grandes, que permanecen húmedos persistentemente. Además, el hidróxido de calcio actúa como una barrera apical, cuando es colocado como un tapón dentro del conducto radicular, para obtener el sellado apical y permitir la obturación convencional.

En los procedimientos donde es necesaria la formación de un tejido calcificado, tales como en las perforaciones y en las fracturas, se indica con frecuencia su uso, debido a su potencial osteogénico u osteoinductor.

El hidróxido de calcio en los procesos de resorción se considera un medicamento modulador de la actividad clástica, actuando en su prevención o detención. Asimismo, se ha usado como componente de cementos selladores empleados para la obturación de conductos radiculares.

El primer medicamento a base de hidróxido de calcio fue introducido en odontología por B. W. Hermann, en los años 1920 y fue denominado Calxyl.

Desde entonces, este material ha sido usado ampliamente en el tratamiento de las lesiones endodónticas. El uso del hidróxido de calcio en endodoncia abarca diversas situaciones clínicas; su aplicación se ha expandido incluso por su adición a fórmulas de muchos materiales, como bases dentinarias, agentes para recubrimientos pulpaes, materiales de obturación temporal del conducto radicular y cementos selladores de conductos radiculares.

El hidróxido de calcio es un polvo blanco, que se obtiene por calcinación del carbonato cálcico: $\text{CO}_3 \text{Ca} = \text{CaO} + \text{CO}_2$, $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca} (\text{OH})_2$. Además, este polvo granular, amorfo y fino posee marcadas propiedades básicas, su pH es muy alcalino, aproximadamente de 12.4, lo cual le confiere propiedades bactericidas.

Al ser aplicado sobre una pulpa vital, su acción cáustica provoca una zona de necrosis estéril y superficial con hemólisis y coagulación de las albúminas, quedando atenuada por la formación de una capa subyacente compacta, compuesta de carbonato de calcio, debida al CO_2 de los tejidos y de proteínas, producto de la estimulación dentinaria. ^{27, 28}

Su densidad es de 2.1, puede disolverse ligeramente en agua y es insoluble en alcohol, con la particularidad de que al aumentar la temperatura disminuye su solubilidad. Al combinarse con el anhídrido carbónico del aire tiene la tendencia de formar carbonato cálcico de nuevo, por lo que se recomienda tener bien cerrado el recipiente que lo contiene, siendo preferible guardarlo en envases de vidrio y de color ámbar. Cualquier patentado comercial es aceptable si no ha sido carbonatado. Dentro de la diversidad de presentaciones comerciales que contienen al hidróxido de calcio como componente básico, podemos mencionar a los siguientes: Tubulitec (Dental therapeutics), Dycal (L D Caulk), Life (Kerr-Sybron), Reolit (Vivadent), Ultrabond VLC (Ultradent), Calxyl (Otto&Co.), Pulpdent (Pulpdent Corp.), Hypo-cal (Ellman Co.), Vitapex (Neo Dental Chemical products), UltraCal (Ultradent), Hidroxical (Productos Mérida), Calasept (Scania Dental), PulpaCal (Productos Mérida), Hidróxido de calcio E-Z (E-Z products), Sealapex (Kerr-Sybron), Calciobiotic (Hygienic), Apexit

(Vivadent), Sealer 26 (Dentsply), Endoflas FS (Sanlor Laboratories), Reogan Rapid (Vivadent), Hydrocalcium (S.E.T, Marseilles), Calcicur (VOCO).

Al ser introducido el hidróxido de calcio en odontología como un preparado comercial, se complementó con algunas sustancias con la intención de mejorar sus propiedades. Sin embargo, se prefiere su uso puro, ya que se piensa que los ingredientes de sus preparados comerciales pueden retardar el proceso de reparación que se persigue con su aplicación.

Existen dos tipos de preparados comerciales, fraguables de hidróxido de calcio: los hidrofílicos, o sea, aquellos que se solubilizan en un medio acuoso, liberando hidróxido de calcio y los hidrofóbicos (tipo parafina) que no permiten la difusión de agua en su estructura y, por lo tanto, no liberan hidróxido de calcio.

Su manipulación es sencilla, puede hacerse una pasta de la consistencia deseada, con la mezcla del polvo puro con un líquido o vehículo apropiado. Se han sugerido muchos líquidos para la mezcla con el hidróxido de calcio, para obtener la pasta, entre ellas: agua destilada, agua isotónica, solución salina, anestésico dental (preferiblemente sin vaso constrictor), glicerina, paramonoclorofenol alcanforado, solución Ringer, metilcelulosa, etc. El hidróxido de calcio es un medicamento importante en el tratamiento para la preservación de la pulpa, tanto por su efecto bactericida, que ha sido ampliamente comprobado, como por su pH ideal. ²⁹

En dientes desvitalizados se le adjudica a su uso el potencial osteogénico u osteoinductor, lo que añade beneficios como la estimulación biológica de

deposición de tejidos duros y en su defecto, estimulación del proceso de reparación.

Otra ventaja además de su fácil preparación, es la favorable influencia sobre el ambiente local de los defectos de resorción por el cambio del pH ácido a un pH alcalino, primero al detener la actividad osteoclástica y segundo por la estimulación del proceso de reparación de los tejidos.

Aunque el hidróxido de calcio ha sido estudiado en numerosos laboratorios clínicos y experimentales, todavía su mecanismo de acción se desconoce.

5.1.1 El Hidróxido de calcio como Medicación dentro del Conducto Radicular

Se han empleado diferentes fármacos para controlar a los microorganismos en el interior de los conductos radiculares, buscando su desinfección. El hidróxido de calcio es un fármaco que pueden emplearse como curativo de demora entre cita y cita durante un procedimiento de conductos aplicándolo en forma de pasta. Obteniendo resultados favorables; también se ha encontrado que el uso del hidróxido de calcio, mejora el pronóstico del tratamiento.

En dientes vitales la medicación dentro del conducto radicular tiene el poder de producir más daño que beneficio, muchos autores no la indican, ya que un conducto radicular libre de bacterias puede lograrse por la asepsia controlada, sin la necesidad de medicamentos.

A su vez, en conductos radiculares infectados, la medicación ha sido defendida para muchos propósitos. Un medicamento dentro del conducto radicular, es empleado para:

1. Eliminar cualquier bacteria que permanezca después de la instrumentación del conducto radicular.
2. Disminuir la inflamación del tejido periapical y pulpar remanente.
3. Hacer el contenido del conducto radicular inerte y neutralizar los restos necróticos.
4. Actuar como una barrera contra la filtración de la obturación temporal.
5. Ayudar a secar conductos radiculares húmedos persistentemente.

Como enumeramos anteriormente, un medicamento es utilizado como agente antibacteriano, para eliminar cualquier bacteria en el conducto radicular después de la instrumentación. Una medicación dentro del conducto radicular debe tener un amplio espectro de actividad antimicrobiana y una razonable duración de su acción para eliminar todas las bacterias presentes en el mismo.

La mayoría de las indicaciones para la medicación son cuestionables. Debe ser usada para la desinfección del conducto radicular, como parte de la asepsis controlada en conductos radiculares infectados, y su papel es secundario a la limpieza y conformación del conducto radicular. El completo desbridamiento y la adecuada preparación son más pertinentes e importantes.

En la práctica clínica el hidróxido de calcio ha sido empleado, con frecuencia con el hipoclorito de sodio, dentro de un mismo conducto radicular. El efecto del hidróxido de calcio sobre el tejido pulpar vital ha sido estudiado ampliamente, pero no se ha evaluado su efecto sobre el tejido necrótico.

El hidróxido de calcio con la irrigación de hipoclorito de sodio, limpia los istmos de los conductos radiculares tan bien como la irrigación con el ultrasonido solo. La combinación del hidróxido de calcio con irrigación ultrasónica no revelo mejor limpieza, comparado con el uso del ultrasonido solo ^{30, 31}.

Por último, el hidróxido de calcio que es un efectivo agente antibacteriano contra las bacterias de los conductos radiculares, con efecto autolimitante sobre los tejidos vitales y tiene una influencia beneficiosa curativa sobre la inflamación periapical.

El tratamiento de conducto en una sola sesión tiene muchas ventajas para el odontólogo y el paciente, siendo quizás la más importante la prevención de la contaminación del conducto radicular. Dos factores son críticos en el tratamiento en una sola sesión, la incidencia y severidad de agudización y el efecto de un pronóstico a largo plazo del tratamiento.

La medicación dentro del conducto radicular, como una barrera contra la filtración o la caída de la obturación temporal, actúa como un segundo frente para prevenir la filtración de microorganismos hacia el interior del conducto radicular. Si ocurre la filtración de los fluidos bucales a través de una obturación temporal defectuosa, pudiera llegar a diluirse y neutralizarse el medicamento. A fin de prevenir la contaminación, la atención para proveer una obturación temporal hermética para las bacterias, es más apropiado que depender de una medicación dentro del conducto radicular.

Muchas pastas de hidróxido de calcio carecen de radiopacidad y por ello, no pueden ser visualizadas radiográficamente; por lo que materiales radiopacos se han añadido a las pastas para proveer radiopacidad y ayudar a la determinación y localización de la pasta de hidróxido de calcio en el conducto radicular.

Puesto que, el Sulfato de Bario mostró problemas por la alteración de las propiedades de manipulación del hidróxido de calcio, lo mismo que una radiopacidad residual, puede ser ventajoso el uso de compuestos de iotalamato o diatrizoato reabsorbibles como alternativas, ya que estos compuestos yodados solubles también hacen posible un medio acuoso en el cual mezclar al hidróxido de calcio. Se sugiere que la pasta de hidróxido de calcio con estos compuestos, puede ser almacenada en el refrigerador por largos períodos de tiempo y manipulada fácilmente.

5.2 ÁCIDO ETILENDIAMINOTETRAACÉTICO

El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) es un ácido orgánico tetracarboxílico derivado del etano por aminación de sus dos grupos metilo y posterior diacetilación de cada uno de los grupos amino.

La principal propiedad química del EDTA y la que justifica su uso en odontología, es su capacidad de actuar como agente quelante de iones metálicos.

Se denomina grupo de coordinación al formado por un grupo químico y un ión metálico unidos mediante un enlace covalente coordinado o dativo. La reacción en la que se establecen grupos de coordinación recibe el nombre de quelación y las sustancias, moléculas o iones, que son capaces de formar más de un

enlace o grupo coordinado con un ión metálico se denominan agentes quelantes ^{32, 33}.

Los compuestos de coordinación resultantes de la unión entre el quelante y el ión metálico reciben el nombre de quelatos. En el quelato, diferentes grupos químicos, al menos dos, presentes en la molécula del agente quelante, establecen enlace coordinado con el ión metálico, quedando éste envuelto por la molécula del quelante que actúa como una pinza. Se dice así que el agente quelante fija al ión metálico y lo separa de la molécula en la que se encuentre, actuando como una pinza. Precisamente el término “quelar” deriva del griego khele que significa garra o pinza. En definitiva, la acción de los agentes quelantes consiste en robar iones metálicos del complejo molecular al que se encuentren entrelazados, fijándolos por unión coordinada. El ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), por la flexibilidad de su molécula y la especial disposición espacial de sus átomos y grupos químicos, actúa como agente quelante llegando a coordinarse octaédricamente con iones metálicos mediante el establecimiento de seis grupos coordinados, por lo que se dice que es un agente quelante hexadentado. Gracias a su propiedad de quelar iones metálicos, el EDTA en disolución, o sus sales ionizadas, es muy eficaz para eliminar Ca, Mg, Mo, Fe, Cu y Zn, iones que puede sustraer de los compuestos químicos de los que formen parte. La acción quelante del EDTA es utilizada para eliminar trazas de iones metálicos del agua destilada y purificada. Además, el EDTA se emplea como reactivo valorado en los análisis químicos realizados por vía complexométrica a causa de la estabilidad de los quelatos que forma con numerosos cationes. La reacción de quelación que lleva a cabo el EDTA

sobre iones metálicos que forman parte de moléculas con actividad biológica, conlleva la inactivación de dichas sustancias y la inhibición de su actividad biológica.

En base a esta acción, el EDTA es utilizado ampliamente en investigación biomédica como inhibidor enzimático, pues es capaz de fijar los iones Co^{++} , Fe^{++} , Cu^{++} ó Zn^{++} situados en los centros activos de diferentes enzimas (metaloenzimas) aboliendo su actividad catalítica, inactivándolas e inhibiendo las reacciones por ellas catalizadas. Por ejemplo, el EDTA inhibe la reacción de hidrólisis secuencial de enlaces peptídicos de proteínas a partir del extremo C-terminal mediada por la carboxipeptidasa A, quelando el ión Zn^{++} que contiene este enzima en su centro activo.

Igualmente, la quelación de calcio sanguíneo efectuada por el EDTA hace que éste sea utilizado como agente anticoagulante, pues es bien conocida la necesidad inexcusable de la presencia de calcio en el medio para que se produzca la cascada de la coagulación, dado que la unión entre los diferentes factores de la coagulación se establece, entre otros, por puentes catiónicos divalentes mediados por el ión Ca^{++} .

5.2.1 Aplicaciones del EDTA en odontología conservadora

La adhesión a la dentina ocupa hoy día un lugar destacado en la odontología conservadora y restauradora, y es bien sabido que cualquier forma de adhesión a la dentina debe decidir que hacer con el lodillo dentinario (smear layer), resultante de la acción de los instrumentos rotatorios sobre el esmalte y la dentina. En los sistemas adhesivos en los que se elimina el lodillo dentinario (Gluma, Clerafil, Denthesive, All Bond 2) dicha eliminación se lleva con un

acondicionador de dentina que contiene ácido fosfórico (Clearfil y All Bond 2) o EDTA (Gluma y Denthesive).

5.2.2 Aplicaciones del EDTA en endodoncia

La quelación de iones Ca^{++} de la dentina y del lodillo dentinario por parte del EDTA también es utilizada en endodoncia para la mejor preparación biomecánica de los conductos de cara a conseguir su ensanchamiento químico de manera sencilla e inocua y para facilitar la localización y ampliación de conductos estrechos, siendo su uso recomendado por numerosos autores.

Se ha confirmado la reducción de la población bacteriana intraradicular producida por la actuación de EDTA al 10% durante 30 minutos, aunque estudios realizados in vitro han demostrado que las paredes dentinarias tratadas con EDTA se volvían más permeables a la difusión microbiana cuando los dientes estudiados fueron incubados con microorganismos que se encuentran con frecuencia en la cavidad oral. El alisamiento, pulido y limpieza de las paredes dentinarias producido por el empleo de soluciones a base de EDTA ha sido demostrado tanto en estudios macroscópicos como en estudios de microscopía electrónica. Con el objeto de reunir las mejores propiedades ofrecidas tanto por el EDTA como por otras soluciones irrigadoras, se ha propuesto la asociación del EDTA con otros agentes.

La asociación de EDTA con Cetavión se comercializó con la marca EDTAC[®]. Además de aumentar el poder bactericida, el Cetavión permite una mayor difusión del producto, con aceleración del proceso de quelación. La asociación de EDTA con hidróxido de sodio y Cetavión (REDTA[®]) proporcionó resultados

excelentes en lo que se refiere a la limpieza de la pared dentinaria y a la eliminación de todo resto orgánico del conducto, incluida la capa grasa residual. En 1961, el peróxido de urea en una base de glicerina anhidra (Glyoxide) fue introducido como auxiliar en la preparación biomecánica de los conductos radiculares. Tenía la ventaja de ser bactericida y actuar, además, como lubricante como consecuencia de la base de glicerina. ³⁴

5.2.3 Presentaciones comerciales de EDTA solo o asociado a otros agentes irrigantes

1. Solución acuosa de EDTA del 10% al 30%
2. EDTAC[®] (EDTA asociado a Cetavión)
3. REDTA[®] (EDTA asociado a Cetavión y a hidróxido sódico)
4. RC-Prep[®] (EDTA más Peróxido de urea más Carbowax)
5. EDTA asociado a etilendiamina

Para una preparación biomecánica rápida y completa, se desarrollo una nueva fórmula con el nombre comercial de RC-Prep[®]:

- EDTA 15%
- Peróxido de urea 10%
- Carbowax como base

Comprobaron que el carbowax (polietilenglicol), de consistencia cremosa, además de servir como vehículo, ofrecía otras propiedades muy convenientes: solubilidad en agua, estabilidad y lubricación. En conductos atrésicos y curvos

la asociación resultó muy favorable. El empleo de RCPrep® en forma alterna con hipoclorito sódico al 5% aumenta de forma muy significativa la permeabilidad dentinaria a nivel del tercio medio y apical. Conviene señalar que la destrucción bacteriana dentro de los túbulos dentinarios es uno de los objetivos de la preparación biomecánica, lo que nos permitirá el tratamiento de los conductos radiculares de dientes depulpados e infectados en una sola sesión. Sin embargo, considerando que los productos cremosos difícilmente son eliminados del interior del conducto radicular, aún por medio de la acción ultrasónica, no se recomienda el empleo de RCPrep® en la preparación biomecánica de los conductos. Hay que reconocer, por el contrario, que el RCPrep® puede ser de gran utilidad en casos de conductos radiculares calcificados, muy estrechos, o aún en casos de instrumentos fracturados, pues estas cremas de EDTA favorecen la apertura de un espacio entre el instrumento fracturado y las paredes del conducto radicular.

Actualmente se acepta que el método más efectivo tanto para la eliminación del lodo dentinario resultante de la instrumentación del conducto radicular, como para conseguir las demás ventajas, es la irrigación del conducto con 10 ml de EDTA al 15% ó 17% seguida de 10 ml de hipoclorito sódico a una concentración entre 2.5% y 5.25%. Recientemente se ha propuesto la asociación de EDTA con etilendiamina, un potente disolvente orgánico, como mezcla irrigante ideal para la limpieza del conducto radicular, pues con dicha asociación se conseguiría eliminar tanto los componentes orgánicos como los inorgánicos del lodo dentinario.

5.2.4 Biocompatibilidad y Toxicidad del EDTA

Para que el empleo de EDTA en la preparación biomecánica de los conductos sea efectivo, su aplicación debe hacerse con limas finas, bombeándolo dentro del conducto lo más profundamente posible, por lo que es relativamente fácil que durante la preparación de los conductos se produzca su escape, a través del foramen apical, hacia los tejidos del periápice. Hasta el momento se había considerado que, caso de producirse esta contingencia, el EDTA sólo ejercía una acción descalcificante e irritativa sobre el hueso periapical que sanaba en 3-4 días, sin que afectara a tejidos no calcificados. No obstante, siempre se recomienda que, tras el uso de EDTA en la preparación de los conductos, éstos deben ser irrigados a continuación con una solución de hipoclorito sódico al 5% para que el EDTA sea lavado y no quede en el interior del conducto, pues se ha comprobado que el EDTA puede permanecer activo en el conducto hasta 5 días después de su uso. La presunción de buena biocompatibilidad del EDTA ha venido avalada por diferentes estudios sobre el comportamiento biológico de los tejidos que demostraban la favorable resistencia de éstos a las soluciones de EDTA. Trabajos a nivel de microscopía electrónica han demostrado que, aún después de una enérgica irrigación de los conductos radiculares, quedan en éstos residuos de RC-Prep[®]. Por último, se ha comprobado que el EDTA puede alterar la interacción de diferentes moléculas con sus correspondientes receptores de membrana. De esta manera se logra concluir que el EDTA es un agente quelante de iones calcio que, bien solo o en combinación con otras sustancias, puede facilitar y acelerar la preparación biomecánica de los conductos radiculares.

Su utilización como solución irrigadora de rutina no la creemos conveniente, pero sí su aplicación en la preparación de conductos estrechos, atrésicos y calcificados, así como para la localización de la entrada de dichos conductos y para la extracción de instrumentos rotos. ³⁵

5.3 HIPOCLORITO DE SODIO

La irrigación del sistema de conductos radiculares es parte fundamental del tratamiento biomecánica de la terapia endodóntica. La misma se lleva a cabo a través de agentes químicos capaces de promover el arrastre, mantener la humedad, ser disolvente y actuar sobre la flora bacteriana presente. En los últimos años, ha despertado nuevamente el interés en el uso de sustancias quelantes como el EDTA, debido al actual conocimiento sobre la capa de lodo dentinario presente en el sistema de conductos radiculares en el proceso de la terapéutica endodóntica. Por otra parte, es necesario reconocer que ante la persistencia de la capa de lodo dentinario aumenta el porcentaje de fracaso de endodoncias que radiográficamente se observan exitosas, y su causa principal es que la misma impide la eliminación de bacterias y toxinas que persisten en los túbulos dentinarios, así como en conductos laterales no instrumentados. Debido a la preocupación de la persistencia de esta capa de lodillo dentinario se ha deseado implementar un nuevo protocolo de irrigación endodóntica el cual establecería el uso de una irrigación final basado en NaOCl y EDTA por 2 a 3 minutos dentro de los conductos radiculares y posterior a éste nuevamente NaOCl para la completa remoción de desechos. La combinación de estos agentes en la última fase irrigadora aumenta la difusión de NaOCl hacia el

interior de los túbulos dentinarios, debido a la acción quelante producida por el EDTA. Como consecuencia de la eliminación de desechos dentro del conducto, se logra el contacto directo del material obturador con las paredes dentinarias así como el paso del mismo a conductos laterales no instrumentados, de esta manera se eliminarían focos de bacterias y desechos que serían muy difíciles de eliminar, aumentando de esta manera el porcentaje de éxito en la terapéutica endodóntica.

La preparación biomecánica del conducto radicular, consiste en remover tejido pulpar, restos necróticos, microorganismos y dentina infectada, también en la conformación que facilitará la obturación, produciendo así el sellado del forámen apical. El objetivo final de la preparación biomecánica es proveer limpieza en el conducto radicular y paredes dentinales lisas a las cuales el material obturador pueda adherirse. La morfología del sistema de conductos genera dificultades al profesional para lograr el total debridamiento del contenido del conducto, debido a que con la sola instrumentación manual no se tiene acceso a todas las desviaciones de éste. Por tal razón, el clínico se ve obligado a utilizar sustancias irrigantes que permitan llegar a estas zonas con el fin de obtener una mejor desinfección del sistema de conductos radiculares. Para incrementar la acción que ejercen los instrumentos durante la terapia endodóntica se han utilizado diversas soluciones de irrigación, tales como, agua oxigenada, enzimas, antimicrobianos, solución salina, suero, anestesia, entre otros.

La irrigación del sistema de conductos, se define como el lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que pueden estar contenidos en la cámara pulpar o conductos radiculares. Numerosas soluciones han sido utilizadas en endodoncia para llevar a cabo un efecto químico deseado ³⁶. La irrigación de los conductos radiculares tiene cuatro objetivos:

1. Limpieza o arrastre físico de trozos de pulpa, sangre líquida o coagulada, limalla dentinaria, plasma, exudados, restos alimentarios, etc., con el fin de evitar la obliteración del conducto radicular.
2. Acción detergente y de lavado por la formación de espuma y burbujas de oxígeno de los medicamentos usados.
3. Acción antiséptica o desinfectante, y lubricante propio de los fármacos empleados.
4. Acción blanqueante, debido a la presencia de oxígeno liberado.

Las características de un irrigante ideal son: bactericida y/o bacteriostático, no debe lesionar los tejidos periapicales, por lo tanto deben ser poco citotóxicos, solvente de tejidos o de residuos orgánicos e inorgánicos, baja tensión superficial, lubricante, de fácil aplicación, acción rápida y sostenida, entre otras.

El hipoclorito de sodio es una sal formada de la unión de dos compuestos químicos, el ácido hipocloroso y el hidróxido de sodio, que presenta como

características principales sus propiedades oxidantes. El hipoclorito de sodio es alcalino (pH= 11.5 a 11.7). La actividad solvente, y las propiedades antimicrobianas son debidas a:

- a) habilidad del hipoclorito de sodio de oxidar e hidrolizar las proteínas celulares
- b) liberación de cloro, para formar ácido hipocloroso
- c) habilidad osmótica de extraer líquidos fuera de las células

El NaOCl es aún el irrigante más utilizado en la endodoncia moderna por sus propiedades antibacterianas, lubricativas, y disolvente de tejido.

Los beneficios que proporciona el hipoclorito de sodio como irrigante durante la terapia endodóntica son: efectivos para eliminar el tejido vital y no vital, con un amplio efecto antibacteriano, destruyendo bacterias, hongos, esporas y virus, es excelente lubricante y blanqueador, favoreciendo la acción de los instrumentos, posee una tensión superficial baja, vida media de almacenamiento prolongada, y es poco costoso. La baja tensión superficial del hipoclorito permite su penetración a zonas de difícil acceso, como conductos laterales y tubulillos dentinarios ³⁷. El Hipoclorito de sodio por sí solo no remueve el lodillo dentinario, ya que sólo actúa sobre la materia orgánica de la pulpa y la predentina. De esta manera se concluye que este protocolo de irrigación permite aumentar la difusión del NaOCl en los conductos dentinarios potenciando su acción antibacteriana, obteniendo la remoción total de la capa

de desechos dentinarios, es decir, del material orgánico e inorgánico. De esta manera se disminuye el número de bacterias que puedan quedar dentro de los conductos laterales minimizando así el riesgo de agudizaciones; en consecuencia, incrementa el porcentaje de éxito de los tratamientos endodónticos. La acción bacteriostática o bactericida, la capacidad de disolución sobre el tejido orgánico e inorgánico, la acción rápida y sostenida así como el mecanismo de fácil aplicación, figuran entre las características más importantes que debe cumplir un agente de irrigación ideal.

5.4 HIPOCLORITO DE SODIO Y AGENTES QUELANTES

El lodillo dentinario asociado con la instrumentación durante la terapia endodóntica, se considera una delgada capa que ocluye los orificios de los tubulillos dentinarios y cubre la dentina intertubular de la pared del conducto preparada. El lodo dentinario evita la penetración de irrigantes, medicamentos o materiales de sellado a los tubulillos dentinarios. En la actualidad, no hay irrigante que haya demostrado ser capaz de disolver tejido orgánico, y a su vez desmineralizar el tejido calcificado. Es bien conocido que dentro de la terapéutica endodóntica se han establecido pasos de procedimientos o técnicas de irrigación, instrumentación y obturación entre otras. Debido a la existencia de un conjunto de pasos programados se le ha denominado en consecuencia protocolo de irrigación endodóntica. Siguiendo la siguiente forma:

5.4.1 Objetivos

Como objetivo general: se planteó obtener una nueva propuesta de protocolo de irrigación en endodoncia la que a continuación se facilita como alternativa en este tipo de terapéutica.

La técnica de alternar en forma secuencial los agentes de irrigación, se basa en la necesidad de optimizar la preparación biomecánica y remover el contenido orgánico e inorgánico del sistema de conductos radiculares; para ello resulta efectivo combinar EDTA entre 3-17% a un pH neutro con NaOCl al 5.25% de alta pureza. La irrigación final con EDTA al 3-17%, seguida de la acción neutralizante del NaOCl al 5.25%, resulta en una mezcla sinérgica que disminuye la tensión superficial permitiendo la difusión facilitada del NaOCl, obtener una efectiva acción quelante sobre la hidroxiapatita de los tubulillos dentinarios, actuar sobre los microorganismos presentes y favorecer el contacto íntimo del cemento sellador ³⁸⁻³⁹.

6. OBJETIVO

Comparar la interfase de tres cementos selladores hacia dentina radicular utilizando técnica de condensación lateral en frío

7. HIPÓTESIS

HO. Existe interfase entre los tres cementos selladores AH-Plus Jet[®], BC Sealer[™] y Real Seal SE[™] hacia dentina radicular utilizando técnica de condensación lateral en frío

H1. Con AH-Plus Jet[®] existe menor interfase de cemento sellador hacia dentina radicular utilizando técnica de condensación lateral en frío que con BC Sealer[™] y RealSeal SE[™]

H2. Con BC Sealer[™] existe menor interfase de cemento sellador hacia dentina radicular utilizando técnica de condensación en frío que con AH-Plus Jet[®] y RealSeal SE[™]

H3. Con RealSeal SE[™] existe menor interfase de cemento sellador hacia dentina radicular utilizando técnica de condensación lateral en frío que con AH-Plus Jet[®] y el BC Sealer[™]

8. MATERIAL Y METODOLOGÍA

8.1 TIPO DE ESTUDIO

PROSPECTIVO, TRANSVERSAL, COMPARATIVO Y EXPERIMENTAL

8.2 SELECCIÓN DE VARIABLES

Variable independiente. Cementos Selladores AH-Plus Jet[®], BC Sealer[™] y Real Seal SE[™]

- Cemento Sellador: material de relleno del cual la interacción química de sus componentes conduce a un fraguado o endurecimiento y promueve una adhesión adecuada entre si, así como con las paredes del conducto y el material de obturación

Variable dependiente. Interfase Cemento Sellador – Dentina

- Interfase Cemento Sellador – Dentina: superficie o separación entre dos fases físicas o químicas diferentes, cemento sellador y paredes dentinarias

8.3 UNIVERSO DE TRABAJO

Dientes humanos permanentes

8.4 MUESTRA

Cuarenta y Siete dientes humanos permanentes

8.4.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Dientes humanos permanentes de reciente extracción
- Dientes unirradiculares con conductos amplios y rectos
- Dientes con ápice maduro

8.4.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Dientes con conductos calcificados
- Dientes con resorción interna y externa
- Dientes con curvaturas apicales

8.4.3 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Conductos que durante el procedimiento se obliteren
- Raíces que sufran de alguna fractura
- Raíces con instrumentos separados

9. MATERIAL Y MÉTODO

9.1 MATERIAL

- Solucion de Cloramina T .1% (Across Organic)
- Disco de Diamante (Brasseler)
- Limas K-Flex #10 21mm (SybronEndo)
- Radiografias Periapicales de Adulto (kodak)
- Instrumentos Rotatorios K3 # 40/.04 (SybronEndo)
- Aguja para irrigar Navitip 17mm calibre 30 (Ultradent)
- Cloro al 5.25% (Clorox)
- Puntas de Papel .04 (SybronEndo)
- Smear Clear al 17% (SybroEndo)
- Ultracal XS (Ultradent)
- AH-Plus Jet[®] (Dentsply)
- Real Seal SE[™] (SybronEndo)
- EndoSequence[®] BC Sealer[™] (Brasseler USA)
- Agujas Hipodérmicas 10ml (Plastipak)
- Ultrasonido Varios 560 (NSK)
- Soporte para limas U E11 de 120 ° (NSK)
- Limas U de 33 mm #20 (NSK)
- Micromotor Aséptico (Dentsply)
- Endo-M-Block (Dentsply-Maillefer)
- Clean Stand (Dentsply-Maillefer)

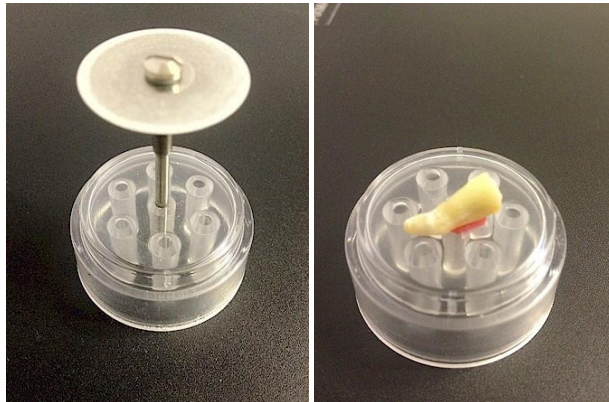
9.2 MÉTODO

Se utilizaron cuarenta y siete premolares extraídos uniradiculares con conductos amplios y rectos, se almacenaron en solución de cloramina T (Across



Organic) a temperatura ambiente. (imagen1)

Se eliminaron las coronas clínicas de los órganos dentarios y se estandarizaron todas la muestras a 16mm con un disco de diamante (Brasseler) a baja



velocidad. (imagen 2 y 3)

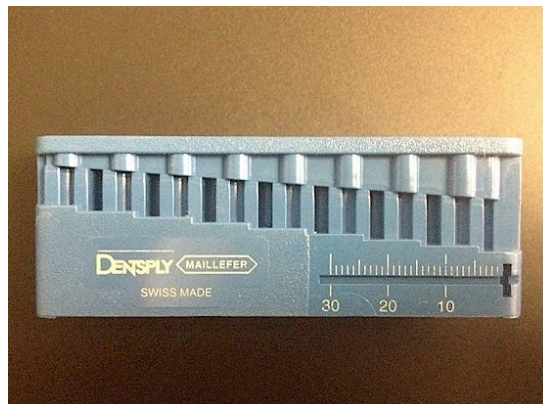
Se tomaron radiografía inicial y se utilizaron limas tipo K # 10 (SybronEndo) para corroborar la permeabilidad del conducto, haciéndola pasar por el ápice

hasta hacerla visible, se tomaron radiografía de conductometría con instrumento



manual tipo k #15 (SybronEndo). (imagen4)

Se empleo como longitud real de trabajo la obtenida a 1 mm corto del ápice

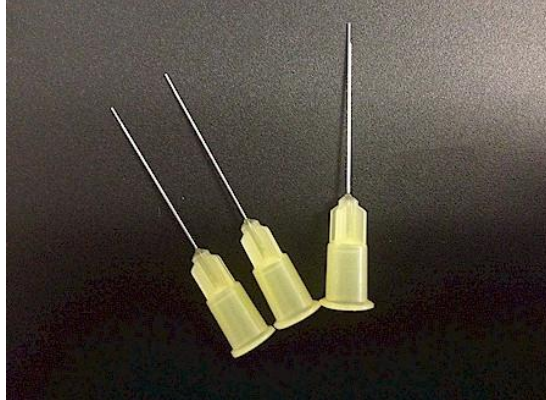


radiográfico. (imagen 5)

Los conductos se instrumentaron por un único operador utilizando instrumentos rotatorios de Niquel titanio k3 40/.04. de 21mm (SybronEndo). (imagen 6)

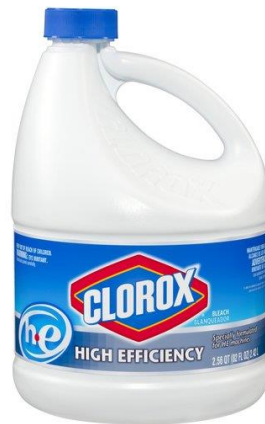


Se utilizo aguja navitip 17 mm calibre 30 (ultradent), para irrigar entre cada



instrumento. (imagen 7)

La irrigación se llevo a cabo son solución de hipoclorito de sodio al 5.25%, y recapitulacion entre cada instrumento, con lima tipo K #15 (SybronEndo).

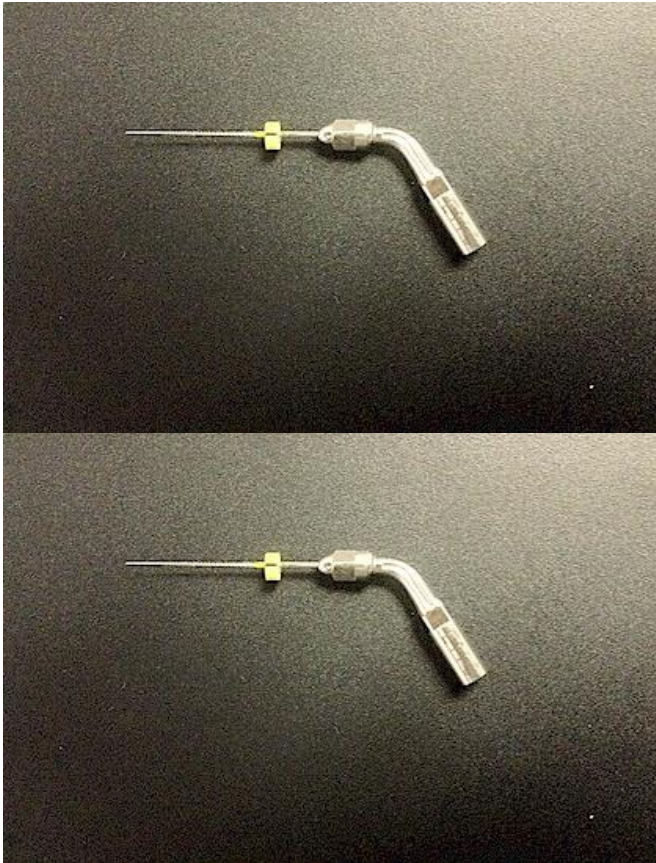


(imagen 8 y 9)



Todos los grupos experimentales fueron irrigados con 3 ml de EDTA Smear Clear (EDTA) al 15% (SybronEndo) durante 1 minuto y se ultrasonificó el

agente quelante con un equipo Varios 560 (NSK) con un soporte para limas tipo U de 120° (NSK) y limas tipo U #20 (NSK), (imagen 10 y 11)



cada muestra recibió una irrigación final de 5 ml con solución de hipoclorito de sodio al 5.25% y 5 ml de agua destilada. La irrigación se realizó a 1 mm corto



de la longitud real de trabajo. (imagen 12)

Se secaron los conductos con puntas de papel #40/.04 (SybronEndo). (imagen 13)



Se colocó CaOH_2 a todas las muestras utilizando un lentulo y un micromotor accionándolo en reversa a 1 mm de la longitud de trabajo y se almacenaron en ambiente húmedo durante 7 días. Bajo el mismo protocolo de irrigación antes utilizado se eliminó el CaOH_2 de la siguiente manera: cada muestra recibió una irrigación final de 5ml con solución de hipoclorito de sodio al 5.25% el cual fue ultrasonificado un equipo Varios 560 (NSK) con un soporte para limas tipo U de 120⁰ (NSK) y limas tipo U #20 (NSK), cada muestra recibió una irrigación final de 5 ml de agua destilada. Se seleccionaron al azar dos muestras como grupo control uno positivo y otro negativo y se dividieron las 45 muestras restantes al azar para obtener tres grupos de 15 muestras cada uno los cuales se obturaron con los tres tipos de cementos selladores AH-Plus Jet[®], BC Sealer[™] y RealSeal SE[™] según las especificaciones de cada fabricante con técnica de condensación lateral en frío y compactación vertical con instrumentos manuales de Schilderr (Maillefer). (imagen 14, 15 y 16)



Las muestras se mantuvieron a temperatura ambiente por 7 días para que fraguara el cemento sellador y seccionadas con disco de diamante (Brassler) a baja velocidad y fracturadas perpendicular al eje longitudinal de la raíz.

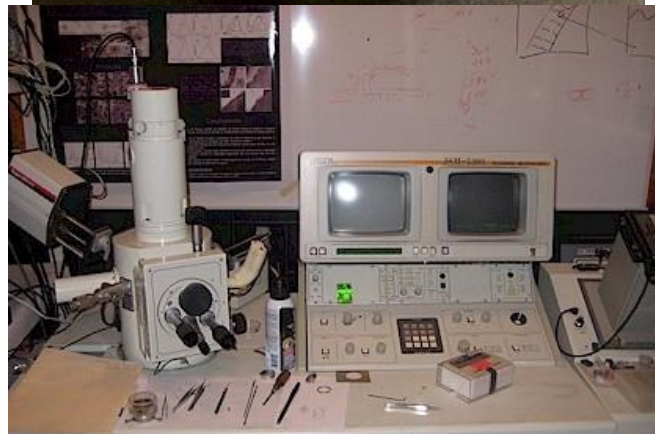


(imagen 17 y 18)

Se llevaron para observación al microscópio electrónico de barrido (SEM) previa tratamiento indicado para ello mediante la colocación de una capa de oro.



(imagen 19, 20 y 21)



Fueron hechas las mediciones mediante Corel Draw 11, en donde bajo observacion y regla se midió la interfase observada en cada una de las microfotografías tomadas, los datos recolectados se anotaron para obtener una base de datos y se analizaron con el programa estadístico Spss.

10. RECOLECCIÓN DE DATOS

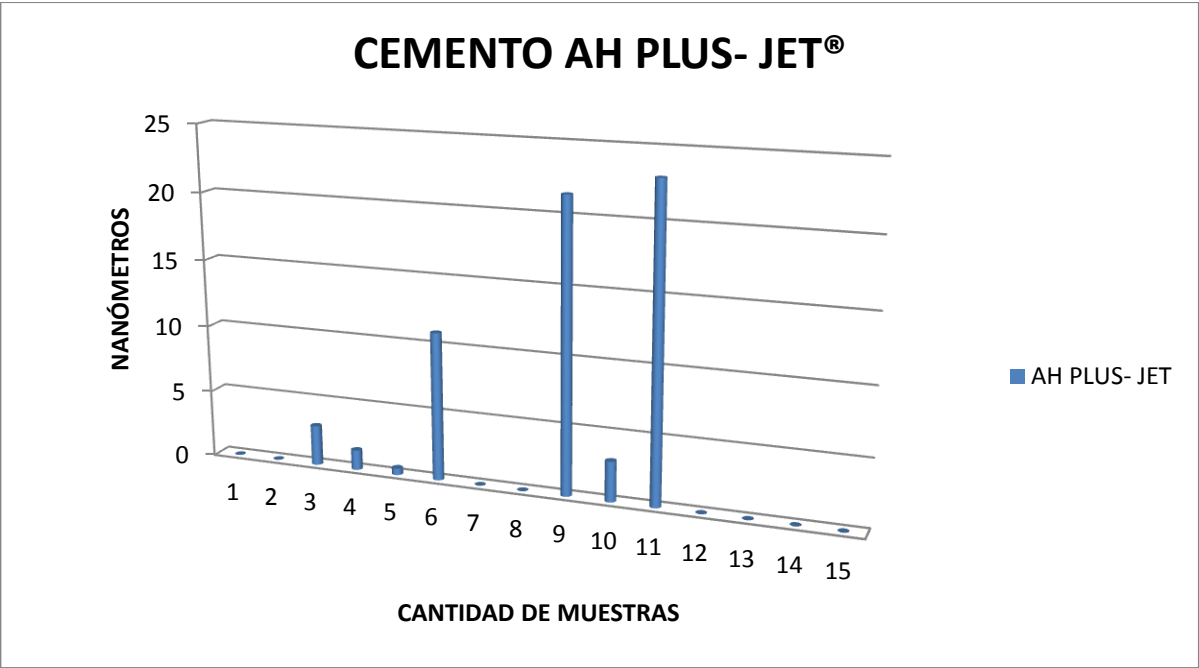
Interfase a las Paredes Dentinarias

Cemento Sellador

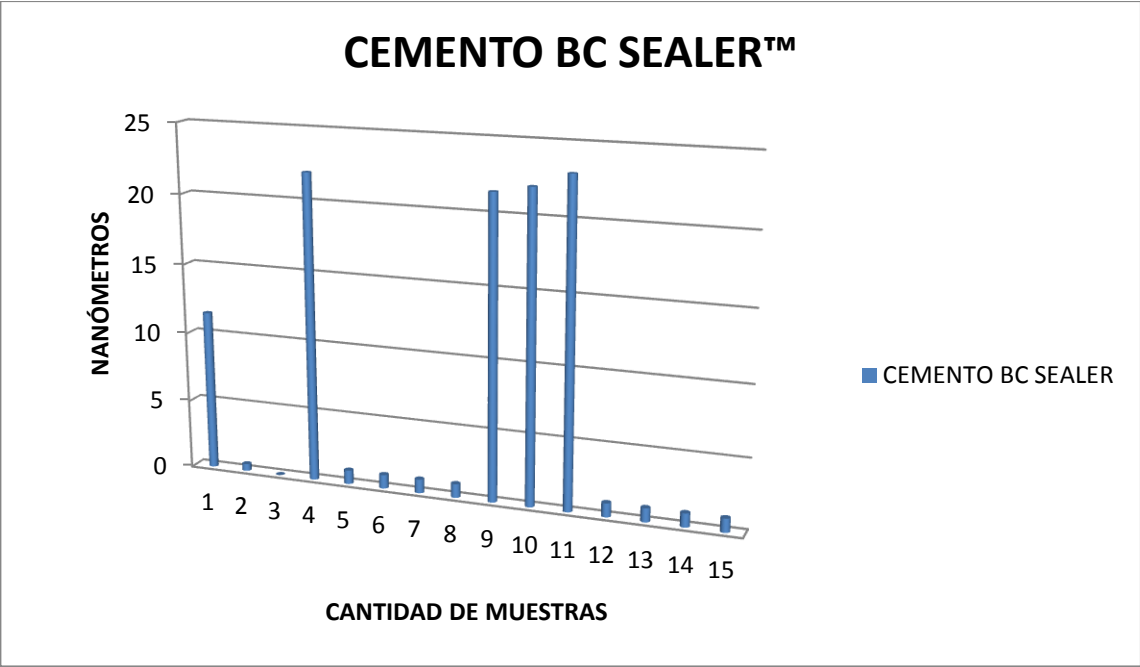
(nanómetros)

Muestra No. AH-Plus Jet BC Sealer Real seal SE

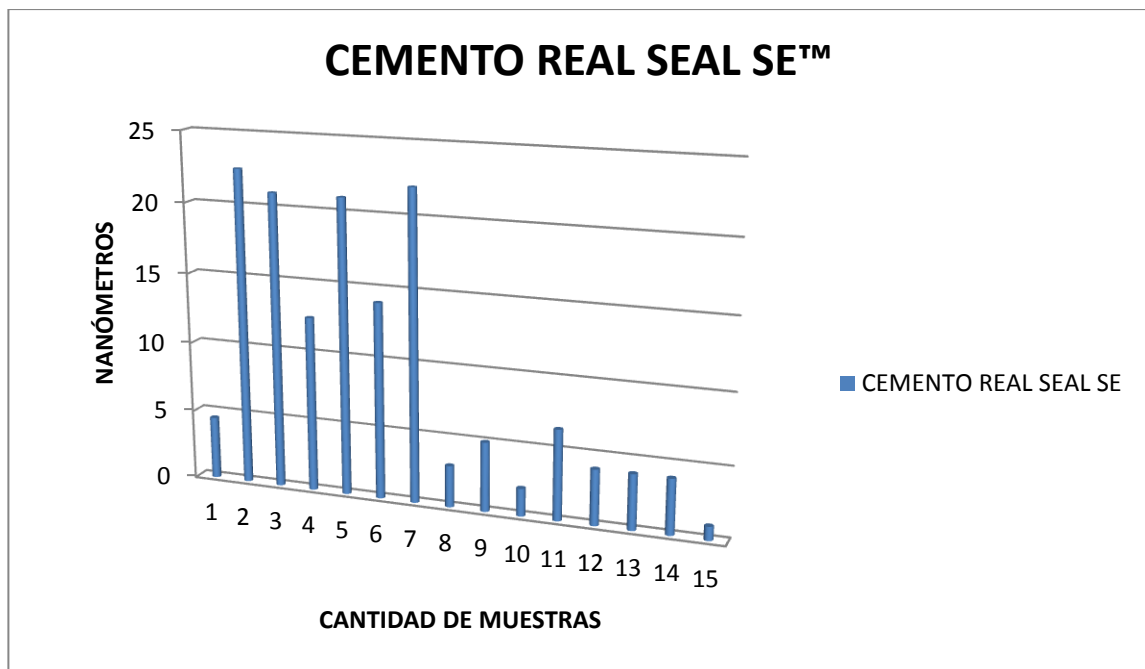
No.1	0	11.5	4.5
No.2	0	.5	22.5
No.3	3	0	21
No.4	1.5	22	12.5
No.5	.5	1	21
No.6	11	1	14
No.7	0	1	22
No.8	0	1	3
No.9	21.5	21.5	5
No.10	3	22	2
No.11	23	23	6.5
No.12	0	1	4
No.13	0	1	4
No.14	0	1	4
No.15	0	1	1



En la Gráfica No.1 se muestra en nanómetros la interfase encontrada entre pared dentinaria y material de obturación, dando como resultado 8 de las 15 muestras donde se observó nula separación del material de obturación.

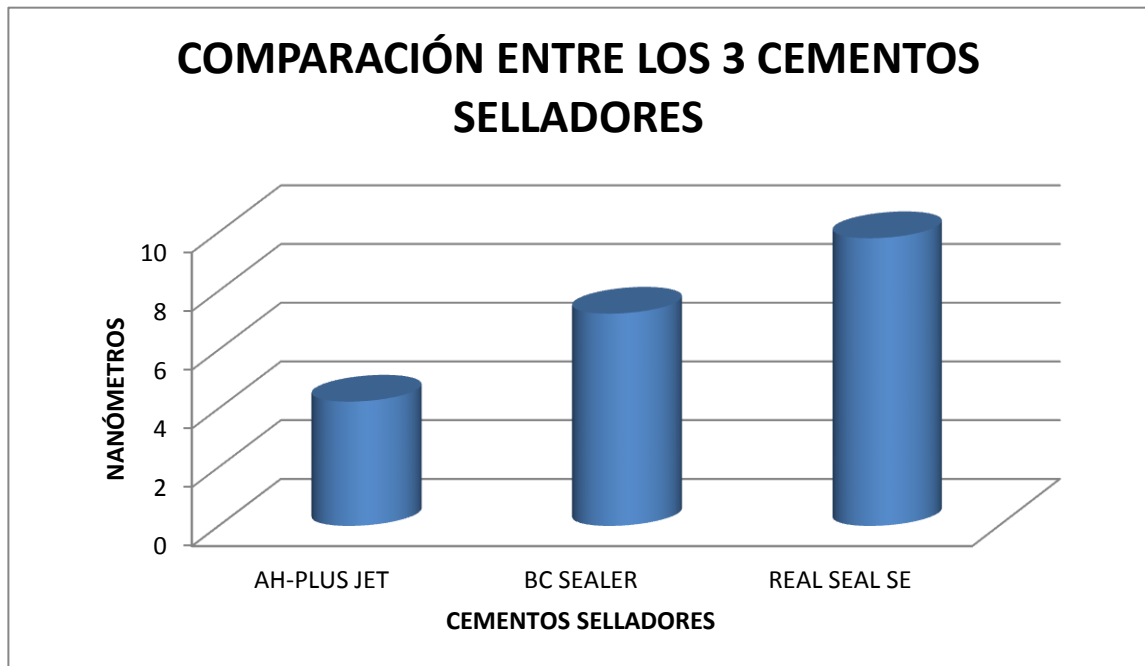


En la Gráfica No.2 se muestra la separación que se encontró al utilizar el cemento sellador BC Sealer, en la cual solo 1 muestra de las 15 procesadas, no se observó superficie de separación entre material nucleo de obturación y paredes dentinarias.



En la Gráfica No. 3 se demuestra que en todas las muestras en las cuales se utilizó el cemento sellador Real Seal SE™ hubo interfase entre cemento-

dentina.



En la Gráfica No.4 Se muestra una comparativa entre los 3 cementos selladores utilizados, en la cual se puede observar que el cemento Real Seal SE™ fué el que presentó mayor superficie de separación entre dentina y material de obturación.

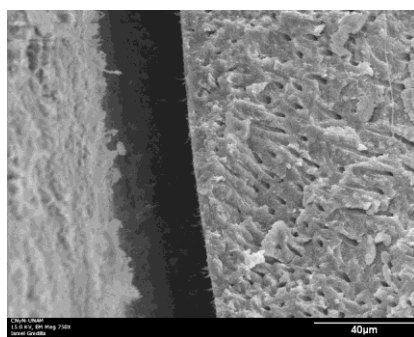
11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Existen diferencias significativas entre los grupos, el que mejor se comportó fué AH-PLUS JET®, ya que presentó menor interfase (separación) entre superficies, y fué el más consistente. Hay diferencia estadísticamente significativa usando prueba de kruskal-Wallis y prueba de la mediana, ya que estas pruebas se usan cuando los datos no siguen una distribución normal.

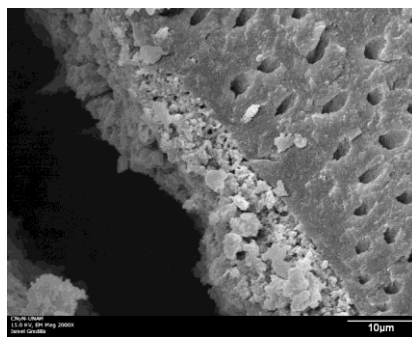
12. RESULTADOS

En la Gráfica 4 se muestra la distribución de las distancias entre el cemento sellador y la dentina de cada uno de los tres cementos selladores. Se observó que el cemento RealSeal SE™ presentó mayor interfase (superficie de separación) hacia dentina radicular en comparación con los demás cementos selladores.

Se observó que las medianas de la distancia entre el cemento y la dentina radicular encontradas fueron menores con el cemento AH-PLUS JET®. Las diferencias entre los tres cementos selladores con respecto a la interfase formada entre material núcleo de obturación y dentina radicular fueron estadísticamente significativas.



AH-PlusJet® 15-1



BC Sealer™ 4-1

unirse fuerte y firmemente el uno con el otro formando así un monobloque.³ Se ha reportado la presencia de monobloques secundarios en la obturación endodóntica, los cuales se caracterizan por presentar dos interfases circunferenciales, una entre el cemento y la dentina, y la otra entre el cemento y el material de relleno.⁴ En la búsqueda de este principio, las propiedades físicas de los cementos selladores endodónticos juegan un papel fundamental relacionado directamente con la fluidez de los mismos,⁴ y por consecuencia, con la capacidad de penetrar los túbulos dentinales y formar uniones irreversibles, garantizándose de esta manera un sellado tridimensional.⁵ Se ha demostrado que la capacidad de fluido de los cementos selladores depende básicamente del porcentaje de viscosidad, la temperatura y el tiempo de fraguado. Quedando así demostrado por K. Mamootil y cols en 2007, donde realizaron un estudio comparando la profundidad y consistencia de la penetración de tres cementos selladores hacia tubulillos dentinarios, demostrando la penetración más profunda con AH-26™ (1337micras). Los selladores a base de resina tuvieron una penetración más consistente (98 a 1.498 micras), concluyendo que la profundidad y consistencia de los cementos selladores está influenciada por las características físicas y químicas de los materiales, al igual que los resultados obtenidos en nuestro estudio donde AH-PLUS JET®, tuvo mejor adherencia hacia paredes dentinarias, por consiguiente menor interfase entre material de obturación y dentina. Los selladores a base de resina penetraron con más consistencia hacia los túbulos dentinarios.

Los cementos selladores a base de resina epóxica como el AH-Plus Jet[®] han demostrado tener excelentes propiedades de fluidez. ⁶ Además, cuando el anillo epóxico del cemento se abre, reacciona con los grupos amino expuestos en el colágeno de la dentina, formando enlaces covalentes entre la resina y el colágeno.⁷ Estas uniones, según ASTM International (1983)¹⁵ se han definido como adhesión.

Algunos estudios como el de Franklin R. Tay y cols en 2006 muestran que con la utilización de agentes quelantes como Biopure y MTAD existe una capa desmineralizada de matrices de dentina de 5 a 6 m de espesor, mientras que con el EDTA al 17% produce de 1 a 2 m de espesor que son infiltradas por el cemento sellador a base de resina epóxica, esto manifestado por la aparición de depósitos de plata dentro de la capa, creando así una buena adhesión entre el cemento sellador y las paredes dentinarias, esto sólo es posible mediante la remoción del lodillo dentinario generado por la instrumentación del sistema de conductos radiculares.⁸ Esto se debe a que la presencia del lodillo puede obstruir la penetración del cemento sellador dentro de los túbulos dentinarios, disminuyéndose de esta manera la adhesión por fuerzas micromecánicas.⁹

Del mismo modo, se ha reportado que la exposición de los túbulos dentinarios crea una superficie irregular, lo que permite la penetración del cemento sellador en el interior de los mismos.⁹ Para el cumplimiento de este principio, se ha descrito el uso de soluciones quelantes durante los protocolos de irrigación tales como ácido etilendiaminotetracético (EDTA) al 17%, el cual se ha

asociado a una mayor adhesión entre los cementos selladores con base en resina epóxica y la dentina.¹⁰⁻¹²

En este estudio encontramos encontramos que con el cemento RealSeal SE™ hubo una mayor interfase entre el cemento sellador y la dentina. Aunque durante el análisis de las muestras bajo MEB se observó continuidad física entre el cemento y la dentina, se logró evidenciar al menos un punto donde se apreciaba una brecha, el cual fue tomado como objeto de estudio (punto de referencia) para medir tales valores. Los valores de las interfases pudieron verse alterados por la manipulación de la muestra a la hora de llevarse a cabo la fractura longitudinal para ser observadas las muestras al MEB. En esta investigación se empleó la medición de las muestras bajo MEB para determinar con exactitud la estrecha unión del cemento sellador a las paredes dentinales y la presencia de brechas o irregularidades en dicha zona. Estos espacios o imperfecciones mostraron estar presentes en las muestras de los 3 cementos selladores. Lo que hace dejar de lado, pero sin descartar por completo, la importancia de la interfase cemento sellador-dentina y su implicación clínica en el éxito de la endodoncia. Las implicaciones clínicas que un estudio como éste puede tener radican en que el éxito del tratamiento a corto plazo depende de las propiedades del cemento. Además, el éxito del tratamiento se relaciona con la importancia del sellado coronal; así, entre mejor restauración se encuentre en este nivel, el tratamiento tendrá mejor pronóstico. Se debe de explorar para futuras investigaciones el comportamiento de este tipo de pruebas, quizás empleando métodos más sensibles durante el seccionamiento, el almacenamiento y el tratamiento de las muestras, con el fin de evitar separación

del material hacia la pared dentinaria que pudiera alterar los resultados y generar brechas de gran tamaño.

14. CONCLUSIONES

La interfase estuvo presente en todas las muestras evaluadas. El espesor de cemento no fue uniforme en todos los especímenes lo que podría determinar fallas en la técnica de obturación; por lo tanto, se recomienda realizar técnicas híbridas de obturación. Aunque durante el análisis de las muestras bajo MEB se observó continuidad física entre el cemento y la dentina, se logró evidenciar al menos un punto donde se apreciaba una brecha, el cual fué tomado como objeto de estudio (punto de referencia) para medir tales valores.

La completa remoción de hidróxido de calcio Ca(OH)_2 del sistema de conductos radiculares implica un reto. La presencia de Ca(OH)_2 interfiere en la adaptación del material de obturación a las paredes dentinarias. La asociación de NaOCl y EDTA 17% por 3 minutos ha probado ser efectiva en la eliminación de lodillo dentinario.¹⁴ Sin embargo, la importancia del EDTA, no solamente radica en su capacidad de quelar iones calcio de las paredes dentinarias sino que ejerce el mismo efecto en la molécula de Ca(OH)_2 facilitando el desprendimiento y desalojo del material por acción del movimiento ultrasónico. También, el EDTA tiene la habilidad de neutralizar los residuos de Ca(OH)_2 , lo cual podría prevenir una reacción química con el cemento sellador.¹⁵

Se ha demostrado que los métodos tradicionales (instrumentación manual e irrigación con NaOCl y EDTA) no son eficientes para remover todo el material

de las paredes de los conductos porque dejan hasta un 45% de superficie cubierta con remanentes.¹⁶ El uso de ultrasonido en conjunto con el protocolo de irrigación final ha sido implementado desde hace algunos años con el objetivo de retirar detritos de dentina producto de la preparación mecánica de los conductos. La utilización de un protocolo de irrigación final que combine hipoclorito de sodio como solución irrigante, EDTA como quelante y ultrasonificación es el método más eficaz para remover el Ca(OH)_2 de las paredes del conducto.

15. BIBLIOGRAFÍA

1. Soares y Goldberg. Endodoncia: Técnica y fundamentos. Ed. Médica Panamericana. Buenos Aires. 1998. Pag 345-396
2. Veríssimo DM, Vale MSd, Monteiro AJ. Comparison of Apical Leakage between Canals Filled with Gutta-Percha/AH-Plus and the Resilon/Epiphany System, When Submitted to Two Filling Techniques. JOE. 2007;33:291-4.
3. Desai S, Chandler N. Calcium Hydroxide–Based Root Canal Sealers: A Review. JOE. 2009;35:475-80.
4. Collins J, Walker MP, Kulild J, Lee C. A Comparison of Three Gutta-Percha Obturation Techniques to Replicate Canal Irregularities. JOE. 2006;32:762-5.
5. Spangberg, L.; (1998). Instruments, materials and devices. En Pathways of the Pulp (Cohen y Burns editores) 7° Edición. Edit. Mosby. Missouri. Capítulo 13, pp: 452-507.
6. Qalt S, Serper A. Dentinal Tubule Penetration of Root Canal Sealers after Root Canal Dressing with Calcium Hydroxide. JOE. 1999;25(6):431-3.
7. Tay FR, Pashley DH. Monoblocks in Root Canals: A Hypothetical or a Tangible Goal. JOE. 2007;33:391-8.
8. Wang CS, Debelian GJ, Teixeira FB. Effect of Intracanal Medicament on the Sealing Ability of Root Canals Filled with Resilon. JOE. 2006;32:532-6.
9. Bhaskar SN. Histologia y Embriologia Bucal de Orban 2000. p. 541-4.

10. Duarte MAH, Ordinola-Zapata R, Bernardes RA, Bramante CM, Bernardineli N, Garcia RBo, et al. Influence of Calcium Hydroxide Association on the Physical Properties of AH Plus. JOE. 2010;36:1048-51.
11. Goldberg F, Artaza LP, Silvio ACD. Influence of Calcium Hydroxide Dressing on the Obturation of Simulated Lateral Canals. JOE. 2002;28(2):99-101.
12. Gregorio Cd, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N. Efficacy of Different Irrigation and Activation Systems on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals and up to Working Length: An In Vitro Study. JOE. 2010;36:1216-21.
13. Moon Y-M, Shon W-J, Baek S-H, Bae K-S, Kum K-Y, Lee W. Effect of Final Irrigation Regimen on Sealer Penetration in Curved Root Canals. JOE. 2010;36:732-6.
14. Loushine BA, Bryan TE, Looney SW, Gillen BM, Loushine RJ, Weller RN, et al. Setting Properties and Cytotoxicity Evaluation of a Premixed Bioceramic Root Canal Sealer. JOE. 2011;37:673–7.
15. Kenée DM, Allemang JD, Johnson JD, Hellstein J, Nichol BK. A Quantitative Assessment of Efficacy of Various Calcium Hydroxide Removal Techniques JOE. 2006;32:563–5.

16. Zou L, Shen Y, Li W, Haapasalo M. Penetration of Sodium Hypochlorite into Dentin JOE. 2010;36:793–6.
17. Resende LM, Rached-Junior FJA, Versiani MA, Souza-Gabriel AE, Miranda CES, Silva-Sousa YTC, et al. A comparative study of physicochemical properties of AH Plus, Epiphany, and Epiphany SE root canal sealers. International Endodontics Journal. 2009;42:785-93.
18. Komabayashi T, D'souza RN, Dechow PC, Safavi KE, S.W. L, Spångberg. Particle Size and Shape of Calcium Hydroxide JOE. 2009;35:284 –7.
19. Kokkas AB, Boutsoukis AC, Vassiliadis LP, Stavrianos CK. The Influence of the Smear Layer on Dentinal Tubule Penetration Depth by Three Different Root Canal Sealers: An In Vitro Study JOE. 2004;30(2):100-2.
20. Shahravan A, Haghdoost A-A, Adl A, Rahimi H, Shadifar F. Effect of Smear Layer on Sealing Ability of Canal Obturation: A Systematic Review and Meta-analysis. JOE. 2007;33:96–105.
21. Tunga U, Bodrumlu E. Assessment of the Sealing Ability of a New Root Canal Obturation Material. JOE. 2006;32:876–8.

22. Stratton RK, Apicella MJ, Mines P. A Fluid Filtration Comparison of Gutta-Percha versus Resilon, a New Soft Resin Endodontic Obturation System. JOE. 2006;32:642–5.
23. James BL, Brown CE, Legan JJ, Moore BK, Vail MM. An In Vitro Evaluation of the Contents of Root Canals Obturated With Gutta Percha and AH-26 Sealer or Resilon and Epiphany Sealer. JOE. 2007;33:1359–63.
24. Raina R, Loushine RJ, Weller RN, Tay FR, Pashley DH. Evaluation of the Quality of the Apical Seal in Resilon/Epiphany and Gutta-Percha/AH Plus–filled Root Canals by Using a Fluid Filtration Approach. JOE. 2007;33:944–7.
25. Nawal RR, Parande M, Sehgal R, Naik A, Rao NR. A comparative evaluation of antimicrobial efficacy and flow properties for Epiphany, Guttaflow and AH-Plus sealer. International Endodontic Journal. 2011;44:307-13.
26. Balvedi RPA, Versiani MA, Manna FF, Biffi JCG. A comparison of two techniques for the removal of calcium hydroxide from root canals. International Endodontic Journal. 2010;43:763–8.
27. Mokeem-Saleh A, Hammad M, Silikas N, Qualtrough A, Watts DC. A laboratory evaluation of the physical and mechanical properties of selected root canal sealers. International Endodontic Journal. 2010;43 882–8.

28. Paque´ F, Sirtes G. Apical sealing ability of Resilon/Epiphany versus gutta-percha/AH Plus: immediate and 16-months leakage. *International Endodontic Journal*. 2007;40:722–9.
29. zcan EO, Eldeniz AU, Ari H. Bacterial killing by several root filling materials and methods in an ex vivo infected root canal model. *International Endodontic Journal*. 2011:1-8.
30. Saleh IM, Ruyter IE, Haapasalo M, Ørstavik D. Bacterial penetration along different root canal filling materials in the presence or absence of smear layer. 2008;41:32-40.
31. dig TR, Hirschleb M, Zapf A, Ismann MH. Comparison of ultrasonic irrigation and RinsEndo for the removal of calcium hydroxide and Ledermix paste from root canals. *International Endodontic Journal*. 2011:1-7.
32. Susini¹ G, About I, Tran-Hung L, Camps J. Cytotoxicity of Epiphany and Resilon with a root model. *International Endodontic Journal*. 2006;39:940–4.
33. Hosoya N, Kurayama H, Lino F, Arai T. Effects of calcium hydroxide on physical and sealing properties of canals sealers. *International Endodontic Journal*. 2004;37:178-84.

34. dig TR, Vogel S, Zapf A, Ismann MH. Efficacy of different irrigants in the removal of calcium hydroxide from root canals. *International Endodontic Journal*. 2010;43:519–27.
35. Zaslansky P, Fratzl P, Rack A, Wu M-K, Wesselink PR, Shemesh H. Identification of root filling interfaces by microscopy and tomography methods. *International Endodontic Journal*. 2011;44:395-401.
36. Bouillaguet S, Shaw L, Barthelemy J, Krejci I, Wataha JC. Long-term sealing ability of Pulp Canal Sealer, AH-Plus, GuttaFlow and Epiphany. *International Endodontic Journal*. 2008;41:219-26.
37. Santos J, derhane LT, Ferraz C, Zaia A, Alves M, Goes MD, et al. Long-term sealing ability of resin-based root canal fillings. *International Endodontic Journal*. 2010;43:455-60.
38. Belli S, Eraslan O, Eskitascioglu G, Karbhari V. Monoblocks in root canals: a finite elemental stress analysis study. *International Endodontic Journal*. 2011;44:817-26.
39. Sluis LWMvd, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *International Endodontic Journal*. 2007;40:415-26.

40. Mamootil K, Messer HH. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and in vivo. *International Endodontic Journal*. 2007;40:873-81.
41. Lacey S, Ford TRP, Yuan X-F, Sherriff1 M, Watson T. The effect of temperature on viscosity of root canal sealers. *International Endodontic Journal*. 2006;39:860-6.
42. Sluis LWMvd, Wu MK, Wesselink PR. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *International Endodontic Journal*. 2007;40:52-7.
43. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics – a review. *International Endodontic Journal*. 2010;43:2-15.