



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Evaluación de cemento sellador de silicato tricálcico (BIOROOT™ RCS) y cemento sellador de resina aminoepóxica (AH-PLUS®): Comparación de adhesión y proliferación en fibroblastos del ligamento periodontal in vitro

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

P R E S E N T A:

LOURDES YATZIL AVALOS PIÑA

TUTOR: Mtra. FEBA CAROLINA VÁZQUEZ VÁZQUEZ

ASESOR: Esp. ALEJANDRA RODRÍGUEZ HIDALGO

ÍNDICE

Resumen.....	4
Abstract.....	5
1. Introducción.....	6
2. Marco Teórico.....	7
2.1 Obturación.....	7
2.1.1 Definición.....	7
2.1.2 Antecedentes.....	7
2.2 Materiales de Obturación.....	8
2.2.1 Gutapercha.....	9
2.2.2 Cementos Selladores.....	10
2.2.3 AH-Plus® (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemania).....	11
2.2.4 BioRoot™ RCS (Septodont, Saint Maur Des Fosses, Francia).....	12
3. Pruebas de Biocompatibilidad (Uso en Endodoncia).....	13
4. Fibroblastos del Ligamento Periodontal.....	13
5. Planteamiento del Problema.....	14
6. Justificación.....	14
7. Objetivos.....	14
7.1 Objetivo general.....	14
7.2 Objetivos específicos.....	14
8. Hipótesis.....	15
8.1 Hipótesis de investigación.....	15
8.2 Hipótesis nula.....	15
9. Tipo de Estudio.....	15
10. Variables.....	15
11. Muestra.....	16
12. Criterios de Selección.....	16

12.1	Criterios de Inclusión.....	16
12.2	Criterios de Exclusión	16
12.3	Criterios de Eliminación	16
13.	Materiales.....	17
14.	Procedimiento y Descripción de la Investigación	19
14.1	Instrumentación de los conductos radiculares.....	19
14.2	Obturación de los conductos radiculares.....	21
14.2.1	Obturación del grupo I	23
14.2.2	Obturación del grupo II	25
14.3	Fraguado del cemento sellador.....	26
14.4	Obtención cortes transversales	26
15.	Cultivo Celular	27
16.	Ensayo de Adhesión Celular (Cristal Violeta)	28
17.	Ensayo de Proliferación Celular (WST-1)	29
18.	Microscopía de Fluorescencia	30
19.	Análisis Estadístico.....	31
20.	Resultados	31
20.1	Adhesión Celular.....	31
20.2	Proliferación Celular	32
20.3	Interacción Célula-Material.....	33
21.	Discusión.....	34
22.	Conclusiones.....	36
23.	Bibliografía	37
24.	Referencias Imágenes.....	38
25.	Referencias Gráficas	38

Resumen

La obturación del conducto radicular implica el sellado del ápice con el cemento sellador que interactúa con los tejidos periapicales. En endodoncia, el uso de los cementos a base de silicato tricálcico se les atribuyen ventajas, porque presentan excelentes propiedades biológicas. El objetivo de este estudio fue comparar la adhesión y proliferación de fibroblastos del ligamento periodontal en cortes transversales de premolares obturados con dos cementos selladores endodóncicos: BioRoot™ RCS (Septodont) y AH-Plus® (Dentsply). **Métodos:** Se seccionó la corona de los premolares; se instrumentaron los conductos radiculares, se esterilizaron y se obturaron 15 muestras con técnica de cono único con BioRoot™ RCS y 15 muestras con técnica de onda continua de calor con AH-Plus®; los premolares se seccionaron en cortes transversales de 2 mm y en ellos se cultivaron las células del ligamento periodontal. Los resultados fueron obtenidos a intervalos de 4 y 24 h para adhesión celular; 3, 7, 9, 14 y 21 días para proliferación celular. **Resultados:** Existe una diferencia estadística significativa en la adhesión celular a las 24 h, la cual fue mayor en el cemento sellador BioRoot™ RCS en comparación con AH-Plus®. Se obtuvo una diferencia estadística significativa en la proliferación celular en los días 9 y 14, que fue mayor en el cemento AH-Plus® en comparación con BioRoot™ RCS. Las diferencias significativas entre los grupos experimentales desaparecieron al día 21, lo que muestra que el AH-Plus® disminuye su eficiencia y el BioRoot™ RCS la mantiene a largo plazo. **Conclusión:** Este estudio demostró que ambos cementos selladores permiten el crecimiento de fibroblastos de ligamento periodontal, comprobando su biotolerancia por los tejidos periodontales.

Palabras clave: *BioRoot RCS, AH-Plus, cemento sellador, silicato tricálcico, ligamento periodontal.*

Abstract

The obturation of root canal implies the sealing of the apex with root canal sealers, which interact with the periapical tissues. In endodontics, the use of tricalcium silicate based root canal sealers are recognized as bioactive materials through their capacity to produce appropriate biological responses. The aim of this study was to compare the adhesion and proliferation of human periodontal ligament fibroblasts in transverse sections of premolar teeth sealed with two root canal sealers: BioRoot™ RCS (Septodont) and AH-Plus® (Dentsply). **Methods:** Premolar teeth were sectioned at the enamel-cement junction; the root canals were instrumented, sterilized and sealed: 15 samples with single cone technique with BioRoot™ RCS and 15 samples with continuous heat wave technique with AH-Plus®. The roots of the premolars were sectioned in 2 mm cross sections, in which the cells of the periodontal ligament were dipped in the culture medium. The results were obtained at intervals of 4 and 24 h for cell adhesion; 3, 7, 9, 14 and 21 days for cell proliferation. **Results:** There is a statistically significant difference in cell adhesion at 24 h, which was higher in BioRoot™ RCS root canal sealer compared to the AH-Plus® sealer. A statistically significant difference in cell proliferation was also obtained on days 9 and 14, which was higher in AH-Plus® root canal sealer compared to BioRoot™ RCS sealer. The significant differences between the experimental groups disappeared on the 21 day, which leads us to observe that the AH-Plus® decreases its efficiency and the BioRoot™ RCS maintains it at long term. **Conclusion:** This study has shown that both root canal sealers allow the growth of periodontal ligament fibroblasts.

Key words: *BioRoot RCS, AH-Plus, sealer, tricalcium silicate, periodontal ligament.*

1. Introducción

Actualmente el éxito en el tratamiento del conducto radicular depende de ciertos factores como: Un correcto diagnóstico y una adecuada planeación del tratamiento a realizar, conocimiento de la anatomía y morfología del sistema del conducto radicular, la limpieza y/o desinfección del sistema del conducto radicular mediante el desbridamiento químico mecánico logrando su conformación para su adecuada obturación, la restauración coronal y el control del tratamiento del conducto radicular mediante la toma de radiografías dentoalveolares o imágenes tridimensionales para monitorear la ausencia de patosis periapical o reparación de tejidos perirradiculares en dientes con patosis periapical preexistente¹.

En un estudio sobre éxito y fracaso, Ingle et al. indicaron que un 58% de los fracasos se debían a una obturación incompleta producto de errores de procedimiento como obtención errónea de la longitud de trabajo, transportación, perforación, pérdida del sellado coronal y fractura radicular vertical del sistema del conducto radicular, que afectan negativamente el sellado apical^{2,3}.

La obturación del sistema del conducto radicular es necesaria para prevenir la filtración coronal y la contaminación bacteriana. El uso de los cementos selladores es necesario para la adecuada obturación que permitirá sellar el espacio entre la pared dentinaria y el material obturador, así también permitirá sellar el ápice respecto a los fluidos tisulares periapicales y a los irritantes que permanecen en el conducto⁴.

Actualmente en el área de endodoncia, se han realizado avances en el campo de los cementos selladores a base de silicato tricálcico o también llamados cementos selladores biocerámicos, a los cuales se les atribuyen grandes ventajas comparadas con los cementos selladores de uso tradicional, ya que presentan excelentes propiedades fisicoquímicas y biológicas. Una propiedad favorable es la de su gran capacidad biotolerable a los tejidos periapicales como el ligamento periodontal y hueso alveolar, teniendo capacidad osteoconductiva y de producir hidroxiapatita durante la reacción de fraguado. También presenta un mayor pH alcalino durante las primeras 24 horas de fraguado, teniendo una acción antibacteriana⁵. Por lo que estas propiedades tendrían un efecto favorable en la obturación del sistema del conducto radicular que implica el sellado del ápice con los materiales de obturación como es el cemento sellador, el cual interactúa con los tejidos periapicales. El objetivo de esta investigación fue comparar la adhesión y proliferación de fibroblastos del ligamento periodontal en cortes transversales de 2 mm de dientes premolares previamente obturados con dos cementos selladores endodóncicos: Uno a base de silicato tricálcico (BioRoot™ RCS) y otro de resina amino-epóxica (AH-Plus®).

2. Marco Teórico

2.1 Obturación

2.1.1 Definición

La Asociación Americana de Endodoncia (American Association of Endodontists', AAE por sus siglas en inglés) define a la fase de obturación del tratamiento del conducto como "El relleno tridimensional de todo el conducto radicular, lo más cerca posible de la unión cemento-dentinaria (CDC)"¹.

La obturación del sistema del conducto radicular se realiza con materiales inertes o antisépticos que permiten un sellado estable y tridimensional, los cuales no interfieren y estimulan el proceso de reparación apical y periapical⁶. Para la obturación en el tratamiento del conducto, existen materiales que constituirán el núcleo de la obturación y otros como los cementos selladores endodóncicos, dispuestos entre él y las paredes del conducto⁸.

2.1.2 Antecedentes

Pieter van Forest, en el año 1602, fue el primero en publicar sobre la terapéutica de los conductos radiculares, sugiriendo que el diente al ser trepanado, debía colocarse "tríaca" (compuesto de opio) en la cámara pulpar.

En el siglo XVIII, Fauchard "padre de la odontología moderna" indicaba en los casos de abscesos, la introducción de una sonda en el conducto radicular para el drenaje del proceso purulento y empleaba para la obturación de los conductos el plomo en lámina⁷. Antes de 1800, el oro era el único material empleado para rellenar el conducto radicular. Posteriormente las obturaciones se realizaban con distintos metales, oxiclورو de zinc, parafina y amalgama.

En 1847, Hill creó el primer material de obturación del conducto radicular a base de gutapercha, conocido como tapón de Hill, el cual consistía principalmente en gutapercha blanqueada, carbonato cálcico y cuarzo. En 1867, Bowman reivindicó (ante la St. Louis Dental Society) el primer uso de la gutapercha para obturación de los conductos en un primer molar extraído.

En 1883, Perry usaba un alambre de oro puntiagudo, envuelto en gutapercha blanda y comenzó a utilizar la gutapercha enrollada en puntas y empaquetada en el conducto. Más adelante, empleó goma laca calentada sobre una placa, y enrollaba los conos para obtener una punta del tamaño deseado, adecuándolo a la forma y longitud del conducto.

En 1887, la S.S. White Company fabricó puntas de gutapercha. En 1893, Rollins introdujo un nuevo tipo de gutapercha a la que añadía bermellón (compuesto de óxido de mercurio puro).

Al transcurrir el tiempo, con la toma de radiografías para observar y evaluar las obturaciones del conducto radicular, quedó claro que se necesitaba material de obturación adicional para llenar los espacios sin obturar por lo que se crearon cementos odontológicos, sin embargo, éstos se endurecían al fraguar resultando insatisfactorios.

Además, se pensaba que el cemento usado debía poseer una acción antiséptica lo que condujo al desarrollo de muchas pastas de cemento con fenol o formalina.

En 1914, Callahan utilizó colofonia como sustancia cementadora, la cual producía el reblandecimiento y la disolución de la gutapercha.

En los últimos 70-80 años se ha tratado de mejorar la calidad de la obturación del conducto radicular con nuevos cementos, y con modificaciones en la forma de suministrar la gutapercha en el conducto radicular⁷.

2.2 Materiales de Obturación

Los materiales de obturación consisten en un núcleo central (semisólido o sólido) biológicamente aceptable (generalmente gutapercha) y un cemento sellador, éste último para ocupar el espacio entre el material de núcleo y las paredes del conducto, además de ser esencial en todas las técnicas para lograr la impermeabilidad a los fluidos¹.

Grossman y cols. enumeraron las propiedades con las que debe cumplir un material de obturación^{1,9}:

1. Fácil de introducir y de manipular en el conducto radicular, con un tiempo de trabajo suficiente.
2. Estable dimensionalmente, sin contraerse tras ser insertado.
3. Impermeable, sin solubilizarse en medio húmedo.
4. Sellar la totalidad del conducto, tanto apical como lateralmente, adaptándose a su compleja anatomía interna.
5. Capacidad bacteriostática.
6. No debe ser irritante para los tejidos periapicales.
7. No verse afectado por los fluidos tisulares; sin corrosión ni oxidación
8. Debe ser radioopaco, para poder distinguirlo en las radiografías.
9. No debe teñir la estructura del diente.
10. Debe ser estéril o fácil de esterilizar antes de su introducción.
11. Ser fácil de retirarse del conducto si es necesario.

Se han empleado distintos materiales para obturar los conductos radiculares, desde materiales sólidos como los conos de plata (en desuso actualmente), gutapercha, resilon (polímero sintético); materiales en estado plástico como los cementos y pastas.

2.2.1 Gutapercha

En 1867, Bowman introdujo el uso de la gutapercha como material para la obturación de los conductos radiculares y desde ese entonces ha sido el más usado hasta la actualidad.

La gutapercha está compuesta por un polímero orgánico natural "poliisopreno" (conocido como caucho) obtenido del coágulo de látex de un árbol del género *Palaquium* originario del archipiélago malayo.

En endodoncia existen dos tipos de forma de la gutapercha, la β y la α , que poseen temperatura de fusión y viscosidad altas. La forma α es natural y de baja viscosidad a bajas temperaturas, cuando se calienta es flexible y pegajosa, puede fluir bajo presión y una desventaja es que se encoje al fraguar. La forma β se obtiene por calentamiento a 65°C de la forma α y su enfriamiento brusco; es bajo esta forma cristalina que se presenta la gutapercha de los conos convencional, la cual puede condensarse^{1,9}.

La composición química de la gutapercha es principalmente de los siguientes componentes:

- 20%, gutapercha.
- 65%, óxido de zinc.
- 10%, sustancias radioopacas (sulfatos metálicos).
- 5%, plastificadores (ceras y resinas).

La presentación más común de la gutapercha es en forma de puntas, con la forma β . Existen puntas estandarizadas desde el calibre 15 al 140 y puntas no estandarizadas (convencionales); las conicidades pueden ser del 2%, 4%, 6% hasta 9% para ser adaptadas a las nuevas conicidades de instrumentos rotatorios.

Otras presentaciones de la gutapercha es en pequeñas barras que se reblandecen en el interior de una pistola dispensadora, que posteriormente se introducirá en el conducto radicular; en otros casos la gutapercha recubre un vástago metálico o de plástico, la cual es plastificada en aparatos eléctricos.

Nguyen (1993) enumeró las siguientes ventajas y desventajas de las puntas de gutapercha⁹:

Ventajas

- Se deforman mediante presión para ser compactadas dentro del conducto radicular.
- Posibilidad de reblandecerlas y ser plastificadas mediante calor y solventes.
- Fácil manipulación.
- Biotolerables por los tejidos, sin capacidad inmunogénica.
- Baja toxicidad.
- Radioopacidad.
- Fácil eliminación con disolventes o calor.

Desventajas

- Falta de adhesión a dentina, por lo que se requiere de un cemento para sellar la interfase con las paredes del conducto.
- Escasa rigidez en puntas de calibre pequeño.
- Al calentarse, se retrae al enfriarse.
- Debido a su viscoelasticidad, pueden experimentar sobreextensión más allá de la constricción al recibir fuerzas en la condensación lateral o vertical.

2.2.2 Cementos Selladores

La AAE en la Guía de Endodoncia Clínica menciona que en la obturación del tratamiento del conducto "El cemento sellador endodóncico en el conducto radicular se usa en conjunción con un material de obturación biológicamente aceptable, semisólido o sólido, para conseguir un sellado adecuado del sistema del conducto radicular»¹.

Grossman estableció una serie de propiedades del cemento sellador ideal, que se mencionarán a continuación:

1. Debe ser pegajoso durante la mezcla, para proporcionar buena adherencia con la pared del conducto una vez fraguado.
2. Proporcionar un sellado hermético.
3. Ser radiopaco, para poder observarlo en las radiografías.
4. Las partículas del polvo deben ser muy finas, para poder mezclarlo fácilmente con el líquido.
5. No contraerse al fraguar.
6. No teñir la estructura dental.
7. Ser bacteriostático, o por lo menos no favorecer la proliferación bacteriana.
8. Fraguarse lentamente.
9. Ser insoluble en los fluidos tisulares.
10. Ser tolerado por los tejidos; es decir, no producir irritación del tejido perirradicular.
11. Ser soluble en un solvente común, en caso de ser eliminado en un futuro el relleno del conducto radicular.

Actualmente no existe cemento sellador que cumpla totalmente con todas las propiedades, sin embargo, Ingle y West añadieron dos propiedades más^{1,7}:

12. No debe generar reacción inmunitaria en contacto con el tejido periapical.
13. No debe ser mutagénico, ni carcinogénico.

Los cementos selladores, presentan toxicidad cuando están recién mezclados, sin embargo, la toxicidad disminuye al fraguar por lo que deben de ser bien tolerados por los tejidos perirradiculares. Algunas sustancias liberadas de la composición de los cementos selladores pueden tener un efecto adverso sobre la capacidad de proliferación de las poblaciones celulares perirradiculares¹⁰, acción que en algunos

casos no se puede evitar debido a la extrusión del cemento sellador al momento de obturar el conducto radicular.

Algunos de los cementos selladores más comunes son los de óxido de zinc-eugenol, de Ca(OH)_2 , de ionómero de vidrio y de resinas. Actualmente se han creado cementos selladores a base de silicato tricálcico, a los cuales se les atribuyen grandes ventajas comparadas con los cementos selladores de uso tradicional, ya que presentan excelentes propiedades.

2.2.3 AH-Plus® (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemania)

Es un cemento sellador a base de resina epoxyamina que se deriva del AH 26, pero con propiedades mejoradas.

Su presentación es en las siguientes formas: Como AH Plus en tubos para mezcla manual de las pastas A y B con lo que se facilita la proporción adecuada de la mezcla; y como Jeringa de mezcla AH Plus Jet® para aplicación intra-oral directa, ofreciendo un procedimiento más preciso, conveniente y rápido.

Composición

Pasta A: Resina epoxi de Bisfenol-A, resina epoxi de Bisfenol-F, tungstenato de calcio, óxido de zirconio, sílice y óxido de hierro.

Pasta B: Dibenzil-diamina, aminoadamantano, triciclo-decano-diamina, tungstenato de calcio, óxido de zirconio, sílice y aceite de silicona (Fig. 1)¹⁵.



Fig. 1 Cemento sellador AH-Plus®.

Ofrece las siguientes propiedades: Es biotolerable, de fluidez alta, posee propiedades de sellado de larga duración, sobresaliente estabilidad dimensional, propiedades auto-adhesivas, radiopacidad elevada, tiempo de trabajo largo y baja solubilidad.

Según el fabricante, es más fácil poderlo retirar de los conductos radiculares, ya que es soluble en cloroformo^{8,15}.

2.2.4 BioRoot™ RCS (Septodont, Saint Maur Des Fosses, Francia)

Es un cemento sellador mineral bioactivo, basado en la tecnología de biosilicato activo ("Active Biosilicate Technology") patentada por Septodont, que contiene microagregados minerales.

Composición:

Se compone de un polvo a base de silicato tricálcico, óxido de circonio y povidona; y una solución acuosa de cloruro de calcio y policarboxilato (Fig. 2)¹⁷.

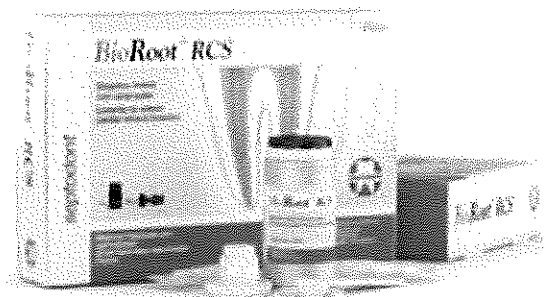


Fig. 2 Cemento sellador BioRoot™ RCS.

Ofrece las siguientes propiedades: Formulación con minerales de alta pureza y libre de monómeros, formación de hidroxiapatita en la interfase conducto radicular-sellador y mineralización de la estructura dentinaria, antimicrobiano, hermético, radioopaco, de fácil manipulación y puede retirarse del conducto radicular en caso de ser necesario.

BioRoot™ RCS es altamente biotolerable y reduce el riesgo de reacciones tisulares adversas, estimula el proceso fisiológico del hueso y la mineralización de la estructura dental. Además, crea un entorno favorable para la curación periapical, previene el desarrollo bacteriano que conduce a fracasos clínicos y su cristalización crea un sello hermético dentro de los túbulos dentinarios.

Indicaciones

Obturación permanente del conducto radicular en combinación con puntas de gutapercha, tanto para pulpa vital como necrótica, o después de un procedimiento de repetición del tratamiento. BioRoot™ RCS es adecuado para su uso en la técnica de cono único o de condensación lateral en frío.

3. Pruebas de Biocompatibilidad (Uso en Endodoncia)

Se define biomaterial como aquel elemento químico, que se integra de forma armónica con los tejidos naturales del organismo, sin causar daño alguno por lo que el cuerpo humano no lo rechaza, de tal manera que se establece un equilibrio de tolerabilidad biológica entre ambos¹¹.

Uno de los principales objetivos de la endodoncia es devolver la funcionalidad y la estética perdidas por los dientes, así como proteger el remanente dentario y en algunos casos proteger el estado vital de los mismos, por lo que esto se logra con el empleo de materiales de uso odontológico que sean biotolerables¹³.

Actualmente existen técnicas y procedimientos en la investigación clínica conocidas como pruebas de biocompatibilidad que tienen como objetivo determinar la capacidad que tiene un material de uso odontológico para producir una respuesta biológica favorable o desfavorable; sin embargo, existe otro término relacionado como lo es la toxicidad que se define como el potencial relacionado con la dosis de un material que causa la muerte celular o tisular^{11,12}.

Las pruebas de biocompatibilidad que evalúan citotoxicidad se conocen como pruebas primarias, las cuales evalúan el efecto de los materiales sobre poblaciones celulares para evaluar la respuesta inflamatoria o inmunológica¹⁴.

4. Fibroblastos del Ligamento Periodontal

En este estudio se utilizó un cultivo primario de fibroblastos del ligamento periodontal obtenidos de una muestra del ligamento periodontal de un donador humano sano, los cuales se cultivaron en el Laboratorio de Bioingeniería de Tejidos de la DEPEI, de la Facultad de Odontología, UNAM. Los fibroblastos tienen la morfología de huso alargado de fibroblastos y un crecimiento celular normal.

5. Planteamiento del Problema

Todos los cementos selladores endodóncicos presentan toxicidad cuando están recién mezclados; sin embargo, la toxicidad disminuye mucho al fraguar. No obstante, deben ser biotolerables al contacto e interacción con los tejidos periapicales, ya que si no es así pueden causar irritación tisular o efectos adversos en los mecanismos de reparación locales. Por lo que las pruebas de citotoxicidad son procedimientos necesarios en la evaluación preclínica de los cementos selladores endodóncicos.

Por esta razón surge la pregunta:

¿Cuál cemento sellador tendrá una mejor adhesión y proliferación con fibroblastos del ligamento periodontal?

6. Justificación

Realizar esta investigación nos permite conocer si los cementos selladores estudiados son biotolerables al contacto e interacción con los tejidos periapicales, la importancia es que al realizar la obturación del sistema del conducto radicular implica el sellado del ápice con éstos, los cuales deben tener un efecto favorable para no afectar y permitir la reparación de los tejidos circundantes al órgano dentario. Conocer esta información es útil para elegir los materiales adecuados que provoquen menor daño en los tejidos y así una buena evolución del tratamiento.

7. Objetivos

7.1 Objetivo general

Comparar la adhesión y proliferación de fibroblastos del ligamento periodontal en cortes transversales de 2 mm de dientes premolares previamente obturados con dos cementos selladores endodóncicos: Uno a base de silicato tricálcico (BioRoot™ RCS) y otro de resina amino-epóxica (AH-Plus®).

7.2 Objetivos específicos

1. Evaluar la adhesión celular a 4 y 24 horas.
2. Evaluar la proliferación celular a 3,7, 9,14 y 21 días.

8. Hipótesis

8.1 Hipótesis de investigación

La adhesión y proliferación de fibroblastos del ligamento periodontal será mayor en los premolares obturados con cemento sellador BioRoot™ RCS que en los premolares obturados con cemento sellador AH-Plus®.

8.2 Hipótesis nula

No habrá diferencias estadísticas significativas en la adhesión y proliferación de fibroblastos del ligamento periodontal en los premolares obturados con cemento sellador BioRoot™ RCS que en los premolares obturados con cemento sellador AH-Plus®.

9. Tipo de Estudio

Estudio experimental, in vitro.

10. Variables

Variable	Definición Operacional	Escala de Medición
Variable Independiente		
	Grupo de cemento que se asigna de forma aleatoria al diente para ser obturado.	Variable categórica nominal: 0= Obturación con cemento sellador AH-Plus® 1= Obturación con cemento sellador BioRoot™ RCS
Variables Dependientes		
Adhesión Celular	Se mide la absorbancia en función de la longitud de onda de 545 nm.	Nominal (Ausencia/Presencia) A mayor absorbancia, mayor presencia celular.
Proliferación Celular	Se mide la absorbancia en función de la longitud de onda de 450 nm	Nominal (Ausencia/Presencia) A mayor absorbancia, mayor presencia celular.

11. Muestra

- Tamaño: 30 premolares (superiores y/o inferiores) extraídos de humanos.
- Características: Los dientes premolares se obtuvieron de pacientes que acudieron a la Clínica de Cirugía Oral y Maxilofacial que fueron remitidos para la realización de extracciones por motivos ortodóncicos del Departamento de Ortodoncia de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Facultad de Odontología, UNAM.
- Selección de tipo no aleatorizada por conveniencia.

12. Criterios de Selección

12.1 Criterios de Inclusión

- Dientes premolares superiores y/o inferiores de humanos extraídos por motivos ortodóncicos.
- Dientes con ápice completamente formado.
- Dientes unirradiculares o birradiculares.

12.2 Criterios de Exclusión

- Dientes con caries o fractura radicular.
- Dientes con tratamiento de conductos previo.
- Dientes con reabsorción radicular.
- Dientes con conductos calcificados.

12.3 Criterios de Eliminación

- Dientes que, al momento de instrumentarlos, sufran un accidente operatorio como la separación de un instrumento.

13. Materiales

Equipo:

- Cámara Fotográfica Canon EOS Rebel T6i®
- Cámara Iphone® 7 de 12 megapíxeles
- Computadora
- Campana de flujo laminar clase II A/B3 (Forma Scientific, Inc. USA)
- Incubadora New Brunswick™ Galaxy® 14 S CO₂ (Eppendorf® AG, Germany)
- Centrífuga Spectrafuge™ 6C Compact (Labnet International, Inc. USA)
- Lector de microplacas Chromate® (Awareness Technology, Inc. USA)
- Microscopio (AmScope, Microsystems)
- Motor Dremel® 3000
- Motor Elements (SybronEndo®)
- Ultrasonido Varios 370 (NSK®)
- Sistema de Obturación con gutapercha E&Q MASTER™ (META® BIOMED)
(Incluye pistola y condensador de calor)

Material para instrumentación, obturación y corte de las raíces de los dientes:

- Tubos cónicos (Costar, Corning Incorporated, Corning NY)
- Hipoclorito de sodio (NaOCl al 2.5%)
- Solución de cloruro de sodio al 0.9%
- EDTA 17%
- Vaso recolector para muestra clínica con tapa rosca
- Vaso de precipitados de 100 ml
- Cianoacrilato
- Guantes, cubreboca y lentes de protección
- Campos de papel
- Lapicero
- Disco de diamante
- Hoja de bisturí #15
- Mango de bisturí #3
- Gasas estériles
- Pinzas de curación
- Limas tipo K #10,15,30,35 de 21 mm (Dentsply Maillefer®, Suiza)
- Limas del sistema rotatorio Protaper Next X1, X2 y X3 de 21 mm (Dentsply Maillefer®, Suiza)
- 3 jeringas de irrigación de 5 ml
- 3 Agujas para irrigar (Ultradent NaviTip®)
- Regla y regla de dedo milimetrada (Miltex®)
- Regla de metal de 30 cm
- Regla calibradora para puntas de gutapercha (Angelus®)
- Espátula de metal para cementos
- Loseta de papel
- Godete de vidrio
- 10-1/2P Condensador de Schilder (Dentsply Maillefer®, Suiza)
- Topes de silicón (Dentsply Maillefer®, Suiza)

- Limas U-Files #15 para ultrasonido (NSK®)
- Puntas de gutapercha no estandarizada FM (Hygenic®)
- Puntas de papel estandarizadas del N° 35 (Hygenic®)
- Cemento sellador AH-Plus® (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemania)
- Cemento sellador BioRoot™ RCS (Septodont; Saint Maur Des Fosses, Francia)

Material para Cultivo Celular:

- Medio de cultivo Eagle modificado por Dulbecco (DMEM; GIBCO, Grand Island, NY), suplementado con: 10% de suero fetal bovino (SFB), con antibióticos (penicilina (100 UI/ml), estreptomina (100 µg/ml) y fungisona (0.3 µg/ml)
- Kit de cultivo celular Cristal Violeta
- Kit de cultivo celular WST-I
- Fibroblastos del ligamento periodontal (cultivados en el Laboratorio de Bioingeniería de Tejidos de la DEPeI, UNAM)
- Cajas de cultivo de 96 pozos (Costar, Corning Incorporated, Corning NY)
- Cajas de cultivo de 48 pozos (Costar, Corning Incorporated, Corning NY)
- Frascos para cultivo celular (Costar, Corning Incorporated, Corning NY)
- Pipetas
- Micropipetas (Rainin, Pipet - Lite, Mettler Toledo, USA)
- Puntas para micropipetas de 0.1-10 l (Costar, Corning Incorporated, Corning NY)
- Kit Cell-Tracker

14. Procedimiento y Descripción de la Investigación

Se seleccionaron 30 dientes premolares de humanos, los cuales una vez recién extraídos se mantuvieron en una solución de cloruro de sodio al 0.9% para mantenerlos hidratados hasta el momento de su utilización.

Con una hoja de bisturí del #15 se eliminó todo tejido periodontal de las raíces de los dientes premolares.

Se removieron las coronas de los dientes premolares tomando como referencia la unión amelo cementaria con un disco de diamante y se extrajo el tejido pulpar con una lima tipo K #15 (Dentsply Maillefer®, Suiza) (Fig. 3).

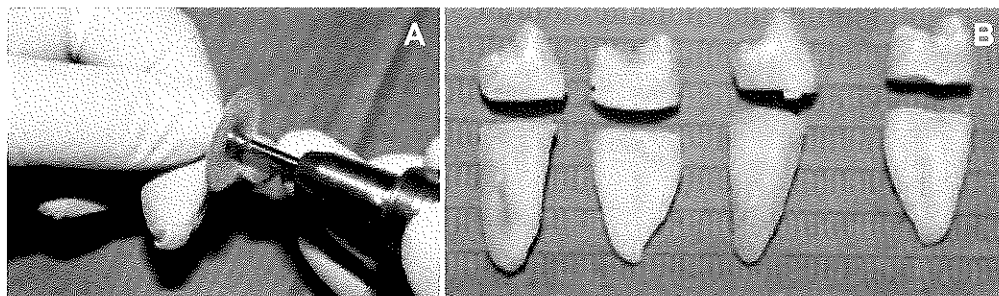


Fig.3 A) Corte con disco de diamante de la corona de un diente premolar. B) Remoción de coronas de los dientes premolares.

14.1 Instrumentación de los conductos radiculares

Para la instrumentación de los conductos radiculares de las raíces de los dientes, se comprobó la permeabilidad con limas tipo K #10 (Dentsply Maillefer®, Suiza). Posteriormente de cada conducto radicular se determinó la longitud real de trabajo con la lima #10, la cual se introdujo en el conducto hasta que la punta fuera visible en el foramen apical y a esa longitud obtenida (medida con una regla de dedo milimétrica (Miltex®) se le disminuyó 1 mm para determinar la longitud real de trabajo de cada conducto radicular (Fig. 4).

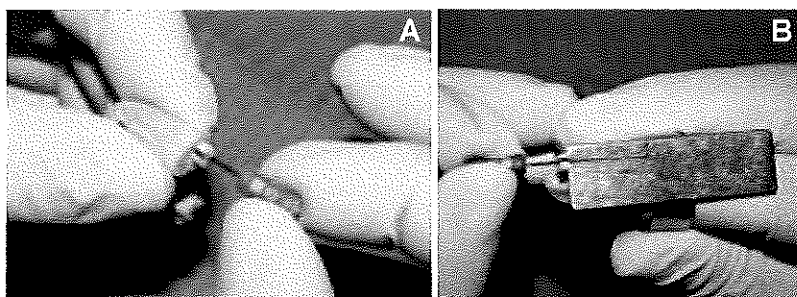


Fig. 4 A) Comprobación de la permeabilidad con lima k #10. B) Medición de la longitud real de trabajo con regla milimétrica.

Todos los conductos radiculares se instrumentaron con limas del sistema rotatorio Protaper Next (Dentsply Maillefer®, Suiza) con el motor Elements (SybronEndo®) con una velocidad constante de 300 rpm y torque 3.2 Ncm (Fig. 5).

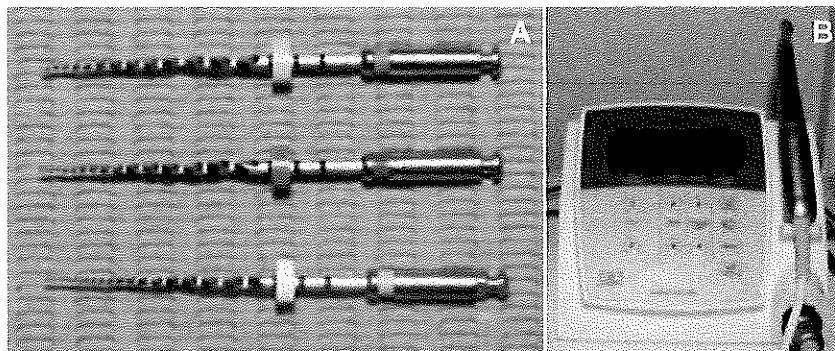


Fig. 5 A) Sistema rotatorio Protaper Next (Limas X1, X2 y X3). B) Motor Elements (SybronEndo®).

Los conductos se irrigaron con hipoclorito de sodio al 2.5%, entre el uso de cada instrumento rotatorio. Aplicando una ligera presión apical, se instrumentó con la lima X1, en una o más veces hasta alcanzar la longitud de trabajo real obtenida de cada conducto. Posteriormente se instrumentó con la lima X2 y X3 hasta alcanzar pasivamente la longitud de trabajo real. Se instrumentó el tercio apical con lima manual tipo K #35, confirmando la longitud de trabajo real y se permearon los conductos con una lima #10, pasando 1 mm más allá del foramen apical para remover barrillo dentinario de la zona (Fig. 6).

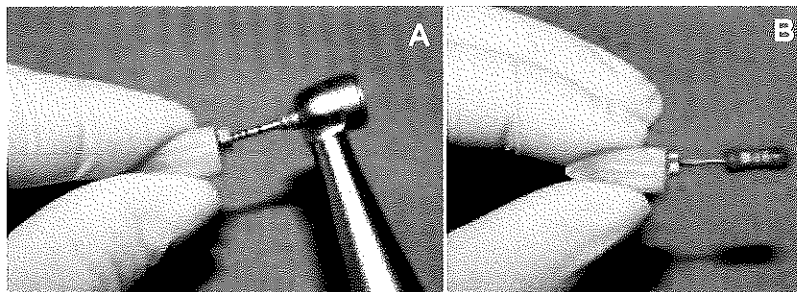


Fig. 6 A) Instrumentación con lima X3 del Sistema rotatorio Protaper Next.
B) Instrumentación del tercio apical con lima K #35.

Por último, se realizó protocolo de limpieza y desinfección con ultrasonido en los conductos radiculares: Se colocó hipoclorito de sodio al 2.5% activado con ultrasonido por 20 segundos (realizando 3 ciclos), después se neutralizó con solución de cloruro de sodio al 0.9% para evitar la formación de precipitados y al final se irrigó con 3 ml de EDTA al 17% activado con ultrasonido por 20 segundos (Fig. 7).

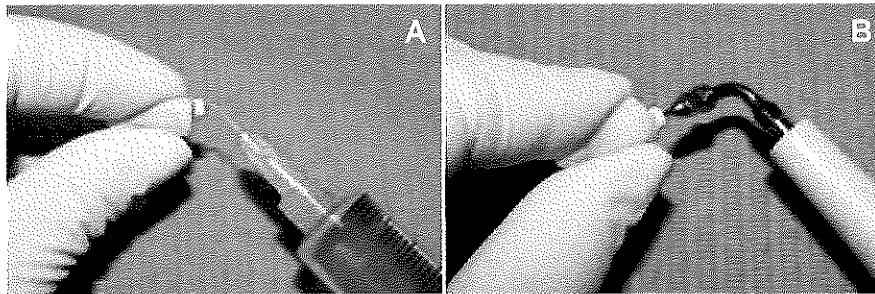


Fig. 7 A) Irrigación con hipoclorito de sodio al 2.5%. B) Protocolo de irrigación activado con ultrasonido.

Todos los conductos radiculares fueron instrumentados por un mismo operador.

Las raíces de los dientes premolares para su esterilización se colocaron bajo luz ultravioleta en la campana de flujo laminar y posteriormente se colocaron en un vaso recolector con una solución de etanol y medio de cultivo modificado por Dulbecco con antibióticos como: penicilina (100 UI/ml), estreptomina (100 µg/ml) y fungisona (0.3 µg/ml) por 48 horas dentro de una incubadora a una temperatura de 37°C en una atmósfera de 95% de aire y 5% de CO₂ en un ambiente con 100% de humedad.

14.2 Obturación de los conductos radiculares

Previamente a su obturación, los conductos radiculares se secaron con puntas de papel estandarizadas del N° 35 (Hygenic®).

Las raíces de los 30 dientes se asignaron de forma aleatoria en 2 grupos experimentales (Fig. 8):

- Grupo I: Formado por 15 raíces que fueron obturadas mediante la técnica de compactación de onda continua de calor, utilizando cemento sellador AH-Plus® (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemania).
- Grupo II: Formado por 15 raíces que fueron obturadas mediante la técnica de cono único, utilizando cemento sellador BioRoot™ RCS (Septodont; Saint Maur Des Fosses, Francia).



Fig. 8 Material para la obturación de los conductos radiculares.

Se seleccionaron las puntas de gutapercha principales (FM), y cada punta se introdujo en el orificio #35 de la regla calibradora que corresponde a la lima maestra apical, se cortó el sobrante de la punta de gutapercha colocada en la regla calibradora con una hoja de bisturí del #15. Posteriormente, las puntas de gutapercha se desinfectaron, las cuales se colocaron en un godete de vidrio con hipoclorito de sodio al 2.5% durante 5 minutos (Fig. 9).

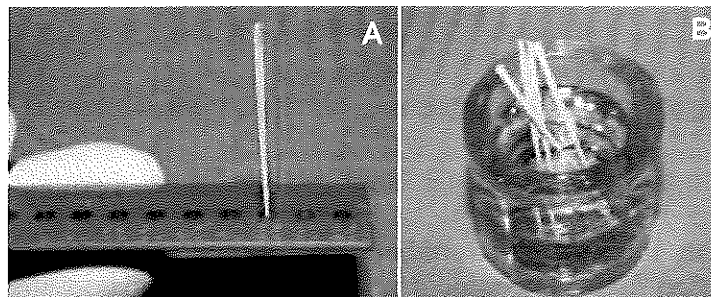


Fig. 9 A) Calibración de punta de gutapercha. B) Desinfección de puntas de gutapercha.

Se introdujo la punta principal en cada conducto hasta la longitud de trabajo real verificando su ajuste clínico (Fig. 10).

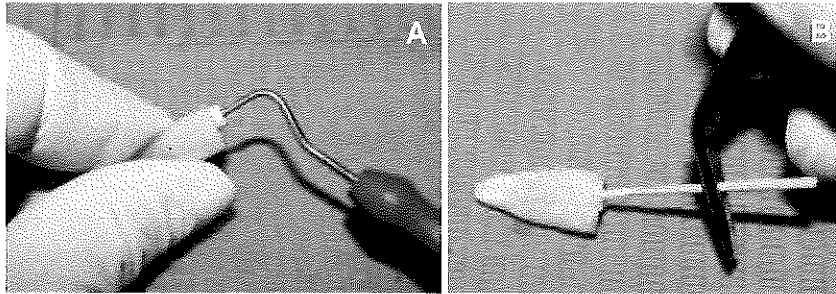


Fig. 12 A) Ajuste del condensador. B) Colocación de la punta de gutapercha con cemento sellador.

Una vez activado el condensador de calor, se cortó la porción de la gutapercha que sobresalía del conducto y posteriormente se procedió a la obturación apical (downpack) en donde se introdujo en el conducto la punta caliente del condensador con presión apical hasta alcanzar el nivel de la longitud establecida previamente con el tope de silicón. Se desactivó el condensador y se mantuvo la presión (10 segundos aproximadamente), posteriormente se activó nuevamente el condensador y realizando movimientos de lado a lado se extrajo la punta del condensador con un movimiento rápido.

Por último, se obturó el tercio medio y cervical del conducto (backfill) con la inyección de gutapercha termoplastificada con la pistola del sistema de obturación. Se obturó por tercios, en donde cada vez que se inyectaba una porción de gutapercha con el condensador de Schilder se ejercía presión continuamente sobre la gutapercha plastificada en el conducto para compactar el material y no dejar espacios vacíos en la obturación (Fig. 13).

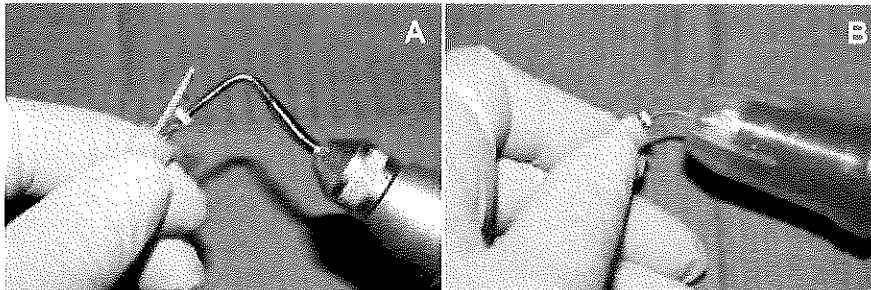


Fig. 13 A) Obturación apical. B) Obturación del tercio medio y cervical con inyección de gutapercha.

14.2.2 Obturación del grupo II

Se realizó la mezcla del cemento sellador BioRoot™ RCS (Septodont; Saint Maur Des Fosses, Francia) de acuerdo a las indicaciones del fabricante (Fig. 14). Se colocó por separado, una cucharada rasa de polvo sobre la loseta de papel y 5 gotas de solución de mezcla. Se preparó el cemento añadiendo progresivamente el polvo al líquido con una espátula, hasta obtener una pasta de consistencia lisa y cremosa (alrededor de 60 segundos); tan pronto como se obtuvo esa consistencia, se dejó de incorporar más polvo al líquido.



Fig. 14 Distribución de las porciones del cemento sellador.

Se impregnó la punta de gutapercha con el cemento sellador mezclado anteriormente, la cual se introdujo en el conducto radicular realizando movimientos de pincelado para asegurar la impregnación del cemento en las paredes del conducto (Fig. 15). Después, se ajusta la punta de gutapercha a la longitud de trabajo real dentro del conducto.



Fig. 15 Mezcla de cemento sellador BioRoot™ RCS e impregnación de la punta de gutapercha con el cemento.

Para finalizar se corta la gutapercha que sobresale del conducto con el condensador del sistema de obturación.

14.3 Fraguado del cemento sellador

Una vez obturados todos los conductos radiculares, se mantuvieron las raíces de los dientes durante 48 horas dentro de una incubadora a una temperatura de 37°C en una atmósfera de 95% de aire y 5% de CO₂ en un ambiente con 100% de humedad para el fraguado del cemento sellador.

14.4 Obtención cortes transversales

Las raíces de los dientes se midieron con una regla milimetrada (Miltex®) y partiendo del ápice hacia coronal, se marcaron las raíces con una línea cada 2 mm para localizar la zona del corte (Fig. 16).

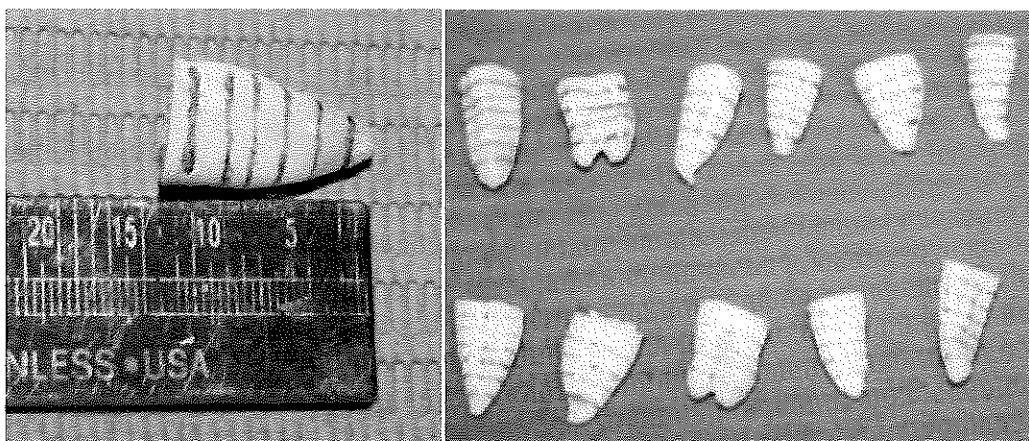


Fig. 16 A) Medición de la raíz con regla milimetrada. B) Raíces marcadas cada 2 mm para su posterior corte.

Las raíces de los dientes se colocaron con una gota de cianoacrilato en reglas de metal, que se usaron como base y soporte facilitando su manipulación para realizar los cortes con el disco de diamante (Fig. 17). Una vez polimerizado el cianoacrilato, se realizaron los cortes transversales por grupo.

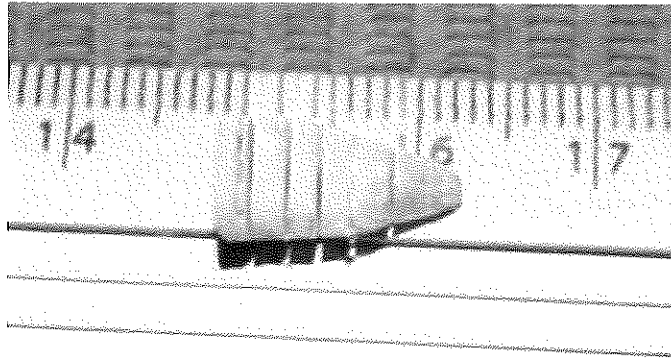


Fig. 17 Raíz seccionada transversalmente.

Se obtuvieron 60 cortes transversales de cada grupo de obturación de los dientes premolares. Se eliminaron los cortes obtenidos del ápice radicular en los que no se observaba presencia del cemento sellador. Los cortes obtenidos se guardaron en cajas de cultivo estériles y posteriormente se esterilizaron con etanol y medio de cultivo modificado por Dulbecco.

15. Cultivo Celular

Se aislaron y cultivaron fibroblastos del ligamento periodontal obtenidos de una muestra del ligamento periodontal de un donador humano sano. Una vez establecido el cultivo primario se llevó a cabo el conteo celular, en donde los tubos se centrifugaron a 5,000 rpm por 5 min, se retiró el sobrenadante y el pellet obtenido se suspendió en 1.5 ml de medio de cultivo modificado por Dulbecco que fue suplementado con 10% de suero fetal bovino (SFB) con antibióticos (penicilina (100 UI/ml), estreptomina (100 µg/ml) y fungisona (0.3 µg/ml)), finalmente se realiza el conteo celular y se ajusta la solución para obtener una concentración de 1×10^3 ml (Fig. 18).

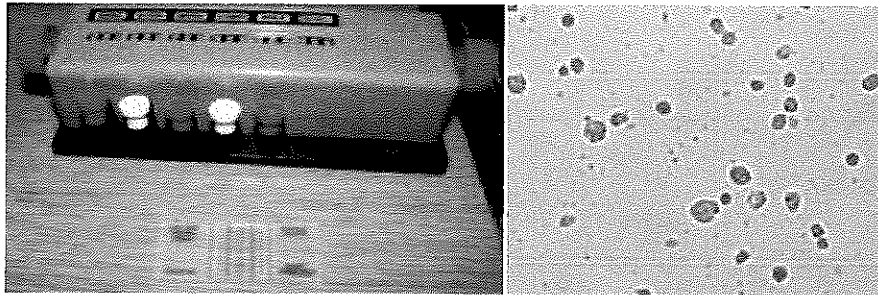


Fig. 18 A) Conteo celular en Cámara Neubauer.

16. Ensayo de Adhesión Celular (Cristal Violeta)

Para el análisis de la cantidad de células adheridas a los cementos selladores AH-Plus® y BioRoot™ RCS, se utilizó el ensayo "Cristal Violeta". Los fibroblastos del ligamento periodontal (PDL, por sus siglas en inglés) se sembraron a la concentración de 1×10^3 sobre los cortes transversales obturados de los premolares previamente con el material, los cuales se cultivaron en cajas de 48 pozos durante 4 y 24 horas (Fig. 19).



Fig. 19 Cultivo de fibroblastos de PDL en los cortes transversales a analizar.

Al transcurrir el tiempo de adhesión celular, las células se lavaron con PBS al menos 3 veces y se fijaron con paraformaldehído al 4% durante 30 minutos; posteriormente se lavaron nuevamente con PBS y se incubaron en una solución de Cristal Violeta al 1% durante 15 minutos. Se lavó el exceso de Cristal Violeta con agua bidestilada y se extrajo el colorante con 200 μ l de dodecilsulfato de sodio (SDS) al 2% (Fig. 20).

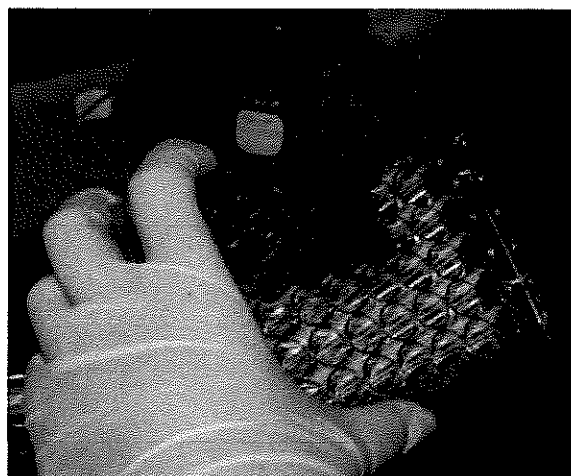


Fig. 20 Ensayo Cristal Violeta, para analizar los cortes transversales obturados.

La solución obtenida fue leída en un lector de microplacas ChroMate® a una longitud de onda de 545 nm (Fig. 21). Los cultivos controles fueron las células sembradas en la caja de cultivo. El ruido de fondo del colorante fue restado de los valores de los discos sin presencia de células y sometidas al mismo tratamiento que se utilizó en el ensayo de Cristal Violeta.

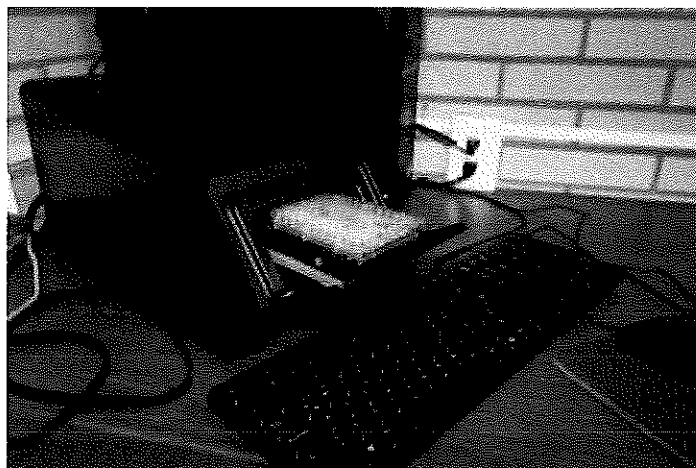


Fig. 21 Lector de microplacas ChroMate® para análisis de datos.

17. Ensayo de Proliferación Celular (WST-1)

Para poder determinar la proliferación de los fibroblastos del ligamento periodontal sobre los cementos selladores AH-Plus® y BioRoot™ RCS, se utilizó el ensayo de proliferación celular WST-1, basado en la determinación colorimétrica de la actividad metabólica y de la proliferación celular. La sal soluble de tetrazolio (WST-1) pasa a formazán mediante la actividad de la deshidrogenasa mitocondrial de las células viables, produciéndose un cambio de color. A mayor proliferación, mayor actividad mitocondrial, que se traduce en una mayor hidrólisis del reactivo WST-1, dando una coloración que se detecta a 450 nm.

Los cortes fueron cultivados por triplicado y se evaluaron a los 3, 7, 9, 14 y 21 días de cultivo. Después de cada periodo experimental, las células fueron incubadas con 10 μ l de WST-1 (50 mg/ml) a 37° por 4 horas. Transcurrido ese tiempo, la placa se llevó a un lector de ELISA para obtener la densidad óptica a una longitud de onda de 450 nm en el lector de microplacas ChroMate®. La proliferación celular se evaluó de acuerdo al protocolo del fabricante (Fig. 22).

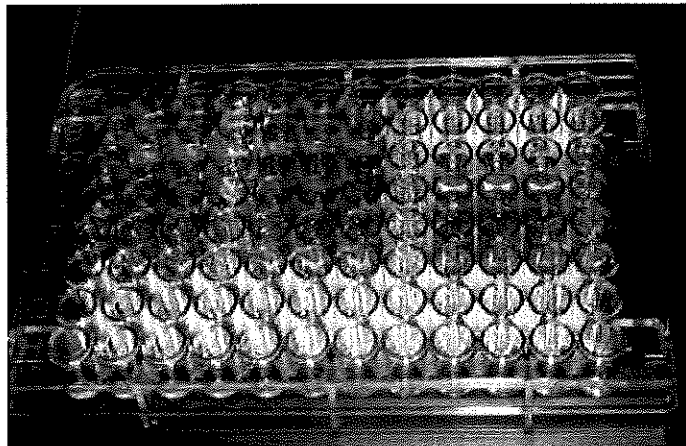


Fig. 22 Ensayo WST-1, para analizar los cortes transversales obturados.

18. Microscopía de Fluorescencia

La microscopía de fluorescencia se llevó a cabo mediante el kit de Cell-Tracker que mide la cantidad de células vivas presentes en el material y permite observar su morfología y zona de adhesión. Se colocaron 2.5 μ l de Cell-Tracker en una caja de cultivo con células de PDL con medio libre de rojo fenol y se dejó incubando por 1 hora; posteriormente se retiró el Cell-Tracker, se lavó la caja con PBS y se colocó medio de cultivo modificado por Dulbecco. Transcurrida 1 hora, se cultivaron estas células marcadas sobre los cortes transversales obturados de los premolares y posteriormente se evaluaron a las 24 horas.

19. Análisis Estadístico

El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa de GraphPad Prism. Se realizó la prueba estadística ANOVA de dos vías, representando la significancia \pm desviación estándar. Los resultados fueron con una $p < 0.05$ fueron considerados significativos. Se realizaron las pruebas estadísticas y se graficaron los datos correspondientes.

20. Resultados

20.1 Adhesión Celular

En el ensayo de adhesión celular, se evaluaron los fibroblastos del ligamento periodontal sembrados sobre los cortes transversales obturados de los premolares a las 4 y 24 horas.

En los cultivos con los fibroblastos de PDL, el cemento sellador BioRoot™ RCS mostró una adhesión a las 4 horas respecto al AH-Plus® sin diferencias significativas y a las 24 horas aumentó la diferencia entre los grupos, la adhesión fue mayor en el cemento sellador BioRoot™ RCS con una $p < 0.05$ (Gráfico 1).

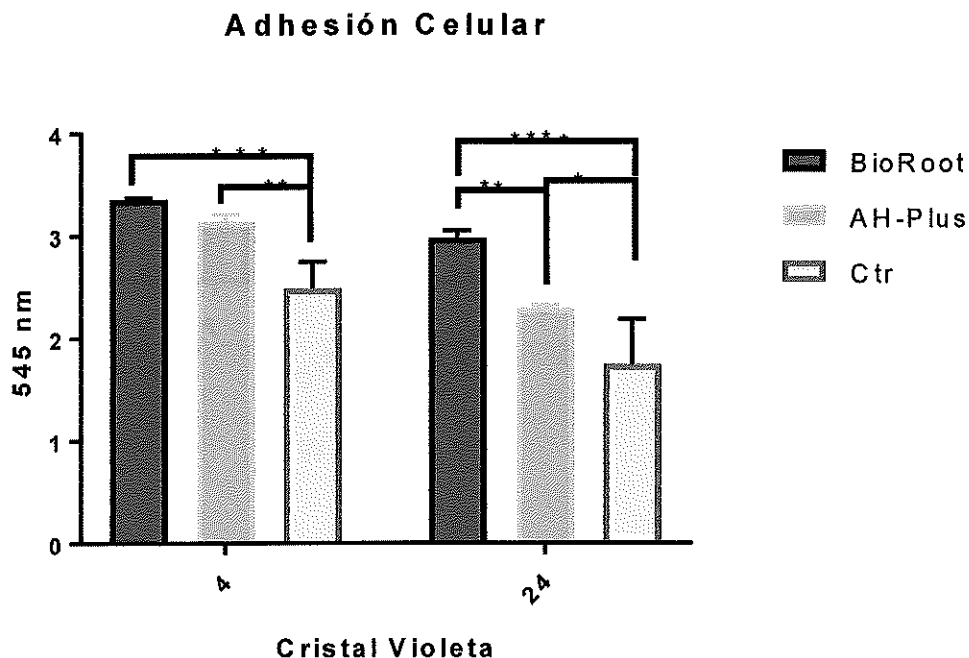


Gráfico 1. Adhesión de fibroblastos del ligamento periodontal a 4 y 24 horas.

21. Discusión

Existen diversos estudios en los que se investiga el grado de citotoxicidad de cementos selladores endodóncicos sobre células del ligamento periodontal, pero muy pocos modelos evalúan la citotoxicidad celular en condiciones parecidas a las de la obturación con el cemento sellador en dientes de humanos como se realizó en este modelo de estudio, el cual evaluó y comparó la adhesión y proliferación de fibroblastos del ligamento periodontal al contacto con dos cementos selladores endodóncicos: Uno a base de silicato tricálcico (BioRoot™ RCS) y otro de resina amino-epóxica (AH-Plus®).

Silva et al. (2014), menciona que al realizar la obturación del sistema del conducto radicular y sellar el ápice, los tejidos periodontales interactúan con los materiales de obturación como es el cemento sellador¹⁶. Por lo que Ricucci (1998), hace énfasis en la importancia de evaluar a los cementos selladores en distintos periodos, ya que tienen diferentes niveles de citotoxicidad y en casos de extrusión podrían inducir daño citotóxico al tejido.

Eldiniz et. al. (2007), menciona al igual que los materiales recién mezclados cambian su citotoxicidad debido a la degradación de componentes tóxicos que resultan de su composición^{21,22}, siendo su toxicidad mayor inmediatamente después de su mezcla¹⁹.

Prüllage et. al. (2016), en un estudio obtuvieron que BioRoot™ RCS en agua destilada y PBS es significativamente más soluble que AH-Plus® en tiempos de inmersión superiores a 1 minuto (20 min, 2 h, 24 h, 72 h, 14 d y 28 d). Sin embargo, la solubilidad de BioRoot™ RCS es menor después de la inmersión a los 28 días, que después de 14 días en PBS¹⁸. La solubilidad se considera perjudicial para un cemento sellador, pero los cementos de silicato di y tricálcico al principio del proceso de fraguado, liberan iones OH- y Ca²⁺, produciendo la formación de hidróxido de calcio correlacionándose esto con su eficacia antimicrobiana^{17,18} y la formación de hidroxiapatita en la superficie de los materiales promoviendo su bioactividad. En el estudio realizado, se relaciona que este efecto influyó en los valores estadísticamente significativos obtenidos de adhesión celular que se obtuvieron a las 24 h, los cuales fueron mayores en BioRoot™ RCS que en AH-Plus®; sin embargo, en cuanto a la proliferación celular, debido a la solubilidad del BioRoot™ RCS y por lo tanto pérdida del material, se relaciona la disminución de estos valores a comparación al AH-Plus®. Esto a su vez, se comprobó porque al momento de realizar la toma del cultivo celular para su medición, se observaba material precipitado al fondo de las cajas de cultivo que alojaban las muestras obturadas con BioRoot™ RCS, indicándonos la solubilidad y pérdida del material. No obstante, el BioRoot™ RCS tiene una mejor estabilidad a largo plazo, lo que a su vez mantiene el crecimiento celular sobre el material, mientras que en el cemento AH-Plus® observamos una disminución.

Un factor diferente en los resultados que influyó en comparación con otros estudios que han evaluado a los cementos selladores, es el de la elección del modelo in vitro para evaluar su citotoxicidad, ya que la mayoría de los estudios realizan las pruebas de citotoxicidad en pastillas realizadas con el material a estudiar, teniendo mayor superficie de contacto con el material, lo cual influye en la cantidad de células que se puedan

adherir a la superficie. En este estudio, el modelo de elección in vitro fue el de la obturación en dientes de humanos, que es más real a lo que se realiza en la práctica clínica, por lo que en este caso la evaluación de los cementos selladores es con menor cantidad de material.

Otro punto importante a mencionar es el de realizar una obturación lo más hermética posible, ya que un sellado tridimensional es esencial para impedir una reinfección y recontaminación, obstruyendo el paso a microorganismos y toxinas al tejido periapical^{24,25}. En un primer estudio radiológico sobre éxito y fracaso, Ingle et al. (1955) indicaron que un 58% de los fracasos se debían a una obturación incompleta²³. Kulid J et al. (2007), et al. mencionan que todas las técnicas de obturación mediante termoplastificación reproducirán los defectos e irregularidades del sistema de conductos²⁶. Sahni P, et al. (2008) comparó una obturación de onda continua contra la técnica de cono único, concluyendo que la técnica plastificada con calor otorga una obturación con menos espacios²⁷. Por lo que, comparando los resultados obtenidos en este estudio, si se elige la técnica de cono único para la obturación con el cemento sellador BioRoot™ RCS, el cual produjo bajos resultados en cuanto a proliferación celular, teniendo en cuenta la solubilidad del material, se afectaría la calidad del tratamiento de conductos ya que se reduciría el sellado hermético del tratamiento de conductos.

22. Conclusiones

Este estudio ha demostrado que ambos cementos selladores permiten el crecimiento de fibroblastos de ligamento periodontal, comprobando así su biotolerabilidad por los tejidos periodontales en caso de extrusión de cemento sellador al realizar la obturación en el tratamiento de conductos. Sin embargo, existe una diferencia estadística significativa en la adhesión celular a las 24 h, la cual fue mayor en el cemento sellador BioRoot™ RCS en comparación con el cemento sellador AH-Plus®, comprobando así su bioactividad en este periodo de tiempo. También se obtuvo una diferencia estadística significativa en la proliferación celular en los días 9 y 14, que fue mayor en el cemento AH-Plus® en comparación con el cemento sellador BioRoot™ RCS, lo cual puede deberse a la mayor solubilidad de éste último en su fraguado inicial y al contacto con fluidos tisulares.

Los dos materiales mostraron no ser citotóxicos y permitieron el crecimiento celular a los 21 días de cultivo, el BioRoot™ RCS mostró una mayor eficiencia a las primeras horas de cultivo y a largo plazo, mientras que el AH-Plus® tuvo un pico en los días 9 y 14 y luego perdió eficiencia.

La baja citotoxicidad de un cemento sellador endodóncico es una de las condiciones básicas para un tratamiento endodóncico exitoso y la curación del periodonto. Por lo tanto, las consideraciones para elegir un cemento sellador adecuado del conducto radicular incluyen sus propiedades tanto físicas y biotolerabilidad, pero, a pesar de la irritabilidad que los cementos selladores endodóncicos pueden causar en los tejidos periapicales, los endodoncistas deben evaluar las ventajas y desventajas de la extrusión del sellador, así como de la técnica de obturación de su elección, la cual influirá también en el éxito del tratamiento de conductos. Ambos materiales son buenos y se debe poner sobre la balanza criterios de uso, costos y beneficios a media y largo plazo.

23. Bibliografía

1. Cohen, Stephen & Hargreaves, Kenneth M. VÍAS DE LA PULPA. 11ª. Edición. Editorial Elsevier Mosby. España .2016. p. 280, 359.
2. Ingle JI, Beveridge E, Glick D, et al: The Washington Study. In: Ingle I, Taintor JF, editors. Endodontics, Philadelphia, 1994, Lea & Febiger, pp 1–53.
3. Wu MK, Fan B, Wesselink PR: Leakage along apical root fillings in curved root canals. I. Effects of apical transportation on seal of root fillings, J Endod 26:210, 2000.
4. Delivanis PD, Mattison GD, Mendel RW: The survivability of F43 strain of Streptococcus sanguis in root canals filled with gutta-percha and Procosol cement, J Endod 9:407, 1983.
5. Braun AY. Cementos de Obturación Biocerámicos: Una nueva alternativa en Endodoncia. Revista de la sociedad de Endodoncia de Chile. 2015; 31: 4-8.
6. Soares Ilson José y Goldberg, Fernando. ENDODONCIA. TÉCNICA Y FUNDAMENTOS. Ed. Médica Panamericana, Buenos Aires. 2002. Págs. 141 a 166.
7. Ingle JIB, Hernández LKG and Luis J. Endodoncia. 5a ed. México: Mc Graw-Hill, 2004, p.581-669.
8. Canalda S and Brau E. Endodoncia Técnicas Clínicas y bases Científicas 3a ed. Barcelona: Masson 2014, p.206-227.
9. Grossman LI, Oliet S, Del Río C. En: Grossman LI, editor. Endodontics. 11th ed Philadelphia: Lea & Febiger; 1988. p. 279.
10. Granchi D, Stea S, Ciapetti G, Cavedagna D, Pizzoferrato A: Endodontic cements induce alterations in the cell cycle of in vitro cultured osteoblasts, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 79:359, 1995.
11. Anusavice K. Phillips, Ciencia de los materiales dentales, 11 edición, Madrid: Elsevier; 2004. p. 171-202.
12. Villegas Ángela M, Naranjo Everaldo, et al. Pruebas de biocompatibilidad de los materiales de uso odontológico: Revisión de la literatura. Rev. Estomat. 2008; 16 (2):38-44.
13. Wataha JC. Principles of biocompatibility for dental practitioners. Journal of Prosthetic Dentistry. 2001; 86:203-209.
14. Ochoa C, Pulido E, Rueda K. Cementos en endodoncia. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2006. [citado 11 octubre 2018]. Disponible en : http://www.javeriana.edu.co/academiapgendodoncia/i_a_revision39.html
15. Dentsply DeTrey. AH- Plus®. Konstanz Germany; 2011. [citado 25 septiembre 2018]. Disponible en: <http://dentsply.de/bausteine.net/file/showfile.aspx?downid=8825&sp=E&domid=1042&fd=2>
16. Silva LA, Barnett F, Pumarola-Suñé J, Cañadas PS, Nelson- Filho P, Silva RA (2014) Sealapex Xpress and RealSeal XT feature tissue compatibility in vivo. Journal of Endodontics 40, 1424–8.
17. Vivan RR, Ordinola-Zapata R, Zeferino MA, et al. Evaluation of the physical and chemical properties of two commercial and three experimental root-end filling material. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010;110:250–6.

18. Prüllage RK, Urban K, Schäfer E, Dammaschke T. Material Properties of a Tricalcium Silicate-containing, a Mineral Trioxide Aggregate-containing, and an Epoxy Resin-based Root Canal Sealer. *J Endod*. 2016 Dec;42(12):1784-1788.
19. Eldiniz AU, Mustafa K, Ørstavik D, Dahl JE. Cytotoxicity of resin, calcium hydroxide and silicone-based root canal sealers on fibroblasts derived from human gingiva and L929 cells lines. *Int Endod J*. 2007;40:329-37.
20. Xuereb M, Vella P, Damidot D, et al. In situ assessment of the setting of tricalcium silicate-based sealers using a dentin pressure model. *J Endod* 2015;41:111–24.
21. Ricucci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J*. 1998;31:394-409.
22. Silva EJ, Santos CC, Zaia AA. Long-term cytotoxic effects of contemporary root canal sealers. *J Appl Oral Sci*. 2013;21:43-7.
23. Ingle JI, Beveridge E, Glick D, Weichman J: The Washington Study. In Ingle I, Taintor JF, eds: *Endodontics*, Philadelphia, 1994, Lea & Febiger, pp. 1-53.
24. Schäfer E, Köster M and Bürklein S. Percentage of Gutta-percha-filled Areas in Canals Instrumented with Nickel-Titanium Systems and Obturated with Matching Single Cones. *Journal of Endodontics*. 2013; 39: 924-8.
25. Li G-h, Niu L-n, Selem LC, et al. Quality of Obturation Achieved by an Endodontic Core-carrier System with Crosslinked Gutta-percha Carrier in Single-rooted Canals. *Journal of dentistry*. 2014; 42: 1124-34.

24. Referencias Imágenes

- Figura 1: Endo Plus. Cimento AH Plus [Internet]. Rio de Janeiro; 2018 [citado 11 octubre 2018]. Disponible en: <https://www.endoplus.odo.br/produtos/cimento-ah-plus>
- Figura 2: Septodont. BioRoot™ RCS; Mineral-based Root Canal Sealer. Septodont, Saint Maur Des Fosses, Francia; 2012. [citado 25 septiembre 2018]. Disponible en: <https://www.septodontusa.com/products/bioroot-rcs>
- Figura 3 a 23: Imagen tomada en el laboratorio de Bioingeniería de Tejidos, DEPel, Facultad de Odontología, UNAM. Fuente propia.

25. Referencias Gráficas

- Gráfica 1 y 2: Imagen obtenida del programa GraphPad Prism.