

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



**COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA CAPACIDAD DE SELLADO DE TRES
CEMENTOS BIOCERÁMICOS ENDOSEQUENCE BC RRM, BIO-C REPAIR Y TOTAL
FILL UTILIZADOS EN OBTURACIÓN RETRÓGRADA**

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

PRESENTA

C.D. VALERIA GARCÍA RODRÍGUEZ

PRESIDENTE

(DIRECTORA DEL PROYECTO)

DRA. MARÍA ELENA DE LOS ÁNGELES HOFMANN SALCEDO

SINODAL

(CO-DIRECTOR DEL PROYECTO)

DRA. LIZZETT LÓPEZ YEE

SINODAL

(CO-DIRECTOR DEL PROYECTO)

DR. JORGE ARTURO ALVELAIS PALACIOS

SINODAL

(CO-DIRECTOR DEL PROYECTO)

MC. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA; MÉXICO

JUNIO 2023

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA
"2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista"

Tijuana, Baja California a, 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA CAPACIDAD DE SELLADO DE TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS ENDOSEQUENCE BC RRM, BIO-C REPAIR Y TOTAL FILL UTILIZADOS EN OBTURACIÓN RETRÓGRADA.**

Propuesto por la C.D. VALERIA GARCÍA RODRÍGUEZ, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"



DRA. MARÍA ELENA DE LOS ÁNGELES HOFMANN SALCEDO
PRESIDENTE

Ccp.- Archivo.

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA

"2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista"

Tijuana, Baja California a, 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA CAPACIDAD DE SELLADO DE TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS ENDOSEQUENCE BC RRM, BIO-C REPAIR Y TOTAL FILL UTILIZADOS EN OBTURACIÓN RETRÓGRADA.**

Propuesto por la C.D. VALERIA GARCÍA RODRÍGUEZ, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

ATENTAMENTE
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"


DRA. LIZZETT LÓPEZ YEE
SINODAL

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

"2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista"

Tijuana, Baja California a, 26 de mayo de 2023

AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA CAPACIDAD DE SELLADO DE TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS ENDOSEQUENCE BC RRM, BIO-C REPAIR Y TOTAL FILL UTILIZADOS EN OBTURACIÓN RETRÓGRADA.**

Propuesto por la C.D. VALERIA GARCÍA RODRÍGUEZ, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

**ATENTAMENTE
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"**

**DR. JORGE ARTURO ALVELAIS PALACIOS
SINODAL**

Ccp.- Archivo.

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA TIJUANA
ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA**

"2023, año de la concienciación sobre las personas con trastorno del espectro autista"

Tijuana, Baja California a, 26 de mayo de 2023

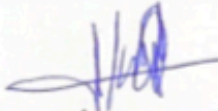
AL COMITÉ DE ESTUDIOS DE POSGRADO

Por medio del presente, me permito informar que el trabajo: **COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LA CAPACIDAD DE SELLADO DE TRES CEMENTOS BIÖCERÁMICOS ENDOSEQUENCE BC RRM, BIO-C REPAIR Y TOTAL FILL UTILIZADOS EN OBTURACIÓN RETRÓGRADA.**

Propuesto por la C.D. VALERIA GARCÍA RODRÍGUEZ, fue revisado y ha sido aprobado para su impresión.

Por lo que el sustentante puede continuar con el proceso del examen recepcional.

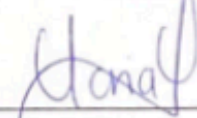
**ATENTAMENTE
"POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL SER"**



**MC LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ
SINODAL**

COMPARACIÓN *IN VITRO* DE LAS PROPIEDADES DE SELLADO DE
TRES CEMENTOS BIOCERÁMICOS ENDOSEQUENCE BC RRM, BIO-C
REPAIR Y TOTAL FILL UTILIZADOS EN OBTURACIÓN
RETRÓGRADA.

PRESENTA



C.D. VALERIA GARCÍA RODRÍGUEZ

PRESIDENTE
(DIRECTORA DEL PROYECTO)



DRA. MARÍA ELENA DE LOS ÁNGELES HOFMANN SALCEDO

SINODALES
(CO-DIRECTORES DEL PROYECTO)



DRA. LIZZETT LÓPEZ YEE



DR. JORGE ALVELAIS PALACIOS



MC. LUIS HERNÁN CARRILLO VÁRGUEZ

Tijuana, Baja California, 24 de junio de 2023

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia en especial a mis padres Elvia Rodríguez Olmedo y Fernando García Soto, por impulsarme cada día a lograr mis metas, a realizar esta especialidad, por creer en mí siempre y porque en la culminación de esta etapa está reflejado todo su amor, dedicación y trabajo.

Mi más sincero agradecimiento a la Dra. Ana Gabriela Carrillo Vázquez por creer en mí y aceptarme en este programa para formar parte de esta generación de especialistas en Endodoncia. También me gustaría agradecer a la Dra. María Elena de los Angeles Hoffman Salcedo, por haber sido una directora de tesis excepcional, la cual me brindó su total apoyo y dedicación para seguir adelante con este proyecto de tesis.

También me gustaría agradecer a toda la planta docente de la Especialidad de Endodoncia, ya que sin ellos no habría podido realizar este proyecto, así como realizarme como especialista, estaré siempre agradecida por su dedicación, su tiempo y cada uno de los consejos dados.

Agradezco a mis amistades más cercanas ya que siempre estuvieron presentes para darme su apoyo incondicional, así como sus palabras de aliento para verme crecer en este proyecto.

Por último me gustaría agradecer a Dios por escuchar mis deseos, darme la fortaleza que necesitaba para estar en esta especialidad y mi más profundo agradecimiento a mis compañeros de generación ya que sin ellos este trayecto no hubiera sido lo mismo, gracias por las risas, los abrazos, los consejos y las memorias que llevaré por siempre conmigo.

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Quiero agradecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca que se me fue otorgada para la especialidad de Endodoncia, No. CVU 1141522, la cual fué de gran ayuda para realizar este proyecto de investigación.

Agradezco profundamente a la Universidad Autónoma de Baja California por abrirme una vez más las puertas de esta institución para seguir creciendo personalmente y profesionalmente. Por último me gustaría agradecer al programa de Especialidad en Endodoncia UABC Tijuana por haberme aceptado para formar parte de el, en el cual me fue posible formarme como especialista en Endodoncia.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES	<i>ii</i>
ÍNDICE DE FIGURAS	<i>v</i>
LISTA DE ABREVIATURAS	<i>vi</i>
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCIÓN	3
2.1. ENDODONCIA	3
2.1.1. TRIADA ENDODÓNTICA.....	3
2.1. ÉXITO Y FRACASO EN ENDODONCIA	3
2.3. PERIODONTITIS APICAL	4
2.3.1. PRINCIPALES CAUSAS DE LA PERIODONTITIS APICAL.....	5
2.4. RETRATAMIENTO ENDODÓNTICO NO QUIRÚRGICO	5
2.5. TRATAMIENTO ENDODÓNTICO QUIRÚRGICO	6
2.5.1. INDICACIONES DEL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO.....	7
2.5.2. CONTRAINDICACIONES DEL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO.....	7
2.6. INFECCIÓN PERSISTENTE	8
2.6.1. <i>ENTEROCOCCUS FAECALIS</i>	9
2.7. PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO	9
2.8. RETROPREPARACIÓN Y RETROBTURACIÓN	11
2.9. CEMENTOS IDEALES PARA LA RETROBTURACIÓN	13
2.9.1 PROPIEDADES DEL CEMENTO IDEAL.....	13
2.9.2. CEMENTOS A BASE DE ÓXIDO DE CINCO Y EUGENOL.....	13
2.9.3. BIOCERÁMICOS.....	14
2.9.4. MTA.....	15
2.10. ENDOSEQUENCE BC RRM	16
2.12. BIO-C REPAIR	17
2.13. TOTAL FILL	19

2.14. CAPACIDAD DE SELLADO EN LA OBTURACIÓN RETRÓGRADA	20
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	21
IV. JUSTIFICACIÓN	22
V. HIPÓTESIS.....	23
5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO	23
5.2. HIPÓTESIS NULA (H0).....	23
5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)	23
VI. OBJETIVOS	24
6.1. OBJETIVO GENERAL	24
6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
VII. VARIABLES	25
7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.....	25
7.2. VARIABLES DEPENDIENTES	25
7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES	25
VIII. MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
8.1. TIPO DE ESTUDIO.....	26
8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO	26
8.2.1. Criterios de Inclusión	26
8.2.2. Criterios de Exclusión.....	26
8.2.3. Criterios de Eliminación.....	26
8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL.....	27
8.4. METODOLOGÍA.....	28
8.4.1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	28
8.4.2. PREPARACIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR.....	28
8.4.3. PREPARACIÓN DE LA RAIZ.....	30
8.4.4. PREPARACIÓN Y OBTURACIÓN DE LA CAVIDAD RETRÓGRADA	31
8.4.5. MÉTODO DE EVALUCIÓN CON AZUL DE METILENO AL 1%.....	33

8.4.6. Evaluación de la capacidad de sellado a través del análisis de filtración con azul de metileno al 1%	35
8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37
<i>IX. RESULTADOS</i>	<i>39</i>
9.1. Análisis por imagen del porcentaje de filtración de azul de metileno al 1% interior del conducto radicular.	39
<i>X. DISCUSIÓN</i>	<i>41</i>
<i>XI. CONCLUSIONES</i>	<i>43</i>
<i>XII. RECOMENDACIONES.....</i>	<i>44</i>
<i>XIII. BIBLIOGRAFÍA</i>	<i>45</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Órgano dentario con Periodontitis Ápical.....	5
Figura 2. Procedimiento quirúrgico durante la apicectomía.....	10
Figura 3. Resección del tercio apical.	12
Figura 4. EndoSequence BC RRM.	17
Figura 5. Bio-C Repair Angelus.	18
Figura 6. Total Fill BC RRM Fast Set Putty FKG.....	19
Figura 7. Decoronación de órganos dentarios.....	28
Figura 8. Longitud de trabajo y preparación biomecánica.....	28
Figura 9. Irrigación y activación del irrigante.....	29
Figura 10. Resección del extremo radicular.....	30
Figura 11. Preparación del extremo radicular.....	30
Figura 12. Obturación retrógrada.....	31
Figura 13. Incubación de muestras.....	32
Figura 14. Aplicación de barniz y resina blockout.....	32
Figura 15. Colocación del azul de metileno.....	33
Figura 16. Eliminación del exceso de azul de metileno.....	34
Figura 17. Seccionamiento de las muestras.....	34
Figura 18. Análisis por imagen.....	35
Figura 19. Evaluación de filtración por grupo.....	36
Figura 20. Tabla de resultados de comparación entre grupos.....	36
Figura 21. Prueba <i>post hoc</i> de Tukey.....	37
Figura 22. Resultado de la prueba de filtración con azul de metileno al 1% después de 14 días de incubación.....	39
Figura 23. Porcentaje de filtración de los cementos biocerámicos utilizados para obturación retrógrada EndoSequence BC RRM, Bio-C Repair y Total Fill.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA	Análisis de Varianza (por sus siglas en inglés)
BC RRM	Bioceramic Root Repair Material
<i>C. Albicans</i>	<i>Candida Albicans</i>
CSH	Silicato de Calcio hidratado
CMV	Citomegalovirus
EBV	Virus de Epstein-Barr (por sus siglas en inglés)
EDTA	Ácido etilendiaminotetraacético (por sus siglas en inglés)
<i>E. Faecalis</i>	<i>Enterococcus Faecalis</i>
IRM	Intermediate Restorative Material (por sus siglas en inglés)
JPG	Formato de compresión de imágenes
LPD	Ligamento Periodontal

LISTA DE ABREVIATURAS

ml	Mililitros
mm	Milímetros
MTA	Agregado de Trióxido Mineral (por sus siglas en inglés)
NaOCl	Hipoclorito de Sodio
pH	Potencial Hidrógeno
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

I. RESUMEN

Introducción: La endodoncia es la rama de la odontología encargada de la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental y los tejidos perirradiculares, así como de su correspondiente tratamiento. En cuanto a el tratamiento de la cirugía periapical consiste en el manejo quirúrgico de un diente con una lesión periapical que no puede ser resuelta con un tratamiento endodóntico convencional (tratamiento de conducto o retratamiento endodóntico). Este proceso quirúrgico consiste en la realización de un colgajo para la exposición del ápice afectado y la eliminación de la lesión periapical mediante un curetaje del área, la resección de los últimos 3 mm apicales, la retroprepatación seguida de la retroobtención con algún biomaterial que nos permita lograr un sellado hermético de la cavidad retropreparada.

El material ideal para la obturación del extremo radicular debe mantener el contenido del sistema de conductos radiculares en el interior del conducto, impidiendo la salida de bacterias, subproductos bacterianos o materiales tóxicos hacia los tejidos perirradiculares circundantes. El material no debe ser reabsorbible, tiene que ser biocompatible y mantener unas dimensiones estables a lo largo del tiempo, así como el promover la regeneración del complejo del ligamento periodontal.

Objetivo: Comparar la capacidad de sellado de los cementos biocerámicos en presentación premezclada de tipo putty EndoSequence BC RRM, Bio-C Repair y Total Fill utilizados en obturaciones retrógradas mediante estudios *in vitro*.

Metodología: 30 órganos dentarios uniradulares de reciente extracción fueron instrumentados con el sistema rotatorio Protaper Universal y obturados con conos de gutapercha del mismo sistema junto con cemento sellado AH Plus mediante la técnica de onda continua de calor. Los últimos 3 milímetros del extremo radicular fueron seccionados y fue realizada la retroprepación con punta retrógrada ultrasónica, posteriormente fueron retropreparadas. Las muestras se dividieron en tres grupos (n=10)

y se dividieron en los grupos con el cemento retrobturado EndoSequence BC RRM, Bio-C Repair y Total Fil BC RRM. La capacidad de sellado apical fue evaluada mediante la técnica de filtración de azul de metileno al 1% en condiciones fisiológicas simuladas. El análisis estadístico de los resultados se llevo a cabo mediante el método de análisis de varianza (ANOVA) unidireccional con un nivel de confianza de $p < 0.05$.

Resultados: El análisis estadístico demostró que no existe una diferencia estadísticamente significativa al comparar los porcentajes de filtración de los cementos de presentación premezclada EndoSequence BC RRM, Bio-C Repair y Total Fill aun un nivel de significación de $p < 0.05$.

Conclusiones: Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que no existe diferencia estadísticamente signifivativa al comparar los porcentajes de filtración apical de los cementos biocerámicos empleados para obturación retrógrada EndoSequence BC RRM, Bio-C repair y TotalFill. Sin embargo con los resultados obtenidos en este estudio se puede confirmar que los cementos de reciente lanzamiento Bio-C repair y Total Fill tienen una capacidad de sellado apical con eficacia similar a la de EndoSequence BC RRM empleaedo como material de elección actualmente.

II. INTRODUCCIÓN

2.1. ENDODONCIA

La especialidad clínica de Endodoncia involucra intervenciones preventivas, no quirúrgicas y quirúrgicas de los tejidos pulpares y periapicales. En cuanto a los tratamientos preventivos se enfocan en evitar la inflamación, las infecciones pulpares y perirradiculares, los tratamientos quirúrgicos y no quirúrgicos están dedicados a reducir la inflamación y/o eliminar los tejidos inflamados y/o infectados. Como consecuencia, la investigación en el campo endodóntico cubre una variedad de temas clínicos, biológicos y mecánicos de los órganos dentarios (1).

2.1.1. TRIADA ENDODÓNTICA

El éxito de la terapia endodóntica va a depender del término conocido como triada endodóntica donde depende en primer término la limpieza, conformación y obturación del sistema de conductos radiculares y esto se lleva a cabo por un procedimiento conocido como preparación biomecánica (2,3).

2.1. ÉXITO Y FRACASO EN ENDODONCIA

El éxito o fracaso del tratamiento endodóntico es evaluado por los signos y síntomas clínicos y por los hallazgos radiográficos del diente tratado. Entre la mayoría de las causas que pueden provocar la necesidad de un tratamiento de conductos están las causas bacterianas, químicas o físicas como un trauma (4).

Las diversas condiciones patológicas y microbiológicas que afectan el sistema de conductos radiculares y los tejidos periapicales requieren diferentes protocolos de tratamiento. La detección radiográfica de alteraciones periapicales influye en el diagnóstico, pronóstico y planificación del tratamiento de conductos (5,6).

La existencia de una lesión periapical radiográficamente visible indica propagación bacteriana en el sistema de conductos radiculares y la posible presencia de biopelícula apical en la región extrarradicular. El tratamiento endodóntico de dientes con lesión periapical tiene una tasa de éxito más baja debido a las numerosas y a menudo correlacionadas implicaciones microbiológicas y patológicas (7).

2.3. PERIODONTITIS APICAL

La periodontitis apical es un trastorno inflamatorio crónico de los tejidos perirradiculares causados por agentes etiológicos de origen endodóntico. La periodontitis apical persistente ocurre cuando en el tratamiento de conductos no se ha eliminado correctamente los agentes causales de la periodontitis apical causando una infección intrarradicular (7).

Problemas que conducen a la periodontitis apical persistente incluyen: control aséptico inadecuado, cavidad de acceso con un diseño deficiente, conductos perdidos u omitidos, instrumentación inadecuada, desalojo y caída temporal o permanente restauraciones temporales o definitivas, incluso cuando los procedimientos más estrictos se siguen, la periodontitis apical puede persistir como radiolucencias asintomáticas, debido a la complejidad del sistema de conductos radiculares formado por el conducto principal y el conductos accesorios, sus ramificaciones y anastomosis donde la infección residual puede persistir (figura 1). Además, hay Factores extrarradiculares: ubicados dentro del tejido inflamado. Tejido periapical: que puede interferir con la cicatrización posterior al tratamiento de la periodontitis apical (8,9).

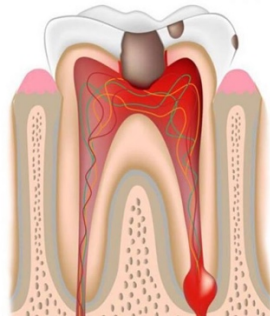


Figura 1. Órgano dentario con Periodontitis Ápical.

Representación de un órgano dentario con una lesión cariosa comunicante y que ha causado periodontitis apical (2).

2.3.1. PRINCIPALES CAUSAS DE LA PERIODONTITIS APICAL

Una serie de diversas investigaciones han podido demostrar que hay seis factores biológicos que conducen a la persistencia de radiolucencias asintomáticas posterior a un terapia endodóntica, los cuales son:

1. Infección intraradicular que persiste en el complejo sistema de conductos radiculares en la porción apical.
2. Infección extrarradicular, en forma de actinomicosis periapical.
3. Extrusión del material obturador y de otros materiales exógenos que puedan causar una reacción a cuerpos extraños.
4. Acumulación de cristales endógenos de colesterol que irriten a los tejidos periapicales.
5. Lesiones quísticas verdaderas.
6. Tejido cicatricial de la lesión (7,10).

2.4. RETRATAMIENTO ENDODÓNTICO NO QUIRÚRGICO

En la literatura endodóntica se han descrito muchas causas del posible “fracaso endodontico inicial: errores de procedimientos yatrogénicos, diseño incorrecto de la cavidad de acceso, conductos no tratados (principales y accesorios), conductos que han

sido conformados y desinfectados incorrectamente, complicaciones durante la instrumentación (escalones, perforaciones, desprendimiento de instrumentos) (2).

También se le ha atribuido la enfermedad postratamiento a una posible filtración coronal, así como una infección persistente en el interior y exterior del conducto radicular, además de la formación de quistes radiculares (11).

La comprobación del fracaso del tratamiento de conductos apunta a la necesidad de una nueva intervención en el intento de mejorar la calidad de tratamiento y crear condiciones biológicas adecuadas a la reparación de los tejidos perirradiculares. Este procedimiento consiste en eliminar los materiales utilizados en la obturación endodóntica primaria, para poder limpiar, conformar y obturar de nuevo los conductos radiculares. En caso de que este tratamiento no sea viable se recomendará el retratamiento quirúrgico (12).

2.5. TRATAMIENTO ENDODÓNTICO QUIRÚRGICO

Aunque el tratamiento endodóntico no quirúrgico representa una opción de resultados muy predecibles en la mayoría de los casos, la cirugía puede estar indicada en dientes con patología perirradicular persistente (2).

La apicectomía consiste en el manejo quirúrgico de un diente con una lesión periapical que no puede ser resuelta con un tratamiento endodóntico convencional (tratamiento de conducto o retratamiento endodóntico). Debido a que el término "apicectomía" consiste en un solo aspecto (extirpación del ápice de la raíz) de una serie compleja de procedimientos quirúrgicos, los términos "cirugía periapical" o "cirugía perirradicular" son más apropiados. El objetivo de la cirugía periapical es obtener la regeneración tisular. Esto generalmente se logra eliminando el tejido patológico periapical y excluyendo cualquier irritante dentro de los límites físicos de la raíz afectada (13).

A menudo la cirugía apical es tomada como el último recurso para mantener un diente tratado endodónticamente con una lesión periapical persistente. Después de la

introducción de los principios de la microcirugía y los nuevos materiales de obturación apical en la cirugía endodóntica a inicios de 1990, las tasas de cicatrización de la cirugía apical con obturación del extremo de la raíz han mejorado y se mantienen entre el 80 y 90% de éxito.

Para mejorar el resultado de un procedimiento quirúrgico, se pueden considerar tres estrategias diferentes como los son la mejora de los equipos/instrumentos técnicos, los cambios en la técnica quirúrgica y la selección adecuada de los casos. Sin embargo, la elección del tratamiento a menudo se basa en la experiencia y la habilidad individuales más que en factores pronósticos basados en la evidencia. Esto último permitiría acotar la indicación de un determinado tratamiento sopesando varios predictores y aumentando así la probabilidad de un resultado favorable (14).

2.5.1. INDICACIONES DEL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

La cirugía periapical esta indicada cuando la enfermedad perirradicular persiste y el retratamiento endodóntico no es factible. Así mismo en errores iatrogénicos como la separación de instrumentos o materiales de obturación que sobresalen más allá del ápice. De igual manera en patología cuando se utiliza un abordaje combinado como el tratamiento de un posible quiste radicular y para investigar lesiones sospechosas, o cuando se requiera de una investigación clínica para visualizar directamente una posible fractura vertical (15).

2.5.2. CONTRAINDICACIONES DEL TRATAMIENTO QUIRÚRGICO

La cirugía periapical esta contraindicada cuando el diente no es restaurable por una inadecuada proporción corona/raíz o un soporte periodontal deficiente y al encontrarnos frente a ciertos factores, tales como:

1. Factores anatómicos (e.g. la proximidad a un haz neurovascular).

2. Factores de acceso quirúrgico (e.g. apertura bucal limitada).
3. Factores del paciente (e.g. problemas psicológicos o enfermedades sistémicas).
4. Factores clínicos (e.g. nivel de formación, habilidad y experiencia del operador, así como la disponibilidad de equipo apropiado) (15)

2.6. INFECCIÓN PERSISTENTE

Se ha establecido que las infecciones endodónticas persistentes se componen mayoritariamente de comunidades polimicrobianas(16). Los agentes bacterianos son ampliamente aceptados como la principal etiología de las infecciones endodónticas (17). El fracaso del tratamiento endodóntico a menudo ocurre debido a la infección endodóntica secundaria/persistente. La infección persistente suele caracterizarse por la presencia de una periodontitis apical o una lesión radiográfica. La enfermedad, que ocurre después del fracaso del tratamiento de conductos, involucra a una gran proporción de las sociedades, incluso en los países avanzados, y el cálculo de los costos de los retratamientos de conductos y las restauraciones dentales reveló una disipación de millones de dólares que impuso a las comunidades (18).

El sellado coronal inapropiado, la microfiltración, la falla en la preparación química y mecánica del conducto radicular, las limitaciones y la falta de calidad adecuada del material de obturación del conducto pueden resultar en una infección endodóntica secundaria o persistente que podría causar periodontitis apical y conducir al fracaso del tratamiento endodóntico (19).

Varios microorganismos pueden causar el fracaso del tratamiento endodóntico. Las especies de *Enterococcus* prevalecen en infecciones persistentes y se ha encontrado que *Enterococcus faecalis* es más común en estas infecciones que otras(20). También se han encontrado hongos en infecciones endodónticas primarias, pero su presencia parece ser más frecuente en infecciones endodónticas secundarias/persistentes y en dientes con fracaso del tratamiento de conducto. *Candida albicans* es el hongo prevalente más común en los conductos radiculares de los dientes infectados. Estudios

recientes también han demostrado el papel de virus como el citomegalovirus (CMV) y el virus de Epstein-Barr (EBV) en las lesiones periapicales sintomáticas (21).

2.6.1. ENTEROCOCCUS FAECALIS

Enterococcus faecalis es un microorganismo comúnmente detectado en infecciones endodónticas persistentes asintomáticas. Su prevalencia en este tipo de infecciones oscila entre el 24% y el 77%. Este hallazgo puede explicarse por varios factores de supervivencia y virulencia que posee *E. faecalis*, incluida su capacidad para competir con otros microorganismos, invadir los túbulos dentinarios y resistir la privación nutricional. El uso de una buena técnica aséptica, el aumento del tamaño de la preparación apical y la inclusión de clorhexidina al 2% en combinación con hipoclorito de sodio son actualmente los métodos más efectivos para combatir *E. faecalis* dentro de los sistemas de conductos radiculares de los dientes. En el rostro cambiante del cuidado dental, la investigación continua sobre *E. faecalis* y su eliminación del aparato dental bien puede definir el futuro de la especialidad de endodoncia (22).

2.7. PROCEDIMIENTO QUIRÚRGICO

La cirugía endodóntica está indicada para eliminar o detener una infección originada en el sistema de conductos radiculares que no puede ser erradicada por vía ortógrada convencional. Las modalidades quirúrgicas más frecuentes incluyen el curetaje con raspado y alisado radicular, (23).

La apicectomía asociada o no a la preparación de la cavidad radicular y obturación retrógrada es un procedimiento quirúrgico que consiste en la elevación del colgajo mucoperiosteico seguida de una osteotomía para acceder a la región periapical. La eliminación de tejidos periapicales patológicos y otros agentes irritantes es fundamental para el éxito clínico y radiográfico. La elección de la técnica de apicectomía es un paso crítico en la cirugía endodóntica. Se recomienda que el método de resección radicular sea muy refinado para favorecer la remoción controlada del ápice radicular y producir superficies lisas y limpias, evitando excavaciones o efecto surco (24).

Una vez que se ha levantado el colgajo mucoperióstico, se extrae el hueso cortical sobre el extremo de la raíz y se localiza el extremo de la raíz (figura 2). El tejido patológico periapical se raspa para mejorar el acceso y la visibilidad del campo quirúrgico. El siguiente paso quirúrgico es la resección del extremo radicular. El plano de resección debe ser lo más perpendicular posible al eje longitudinal de la raíz. Generalmente se sugiere resecar la raíz a 3 mm de la punta de la raíz para eliminar el delta apical. Sin embargo, en casos de recirugía o dientes con postes o tornillos largos, la longitud de la resección de la raíz debe determinarse individualmente para proporcionar una profundidad adecuada para la retrobturación del extremo de la raíz.



Figura 2. Procedimiento quirúrgico durante la apicectomía.

Procedimiento quirúrgico y levantamiento de colgajo durante el procedimiento de la apicectomía (2).

El siguiente paso crítico es la inspección de la raíz resecada para identificar cualquier área de posible fuga, como un conducto accesorio, un istmo, grietas en la dentina, un espacio entre el relleno del conducto radicular existente y la pared del conducto pulpar, y áreas de la conducto radicular que no ha sido franqueado u obturado por el abordaje ortógrado.

Después de la revisión cuidadosa del plano de resección, se prepara una retrocavidad en el extremo de la raíz. Esta retrocavidad debe tener una profundidad de 3 mm y debe seguir el trayecto original del conducto radicular. La cavidad también debe incluir un istmo o canal accesorio, si lo hay.

Para el relleno del extremo de la raíz, en el pasado se han propagado una variedad de materiales. Casi todos los materiales que se introdujeron en la odontología quirúrgica y restauradora como material de restauración temporal o permanente, tarde o temprano también se utilizaron en la cirugía apical (25).

2.8. RETROPREPARACIÓN Y RETROBTURACIÓN

La preparación del extremo radicular es un paso fundamental para poder establecer el sellado apical. Su principal objetivo es abrir una cavidad en el extremo radicular ya resecaado con unas dimensiones que puedan permitir aplicar un material para la obturación del extremo radicular y así evitar alguna lesión de las estructuras del extremo radicular. La preparación ideal de la cavidad debe de abrirse a lo largo del eje longitudinal del diente hasta que se alcance una profundidad de al menos 3 mm, esto con el fin de limpiar y conformar minuciosamente el sistema de conductos para eliminar microorganismos irritantes. Tradicionalmente se utilizaban la microturbina junto con una fresa rotatoria, pero en la actualidad han aparecido puntas ultrasónicas que fueron diseñadas específicamente para la retropreparación apical. Hay pruebas clínicas que confirman las ventajas de la preparación con dichas puntas del extremo radicular, especialmente en los molares (26).



Figura 3. Resección del tercio apical.

Esquema de la resección de 3 mm del tercio apical del órgano dentario afectado y la retropreparación de dicho extremo radicular (2).

Las técnicas de preparación ultrasónica del extremo radicular presentan varias ventajas sobre el método de la microturbina. Hay que resecar menos tejido óseo para acceder adecuadamente al extremo radicular resecaado. Además, el cirujano está en mejores condiciones de conseguir una preparación más conservadora que siga el eje longitudinal del diente y se mantenga centrada en el conducto. El riesgo de perforación del extremo radicular es menor, debido en parte a la mejor manipulación del instrumento. Además, las técnicas ultrasónicas del extremo radicular producen una preparación de la cavidad más constante y profunda que requiere menos biselado radicular .

La preparación de la cavidad del extremo radicular para materiales de obturación obliga a modificar la técnica para la preparación de dicha cavidad. Se debe hacer una preparación poco profunda y festoneada de toda la superficie radicular utilizando una fresa redonda u ovalada; la preparación debe tener al menos 1 mm en la concavidad más profunda. Se puede hacer una preparación ultrasónica en el interior del sistema de conductos radiculares, pero puede que esto no sea necesario. El material para la obturación se coloca en forma de cúpula y se adhiere a la totalidad del extremo radicular resecaado (27)

2.9. CEMENTOS IDEALES PARA LA RETROBTURACIÓN

El objetivo de un material de la obturación retrógrada es llenar el espacio del conducto apical y obtener un sellado hermético o tridimensional entre el periodonto y el sistema de conductos radiculares. Se han sugerido varios materiales para el relleno del extremo radicular, incluidos: amalgama, gutapercha, cementos de óxido de zinc y eugenol, cemento de ionómero de vidrio, gránulos de lámina de oro, Cavit, resina compuesta y agregado de trióxido mineral (MTA). El ácido superetoxibenzoico y el MTA son los materiales más adecuados y proporcionan mejores resultados en los procedimientos de apicectomía que otros materiales de obturación. Desafortunadamente, aún no se ha encontrado el material ideal para este propósito (28) .

2.9.1 PROPIEDADES DEL CEMENTO IDEAL

El material ideal para la obturación del extremo radicular debe mantener el contenido del sistema de conductos radiculares en el interior del conducto, impidiendo la salida de bacterias, subproductos bacterianos o materiales tóxicos hacia los tejidos perirradiculares circundantes. El material no debe ser reabsorbible, tiene que ser biocompatible y mantener unas dimensiones estables a lo largo del tiempo (29). Debe ser capaz de inducir la regeneración del complejo del ligamento periodontal. Por último, debe tener unas propiedades de manipulación y un tiempo de trabajo que permitan al especialista en endodoncia obturar el extremo radicular con bastante facilidad (2).

2.9.2. CEMENTOS A BASE DE ÓXIDO DE CINC Y EUGENOL

Utilizar óxido de zinc-eugenol como material de obturación retrógrada. Super-EBA contiene solo un tercio de eugenol que IRM y se adhiere a la estructura dental en condiciones húmedas. También se adhiere bien a sí mismo y puede agregarse gradualmente según sea necesario, a diferencia de IRM. Se recomienda una mayor proporción de polvo a líquido de IRM cuando se utiliza como material de obturación del extremo de la raíz debido a las ventajas de una colocación más fácil, un tiempo de fraguado más corto y una menor toxicidad y solubilidad (30). La influencia de la IRM en

los tejidos periapicales podría ser debido a la lixiviación de eugenol del relleno retrógrado, retardando el potencial de curación. Dado que tanto Super-EBA y IRM contienen eugenol, se ha expresado preocupación sobre los posibles efectos nocivos sobre los tejidos periapicales. Sin embargo, Blackman *et al.* encontraron que IRM era relativamente biocompatible y sugirió que sería útil para procedimientos de retroobtención endodónticos (31).

2.9.3. BIOCERÁMICOS

Los materiales antes mencionados han demostrado ser compatibles con la cicatrización de tejidos y regeneración del hueso alveolar, pero nunca han logrado inducir la formación de cemento y la reparación completa del ligamento periodontal. Es por eso, por lo que surgen los materiales biocerámicos son materiales que en su composición incluyen alúmina, zirconia, vidrio bioactivo, vidrios cerámicos, hidroxiapatita y fosfatos de calcio reabsorbibles entre otros. Estos fueron definidos por Raghavendra *et al.* en el 2017 como materiales cerámicos biocompatibles u óxidos metálicos con capacidad de sellado mejorada, actividad antibacteriana y antimicótica (2). Existen tres categorías de biocerámicos: bioinertes, capaces de rellenar tejidos y ser tolerados por el organismo. bioactivos, tolerados por el organismo con capacidades de osteoconducción y biodegradables, con capacidad de ser degradados en ambiente biológico y remplazado por hueso. Estos materiales presentan propiedades antibacterianas cuando está completamente fraguado, son biocompatibles e incluso bioactivos. Cuando los materiales biocerámicos entran en contacto con fluidos de los tejidos, liberan hidróxido de calcio, que puede interactuar con los fosfatos en los fluidos de los tejidos para formar hidroxiapatita. Por las razones anteriores, estos materiales se recomiendan para la obturación retrógrada (32).

El agregado de trióxido mineral (MTA) fue el primer material biocerámico introducido para uso clínico como material de obturación del extremo de la raíz en endodoncia a mediados de la década de 1990. Desde entonces, las indicaciones para el uso de MTA se han ampliado y se han introducido varios otros materiales biocerámicos o "híbridos". A pesar de las similitudes, los materiales también tienen varias diferencias que afectan sus

propiedades mecánicas, como el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión, pero todos los materiales puramente biocerámicos son biocompatibles. Además de usarse en obturaciones retrógradas, estos cementos también se utilizan hoy en día como obturaciones radiculares ortógradas y en recubrimientos pulpares, reparación de perforaciones, tratamiento de dientes con ápices abiertos y reparación de defectos de reabsorción. Con la excepción de MTA, la literatura sobre materiales biocerámicos es todavía relativamente escasa, aunque está creciendo rápidamente. En los últimos años, se han introducido selladores biocerámicos o híbridos, a menudo basados en la misma composición química que los cementos biocerámicos (33).

2.9.4. MTA

El agregado de trióxido mineral (MTA) fue el primer material biocerámico introducido para uso clínico como material de obturación del extremo de la raíz en endodoncia a mediados de la década de 1990. Desde entonces, las indicaciones para el uso de MTA se han ampliado y se han introducido varios otros materiales biocerámicos o "híbridos". A pesar de las similitudes, los materiales también tienen varias diferencias que afectan sus propiedades mecánicas, como el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión, pero todos los materiales puramente biocerámicos son biocompatibles(29). Además de usarse en obturaciones retrógradas, estos cementos también se utilizan hoy en día como obturaciones radiculares ortógradas y en recubrimientos pulpares, reparación de perforaciones, tratamiento de dientes con ápices abiertos y reparación de defectos de reabsorción.

El MTA es un polvo constituido por finas partículas hidrófilas de silicato tricálcico, aluminato tricálcico, óxido tricálcico, óxido de silicato y otros óxidos minerales, que fragua en presencia de humedad. El hidróxido de calcio es el principal compuesto liberado por el MTA en el agua. El hidróxido de calcio es biocompatible con los tejidos. El pH inicial de MTA es 1.2, con un aumento a 12, 5, 3 hrs después de la mezcla. MTA ofrece un sustrato biológicamente activo para las células óseas y estimula la producción de interleucina debido a su pH alcalino y la liberación de iones de calcio. El uso de MTA como raíz-extremo el material de relleno parece favorable (34,35).

2.10. ENDOSEQUENCE BC RRM

Se introduce en el mercado un nuevo material: EndoSequence Root Repair Material (ERRM; Brasseler, Savannah,GA). Se encuentra disponible como pasta y también en forma de masilla. La jeringa cuenta con puntas que se pueden utilizar para colocar el material dentro del conducto. Es hidrófilico, insoluble, radiopaco y libre de aluminio con un pH alto y requiere de humedad para fraguar y endurecer. Tiene un tiempo de trabajo de 30 min y un tiempo de fraguado de aproximadamente 4 hrs en condiciones normales, dependiendo de la cantidad de humedad disponible. Posteriormente surge EndoSequence BC RRM fast (figura 4) , presentado recientemente con un menor tiempo de fraguado conservando las propiedades del original. La presencia de humedad es necesaria para que el material fragüe y endurezca. Sin embargo, la humedad presente en los túbulos dentinarios debería ser suficiente (36).

Esta compuesto por silicatos de calcio, fosfato de calcio monobásico, óxido de circonio, óxido de tantalio y agentes de relleno Dentro de sus propiedades podemos encontrar que es un material resistente a la compresión, su resistencia a la compresión es significativamente mayor que la del MTA blanco y gris. Es bioactivo, estudios realizados revelaron que puede tener una viabilidad celular similar al MTA. En cuanto a su fuerza de unión, presenta mayor fuerza de unión en el conducto radicular que MTA. Su potencial de hidrogeniones (pH), es de 12.7 al fraguar similar al hidróxido de calcio, por lo tanto presenta actividad antibacteriana y se ha comparado con MTA mostrando resultados antimicrobianos similares frente *E. faecalis* (37).



Figura 4. EndoSequence BC RRM.

Cemento Endosequence BC RRM en presentación de masa putty, utilizada como material retrogrado(38).

2.12. BIO-C REPAIR

BIO-C REPAIR es un cemento reparador biocerámico listo para uso (putty). Además de los beneficios de la formulación biocerámica como inducción de regeneración tisular, acción bactericida e inhibición de la infiltración bacteriana, presenta una gran ventaja en relación a los cementos tradicionales no exigiendo manipulación. La presentación lista para uso en jeringa roscable (figura 5), facilita la extracción del producto para su aplicación en el lugar de la preparación, simplificando este procedimiento con gran ahorro de tiempo (39).

Está indicado para:

1. Tratamiento de perforación radicular o furca vía conducto.
2. Tratamiento de perforación radicular o perforación vía cirugía.
3. Tratamiento de reabsorción interna vía conducto.
4. Tratamiento de reabsorción interna comunicante o externa vía cirugía.
5. Obturación retrógrada en cirugía endodóntica.
6. Recubrimiento pulpar directo e indirecto.

7. Apexificación.
8. Apexogénesis y pulpotomía.
9. Regeneración pulpar.

El tiempo de fraguado del BIO-C® REPAIR dependerá de la presencia de humedad en el lugar que se aplicó en la estructura dental. Las moléculas de agua presentes en el medio, entran en contacto de forma progresiva con las partículas del BIO-C® REPAIR ocasionando la hidratación, fraguado del cemento y liberación de los iones activos. Estas reacciones químicas involucran la hidratación de compuestos de Silicato de Calcio para producir un gel hidratado de Silicato de Calcio (C-S-H), responsable del fraguado y la formación de hidróxido de calcio. El proceso de fraguado se atribuye a los cristales del gel hidratado de Silicato de Calcio que se unen y rodean los agregados (radiopacificador) confiriendo al producto resistencia mecánica. El tiempo de fraguado está relacionado con la disponibilidad de humedad en el medio y ocurrirá alrededor de 120 minutos (39).

BIO-C® REPAIR presentó baja solubilidad, resultado deseable y favorable para un producto con fines de reparación y sellado de cavidades de la estructura dental. Presenta expansión de fraguado igual a $0.092 \pm 0.05\%$, diferente de la mayoría de los materiales odontológicos, que sufren contracción. La expansión de fraguado de este producto impide la infiltración bacteriana, propiedad que es de suma importancia para evitar la recontaminación y consecuentemente el fracaso endodóntico (40).



Figura 5. Bio-C Repair Angelus.

Cemento Bio-C Repair Angelus en presentación de masa putty, utilizada como material retrógrado (40).

2.13. TOTAL FILL

Total Fill Bioceramic Root Repair Material es un biocerámico premezclado y listo para su uso desarrollado para la reparación permanente de conductos radiculares y para aplicaciones quirúrgicas. Es un un material insoluble, radiopaco y libre de aluminio basado en una composición de silicato de calcio que requiere la presencia de agua para su solidificación y endurecimiento. El Total Fill Bioceramic Root Repair Material no se encoje durante la solidificación y ofrece excelentes propiedades físicas.

El Total Fill bioceramic Root Repair Material se presenta en una jeringa precargada (BC RRM) y masilla de solidificación rápida (BC RRM Fast Set Putty) o en un frasco (figura 6).



Figura 6. Total Fill BC RRM Fast Set Putty FKG.

Cemento Total Fill BC RRM Fast Set Putty de la compañía FKG, en su presentación en jeringa, utilizado como material retrógrado (41).

Indicaciones de uso:

1. Reparación de perforación en la raíz.
2. Reparación de resorción de la raíz.

3. Relleno de los extremos de la raíz.
4. Apexificación.
5. Recubrimiento Pulpar.

Este material no requiere mezclado, la reacción de solidificación empieza tan pronto como el material entra en contacto con un entorno húmedo. El tiempo de trabajo es de mas de 30 minutos. El tiempo de solidificación es de un minimo de 2 horas en condiciones normales, pero puede ser necesario mas tiempo en conductos extremadamente secos (41).

2.14. CAPACIDAD DE SELLADO EN LA OBTURACIÓN RETRÓGRADA

La capacidad de sellado se define como la capacidad que tiene un material para resistir la microfiltración en todo su espesor. Es probable que esta se encuentre más relacionada con la presencia de material en los túbulos dentinarios que con la profundidad de penetración (42).

Numerosos materiales para la obturación del extremo de la raíz. Sin embargo, no hay un material universalmente aceptado como el mejor. A lo largo del tiempo se ha buscado evaluar la eficacia del sellado apical y el grado de adaptación mediante diversos métodos y dispositivos entre ellos: la penetración de colorantes (azul de metileno, eosina y nitrato de plata), radioisótopos, penetración bacteriana, microscopía electrónica de barrido, láser confocal, medios electroquímicos y técnicas de filtración de fluidos (42,43).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En cuanto al éxito en el retratamiento quirúrgico y hablando de la cirugía periapical, este se debe en su mayoría al material y a la calidad de la obturación retrograda. El cual tiene como principal objetivo evitar que microorganismos del sistema de conductos se transporten a los tejidos periapicales. A lo que se le atribuye la importancia de las propiedades del material de elección como la biocompatibilidad, su biocompatibilidad, que sea de fácil manipulación, pero sobretodo que este no se expanda tras finalizar el proceso de fraguado y así poder asegurar un sellado hermético del tercio apical. Dicho lo anterior, en el presente estudio se plantea comparar la eficacia de la capacidad de sellado de los cementos biocerámicos EndoSequence Root Repair Material, Bio-C Repair y Total Fill en la obturación retrógrada de incisivos centrales maxilares extraídos.

IV. JUSTIFICACIÓN

A través del tiempo se han creado y utilizado una gran cantidad de materiales en el cirugía apical en cuanto a la obturación retrograda, es preciso encontrar un material que cumpla con las características ideales para lograr un sellado hermético y tridimensional en la retroobtusión. En la actualidad los materiales más reconocidos son los materiales a base de biocerámicos, ya que estos reúnen las características necesarias para lograr una buena capacidad de sellado tales como su biocompatibilidad y su bioactividad.

Por lo que es necesario seguir investigando nuevos biomateriales y las nuevas presentaciones que ofrecen al mercado, así como el cumplimiento de las propiedades que dicen tener y sobre todo la capacidad de sellado ya que se ha demostrado que es uno de los principales factores que darán éxito a una cirugía periapical.

V. HIPÓTESIS

5.1. HIPÓTESIS DE TRABAJO

La caracterización planteada en este trabajo de investigación nos permitirá evaluar la diferencia -si la hay- en la capacidad del sellado apical de la en la retroobtención de los cementos biocerámicos EndoSequence BC RRM, Bio-C Repair y Total Fill como materiales para obturación retrógrada.

5.2. HIPÓTESIS NULA (H0)

No existirá diferencia estadísticamente significativa al comparar la eficacia del sellado apical de EndoSequence BC RRM, Bio-C Repair y Total Fill, con un nivel de confianza del 95%.

5.3. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (H1)

Se encontrará diferencia estadísticamente significativa al comparar la eficacia del sellado apical de EndoSequence BC RRM, Bio-C Repair y Total Fill, con un nivel de confianza del 95%.

VI. OBJETIVOS

6.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar la capacidad de sellado de los cementos EndoSequence BC RRM, Bio-C Repair y Total Fill utilizados en obturaciones retrógradas.

6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Realizar la obturación retrógrada a órganos dentarios unirradiculares extraídos empleando los cementos EndoSequence, Bio-C Repair y Total Fill.
2. Evaluar la filtración apical de los cementos EndoSequence, Bio-C Repair y Total Fill posterior a su inmersión en azul de metileno al 1% por un periodo de 14 días.
3. Realizar análisis estadísticos de los resultados obtenidos.

VII. VARIABLES

7.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

Cementos EndoSequence, Bio-C Repair y Total Fill.

7.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Filtración apical

7.3. OPERACIÓN DE VARIABLES

Se evaluó la filtración apical que presenten los cementos EndoSequence, Bio-C Repair y Total Fill, en cuanto a la obturación retrógrada mediante un estudio *in vitro*. Para el estudio y el análisis las muestras seleccionadas fueron preparadas endóticamente y retrobturadas siguiendo las indicaciones de cada fabricante. Posteriormente las muestras fueron sumergidas en una solución de azul de metileno en una concentración al 1% e incubadas durante 14 días. Después las muestras a estudiar seran seccionadas longitudinalmente para poder evaluar el porcentaje de filtración apical mediante un estudio fotográfico, mediante un prograa conocido como Image J. Por último se realizó un análisis estadístico de los resultados obtenidos empleando el método de varianza (ANOVA, pos sus siglas en inglés).

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1. TIPO DE ESTUDIO

Estudio Experimental

8.2. UNIVERSO DE ESTUDIO

Se utilizaron 30 órganos dentarios uniradiculares de reciente extracción que fueron divididos en 3 grupos: Grupo 1: (n=10), 10 órganos dentarios con obturación retrógrada con el cemento EndoSequence BC RRM. Grupo 2: (n=10), 10 órganos dentarios con obturación retrógrada con el cemento Bio-C Repair. Grupo 3: (n=10), 10 órganos dentarios con obturación retrógrada con el cemento Total Fill.

8.2.1. Criterios de Inclusión

Incisivos centrales superiores de reciente extracción con raíces completas, sin tratamiento de conductos previo.

8.2.2. Criterios de Exclusión

Calcificaciones dentro del conducto radicular, líneas de fractura, reabsorción externa o interna, caries radicular y ápices abiertos.

8.2.3. Criterios de Eliminación

Fractura de alguna de las raíces al momento de llevar a cabo la metodología del estudio.

8.3. MATERIALES E INSTRUMENTAL

Se utilizaron 30 órganos dentarios unirradiculares de reciente extracción, verificados con un radiovisógrafo Xios Supreme (Denstply Sirona, Ballaigues Suiza) los cuales fueron decoronados con un disco de diamante, para la preparación biomecánica se utilizaron 30 limas manuales tipo k #10 (Sybron Endo Kerr, California Estados Unidos) e instrumentos rotatorios Protaper Universal (Denstply Maillefer, Ballaigues Suiza) en el motor endodóntico X-Smart plus (Denstply Sirona, Ballaigues, Suiza). Los conductos fueron irrigados con Hipoclorito de Sodio (NaOCl) al 5.25%, EDTA (Ácido Etilendiaminotetraacético) al 17% y agua bidestilada, dichos irrigantes fueron activados de manera ultrasónica con Ultra X (Eighthet, Changzhou China). Se secaron con puntas de papel F4 (Denstply Sirona, Ballaigues, Suiza) y se obturaron con conos de gutapercha F4 (Denstply Sirona, Ballaigues Suiza) se utilizó cemento sellador AH Plus Denstply Sirona (Ballaigues, Suiza) y fueron obturados con sistema de onda continua de calor Fast Pack y Fast Fill (Eighteeth, Changzhou China). Para el procedimiento de la apicectomia se utilizó una pieza de mano de alta velocidad con luz (NSK, Tokio Japón) junto a una fresa Endo Z. Para la retropreparación se utilizó un ultrasonido NSK varios 370 y punta de diamante E32D NSK. Se utilizaron los cementos EndoSequence BC RRM (Savannah,GA), Bio-C Repair (Londrina, Brasil) y Total Fill BC RRM (La Chaux-de-Fonds, Suiza) en el grupo correspondiente. Para el fraguado del material se colocaron las muestras en una incubadora. Para evaluar la filtración las muestras estas fueron inmersas en azul de metileno al 1% e introducidos en tubos falcon y se colocaron en una incubadora. Por último se colocaron las muestras en una hoja milimetrada y se obtuvieron imágenes con una cámara de fotografía Nikon 5600 (Tokio, Japón) y un lente macro de 105 mm Sigma (Kanagawa, Japón) para posteriormente importar las imágenes en el programa imageJ.

8.4. METODOLOGÍA

8.4.1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se realizó un estudio experimental de forma *in vitro* en el que se seleccionarán 30 incisivos centrales superiores de reciente extracción que fueron previamente desinfectados para la realización del estudio. Posteriormente se procedió a la estandarización de la muestra removiendo la porción coronal de los órganos dentarios utilizando un disco diamantado.

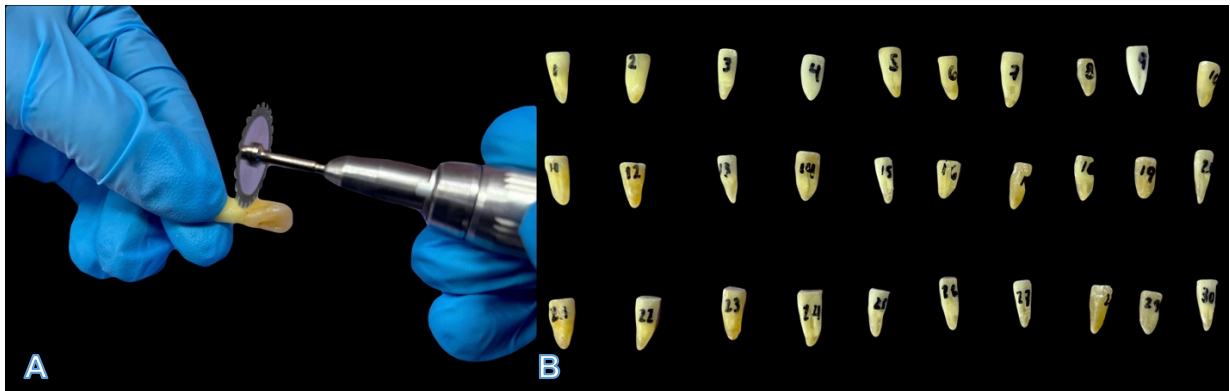


Figura 7. Decoronación de órganos dentarios.

En la figura se muestra (A) Al corte realizado en la unión cemento-esmlate. (B) Total de muestras decoronadas empleadas para el estudio.

8.4.2. PREPARACIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR

Se tomó la longitud de trabajo con una lima tipo K#10 y posteriormente conformó el conducto radicular utilizando un sistema rotatorio en este caso Protaper Universal hasta la lima rotatoria F4.

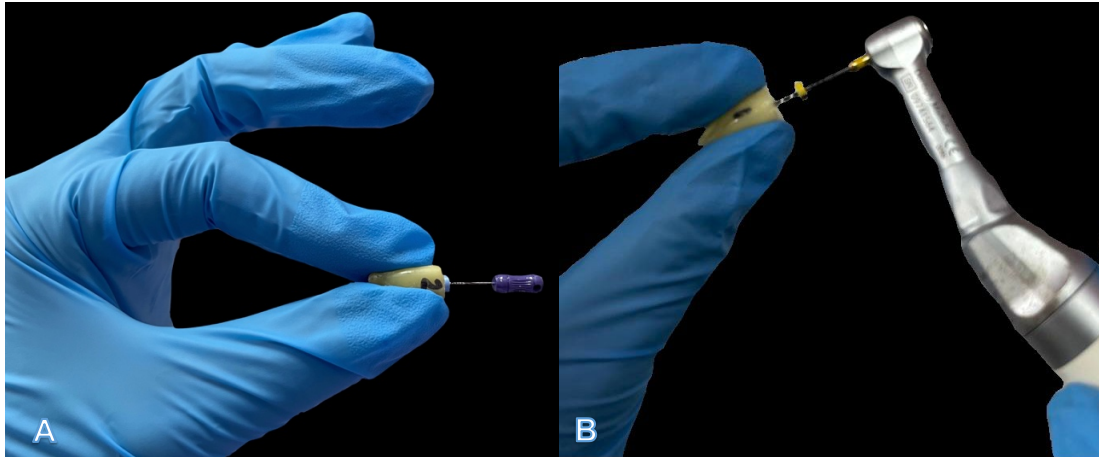


Figura 8. Longitud de trabajo y preparación biomecánica.

En la figura se muestra (A) Órgano dentario decoronado con limpa tipo K #10 para la determinación de la longitud de trabajo. (B) Conformación biomecánica de órgano dentario con sistema rotatorio Protaper Universal F1.

Se realizó irrigación de los conductos con NaOCl al 5.25% al momento de cambiar cada instrumento, se realizó una activación ultrasónica a final de la irrigación, se colocó EDTA al 17% para la eliminación del barrillo dentinario. Y por último se realizó una irrigación final con agua bidestilada. Los conductos fueron secados con cánulas endodónticas y puntas de papel, se obturó con técnica de onda continua de calor utilizando cemento sellador AH Plus.

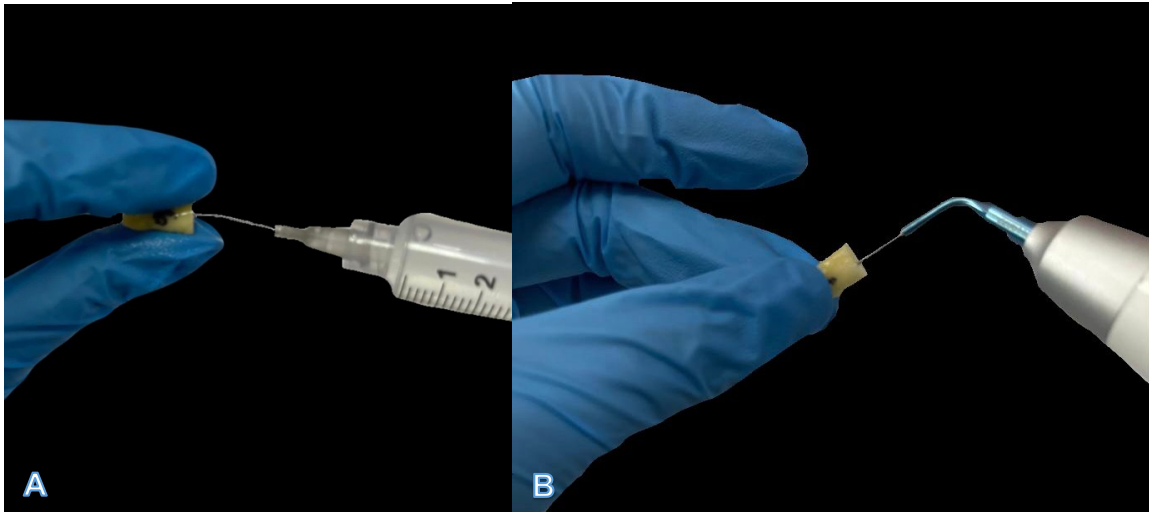


Figura 9. Irrigación y activación del irrigante.

En la figura se muestra (A) Irrigación del conducto radicular con NaOCl al 5.25%. (B) Activación ultrasónica del NaOCl al 5.25% dentro del conducto radicular.

8.4.3. PREPARACIÓN DE LA RAIZ

Se realizó la resección de los últimos 3 mm apicales de cada raíz con una pieza alta velocidad y una Endo Z bajo flujo de agua constante Con el propósito de la remoción de cualquier tipo de delta apical presente.

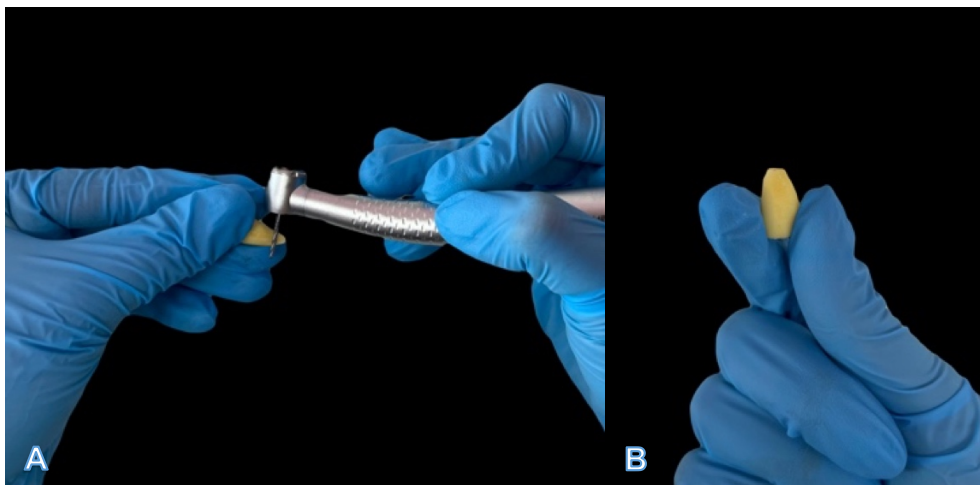


Figura 10. Resección del extremo radicular.

En la figura se muestra (A) Resección de los últimos 3mm del ápice a 90° con respecto al eje longitudinal del órgano dentario utilizando una fresa Endo Z y pieza de alta velocidad (B) Resección apical de la muestra finalizada.

8.4.4. PREPARACIÓN Y OBTURACIÓN DE LA CAVIDAD RETRÓGRADA

Posteriormente se realizó una cavidad de manera apical en el que sea desobturaron 3 mm del diámetro utilizando una punta ultrasónica E32D adiamantada utilizada especialmente para retropreparación.

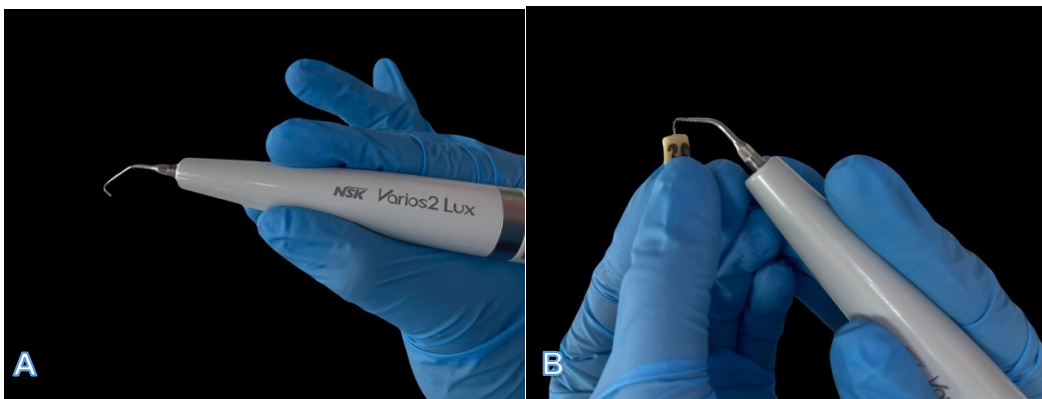


Figura 11. Preparación del extremo radicular

En la figura se muestra (A) Punta de ultrasonido E32D para retropreparación apical. (B) Preparación retrógrada del extremo radicular.

Posteriormente se dividió en tres grupos las muestras para la realización de la retrobturación Grupo 1 (n=1): 10 muestras con EndoSequence BC RRM. Grupo 2 (n=2): 10 muestras con Bio-C Repair. Grupo 3 (n=3): 10 muestras con Total Fill. Se colocó en cada muestra el cemento correspondiente auxiliado de con compactador manual. Posteriormente se tomaron radiografías para la verificación del llenado adecuado del material.



Figura 12. Obturación retrógrada

Vista de la obturación retrógrada realizada con los cementos biocerámicos de cada grupo a evaluar.

Como paso siguiente las muestras fueron colocadas en una incubadora durante un periodo de 72 horas para el fraguado del cemento de cada unos de los grupos a evaluar a temperatura de 37.5 °C.



Figura 13. Incubación de muestras.

Colocación de las muestras en una caja petri junto con gasas humedecidas con agua esteril para mantener un medio húmedo en la incubación para el correcto fraguado de los cementos a evaluar.

Una vez fraguados los cementos se impermeabilizaron todas las raíces con 3 capas de barniz de uñas transparente a excepción de 1 mm apical y además en el extremo coronal se colocó una capa de resina Block Out para proteger dicho acceso de la muestra.

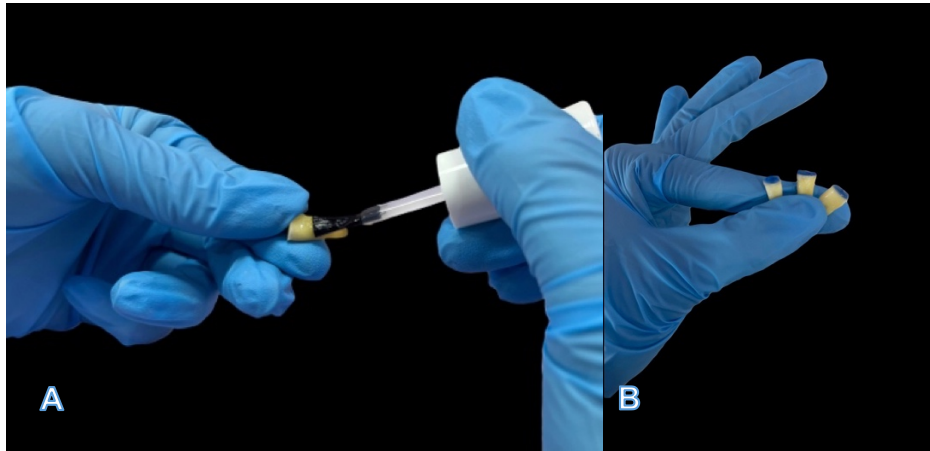


Figura 14. Aplicación de barniz y resina blockout.

En la figura se muestra (A) Colocación de la primera capa de barniz transparente omitiendo el último milímetro radicular. (B) Colocación de resina Blockout en la porción coronal.

8.4.5. MÉTODO DE EVALUCIÓN CON AZUL DE METILENO AL 1%

Posteriormente todas las muestras fueron colocadas en tubos eppendorf de 1.5 ml y evaluadas utilizando azul de metileno al 1% este aplicándolo directamente de forma lenta y cuidadosa con una jeringa hipodérmica de 10 ml y una aguja con punta de salida lateral de 27 mm aplicandose hasta el tercio medio de la raíz.

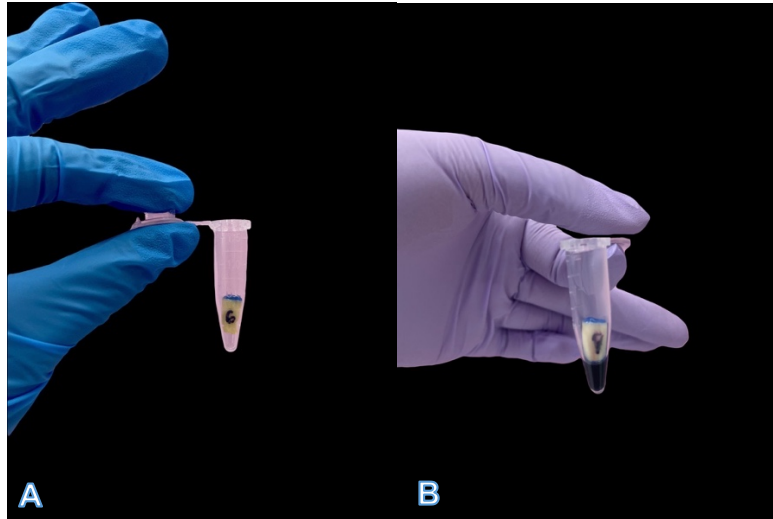


Figura 15. Colocación del azul de metileno.

En la figura se muestra (A) Colocación de una muestra en tubo eppendorf. (B) Colocación de azul de metileno hasta tercio medio de la muestra.

Las muestras se incubaron a una temperatura de 37.5 °C por 15 días esto para que la tinta penetrara correctamente en los dientes. Una vez retiradas las muestras de la incubadora, se realizó una aspiración negativa del azul de metileno con una jeringa de 10 ml y aguja con punta de salida lateral calibre 27 y una vez realizada la aspiración se eliminó el exceso de azul de metileno con una gasa estéril.

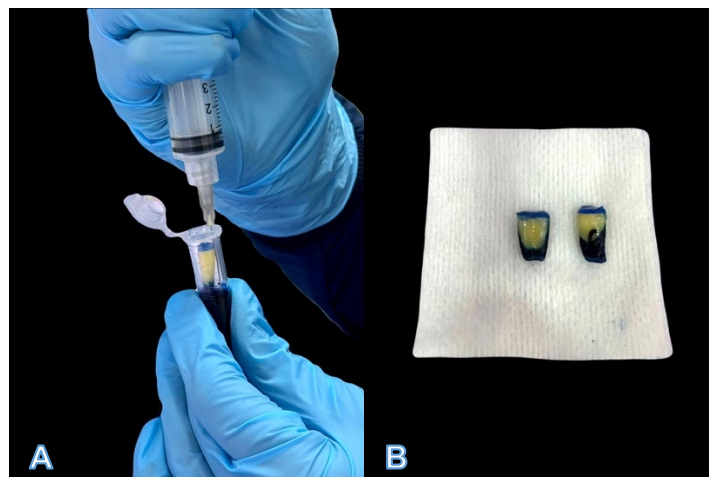


Figura 16. Eliminación del exceso de azul de metileno.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

En la figura se muestra (A) Aspiración de azul de metileno con jeringa de 10 ml y aguja calibre 27 de salida lateral. (B) Eliminación de exceso de azul de metileno con gasa estéril.

Posteriormente las muestras fueron seccionadas longitudinalmente con un disco de diamante de baja velocidad, una vez realizado el corte de las muestras se colocó Endo Ice y con ayuda de una espátulas de resina nos ayudamos para separar las muestras ya seccionadas.

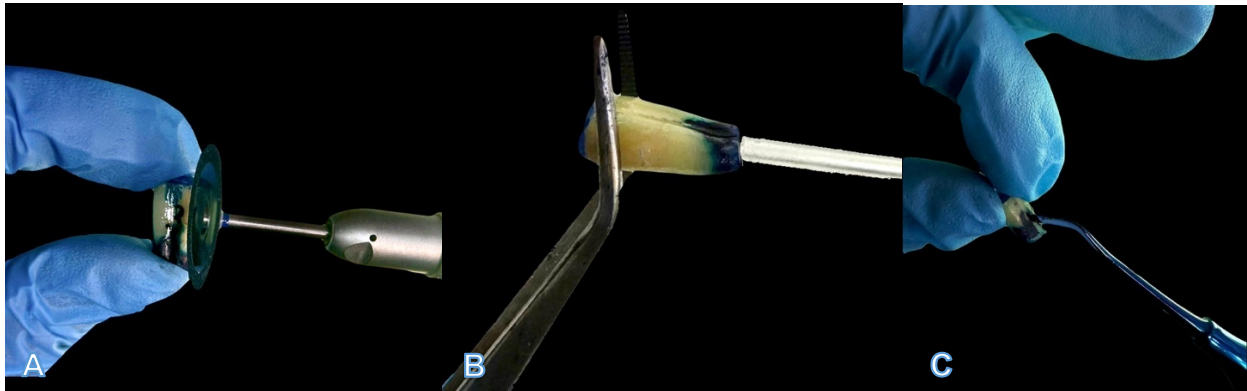


Figura 17. Seccionamiento de las muestras.

En la figura se muestran (A) Corte longitudinal de la muestra con disco adiamantado y pieza de baja velocidad. (B) Aplicación de Endo-Ice. (C) Separación de muestra con espátula de resina.

8.4.6. Evaluación de la capacidad de sellado a través del análisis de filtración con azul de metileno al 1%.

Después de ser seccionadas las 30 muestras fueron colocadas en hojas milimétricas de forma centrada y se les tomaron fotografías con una cámara profesional y lente macro de 105mm. Las fotografías que fueron tomadas fueron importadas como archivo JPG y posteriormente exportadas al programa ImageJ. Una vez exportadas las imágenes al programa se realizó una calibración a 10 mm equivalente a las hojas milimétricas para tener una escala de las imágenes a evaluar.

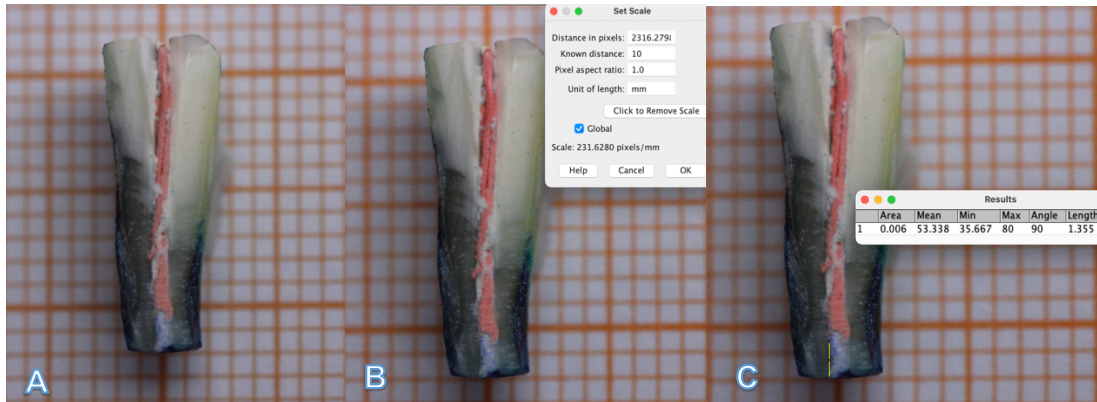


Figura 18. Análisis por imagen.

En la figura se muestra (A) Imagen en formato JPG exportada a ImageJ. (B) Establecimiento de la escala respecto a la hoja milimétrica. (C) Medición de la filtración.

Para la evaluación de la filtración se realizó un trazado en sentido longitudinal del lado izquierdo y del lado derecho del material de la obturación retrógrada, después de volvió a trazar otra línea en sentido longitudinal para medir la cantidad de filtración de azul de metileno del lado izquierdo y derecho desde el ápice hasta el último punto de filtración dentro del conducto radicular y así fue como se obtuvo el porcentaje de filtración de cada una de las muestras.

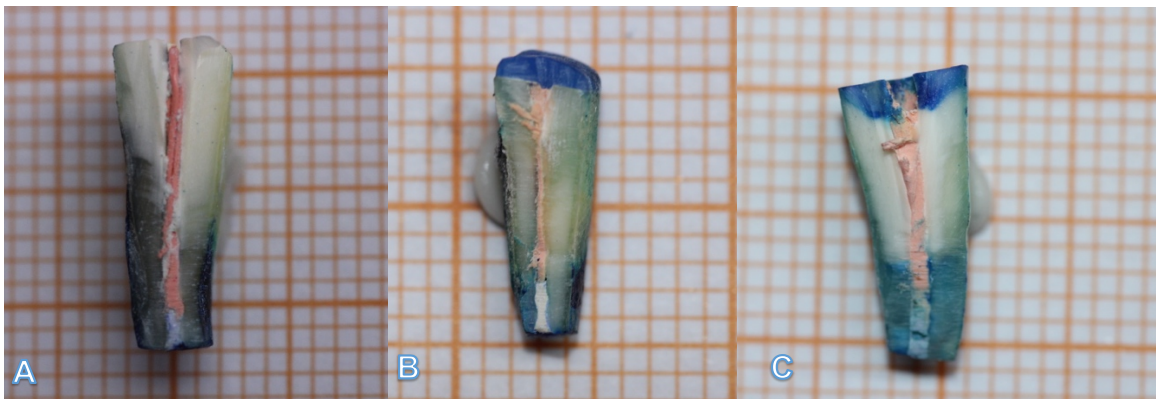


Figura 19. Evaluación de filtración por grupo.

En la figura se muestra (A) Evaluación de filtración de muestra obturada con EndoSequence BC RMM. (B) Muestra obturada con Bio-C Repair. (C) Muestra obturada con Total Fill.

8.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utiliza el software SPSS versión 29 para realizar análisis de varianza de una vía (ANOVA, por sus siglas en inglés) con prueba *post hoc* de Tukey para comparaciones múltiples, usando la variable GRUPOS como independiente o factor, y la variable PORCENTAJE DE FILTRACIÓN como dependiente. Se utilizó un nivel de significancia del 5% y se obtienen los siguientes resultados:

	F	Sig.
Entre grupos	.807	.456
Dentro de grupos		
Total		

Figura 20. Tabla de resultados de comparación entre grupos.

Como se observa en la Figura 18, no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de estudio ($p > 0.05$).

Tukey HSD

(I) GRUPOS	(J) GRUPOS	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	95% Intervalo de Confianza	
					Límite inferior	Límite superior
ENDOSEQUENCE	BIO C REPAIR	-4.980592	4.2791774	.484	-15.590460	5.629277
	TOTAL FILL	-.600251	4.2791774	.989	-11.210119	10.009617
BIO C REPAIR	ENDOSEQUENCE	4.980592	4.2791774	.484	-5.629277	15.590460
	TOTAL FILL	4.380340	4.2791774	.569	-6.229528	14.990209
TOTAL FILL	ENDOSEQUENCE	.600251	4.2791774	.989	-10.009617	11.210119
	BIO C REPAIR	-4.380340	4.2791774	.569	-14.990209	6.229528

Cuadrado de las medias = 91.557

Figura 21. Prueba *post hoc* de Tukey.

Como se observa en la Figura 19 una tabla de comparaciones múltiples, no existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de estudio ($p > 0.05$).

IX. RESULTADOS

9.1. Análisis por imagen del porcentaje de filtración de azul de metileno al 1% interior del conducto radicular.

La capacidad de sellado de los cementos evaluados se determinó 14 días después de la incubación de las muestras en azul de metileno al 1% en condiciones fisiológicas simuladas, después dichas muestras fueron seccionadas y evaluadas fotográficamente mediante el programa ImageJ, en el que fue evaluado el porcentaje de filtración los resultados obtenidos se muestran en la Figura 20 y Figura 21.

En la Figura 21 se muestra una tabla con los valores descriptivos de estos grupos de estudio, así como su porcentaje de filtración de cada uno de los cementos biocerámicos utilizados para la obturación retrógrada. En el grupo 1 (EndoSequence BC RRM) tuvo un promedio de filtración del 20.27% , en el grupo 2 (Bio-C Repair) tuvo un promedio de filtración de 22.09% y en grupo 3 (Total Fill) tuvo un promedio de filtración de 20.87%. El análisis estadístico demostró que no existe diferencia estadísticamente significativa al comparar los porcentajes de filtración de los cementos biocerámicos utilizados para obturación retrógrada EndoSequence BC RRM, Bio-C Repair y Total Fill. Con base en lo anterior se confirma la hipótesis nula (H0) de este estudio.

EndoSequence BC RRM	Filtración (%)	Bio-C Repair	Filtración (%)	Total Fill	Filtración (%)
Muestra 1	11.5	Muestra 1	26	Muestra 1	22.5
Muestra 2	26.7	Muestra 2	24.5	Muestra 2	40.4
Muestra 3	23.1	Muestra 3	15.2	Muestra 3	15.1
Muestra 4	27.9	Muestra 4	28.6	Muestra 4	19.1
Muestra 5	7.3	Muestra 5	16	Muestra 5	17.3
Muestra 6	11.1	Muestra 6	19.7	Muestra 6	20.3
Muestra 7	15.9	Muestra 7	31.5	Muestra 7	12.8
Muestra 8	18.4	Muestra 8	31.3	Muestra 8	32.4
Muestra 9	49.5	Muestra 9	33.6	Muestra 9	13.4
Muestra 10	11.8	Muestra 10	25.7	Muestra 10	15.5
Promedio	20.27%	Promedio	22.09%	Promedio	20.87%

Figura 22. Resultado de la prueba de filtración con azul de metileno al 1% después de 14 días de incubación.

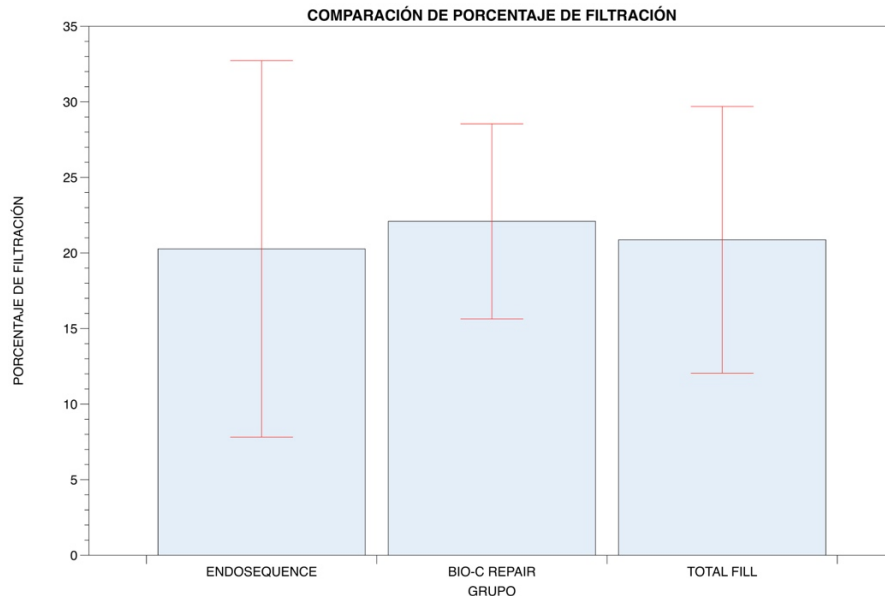


Figura 23. Porcentaje de filtración de los cementos biocerámicos utilizados para obturación retrógrada Endosequence BC RRM, Bio-C Repair y Total Fill.

En la figura se muestra una gráfica de resultado donde se muestra el porcentaje de filtración de cada uno de los cementos evaluados donde las columnas representan el promedio de filtración por grupo y las líneas verticales representan la desviación estándar.

X. DISCUSIÓN

El tratamiento de endodoncia es de naturaleza bastante predecible con tasas de éxito reportadas de hasta 86-98% (44). A pesar de la alta tasa de éxito del tratamiento de endodoncia, los fracasos ocurren en un gran número de casos y la mayoría de las veces pueden atribuirse a las causas como la infección microbiológica persistente. Las bacterias alojadas en las áreas de los conductos radiculares, como los istmos, los túbulos dentinarios y las ramificaciones, pueden evadir los desinfectantes. Un estudio realizado por Lin *et al.* sobre 236 casos de fracasos de tratamientos endodónticos encontraron una correlación entre la presencia de infección bacteriana en los conductos y la rarefacción perirradicular en los fracasos endodónticos(45). La cirugía apical es el último recurso para mantener un diente con una lesión periapical que no se puede tratar con un retratamiento convencional. El objetivo principal de la cirugía apical es evitar la fuga de bacterias desde el sistema de conductos radiculares hacia los tejidos perirradiculares mediante la colocación de una obturación en el extremo radicular después de la resección del extremo radicular, por lo que el éxito del tratamiento quirúrgico es dado principalmente por la adhesión del material de la obturación retrógrada (46).

La resección del extremo radicular es determinada por la incidencia de conductos laterales y ramificaciones apicales Kim *et al.* Concluyó que la apicectomía a 3 mm del ápice radicular reduce los conductos laterales en un 93% y las ramificaciones apicales en un 98%. Anteriormente se recomendaba un bisel de 45 grados, un estudio llevado a cabo por Gilheany *et al.* demostró que a mayor angulación de bisel, mayor la filtración apical, por lo que se estableció que el ángulo debería ser a 0 grados, mismo empleado para este estudio (47).

Camilleri J *et al.* señalan que un material de obturación retrógrada debe reunir cualidades específicas como un sellado apical que inhiba el crecimiento bacteriano, facilidad de manipulación, radiopacidad, biocompatibilidad, insolubilidad, estabilidad dimensional, adhesividad, que no sea tóxico y no mutagénico. Por lo que se considera de importancia

la constante evaluación de cementos de reciente lanzamiento, en este caso se evaluó la capacidad de sellado (48). Por este y otros factores, se ha buscado crear un cemento de retroobtusión que se acerque mucho más a las propiedades de un cemento ideal, como son los cementos de silicato de calcio, que gradualmente se han convertido en el material de elección para la reparación de defectos dentinarios o comunicaciones entre el sistema de conducto radicular y el ligamento periodontal (Bogen y Kuttler 2009, Parirokh y Torabinejad 2010) (49).

Según Tobón-Arroyave *et al.* la microfiltración es el paso de sustancias químicas o bacterias entre el tejido radicular y el material de obturación. Existen diferentes métodos para evaluar el comportamiento de los materiales dentales, dentro de los cuales la microfiltración es una de las alternativas y para ello se han utilizado numerosas técnicas que incluyen penetración pasiva de colorantes, como tinta india, fucsina, rodamin y azul de metileno, la prueba de perfusión de fluidos, penetración bacteriana y porometría de flujo capilar, para este estudio la tinta a elección fue el azul del metileno al 1% (49).

En estudios *in vivo* realizados Shinbori *et al.* Los autores examinaron los resultados clínicos de la cirugía endodóntica con la aplicación de EndoSequence como material de retroobtusión. Analizaron historias clínicas y radiografías de 113 casos con un seguimiento mínimo de 1 año. La tasa de éxito fue del 92%, lo que sugiere que EndoSequence puede ser una alternativa exitosa en obturación retrógrada (50).

En este estudio se demostró que no existió diferencia estadísticamente significativa al comparar los porcentajes de filtración del azul de metileno al 1% entre los cementos de obturación retrógrada EndoSequence BC RRM, Bio-C Repair y Total Fill. ($p < 0.05$).

Los resultados encontrados en este estudio demostraron que los cementos de nuevo lanzamiento al mercado Bio-C Repair y Total Fill presentan una eficacia de sellado apical, similar a la exhibida por el cemento EndoSequence, el cual ha sido utilizado en los últimos años como material de elección para obturación retrógrada por su alta tasa de éxito en el sellado apical.

XI. CONCLUSIONES

Se llevaron a cabo las pruebas *in vitro* para la evaluación de la capacidad de sellado en la retrobturación apical de los cementos biocerámicos en presentación premezclada EndoSequence BC RRM, Bio-C Reapair y Total Fill BC RRM fast set, por medio de la filtración de azul de metileno al 1%. Las conclusiones se enlistan a continuación:

- 1) Los resultados obtenidos de la prueba de filtración con azul de metileno al 1% demostraron que no existe diferencia estadísticamente significativa en la evaluación de la capacidad de sellado de los cementos empleados para obturación retrógrada EndoSequence BC RRM (20.27%), Bio-C Repair (22.09%) y Total Fill (20.87%).
- 2) Con base en lo anterior, se confira la hipótesis nula (H0) de este proyecto.
- 3) Bio-C Repair y Total Fill cementos biocerámicos en presentación premezclada de reciente lanzamiento presentan una eficacia alta en el sellado de la porción apical como material empleado para la obturación retrógrada en comparación del material de elección actual, EndoSequence.
- 4) Los cementos empleados para obturación retrógrada en presentación premezclada tipo putty, facilitan el tratamiento y aumentan el éxito del tratamiento.

XII. RECOMENDACIONES

Como trabajo a futuro se recomienda:

1. Realizar el estudio con un grupo de muestras más amplio en el cual se permita relizar un análisis estadístico mas preciso.
2. Complementar el estudio empleando Microscopía electrónica de barrido para la medición de los espacios de interfaz entre el material de obturación y la dentina.
3. Realizar estudios de biocompatibilidad de los cementos de obturación retrógrada,

XIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Ordinola-Zapata R, Peters OA, Nagendrababu V, Azevedo B, Dummer PMH, Neelakantan P. What is of interest in Endodontology? A bibliometric review of research published in the International Endodontic Journal and the Journal of Endodontics from 1980 to 2019. Vol. 53, International Endodontic Journal. Blackwell Publishing Ltd; 2020. p. 36–52.
2. KENNETH M. HARGREAVES, STEPHEN COHEN. PATHWAYS OF THE PULP. 10TH ed. Vol. 1. EL SEVIER; 2011.
3. Weine FS, Kelly RF, Bray KE. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. Vol. 2, JOURNAL OF ENDODONTICS. 1976.
4. Tanomaru-Filho M, Jorge EG, Duarte MAH, Gonçalves M, Guerreiro-Tanomaru JM. Comparative radiographic and histological analyses of periapical lesion development. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology. 2009 Mar;107(3):442–7.
5. Webber RL, Messura JK. An in vivo comparison of diagnostic information obtained from tuned-aperture computed tomography and conventional dental radiographic imaging modalities. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology. 1999 Aug;88(2):239–47.
6. Holland R, Valle GF, Taintor JF, Ingle JI. Influence of bony resorption on endodontic treatment. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. 1983 Feb;55(2):191–203.
7. Sundqvist G. Taxonomy, ecology, and pathogenicity of the root canal flora. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology. 1994 Oct;78(4):522–30.
8. Abou-Rass M, Bogen G. Microorganisms in closed periapical lesions. Int Endod J. 1998 Jan;31(1):39–47.
9. Cheung GSP, Ho MWM. Microbial flora of root canal-treated teeth associated with asymptomatic periapical radiolucent lesions. Oral Microbiol Immunol. 2001 Dec;16(6):332–7.

10. Bergholtz G, Spångberg L. C <scp>ontroversies in</scp> E <scp>ndodontics</scp>. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*. 2004 Mar 1;15(2):99–114.
11. Chugal NM, Clive JM, Spångberg LSW. Endodontic infection: some biologic and treatment factors associated with outcome. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2003 Jul;96(1):81–90.
12. Ilson Jose Soares, Fernando Goldberg. *Endodoncia Técnica y Fundamentos*. 2da ed. Ed. Panamericana; 2014.
13. von Arx T. Failed root canals: The case for apicoectomy (periradicular surgery). *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2005 Jun;63(6):832–7.
14. von Arx T, Peñarrocha M, Jensen S. Prognostic factors in apical surgery with root-end filling: A meta-analysis. Vol. 36, *Journal of Endodontics*. 2010. p. 957–73.
15. Seedat H, van der Vyver P, de Wet F. Micro-endodontic surgery - Part 1: Surgical rationale and modern techniques. *South African Dent J*. 2018;73(3):146–53.
16. Betancourt P, Arnabat-Domínguez J, Viñas M. Irrigación Activada por Láser en Endodoncia Laser Activated Irrigation in Endodontics. Vol. 15, *Int. J. Odontostomat*. 2021.
17. Zargar N, Marashi MA, Ashraf H, Hakopian R, Beigi P. Identification of microorganisms in persistent/secondary endodontic infections with respect to clinical and radiographic findings: bacterial culture and molecular detection. *Iran J Microbiology*. 2019 Apr 11;2:120–8.
18. Figdor D. Apical periodontitis: A very prevalent problem. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*. 2002 Dec;94(6):651–2.
19. Murad CF, Sassone LM, Faveri M, Hirata R, Figueiredo L, Feres M. Microbial Diversity in Persistent Root Canal Infections Investigated by Checkerboard DNA-DNA Hybridization. *J Endod*. 2014 Jul;40(7):899–906.
20. Sakamoto M, Siqueira Jr JF, Rôças IN, Benno Y. Molecular analysis of the root canal microbiota associated with endodontic treatment failures. *Oral Microbiol Immunol*. 2008 Aug;23(4):275–81.

21. Rôças IN, Siqueira JF. Characterization of Microbiota of Root Canal-Treated Teeth with Posttreatment Disease. *J Clin Microbiol.* 2012 May;50(5):1721–4.
22. STUART C, SCHWARTZ S, BEESON T, OWATZ C. Enterococcus faecalis: Its Role in Root Canal Treatment Failure and Current Concepts in Retreatment. *J Endod.* 2006 Feb;32(2):93–8.
23. GUTMANN JL, HARRISON JW. Posterior endodontic surgery: anatomical considerations and clinical techniques. *Int Endod J.* 1985 Jan;18(1):8–34.
24. Bernardes RA, de Souza Junior JV, Duarte MAH, de Moraes IG, Bramante CM. Ultrasonic Chemical Vapor Deposition-coated Tip versus High- and Low-speed Carbide Burs for Apicoectomy: Time Required for Resection and Scanning Electron Microscopy Analysis of the Root-end Surfaces. *J Endod.* 2009 Feb;35(2):265–8.
25. Flath RK, Hicks ML. Retrograde instrumentation and obturation with new devices. *J Endod.* 1987 Nov;13(11):546–9.
26. Bernardes RA, de Moraes IG, Garcia RB, Bernardineli N, Baldi J v., Victorino FR, et al. Evaluation of Apical Cavity Preparation With a New Type of Ultrasonic Diamond Tip. *J Endod.* 2007 Apr;33(4):484–7.
27. von Arx T, Peñarrocha M, Jensen S. Prognostic Factors in Apical Surgery with Root-end Filling: A Meta-analysis. *J Endod.* 2010 Jun;36(6):957–73.
28. DIVULGACIÓN-ENDODONCIA.
29. Bodrumlu E. Biocompatibility of retrograde root filling materials: A review. *Australian Endodontic Journal.* 2008 Apr;34(1):30–5.
30. Blackman R, Gross M, Seltzer S. An evaluation of the biocompatibility of a glass Ionomer-silver cement in rat connective tissue. *J Endod.* 1989 Feb;15(2):76–9.
31. Crooks WG, Anderson RW, Powell BJ, Kimbrough WF. Longitudinal evaluation of the seal of IRM root end fillings. *J Endod.* 1994 May;20(5):250–2.
32. Haapasalo M, Parhar M, Huang X, Wei X, Lin J, Shen Y. Clinical use of bioceramic materials. *Endod Topics.* 2015 May;32(1):97–117.
33. Hess D, Solomon E, Spears R, He J. Retreatability of a Bioceramic Root Canal Sealing Material. *J Endod.* 2011 Nov;37(11):1547–9.

34. Hashem AAR, Hassanien EE. ProRoot MTA, MTA-Angelus and IRM Used to Repair Large Furcation Perforations: Sealability Study. *J Endod.* 2008 Jan;34(1):59–61.
35. Kim DH, Jang JH, Lee BN, Chang HS, Hwang IN, Oh WM, et al. Anti-inflammatory and Mineralization Effects of ProRoot MTA and Endocem MTA in Studies of Human and Rat Dental Pulp In Vitro and In Vivo. *J Endod.* 2018 Oct;44(10):1534–41.
36. Drs. Marga Ree and Richard Schwartz. Clinical applications of bioceramic materials in endodontics. *Endo-Endodontic Pract Today.* 2015;111.
37. Maria D T. Novel bioceramic root repair materials review of the literature. *Dent Med Probl.* 2016;
38. EndoSequence® BC RRM Fast Set Putty [Internet]. [cited 2022 Sep 6]. Available from: <https://brasselerusadental.com/products/bc-rrm-fast-set-putty/>
39. BIO-C REPAIR [Internet]. [cited 2022 Sep 6]. Available from: <https://angelus.ind.br/assets/uploads/2020/10/BIO-C%C2%AE-REPAIR-Perfil-Tecnico-Cientifico-ESPANOL.pdf>
40. BIO-C REPAIR [Internet]. [cited 2022 Sep 6]. Available from: <https://angelus.ind.br/produto/bio-c-repair/?lang=en>
41. <https://www.fkgiberia.com>. TOTAL FILL PREMIXED BIOCERAMIC MATERIALS [Internet]. 2019 [cited 2023 May 3]. Available from: https://www.fkgiberia.com/sites/default/files/FKG_TotalFill_Brochure_EN_WEB_201909.pdf
42. GERHARDS F, WAGNER W. Sealing ability of five different retrograde filling materials. *J Endod.* 1996 Sep;22(9):463–6.
43. SHAHRAVAN A, HAGHDOOST A, ADL A, RAHIMI H, SHADIFAR F. Effect of Smear Layer on Sealing Ability of Canal Obturation: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Endod.* 2007 Feb;33(2):96–105.
44. Journal E. Tabassum and Khan: Endodontic failure [Internet]. Available from: www.eurjdent.com
45. Seltzer S, Lin LM, Pascon EA, Skribner J, Giingler P, Langeland K, et al. Clinical, radiographic, and histologic study of endodontic treatment failures.

46. von Arx T. Apical surgery: A review of current techniques and outcome. Vol. 23, Saudi Dental Journal. 2011. p. 9–15.
47. Kim S PGRR. Color atlas of microsurgery in endodontics. 1st ed. Filadelfia: Saunders; 2001.
48. José Díaz Caballero A, Ramos Manotas J, Lani Arrieta González L. Apicectomía con obturación retrogradA e injerto óseo para el tratamiento de una lesión ápical. Vol. 7. 2010.
49. ENDODONTOLOGY ENDODONTOLOGY ENDODONTOLOGY
ENDODONTOLOGY ENDODONTOLOGY [Internet]. Available from:
<http://journals.lww.com/eddt>
50. Shokouhinejad N, Nekootar MH, Ashortehyazdi K, Zahraee S, Khoshkhounejad M. Marginal adaptation of new bioceramic materials and mineral trioxide aggregate: A scanning electron microscopy study. Iran Endod J. 2014;9(2): 114-8.