

Universidad Católica de Valencia San Vicente Mártir
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

GRADO EN ODONTOLOGÍA

Trabajo de Fin de Grado
Junio 2024 – Valencia



Universidad
Católica
de Valencia
San Vicente Mártir

**SELLADO APICAL DE DOS CEMENTOS DE
OBTURACIÓN ENDODÓNTICA: UN ESTUDIO IN
VITRO**

Presentado por:
Emma de Pastors

Dirigido por: Marta Ibor Miguel

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora, Marta Ibor Miguel, le agradezco su implicación en la realización de este trabajo. Encuentre en este trabajo toda mi gratitud y mi profundo respeto.

A los profesores de la Universidad Católica de Valencia, porque gracias a sus enseñanzas han inculcado en mi la ética, responsabilidad y profesionalismo.

A mis padres por su dedicación y generosidad. Gracias por apoyarme en las decisiones importantes en mi vida.

A mi hermana Carla.

A mi familia.

A todos mis amigos.

Muchas gracias a todos.

RESUMEN

Introducción: La falta de sellado hermético en el conducto radicular puede resultar en el fracaso del tratamiento endodóntico debido a la microfiltración apical. Considerando estos factores, actualmente existen diversos tipos de cementos de obturación que permiten lograr un mejor sellado apical, entre ellos los biocerámicos han ganado en popularidad.

Objetivo: Comparar dos cementos de obturación endodónticos en el grado de microfiltración apical y ver cuál presenta el mejor sellado apical y representa la mejor opción a la hora de hacer un tratamiento endodóntico.

Material y métodos: En este estudio in vitro se seleccionaron 40 dientes unirradiculares. Dichas piezas fueron separados en dos grupos: un grupo fue obturado con cemento AH Plus Biocerámico y el otro con cemento convencional AH Plus. Todas las muestras fueron instrumentadas mecánicamente y luego obturadas mediante el cemento elegido y la técnica de cono único. A continuación, cada diente se cubrió con dos capas de barniz de esmalte (a excepción del ápice) y se sumergió en azul de metileno durante 72 horas. Se cortaron las piezas siguiendo el eje longitudinal de cada diente y se midió la filtración apical mediante microscopia estereoscópica.

Resultados: Los resultados indicaron ausencia de diferencias estadísticamente significativas en el grado de filtración apical en función del tipo de cemento utilizado.

Conclusión: El nivel de microfiltración apical en dientes obturados con cemento biocerámico en comparación con el grupo obturado con cemento AH Plus presenta ausencia de diferencias estadísticamente significativas. Se describió una microfiltración apical de 67.5% en toda la muestra entre los cuales el 35% pertenecen al grupo AH Plus y el 32,5 % al grupo AH Plus Biocerámico.

Palabras clave: Endodoncia; sellado apical; Cono único; Biocerámicos; AH Plus.

ABSTRACT

Introduction: The lack of airtight sealing in the root canal can result in the failure of endodontic treatment due to apical microleakage. Considering these factors, various types of obturation cements are currently available to achieve better apical sealing, among which bioceramics have gained popularity.

Objective: To compare two endodontic obturation cements in terms of the degree of apical microleakage and to determine which one provides better apical sealing, representing the best option for endodontic treatment.

Material and methods: In this in vitro study, 40 single-rooted teeth were selected. These teeth were divided into two groups: one group was obturated with AH Plus Bioceramic Sealer and the other with conventional AH Plus cement. All samples were mechanically instrumented and then obturated using the selected cement and the single cone technique. Each tooth was then covered with two layers of nail varnish (except for the apex) and submerged in methylene blue for 72 hours. The teeth were sectioned longitudinally, and apical leakage was measured using stereoscopic microscopy.

Results: The results indicated no statistically significant differences in the degree of apical leakage based on the type of cement used.

Conclusion: The level of apical microleakage in teeth filled with bioceramic cement compared to the group filled with AH Plus cement showed no statistically significant differences. An apical microleakage of 67.5% was described in the whole sample, of which 35% belonged to the AH Plus group and 32.5% to the AH Plus Bioceramic group.

Keywords: Endodontics; Apical sealing; Single cone; Bioceramics; AH Plus.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	<i>CONCEPTOS GENERALES EN ENDODONCIA</i>	<i>1</i>
1.2	<i>OBTURACIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES.....</i>	<i>2</i>
1.2.1	Materiales de núcleo	3
1.2.2	Cementos selladores	4
1.2.2.1	<i>Selladores basados en resina.....</i>	<i>6</i>
1.2.2.2	<i>Biocerámicos</i>	<i>7</i>
1.3	<i>TÉCNICA DE OBTURACIÓN: EL CONO ÚNICO.....</i>	<i>11</i>
1.4	<i>MICROFILTRACIÓN APICAL.....</i>	<i>12</i>
II.	JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	14
III.	HIPÓTESIS.....	16
IV.	OBJETIVOS.....	17
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
5.1	<i>TIPO Y DISEÑO DEL ESTUDIO</i>	<i>18</i>
5.2	<i>POBLACIÓN DE ESTUDIO.....</i>	<i>18</i>
5.3	<i>CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MUESTRA</i>	<i>19</i>
5.4	<i>OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES</i>	<i>19</i>
5.5	<i>PROTOCOLO.....</i>	<i>20</i>
5.5.1	Preparación de las muestras.....	20
5.5.2	Conductometría.....	21
5.5.3	Conformación y acabado	21
5.5.4	Asignación de las muestras.....	23
5.5.5	Obturación.....	23
5.5.5.1	<i>Selladores basados en resina.....</i>	<i>24</i>
5.5.5.2	<i>Cemento AH Plus Biocerámico</i>	<i>26</i>
5.5.5.3	<i>Grupos Controles</i>	<i>29</i>
5.5.6	Control radiográfico de la obturación.....	29
5.5.7	Preparación de las muestras y evaluación de la microfiltración apical	30
5.5.7.1	<i>Aislamiento de los dientes</i>	<i>30</i>
5.5.7.2	<i>Coloración.....</i>	<i>30</i>
5.5.7.3	<i>Cortes</i>	<i>31</i>

5.5.7.4	<i>Análisis de muestras</i>	31
5.6	<i>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</i>	33
5.7	<i>ASPECTOS ÉTICOS</i>	34
VI.	RESULTADOS	35
VII.	DISCUSIÓN	38
7.1	<i>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</i>	38
7.1.1	AH Plus	40
7.1.2	AH Plus Biocerámico	40
7.2	<i>ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA</i>	42
7.2.1	Elección del protocolo	42
7.2.2	Método de instrumentación	43
7.2.3	Técnica de obturación	43
7.2.4	Técnica de medición	44
7.2.5	Análisis de las muestras	46
7.3	<i>RECOMENDACIONES</i>	47
VIII.	CONCLUSIÓN	48
IX.	BIBLIOGRAFÍA	49
	ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Propiedades de los cementos a base de resina epoxy</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 2. Tabla recapitulativa de ventajas e inconvenientes de los cementos biocerámicos.....</i>	<i>10</i>
<i>Tabla 3. Variables principales de la investigación</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 4. Tabla recapitulativa de los cementos utilizados</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 5. Frecuencias y porcentajes para las variables “cemento” y “filtración”</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 6. Tabla cruzada Filtración*Obturado con cemento.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 7. Prueba de Levene y Prueba t (muestras independientes) para Tipo de cemento y el Grado de filtración apical (mm).....</i>	<i>37</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Preparación de las muestras A: Dientes conservados en suero fisiológico, B: Limpieza de las piezas dentales con ultrasonido, C: Medición de las piezas dental a 14 milímetros con pie de rey, D: Corte de las piezas</i>	<i>20</i>
<i>Figura 2. Determinación de la longitud de trabajo.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 3. Secuencia de instrumentación del sistema Protaper Ultimate</i>	<i>22</i>
<i>Figura 4. Fases de preparación de los conductos A: Instrumentación con material rotatorio Protaper Ultimate. B: irrigación de los conductos entre cada lima.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 5. Material de sellado AH Plus.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 6. Obturación con cemento AH Plus.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 7. Material de sellado AH Plus Biocerámico</i>	<i>27</i>
<i>Figura 8. Obturación con AH Plus Biocerámico</i>	<i>29</i>
<i>Figura 9. Radiografías post-obturación</i>	<i>30</i>
<i>Figura 10. Inmersión de los dientes en el azul de metileno.....</i>	<i>31</i>
<i>Figura 11. Medición de la filtración apical con el estereomicroscopio.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 12. Gráfico de barras agrupadas Filtración*Obturado con cemento.....</i>	<i>36</i>

I. INTRODUCCIÓN

Desde el inicio del siglo XXI, la endodoncia ha experimentado una gran transformación gracias a los avances científicos y clínicos. Estos progresos se han llevado a cabo tanto en el ámbito tecnológico, con la integración en nuestra práctica diaria de ayudas ópticas, el uso de nuevos instrumentos, la introducción del CBCT, como en el ámbito de los biomateriales utilizados.

Los avances han mejorado significativamente los resultados clínicos, contribuyendo a la aparición de una "endodoncia moderna" más accesible y menos estresante para los profesionales.

El interés de las consideraciones biológicas ha influido ampliamente en los conceptos endodónticos, eliminando o minimizando muchas deficiencias gracias a una mejor comprensión de los procesos biológicos, en particular los relacionados con la reparación pulpar y la cicatrización de los tejidos periapicales (1).

Según la tasa de prevalencia global, el 8,2% de los dientes han sido sometidos a tratamiento endodóntico, y el 55,7% de los adultos mayores de 18 años tienen al menos un diente tratado endodónticamente, lo que pone de manifiesto la alta frecuencia de la enfermedad endodóntica y la importancia de tratarla de la mejor manera (2).

En este contexto, los cementos biocerámicos se han convertido en el material bioactivo de referencia en endodoncia, permitiendo mejorar la calidad de los tratamientos endodónticos. Son objeto de numerosas publicaciones, conferencias e investigaciones científicas.

1.1 CONCEPTOS GENERALES EN ENDODONCIA

La Asociación Americana de Endodoncia (AAE) define la endodoncia como; “la rama de la odontología que estudia la morfología, fisiología y patología de la pulpa dental humana y los tejidos perirradiculares. Esta disciplina abarca ciencias fundamentales y clínicas, que incluyen la etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento de enfermedades y lesiones pulpares, así como infecciones perirradiculares asociadas” (3). Su objetivo es

preservar una dentición duradera y funcional eliminando la infección o inflamación de la pulpa dental y del periápice mediante acciones mecánicas y químicas.

El éxito de este tratamiento se basa en la tríada endodóntica definida por Schilder, que consiste en la desinfección, la conformación y la obturación de los conductos radiculares, poniendo especial énfasis en la limpieza, desinfección y desbridamiento de los conductos con miras a una obturación posterior como paso final. Cada una de estas etapas influye en la siguiente, lo que significa que un error inicial puede desencadenar una serie de errores que se acumulan a lo largo del tratamiento, potencialmente resultando en un fracaso (4).

La etapa que nos interesa en esta tesis es la obturación del sistema radicular.

1.2 OBTURACIÓN DE CONDUCTOS RADICULARES

La fase de obturación del conducto radicular, que sigue al control microbiano, tiene como objetivo sellar el sistema de conductos radiculares mediante la aplicación de un material en su interior. Su finalidad es evitar la reinfección del sistema radicular por microorganismos y minimizar el crecimiento residual de microorganismos tras la instrumentación y la desinfección, considerando que no es posible una esterilización completa del conducto (5).

En 1965, Ingle et al. señalaron que el 58% de los fracasos endodónticos estaban relacionados con un relleno incompleto del conducto radicular. Por lo tanto, es necesario colocar una obturación lo más tridimensional, biocompatible, hermética y estable posible, para asegurar el éxito de la terapia endodóntica y garantizar la perennidad del tratamiento endodóntico (6).

La variedad de productos de obturación radicular disponibles en el mercado y las diferentes técnicas utilizadas evidencian la complejidad de esta tarea, destacando la falta de un material único capaz de cumplir con todos los requisitos (7).

1.2.1 Materiales de núcleo

Los materiales de obturación pueden introducirse en los conductos de distintas formas y manipularse de manera diferente una vez introducidos (7).

Entre los materiales utilizados, sólo la gutta-percha es universalmente aceptada como el principal material de obturación debido a sus cualidades de adaptabilidad, biocompatibilidad, facilidad de uso y posibilidad de retratamiento. Se trata de un producto natural extraído de la savia de ciertos árboles tropicales del sudeste asiático y de África del Sur (8).

Para el uso endodóntico, se añaden otros componentes a la gutta-percha (19 a 45%), para mejorar sus propiedades:

- Óxido de zinc (33 a 62,5%), que proporciona propiedades antibacterianas
- Sulfato de bario (BaSO_4) (1,5 a 31,2%), que confiere opacidad a los rayos X
- Ceras y plásticos (1 a 4,1%), que aumentan la plasticidad
- Diversos colorantes (1,5 a 3,4%) (7).

La gutta-percha tiene propiedades interesantes para su uso endodóntico. Entre las ventajas de la gutapercha se encuentran:

- Facilidad de manipulación e inserción en los conductos radiculares.
- Adaptación a las paredes del conducto radicular.
- Buena compacidad y compresibilidad
- Biocompatibilidad
- Radiopacidad
- Estabilidad dimensional
- Buena plasticidad
- Impermeabilidad
- Poder bacteriostático
- Ausencia de coloración del diente
- Inercia
- Insolubilidad en agua

- Solubilidad en solventes orgánicos (cloroformo, xileno, halotano) (7, 8).

Sin embargo, los límites de la gutta-percha, como su falta de rigidez, su limitada adaptación y adherencia a las paredes dentinarias, así como la irregularidad de los conductos radiculares, requieren el uso adicional de un cemento endodóntico para crear una obturación totalmente hermética (9).

1.2.2 Cementos selladores

En la actualidad, el sellador endodóntico se considera esencial en el tratamiento del conducto radicular, a veces considerado más importante que el material de obturación del núcleo en sí mismo. (9) Los cementos de sellado tienen como objetivo establecer un sellado impermeable a los fluidos entre la gutta-percha y las paredes internas del conducto radicular. Debido a la complejidad del sistema de conductos radiculares, el cemento es necesario para llenar los vacíos, las irregularidades y participar en la obturación de los conductos laterales y accesorios en los que la gutta-percha no puede infiltrarse. También actúa como lubricante, facilitando la colocación del cono principal de gutapercha (10, 11).

Existe una amplia variedad de selladores disponibles en el mercado; difieren en sus propiedades biológicas, térmicas, químicas y físicas:

- Los cementos a base de óxido de zinc y eugenol,
- Los cementos a base de resina,
- Los cementos a base de hidróxido de calcio,
- Los cementos a base de ionómero de vidrio,
- Los cementos a base de silicona,
- Los cementos a base de calcio o derivados del MTA (10, 12).

Independientemente del material o la técnica utilizada, debe tener propiedades físicas e de inserción importantes para alcanzar el objetivo de crear un cierre hermético.

La calidad de un cemento de sellado endodóntico se evalúa a través de sus propiedades, que incluyen:

- Su citotoxicidad / biocompatibilidad
- Su tiempo de fraguado
- La calidad del sellado
- Su radiopacidad
- Su capacidad de adhesión
- Su estabilidad dimensional
- Su fluidez y solubilidad.

En 1970, Grossman delineó los principales criterios del cemento de sellado ideal, los cuales fueron retomados por Schmalz en 2003. Clasifica las propiedades del material de obturación ideal en tres categorías: técnicas, biológicas y de manipulación:

Propiedades técnicas:

- Ausencia de retracción
- No soluble en fluidos tisulares
- Buena adherencia / adhesión a las paredes
- Ausencia de porosidad
- Ausencia de coloración dental

Propiedades biológicas:

- Biocompatible
- No alergénico para el paciente y el personal sanitario
- No irritante para los tejidos
- Estéril
- Bactericida o bacteriostático
- Estimulante del proceso de cicatrización

Propiedades prácticas de manipulación:

- Ser radiopaco según la norma ISO 6876
- Presentar un tiempo de trabajo adecuado para la colocación
- Ser fácil de colocar y de eliminar con un disolvente o una instrumentación mecánica (10, 11, 13).

Sin embargo, hasta la fecha, ninguno de los cementos disponibles en el mercado cumple completamente con los criterios ideales establecidos por Grossman, aunque algunos se acercan más que otros. Los problemas comunes, como la contracción durante la colocación y la disolución al contacto con un líquido tisular, persisten en la mayoría de los selladores disponibles actualmente. (14) Estas deficiencias pueden generar la formación de espacios en la interfaz entre el cemento y la pared del conducto, lo que potencialmente permite microfiltraciones en el sistema de conducto radicular con el tiempo. Estas microfiltraciones permiten el paso clínicamente indetectable de bacterias, fluidos, moléculas o iones entre el diente y el material de restauración, lo que conduce al fracaso del tratamiento (11).

1.2.2.1 Selladores basados en resina

A lo largo de las décadas, se han utilizado diferentes tipos de cementos de sellado en combinación con la gutta-percha.

Entre ellos, los selladores a base de resina epoxi como el *AH Plus*[®] (*Maillefer Dentsply*[®]), son los más utilizados hoy en día (9, 15). Introducidos en endodoncia por Schroeder, son ampliamente utilizados en la actualidad en los procedimientos de obturación de los conductos radiculares debido a sus excelentes propiedades físico-químicas y su adecuada biocompatibilidad. Se presentan en forma de dos pastas para mezclar: una base y un catalizador (10, 16). El *AH Plus*[®] se utiliza frecuentemente como referencia en estudios sobre nuevos selladores debido a sus propiedades físicas favorables como buena fluidez, grosor de película y viscosidad adecuada (14). Según varios estudios, se considera como el estándar de oro de los materiales de sellado debido a su resistencia a la reabsorción, estabilidad dimensional, biocompatibilidad, tolerancia tisular, efecto antibacteriano, capacidades de sellado y estanqueidad elevadas, así como su baja solubilidad en fluidos tisulares (15, 17).

Sin embargo, se han observado limitaciones, como una posible mutagenicidad, citotoxicidad hacia diferentes subpoblaciones celulares y falta de bioactividad con los tejidos circundantes. El *AH Plus*[®] puede tener un impacto negativo en la viabilidad de las células madre del ligamento periodontal, la migración y la proliferación (18). Además, si se extravasa en los tejidos periapicales, no se reabsorbe fácilmente y puede causar una respuesta

inflamatoria a corto plazo. Su hidrofobicidad también puede evitar el llenado completo del canal hidrófilo, y pueden ocurrir defectos de adhesión a las paredes del canal debido a la retención de humedad dental. Su insolubilidad en solventes lo hace duro e impenetrable, lo que dificulta la posibilidad de retratamiento (14, 15).

Tabla 1. Propiedades de los cementos a base de resina epoxy (10, 14, 15).

Biológicas	Físico-químicas
<ul style="list-style-type: none"> ○ Agente mutagénico ○ Citotoxicidad y respuesta inflamatoria a corto plazo ○ Antibacteriano ○ Biocompatible 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Buena adherencia a las paredes del canal, pero disminuye si hay excesiva humedad ○ Estabilidad dimensional ○ Hidrófobo ○ Muy buena estanqueidad ○ Insoluble ○ Resistencia mecánica ○ Difícil de desobturar

Frente a las limitaciones de los cementos tradicionales, los fabricantes han buscado en desarrollar nuevos materiales de obturación que tengan una buena estabilidad dimensional, una fluidez adecuada para su colocación, una adhesión a las paredes del conducto, sin retracción de fraguado y que sean biocompatibles.

1.2.2.2 Biocerámicos

En las últimas tres décadas, se ha desarrollado materiales dentales bioactivos capaces de interactuar con los tejidos circundantes e inducir su regeneración.

En los años 1990, se introdujeron las biocerámicas como una nueva categoría de materiales dentales en endodoncia. Desde entonces, se han propuesto diferentes formas, pero más recientemente, han aparecido cementos biocerámicos específicamente diseñados para

la obturación de conductos ya sea en combinación con gutta-percha o como material fluido solo (19).

El término " biocerámica" se refiere a una familia de materiales y no a un material específico. Esta familia incluye materiales cerámicos biocompatibles u óxidos metálicos con capacidad de sellado y una actividad antibacteriana y antifúngica mejorada. Sus áreas de aplicación son numerosas; odontología, ortopedia, sensores, para restaurar funcionalmente los tejidos duros dañados o enfermos. Incluyen alúmina, circonio, vidrio bioactivo, vitrocerámica, hidroxiapatita, silicato de calcio y fosfatos de calcio reabsorbibles (19, 20).

Clasificación

Los materiales biocerámicos se clasifican según su interacción con los tejidos vivos circundantes:

- Bioinertes: sin interacción con los sistemas biológicos;
- Bioactivos: duraderos en los tejidos que pueden experimentar interacciones interfaciales con los tejidos circundantes;
- Biodegradables, solubles o reabsorbibles: eventualmente reemplazan los tejidos o se incorporan en ellos (19-21).

Los materiales bioactivos, como el vidrio y el fosfato de calcio, interactúan con los tejidos circundantes para estimular el crecimiento de tejidos más duraderos.

Los cementos biocerámicos utilizados en endodoncia también pueden clasificarse según su componente principal. Se distinguen los selladores a base de silicato de calcio, de hidróxido de calcio y de fosfato de calcio (12). Aunque existen algunos cementos de sellado a base de hidróxido de calcio, estos últimos están poco representados. Los cementos a base de silicato de calcio son los biocerámicos más utilizados en endodoncia.

Originalmente, los biocerámicos se usaban para obturar cavidades retrógradas, hacer recubrimientos pulpares directos o tratar las perforaciones. Se han propuesto nuevas formas galénicas; más fluidas y destinadas a la obturación radicular (1, 12). La idea era obtener un material de obturación fuertemente unido a las paredes del conducto, con una buena capacidad de sellado, biocompatible y removible (22, 23).

Las propiedades biológicas y físicas de los selladores radiculares biocerámicos han sido examinadas con el fin de responder a las propiedades ideales descritas por Grossman (20).

Composición:

La composición de los cementos biocerámicos varía según el fabricante. Los cementos a base de silicatos de calcio incluyen fases hidrofílicas de silicatos di/tri/tetracalcicos.

Los componentes más comúnmente encontrados son:

- Silicato de calcio (estanqueidad, bioactividad),
- Hidróxido de calcio,
- Agentes radiopacos: Óxido de circonio, óxido de bismuto, óxido de tantalio, circonato de bario,
- Agentes espesantes,
- Rellenos (20, 22).

Además, en casos específicos, se pueden encontrar:

- Fosfatos de calcio monobásicos (*IRoot SP*[®]),
- Resina (*MTA Fillapex*[®]),
- Povidona (para adherencia a la gutapercha),
- Cloruros de calcio (para reducir el tiempo de fraguado),
- Agua (como agente de fraguado) (20, 22).

Ventajas e inconvenientes

Existen dos principales ventajas asociadas con el uso de materiales biocerámicos como selladores de conductos radiculares (20).

En primer lugar, sus propiedades bioactivas, su biocompatibilidad, y su carácter antibacteriano podrían optimizar e incluso acelerar la cicatrización de los tejidos perirradiculares.

En segundo lugar, los materiales biocerámicos incorporan fosfato de calcio, lo que potencia sus propiedades de adherencia y le confiere una composición química y una

estructura cristalina que mejora la unión del sellador a las paredes (5). De hecho, cuando entran en contacto con los fluidos tisulares, liberan hidróxido de calcio que reacciona con los fosfatos presentes en los fluidos tisulares, formando hidroxiapatita. Esta última asegura no solo una unión física con el tejido dentinario sino también una unión química directa entre la dentina y el material. Estos materiales pueden interactuar directamente con el tejido adyacente, estimulando ya sea el crecimiento o desencadenando una regeneración tisular nueva (5, 12).

Entre sus otras ventajas, se destaca su estabilidad dimensional, ligera expansión durante el fraguado, ausencia de resorción, un pH elevado de 12,8 durante las primeras 24 horas del proceso, así como su facilidad de uso. La fluidez superior y la capacidad para expandirse ligeramente durante el fraguado permiten el uso de este sellador en una técnica de obturación con un solo cono. Los materiales biocerámicos endodónticos no son sensibles a la humedad ni a la contaminación sanguínea. A diferencia de los cementos convencionales, los cementos biocerámicos se endurecen al contacto con la humedad, principalmente proveniente de los túbulos dentinarios. Una vez endurecidos, se vuelven rígidos e insolubles, garantizando un sellado duradero (5, 24).

Sin embargo, una de las desventajas significativas asociadas con estos materiales radica en la complejidad de su eliminación del conducto radicular cuando se requiere un retratamiento (20).

Tabla 2. Tabla recapitulativa de ventajas e inconvenientes de los cementos biocerámicos (15, 20, 22- 25).

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> ○ Biocompatibilidad ○ Bioactividad ○ PH alcalino persistente (antibacteriano) ○ Radiopacidad ○ Sellado que mejora con el tiempo ○ Buena humectabilidad y fluidez ○ Adhesión química a la dentina ○ Expansión de fraguado ○ Material de obturación y sellado por sí solo 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Falta de experiencia clínica ○ Dificultad para desobturar ○ Largo tiempo de fraguado ○ Se requiere suficiente humedad ○ Coste

Indicaciones

Las indicaciones de los cementos biocerámicos son diversas. Principalmente, están relacionadas con procedimientos especializados en endodoncia. Dado su gran interés en cuanto a bioactividad, estos materiales son ahora la opción preferida para el recubrimiento pulpar, la pulpotomía, la reparación de perforaciones, la obturación de ápices radiculares y la obturación de dientes inmaduros con ápice abierto, así como agente sellador para la obturación radicular de dientes maduros con ápice cerrado (5, 22).

1.3 TÉCNICA DE OBTURACIÓN: EL CONO ÚNICO

Actualmente, con la introducción de nuevas técnicas de instrumentación rotatoria y nuevos materiales de obturación radicular, la técnica de cono único se considera nuevamente como una alternativa viable para la obturación en el tratamiento endodóntico.

La técnica de cono único es un método de obturación que implica el uso de un solo cono de gutapercha en combinación con un cemento. En este enfoque, el conducto radicular se prepara para obtener una forma redonda de tamaño estándar y luego se obtura con un solo cono de gutapercha de diámetro equivalente. Esta técnica es reconocida por su simplicidad, facilidad de dominio y ahorro de tiempo para los profesionales. Permite una preparación más conservadora de las paredes del conducto radicular. En efecto, a diferencia de las técnicas de obturación de condensación que utilizan presión longitudinal o lateral, la falta de presión sobre las paredes del conducto radicular ayuda a reducir el riesgo de fractura de la raíz. Además, el uso de la técnica de cono único no causa daño térmico al ligamento periodontal, a diferencia de lo que puede ocurrir con la técnica vertical con calor (26-29).

Los fabricantes recomiendan el uso de cementos biocerámicos con esta técnica. Varios estudios coinciden en que, con los cementos biocerámicos, esta técnica es fiable y que las tasas de éxito son comparables a las de condensación vertical con un cemento a base de resina epoxi. En algunos casos, los fabricantes incluso desaconsejan las técnicas térmicas que podrían alterar las propiedades físicas del cemento.

Sin embargo, la técnica de cono único tiene sus limitaciones. Es importante tener en cuenta que, debido a la ausencia de presión de condensación durante el procedimiento de obturación con cono único, puede haber una mayor cantidad de sellante presente en el canal

en comparación con las técnicas laterales y verticales. Se recomienda utilizar dispositivos de inyección de cemento en combinación con la técnica de cono único, como una jeringa con una punta intraradicular o un léntulo. Esto tiene como objetivo limitar la formación de burbujas dentro de la obturación. En caso de anatomía compleja, la técnica de cono único puede no permitir la obturación tridimensional del sistema endodóntico. En tales casos, el profesional deberá recurrir a cementos más convencionales en combinación con otras técnicas de obturación (26-29).

1.4 MICROFILTRACIÓN APICAL

La calidad del sellado apical ha sido ampliamente estudiada debido a su responsabilidad en la formación de áreas donde las bacterias pueden proliferar, lo que puede provocar irritación en los tejidos de soporte del diente, especialmente en la región apical. Por ese motivo, un objetivo crucial del tratamiento del conducto radicular es asegurar un cierre hermético del sistema de conductos después de la limpieza y conformación. Sin embargo, la presencia frecuente de irregularidades puede plantear dificultades a los clínicos durante la obturación. La incapacidad para llenar y sellar de manera efectiva estos espacios anatómicos puede tener consecuencias perjudiciales para el éxito del tratamiento endodóntico (24).

La microfiltración endodóntica, se refiere a la difusión indetectable de bacterias, fluidos, iones y moléculas entre las paredes del sistema de conductos radiculares y el material de obturación (30). La filtración apical se considera la principal causa del fracaso endodóntico, ya que genera varios efectos biológicos graves que contribuyen a la recurrencia de la patología. Según el estudio de Washington, Dow e Ingle y Ingle et al., estiman que al menos el 60 % de los fracasos endodónticos pueden atribuirse a la percolación apical del exudado perirradicular en un conducto radicular como resultado de una obturación incompleta. Esta filtración está influenciada por numerosas variables como las diferentes técnicas de obturación, las propiedades químicas y físicas de los materiales de obturación, la presencia o ausencia de Smear layer y la competencia del operador, entre otros (1, 30).

Muchos son los métodos utilizados para evaluar la calidad de sellado de los conductos radiculares obturados, y de los diferentes materiales y técnicas utilizadas en la

actualidad, entre los que se encuentran: efecto antibacteriano, método de penetración de fluidos, evaluación de la microfiltración o el uso de microscopía electrónica de barrido (6).

El método de penetración pasiva de colorantes es el más utilizado debido a su sensibilidad, facilidad de uso y conveniencia (31).

En cuanto a los estudios que evalúan la calidad del sellado de los conductos radiculares utilizando diferentes tipos de cementos selladores y/o técnicas de obturación diversas, es importante tener en cuenta que sus resultados no pueden considerarse como valores absolutos. La revisión de la literatura sobre los dos cementos evaluados en esta tesis revela diferentes resultados y conclusiones según las diversas metodologías empleadas.

II. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El éxito de un tratamiento endodóntico se basa en el estricto cumplimiento de un protocolo riguroso, que incluye un diagnóstico preciso, una preparación meticulosa del conducto y un sellado completo. Es especialmente crucial garantizar un sellado total del sistema de conductos, especialmente en los últimos milímetros apicales, para prevenir la colonización por patógenos bucales y evitar reinfecciones de la raíz y los tejidos periapicales. Estudios han demostrado que la mayoría de los fallos en endodoncia se deben a un sellado incompleto del conducto radicular, convirtiéndose en una de las principales causas de reinfección.

En 2023, el campo endodóntico se vuelve cada vez más riguroso, tanto en términos de técnicas como de materiales utilizados. Las investigaciones actuales se centran en el desarrollo de técnicas y materiales para mejorar el sellado apical. Una comprensión más profunda del papel de los selladores en la prevención de filtraciones bacterianas sugiere mejoras significativas en la práctica endodóntica.

Actualmente, existen varios tipos de cementos en el mercado, con una variedad de composiciones y propiedades. A pesar de todos los esfuerzos, todavía no se ha encontrado el material "perfecto" que pueda cumplir con todos los requisitos. El riesgo de filtración apical debido a un sellado insuficiente sigue siendo una preocupación importante. El deseo de mejorar la calidad de los tratamientos endodónticos ha llevado a la introducción de nuevos materiales de obturación, cuyos beneficios para el tratamiento del conducto radicular deben evaluarse.

Entre estos materiales, los biocerámicos han ganado popularidad en la práctica endodóntica moderna debido a sus propiedades físico-químicas y biológicas. Un ejemplo de estos nuevos materiales es el *AH Plus® Bioceramic Sealer* de la casa comercial *Maillefer Dentsply®*. Sin embargo, las discusiones actuales se enfocan en las desventajas de los selladores a base de silicato de calcio, ya que su solubilidad puede afectar la impermeabilidad del conducto radicular y permitir la filtración de fluidos hacia la región apical. Por estas

razones, resulta fundamental obtener información actualizada sobre los diversos tipos de cementos de obturación para facilitar el análisis de sus beneficios, y determinar cuál ofrece el sellado más efectivo del complejo radicular. Nos podrían ayudar también a determinar si alguno de los materiales puede considerarse una mejor alternativa terapéutica y, por lo tanto, guiar a los dentistas en su elección de materiales para la obturación endodóntica.

Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo identificar posibles microfiltraciones apicales en los dientes sometidos a tratamiento endodóntico con el cemento a base de resina epoxi *AH Plus*[®] (*Maillefer Dentsply*[®]) en comparación con aquellos tratados con el nuevo cemento biocerámico *AH Plus*[®] *Bioceramic Sealer*, que contiene silicato de calcio.

III. HIPÓTESIS

Hipótesis nula (H0)

El sellado apical no muestra diferencias significativas en función del tipo de cemento utilizado.

Hipótesis alternativa (H1)

El sellado apical muestra diferencias significativas en función del tipo de cemento utilizado.

IV. OBJETIVOS

Objetivo general

- Evaluar si existen diferencias significativas en microfiltración apical en función del tipo de cemento utilizado.

Objetivos específicos

- 1) Describir univariadamente la microfiltración apical en conductos radiculares obturados con cemento Ah plus frente a biocerámico.
- 2) Analizar la posible asociación entre el grado de filtración, cualitativamente considerado, y el tipo de cemento utilizado para la obturación.
- 3) Determinar el éxito del sellado apical, entendiendo por éxito la ausencia de microfiltración apical entre ambos tipos de cementos.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 TIPO Y DISEÑO DEL ESTUDIO

Según las características de esta investigación, se trata de un estudio experimental, descriptivo, comparativo, transversal, prospectivo y analítico in vitro, realizado entre octubre de 2023 y marzo de 2024.

- *Finalidad del estudio:* Analítico porque vamos a analizar la relación causal que existe entre las variables (se analiza el grado de microfiltración de cada uno de los cementos)
- *Según direccionalidad:* El estudio tendrá un carácter transversal y prospectivo ya que el inicio del estudio es anterior a los hechos estudiados y los datos representan esencialmente un momento de tiempo (se recolectan los datos una sola vez durante el procedimiento de investigación)
- *Según la comparación de poblaciones:* Descriptivo y comparativo
- *Según criterio de asignación:* Experimental ya que existe manipulación de la variable independiente o factor (tipo de cemento) y asignación aleatoria a las condiciones de dicha variable de las unidades experimentales (dientes). Adicionalmente, se controla de forma deliberada una serie de variables (criterios de inclusión y exclusión) para la realización de la investigación (se realizará la manipulación de los cementos en el momento de la ejecución del procedimiento).

5.2 POBLACIÓN DE ESTUDIO

En este estudio experimental se utilizaron 40 dientes humanos unirradiculares (incisivos, caninos o premolares). Estos dientes fueron extraídos por razones periodontales, ortodónticas o protésicas, como parte de planes de tratamiento individualizados destinados a aliviar el dolor, restaurar la función y/o mejorar la estética. Todos los pacientes fueron mayores de edad y firmaron previamente un consentimiento claro e informado.

5.3 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE MUESTRA

Las muestras que cumplieran los siguientes criterios fueron seleccionadas para la elaboración de nuestra investigación:

Criterios de inclusión:

- Dientes permanentes
- Dientes con ápices cerrados
- Raíces sin fracturas ni fisuras
- Dientes uniradiculares (un solo conducto)
- Dientes extraídos por motivos terapéuticos.

Criterios de exclusión

- Dientes endodonciados
- Dientes calcificados
- Conductos con morfología compleja
- Dientes con reabsorción radicular

5.4 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En esta investigación las variables son: el tipo de cemento de obturación utilizado así que la filtración apical (*Tabla 3*).

Tabla 3. Variables principales de la investigación

Variable	Modalidad	Función	Niveles / Condiciones
<i>Tipo de cemento</i>	Cualitativa	Independiente	1. AH Plus
	Catórica		2. AH Plus
	Dicotómica		Biocerámico
<i>Filtración apical</i>	Cuantitativa Discreta	Dependiente	Cantidad de penetración (en mm) del azul de metileno por el ápice radicular

Tabla de elaboración propia

5.5 PROTOCOLO

5.5.1 Preparación de las muestras

Para elaborar la muestra, fueron seleccionadas bajo los criterios de inclusión y exclusión 40 piezas unirradiculares. Las 40 muestras seleccionadas se conservaron en una solución salina para evitar su deshidratación (*Figura 1.A*) y, a continuación, se limpiaron con un ultrasonido y un cepillo profiláctico (*Figura 1.B*).

Previamente, se cortaron las coronas anatómicas de los dientes seleccionados utilizando un disco de diamante, con el fin de estandarizar las muestras a 14mm (*Figura 1.C*) (*Figura 1.D*). Cada muestra se radiografió para conocer la anatomía del conducto y comprobar la madurez de los ápices y la presencia de un conducto único.

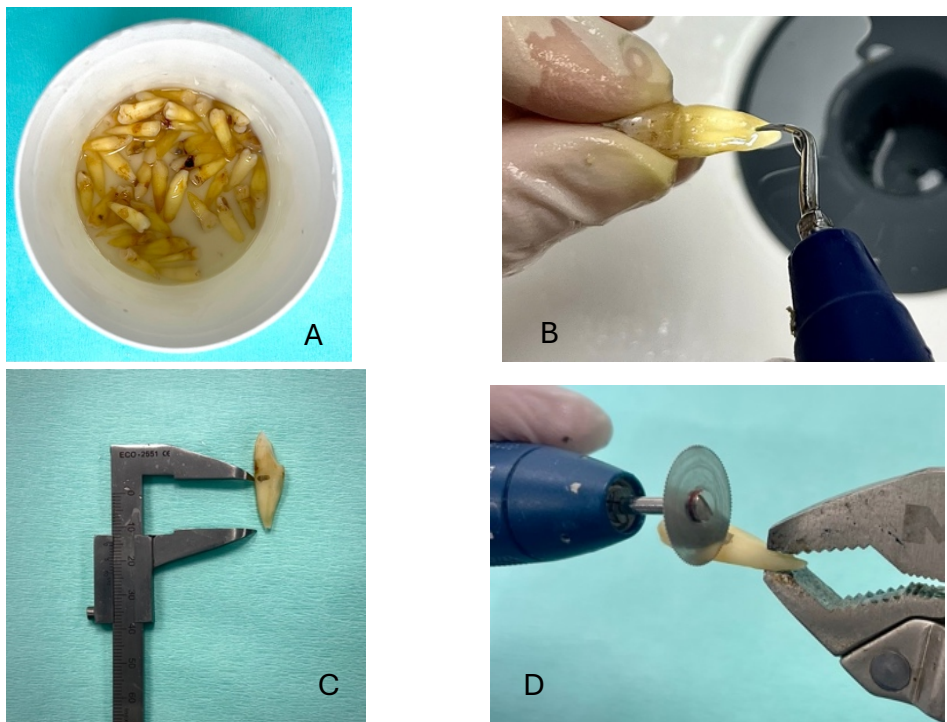


Figura 1. Preparación de las muestras

- A: Dientes conservados en suero fisiológico,
- B: Limpieza de las piezas dentales con ultrasonido,
- C: Medición de las piezas dental a 14 milímetros con pie de rey,
- D: Corte de las piezas

Elaboración propia

5.5.2 Conductometría

Una vez que el acceso al conducto era visible y permeable gracias al corte, se procedió a la conductimetría. La longitud de trabajo se determinó mediante una radiografía introduciendo una lima K de tamaño 10 en el conducto radicular hasta que fuera visible en el foramen apical, y restando 1 mm a esta medida (*Figura 2*). La longitud, se midió luego con una regla de endodoncia y se registró para cada muestra. En algunos casos, el conducto estaba calcificado, y fue necesario utilizar gel EDTA para facilitar la conductometría (32).

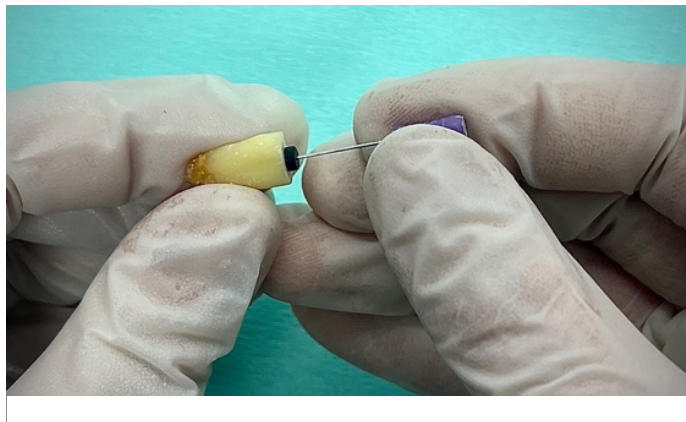


Figura 1. Determinación de la longitud de trabajo

Elaboración propia

5.5.3 Conformación y acabado

Una vez establecida la longitud de trabajo, se procedió a la instrumentación de los conductos. Este proceso comenzó con el uso de una lima manual K del número 10, seguida de una lima de 15 K y finalmente una lima de 20 K, asegurándose de irrigar con hipoclorito de sodio al 5,25 % entre cada lima.

La conformación del conducto radicular de las muestras se realizó con instrumentos de níquel-titanio Protaper Universal (*Maillefer Dentsply*[®]):

- Motor de endodoncia ajustado a la secuencia Protaper Universal,
- Limas de modelado Slider, Shaper,
- Limas de acabado F1 y F2.

Todas las muestras fueron instrumentadas mecánicamente, primero a dos tercios de la longitud de trabajo con el Protaper Ultimate Slider (Maillefer Dentsply®), y luego a la longitud de trabajo medida previamente y a un diámetro de 0,25 siguiendo la secuencia del fabricante (Maillefer Dentsply®): Shaper, F1, F2 (Figura 3) (Figura 4).

Se utilizó gel EDTA para facilitar el paso y el trabajo de los instrumentos. La irrigación se realizó entre cada lima con 15 ml de hipoclorito de sodio al 5,25 %, y como irrigación final, se utilizó EDTA al 17 % en una jeringa de 3 ml. Los irrigantes se activaron de manera pasiva con el Endoactivator mediante vibración ultrasónica durante un minuto.



Figura 2. Secuencia de instrumentación del sistema Protaper Ultimate
Elaboración propia



*Figura 3. Fases de preparación de los conductos:
A: Instrumentación con material rotatorio Protaper Ultimate.
B: irrigación de los conductos entre cada lima
Elaboración propia*

5.5.4 Asignación de las muestras

Los conductos se secaron con puntas de papel absorbente y la permeabilidad del foramen fue comprobada con una lima K del número 10.

A continuación, se formaron aleatoriamente dos grupos experimentales en función del cemento de obturación utilizado:

- *Grupo A:* 20 muestras numeradas pertenecen a este grupo y se obturaron mediante la técnica de cono único con AH Plus después de ser preparados endodónticamente por el sistema Protaper Ultimate.
- *Grupo B:* 20 muestras numeradas pertenecen a este grupo y se obturan mediante la técnica de cono único con cemento de obturación AH plus biocerámico.

Además de los grupos experimentales (grupo A y grupo B), se prepararon dos dientes según la misma secuencia: un grupo de control positivo y un grupo de control negativo (31, 33).

5.5.5 Obturación

En primer lugar, se utilizó un conjunto de materiales comunes a ambas obturaciones. Este consistía en:

- Puntas de papel estériles,
- Pinzas,

- Gasas estériles,
- Hipoclorito sódico diluido al 2,5%,
- Atacadores,
- Conos calibrados del sistema Protaper Ultimate.

Se obturaron los conductos con una punta de gutapercha correspondiente al diámetro de preparación de la lima de acabado (el último instrumento utilizado), utilizando el cemento de obturación correspondiente al grupo al que pertenece.

Los conos utilizados tenían una conicidad del 8% y un diámetro de 0,25.

El ajuste se comprobó visualmente mediante una marca dejada por las pinzas en la longitud de trabajo, y después radiográficamente mediante radiografías. El ajuste apical también se comprobó, al retirar el cono maestro. Se debe notar una ligera resistencia llamada “Tug back” (9, 33, 34).

5.5.5.1 Selladores basados en resina

Las 20 muestras numeradas del 1 al 20 pertenecen a este grupo y fueron obturados con la técnica de cono único con *AH Plus*[®] tras haber sido preparados endodónticamente con el sistema Protaper Ultimate.

Descripción del producto

Los selladores de conductos AH Plus tienen como base una resina amino-epóxi. Se presentan en tubos de pasta A y B a mezclar según las recomendaciones del fabricante (35) (*Figura 5*).

Pasta A (color ámbar)

- Resina epoxica de Bisfenol A
- Resina epoxica de Bisfenol F
- Tungstenato de calcio
- Oxido de zirconio
- Sílice
- Óxido de hierro

Pasta B (color blanco)

- Dibenzil-diamina

- Aminoadamantano
- Triciclo-decano-diamina
- Tungstenato de calcio
- Oxido de zirconio
- Sílice
- Aceite de silicona



*Figura 4. Material de sellado AH Plus
Elaboración propia*

Preparación del cemento

Según las recomendaciones del fabricante se deben mezclar cantidades iguales (1:1) pasta A (color ámbar) y pasta B (color blanco) en una loseta de vidrio ó en el bloque de mezcla suministrado en el envase hasta obtener una pasta homogénea (35).

Colocación del cono principal

El fabricante nos recomienda seguir el siguiente protocolo:

1. Elija una punta de gutapercha del mismo diámetro que el último instrumento utilizado durante la preparación del canal.
2. Humedezca las paredes del conducto radicular con el material sellador mediante un movimiento de bombeo y una rotación en sentido antihorario simultáneamente con

- la punta de gutta-percha. Como alternativa, el material puede ser aplicado en el extremo de un léntulo.
3. Sumerja el cono principal en el material, e introdúzcalo en el conducto hasta el tope apical (*Figura 6*).
 4. Corte y retire la porción coronal del cono maestro en el orificio del conducto radicular con un instrumento caliente.
 5. Compacte la porción coronal del cono con un atacador de tamaño y ajuste (35).

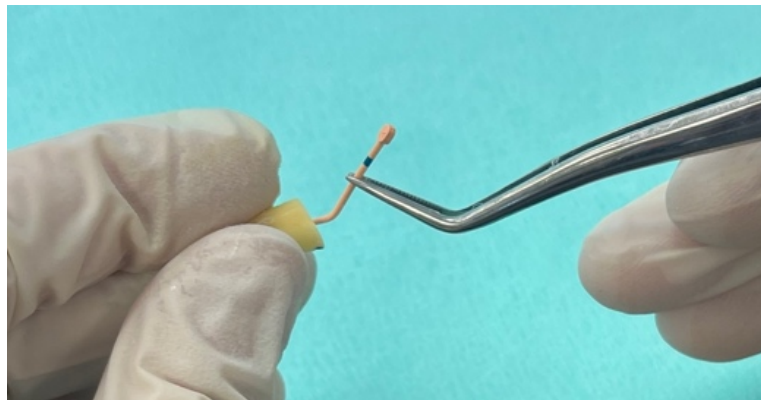


Figura 5. Obturación con cemento AH Plus.

Elaboración propia

5.5.5.2 Cemento AH Plus Biocerámico

En este segundo grupo, las muestras numeradas del 21 al 40 fueron obturadas mediante la técnica de cono único con Biocerámico tras la preparación endodóntica con el sistema Protaper Ultimate.

Descripción del producto

El *AH Plus® Bioceramic Sealer* es un sellador de conductos radiculares lipófilo e hidrófilo que cumple con la norma ISO 6876. Viene en una jeringa precargada, lo que elimina la necesidad de mezclar previamente, y se adhiere absorbiendo la humedad del entorno del

conducto radicular. Este sellador puede usarse de manera independiente, en conjunto con conos de gutapercha, o con material de gutapercha inyectada (36, 37) (Figura 7).

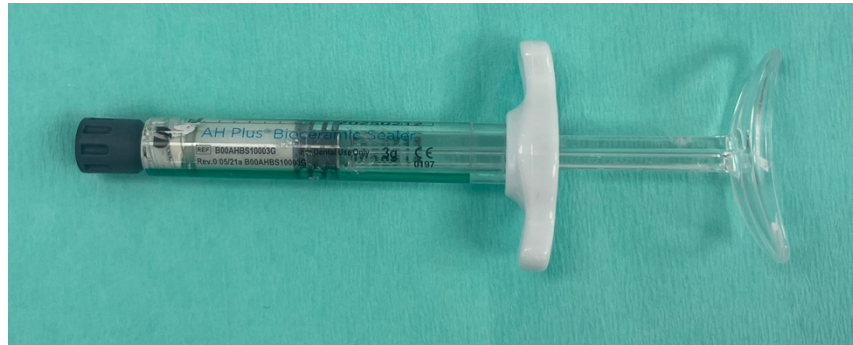


Figura 6. Material de sellado AH Plus Biocéramico

Elaboración propia

Composición:

- Dióxido de circonio
- Silicato tricálcico
- Dimetilsulfóxido
- Carbonato de litio
- Agentes espesantes (36).

Propiedades físicas y químicas

- Tiempo de fraguado: 2-4 horas.
- Estabilidad dimensional
- Biocompatibilidad
- Radiopacidad superior: 70% óxido de circonio
- Estética superior: sin óxido de bismuto, no decolora el diente
- Retratamiento: se puede retirar con una lima NiTi incluso después del fraguado.
- Fluidez: >17 mm.
- Espesor de la película fina: < 50 μm .
- Baja solubilidad: 0,11%
- No más espacios

- Lipofílico e hidrofílico: enlace sin espacios entre la pared del conducto y la gutapercha
- Resistente a la lixiviación
- Formación de cristales de hidroxiapatita en los túbulos dentinarios (36).

Colocación del cono principal:

El fabricante nos recomienda seguir el siguiente protocolo:

1. Después de la preparación, desinfecte y seque el conducto radicular.
2. Elija una punta de gutapercha del mismo diámetro que el último instrumento utilizado durante la preparación del canal.
3. Retire y deseche el tapón gris de la jeringa, extraiga una pequeña cantidad de sellador y deséchela.
4. Coloque una nueva punta de calibre 24 en la jeringa.
5. Compruebe si el sellador puede ser expulsado suavemente.
6. Inserte la punta de calibre 24 como máximo hasta el tercio medio del conducto radicular.
7. Inyecte el sellador en el conducto radicular hasta que sea visible en el orificio, manteniendo la punta de la aguja sumergida en el sellador durante la inyección para evitar la formación de espacios vacíos (*Figura 8*).
8. Introduzca el cono maestro en el conducto radicular y empújelo hasta el tope apical.
9. Evite aplicar una presión excesiva para minimizar o prevenir la extrusión de los materiales de obturación radicular más allá del foramen apical.
10. Corte y retire la porción coronal del cono maestro en el orificio del conducto radicular.
11. Compacte la porción coronal del cono con un atacador de tamaño y ajuste adecuadamente (36).

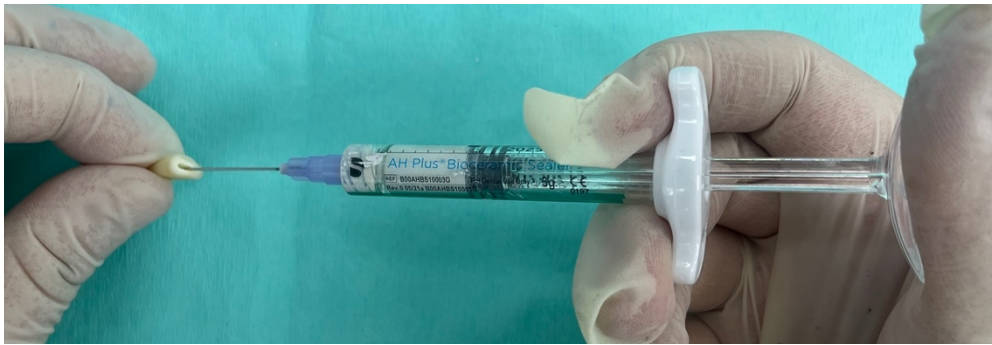


Figura 7. Obturación con AH Plus Biocerámico

Elaboración propia

5.5.5.3 Grupos Controles

Para este estudio, además de los dos grupos experimentales, se prepararon dos dientes “control” utilizando la misma secuencia Protaper Ultimate.

La primera muestra será un grupo control negativo, no obturado y no barnizado.

La segunda muestra será un control positivo, no obturado, pero completamente esmaltado.

Estas dos muestras se utilizarán para comprobar la eficacia del esmalte y la acción capilar (capacidad de penetración) del azul de metileno al 2% (33).

5.5.6 Control radiográfico de la obturación

Una vez realizada la obturación de los conductos y antes de procesar las muestras para evaluar la microfiltración, se realizaron radiografías en cada una de las raíces obturadas con el fin de evaluar la calidad de la obturación del conducto radicular. En caso de duda sobre la obturación, se volvían a obturar los dientes afectados (*Figura 9*).

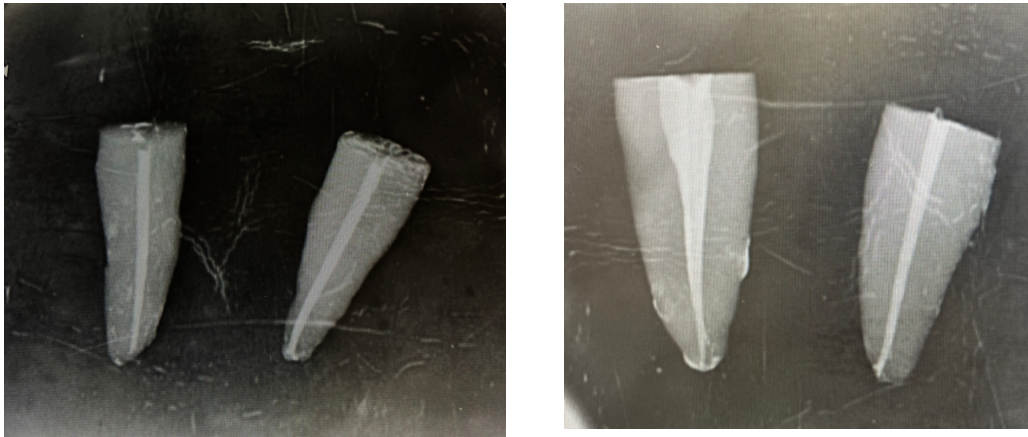


Figura 8. Radiografías post-obturación
Elaboración propia

5.5.7 Preparación de las muestras y evaluación de la microfiltración apical

5.5.7.1 Aislamiento de los dientes

Una vez los dientes obturados, las superficies radiculares de ambos grupos experimentales fueron cubiertas con dos capas de esmalte de uñas, a excepción de los dos últimos milímetros apicales. El barniz se aplicó a todas las muestras de los dos grupos experimentales para permitir el paso del colorante solo por el ápice y así evaluar la capacidad de sellado apical de los cementos (31).

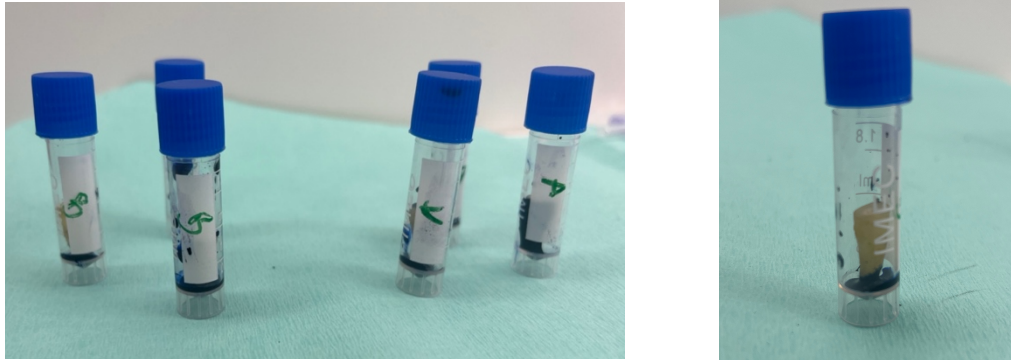
5.5.7.2 Coloración

Al finalizar las obturaciones endodónticas, se llevó a cabo una evaluación comparativa del sellado observando la filtración del colorante.

El uso de coloración sigue siendo el método más claro y sencillo para destacar los defectos de sellado de una obturación endodóntica. La técnica de tinción utilizada para este estudio fue la tinción pasiva con azul de metileno al 2%.

Todas las piezas dentales se sumergieron por el ápice en una solución de azul de metileno al 2 % durante 72 horas a temperatura ambiente, tras lo cual se aclararon abundantemente con agua corriente y se secaron (*Figura 10*).

Finalmente, se retiró el esmalte de uñas con la ayuda de una hoja de bisturí (31, 38).



*Figura 9. Inmersión de los dientes en el azul de metileno
Elaboración propia*

5.5.7.3 Cortes

Posteriormente, las raíces se seccionaron longitudinalmente en sentido buco-lingual utilizando un disco diamantado.

5.5.7.4 Análisis de muestras

La evaluación de la microfiltración se realizó mediante un estereomicroscopio a una magnificación de 50x, midiendo la penetración lineal del colorante desde el límite apical de la preparación hasta su máxima extensión en sentido coronal.

La penetración del colorante se evaluó en milímetros, utilizando la escala ocular calibrada del estereomicroscopio.

Se tomaron fotografías de color de las secciones (31, 38) (*Figura 11*).

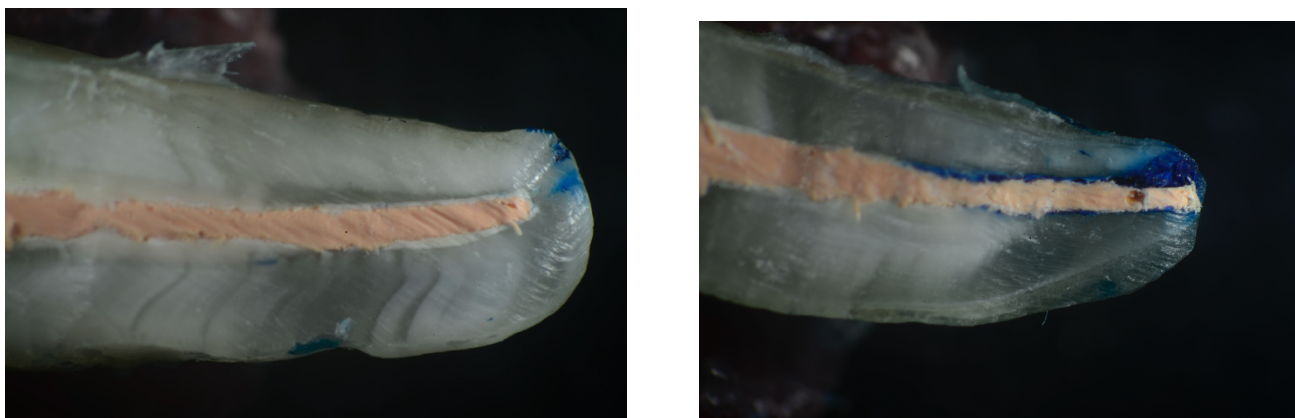


Figura 10. Medición de la filtración apical con el estereomicroscopio.

Elaboración propia

Tabla 4. Tabla recapitulativa de los cementos utilizados

<i>Cemento</i>	<i>AH Plus</i>	<i>AH Plus Biocerámico</i>
<i>Biocompatibilidad</i>	Biocompatible	Biocompatible
<i>Tiempo de fraguado</i>	8h	2-4h
<i>Radio-opacidad</i>	Elevada	Superior
<i>Bioactividad</i>	No	Si
<i>Solubilidad</i>	0, 21%	Baja solubilidad del 0,11%

Elaboración propia

5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó una vez recolectados todos los datos necesarios.

Con la finalidad de determinar el tamaño muestral necesario en la elaboración del presente estudio, el cálculo se realizó a partir de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 \sigma^2}{e^2}$$

Se han establecidos los siguientes valores utilizando los resultados del artículo "Evaluación de la capacidad de sellado apical del sellador biocerámico, AH Plus & Epiphany: Un estudio in vitro", los cuales serán utilizados para determinar el tamaño de la muestra: (39)

- $z = 1.96$ para 95% de confiabilidad
- $\sigma = 0.161115$
- $e = 0.05$ (5% de error)

Se concluyó que para la realización del estudio será necesario un tamaño muestral de 40 dientes.

Todos los análisis se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS (IBM, v. 27). El nivel crítico para el rechazo de la hipótesis nula se estableció en ,05.

Con el mismo, realizaremos las siguientes pruebas estadísticas de correlación de variables:

- Se realizó un análisis descriptivo univariado con las variables "Cemento" y "Filtración" para ver sus frecuencias y porcentajes.
- Estadístico exacto de Fisher y Prueba chi cuadrado (χ^2) 2x2 para valorar la posible asociación entre las variables Filtración y Obturación
- Prueba t de Student para grupos independientes entre los niveles de la variable Cemento (AH Plus y Biocerámico) y el grado de filtración apical (mm)
- Test de Levene para la comparación de varianzas.

5.7 ASPECTOS ÉTICOS

A tenor de lo dispuesto en la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación biomédica, la realización de cualquier proyecto de investigación sobre seres humanos o su material biológico requerirá el previo y preceptivo informe favorable del Comité de Ética de la Investigación.

Este proyecto tiene la aprobación del comité de ética de la Universidad Católica de Valencia que cumple los requisitos éticos que garantizan la ausencia de riesgos para los pacientes en términos de salud, privacidad, anonimato y confidencialidad. Eso de acuerdo con los principios establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM), en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (BOE 96/12/2018), y del Código español de ética y Deontología dental.

Con el propósito de garantizar los aspectos éticos en la investigación se cumplieron los siguientes requisitos:

- A los pacientes se les entregó una hoja de información (*Anexo 1*) que contenía explicaciones detalladas sobre el estudio antes de que se realizaran las extracciones. Se explicaron a los pacientes los criterios de inclusión establecidos, los objetivos de nuestro estudio y la posibilidad de ser seleccionados como muestra.
- Todos los participantes firmaron previamente un formulario de consentimiento informado. (*Anexo 2*) En todo momento, los pacientes tuvieron en todo momento sus derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición.
- La hoja de protección de datos, fue entregada a los participantes informando que toda la información relacionada con el estudio se recogerá de forma anónima, siendo estrictamente confidencial, y siguiendo las leyes y normas de protección de datos de la vigente legislación española. (*Anexo 3*)
- El presente estudio tiene un interés meramente científico, clínico y académico.

VI. RESULTADOS

La infiltración y el marcado completo de las paredes del conducto con azul de metileno en el grupo control positivo (control sin barnizar) demuestran la eficacia de la metodología utilizada. Por el contrario, la falta de infiltración de tinta en el grupo de control negativo (control totalmente barnizado) confirma la calidad del sellado externo de los dientes con esmalte de uñas e indica que la filtración solo ocurrió a través del foramen apical.

Análisis descriptivo univariado de la variable obturación.

En el estudio se consideraron un total de 40 dientes los cuales fueron asignados aleatoriamente a una de las dos condiciones de la variable independiente: n = 20 al tipo de cemento AH Plus y el resto, n = 20 al cemento Biocerámico.

En la Tabla 5 se reflejan dichos datos, así como los obtenidos respecto a la filtración en función de cada tipo de cemento.

Tabla 5. Frecuencias y porcentajes para las variables “cemento” y “filtración”

Variable	Categorías	Frecuencia	Porcentaje
Cemento	Ah plus	20	50
	Biocerámico	20	50
Filtración	No	13	32,5
	Sí	27	67,5

Tabla de elaboración propia

En concreto, respecto a la filtración, 27 (67,5%) sí la mostraron, frente a 13 dientes (32,5%) que no.

Estadístico exacto de Fisher y Prueba chi cuadrado (χ^2) 2x2 para las variables Filtración (cualitativa) y Obturación.

Se realizó una tabla de contingencia para valorar la posible asociación entre las variables Filtración y Obturación, ambas con dos condiciones. Se utilizó tanto el estadístico exacto de Fisher, al ser una tabla 2x2, como la prueba chi cuadrado (ver tabla 6).

Los resultados indicaron ausencia de asociación significativa entre ambas variables (Estadístico de Fisher = 1; p = ,500; $\chi_1^2 = 0,114$; p = 0,736).

Tabla 6. Tabla cruzada Filtración*Obturado con cemento

		Obturado con cemento		Total	
		Ah plus	Biocerámico		
Filtración	No	Recuento	6	7	13
		% dentro de Filtración	46,2%	53,8%	100,0%
	Sí	Recuento	14	13	27
		% dentro de Filtración	51,9%	48,1%	100,0%
Total		Recuento	20	20	40
		% dentro de Filtración	50,0%	50,0%	100,0%

Tabla de elaboración propia

Consecuentemente, los resultados señalaron que el grado de filtración apical era independiente del tipo de cemento utilizado para la obturación.

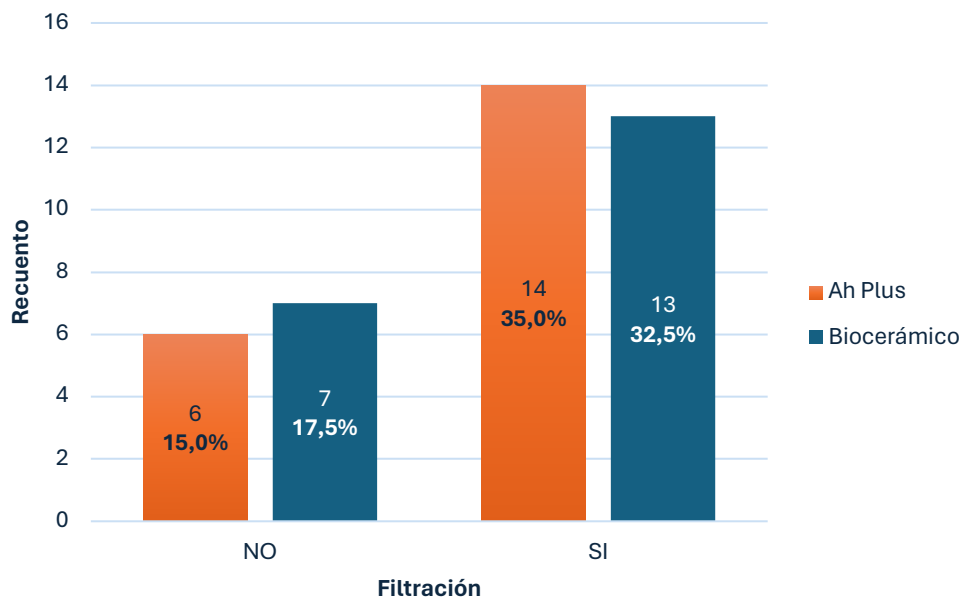


Figura 11. Gráfico de barras agrupadas Filtración*Obturado con cemento

Por último, en la figura 12 se muestra el gráfico de barras agrupadas que indica frecuencias y porcentajes muy similares para ambos tipos de cemento.

Prueba *t* de Student para grupos independientes entre los niveles de la variable Cemento (Ah Plus y Biocerámico) y el grado de filtración apical (mm)

Se realizó una prueba *t* de Student para grupos independiente entre los niveles de la variable independiente Cemento (ver tabla 7).

Tabla 7. Prueba de Levene y Prueba *t* (muestras independientes) para Tipo de cemento y el Grado de filtración apical (mm)

FACTOR	Niveles	Estadísticos		Levene		Pruebas <i>t</i> (muestras independientes)				
		M	DT	F	<i>p</i>	<i>t</i> ₍₃₈₎	<i>p</i>	DM	IC _(95%) para DM	
									Inferior	Superior
Cemento	Ah plus	0,50	0,58	0,180	,674	0,067	,947	0,012	-0,35	0,38
	Biocerámico	0,49	0,55							

Tabla de elaboración propia. **NOTA:** DM: Diferencia de Medias; IC_(95%) : Intervalo de Confianza para la DM al 95%.

Tras verificar el cumplimiento de la homocedasticidad de varianzas entre ambos grupos ($F = 0,180$; $p = ,674$) los resultados indicaron ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($t_{(38)} = 0,067$; $p = ,947$) en el grado de filtración apical en función del tipo de cemento utilizado.

Todos los análisis se realizaron mediante el paquete estadístico SPSS (IBM, v. 27). El nivel crítico para el rechazo de la hipótesis nula se estableció en ,05.

VII. DISCUSIÓN

La capacidad de sellado, a corto y largo plazo, es la propiedad más importante requerida para todos los materiales de obturación del conducto radicular. Los estudios de filtración se llevan a cabo para evaluar estas propiedades y determinar si cumplen con los criterios fundamentales para la introducción de nuevos materiales.

En este estudio, evaluamos el sellado apical de los conductos radiculares obturados con dos materiales diferentes: un nuevo material a base de biocerámica, *AH Plus Biocerámico*[®], y un cemento sellador a base de resina, *AH Plus*[®], comúnmente utilizado en endodoncia.

La discusión se llevará a cabo en dos partes. Primero discutiremos los resultados, luego analizaremos la metodología.

7.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

No se han encontrado estudios que comparan los dos cementos estudiados, por lo que no hay precedentes que puedan servir de referencia. Sin embargo, una serie de estudios comparan la capacidad de sellado de los cementos biocerámicos con la de los cementos a base de resina epoxi, que actualmente constituyen el cemento de referencia *AH Plus*[®], debido a sus propiedades mencionadas anteriormente. Se necesitarán otros estudios in vitro, utilizando métodos más sensibles, para confirmar los resultados de este estudio.

Según los resultados de este estudio, la hipótesis nula se verifica.

Como se describió en los resultados anteriores, podemos observar que, en cuanto a la integridad de la muestra, solo 13 dientes (32,5%) no mostraron ninguna infiltración. Por lo tanto, se observó infiltración en 27 piezas (67,5%), con un nivel de infiltración que presenta una fluctuación considerablemente amplia (*Tabla 5*). Sin embargo, podemos

observar una casi equivalencia entre los dos grupos (AH Plus y AH Plus Biocerámico) en cuanto a la frecuencia y ausencia de infiltración (*Tabla 6*) (*Figura 12*). Específicamente, 14 de los 20 dientes en el grupo AH Plus, lo que equivale al 51,9%, presentaron microfiltración. Del mismo modo, en el grupo AH Plus Biocerámico, 13 de los 20 dientes (48,1%) mostraron signos de infiltración apical. Podemos afirmar, según el estadístico exacto de Fisher y la prueba de chi cuadrado, que no existe una asociación significativa entre las dos variables, filtración y obturación (estadístico de Fisher = 1; $p = 0,500$; $\chi^2 = 0,114$; $p = 0,736$). Por lo tanto, el grado de microfiltración apical es independiente del tipo de cemento utilizado para la obturación. Además, la diferencia de media (DM = 0,01) entre los niveles de la variable “cemento” (AH Plus y AH Plus Biocerámico) es mínima. En conclusión, como muestra la Prueba t de Student ($t_{(38)} = 0,067$; $p = 0,947$), los resultados indican la ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) en el nivel de infiltración en milímetros independientemente del tipo de cemento utilizado.

Los resultados revelaron que ninguno de los materiales probados logró prevenir completamente la fuga de colorante a nivel apical y no se encontró ninguna diferencia estadística en el grado de filtración apical entre AH Plus y AH Plus Biocerámico.

Estos resultados están de acuerdo con los de Zhang y al. quienes constataron que la capacidad de sellado del sellador Biocerámico era equivalente a la de AH Plus cuando se utilizaba con técnicas de obturación de cono único (31).

En el estudio de Yanpiset K y al., la obturación del conducto radicular con el sellador Biocerámico o AH Plus utilizando la técnica del cono único no mostró ninguna diferencia en términos de fuga bacteriana y calidad de la obturación. El sellador Biocerámico no fue superior al convencional a base de resina epoxi en términos de resistencia a las microfiltraciones (40).

En 2018, Kallaya y al. evaluaron la filtración bacteriana después de 60 días en dientes con conductos redondos obturados con material biocerámico y AH Plus, utilizando la técnica de cono único y no encontraron diferencias entre los dos materiales de obturación (40).

7.1.1 AH Plus

En cuanto al AH Plus, su capacidad de sellado apical puede atribuirse a su excelente adherencia, probablemente debido a su capacidad para penetrar en las microirregularidades de la pared dentinaria, a su expansión después de la inserción en el conducto radicular y a su capacidad para formar una unión covalente con los grupos amino del colágeno de la dentina radicular expuesta (31).

Efectivamente, Siqueira et al. informaron en su estudio que AH Plus mostró la menor microfiltración apical entre los cinco selladores endodónticos estudiados, en concordancia con la capacidad de sellado apical reportada para AH Plus (41). Sin embargo, en el estudio realizado por Pawar et al. TotalFill BC obtuvo mejores resultados que AH Plus y los resultados fueron estadísticamente significativos (42).

Los resultados desfavorables observados con AH Plus podrían atribuirse a su contracción de polimerización, característica típica de las resinas epoxi. Esta contracción tiende a crear vacíos en el conducto radicular, favoreciendo así la penetración del colorante y aumentando el riesgo de filtración. Además, la falta de adherencia entre este sellador y el cono de gutapercha podría ser otro factor contributivo asociado a la fuga bacteriana.

Hammad y al. argumentaron que la contracción sufrida por los selladores a base de resina puede comprometer la estanqueidad radicular. Estas conclusiones requieren una consideración cuidadosa al utilizar selladores a base de resina epoxi (24, 40).

7.1.2 AH Plus Biocerámico

Por otro lado, los selladores biocerámicos presentan propiedades ventajosas para el sellado de los conductos radiculares. Su bioactividad les permite unirse a la dentina radicular mediante un proceso de grabado alcalino, y su carácter hidrofílico favorece una adaptación óptima a las paredes del conducto, asegurando así un sellado hermético (43).

Según un estudio comparativo realizado por Celikten y al., los materiales biocerámicos de obturación han demostrado su eficacia gracias a sus partículas de pequeño tamaño (menos de 2 μm) y su fluidez, lo que les permite penetrar eficazmente en los túbulos dentinarios (44). La insolubilidad es de suma importancia para asegurar el éxito del tratamiento del conducto radicular al establecer una estrecha hermeticidad entre la pared de la dentina y la restauración.

Un estudio in vitro realizado por Hamdy y al. examinó las propiedades físico-químicas de varios selladores, incluyendo el AH Plus Biocerámico, el Bio-C y el ADseal. Los resultados mostraron que el AH Plus Biocerámico presentaba una solubilidad intermedia, posiblemente debido a la presencia de una mayor cantidad de zirconio estable cristalino. Sin embargo, se constató que el ADseal, el AH Plus Biocerámico y el Bio-C cumplían con las normas mínimas de solubilidad definidas por *la Organización Internacional de Normalización 6876:2012* (12).

Según Mamootil y al. las propiedades físicas y químicas, como el tamaño de las partículas, el espesor de la película, la solubilidad, la viscosidad y la tensión superficial, afectan la penetración del material en los túbulos dentinarios (45).

En este contexto, la disminución del espesor de la película del sellador Biocerámico AH Plus podría explicarse por el pequeño tamaño de sus partículas, lo que coincide con las afirmaciones del fabricante. Además, la presencia aumentada de zirconio podría promover un mejor flujo y reducir el grosor de la película del sellador. Su tiempo de fraguado también contribuye a su buena capacidad de expansión. Un estudio demostró variaciones en los tiempos de fraguado inicial entre diferentes tipos de cemento (360 ± 60 min para AH Plus Biocerámico y 470 ± 5 min para AH Plus). Además, se observó que el sellador Biocerámico AH Plus tuvo un tiempo de fraguado final relativamente corto, de 720 ± 60 min, en comparación con los demás, que tuvieron tiempos más prolongados (1244 ± 60 min para NeoSealerFlo, 660 ± 60 min para Ceraseal y 1300 ± 60 min para AH Plus) (37).

La presencia de silicato de calcio en estos materiales limita su retracción durante la fase de fraguado al favorecer una fuerte unión química. Además, su capacidad para expandirse debido a la absorción de agua refuerza su capacidad de sellado.

En comparación con AH Plus, Prati y Gandolfi destacaron que los materiales biocerámicos de obturación pueden expandirse entre un 0,2% y un 6% de su volumen inicial debido a la absorción de agua, lo que contribuye significativamente a su buena capacidad de sellado (44).

Jeong y al. también informaron en su estudio que los selladores a base de silicato de calcio penetran en los túbulos dentinarios sin aplicar presión de compactación que generalmente se usa en las técnicas de obturación (43).

En 2018, Chybowski y al. realizaron un estudio retrospectivo en 307 dientes obturados con el sellador biocerámico EndoSequence BC Sealer utilizando la técnica del cono único. Demostraron que los selladores biocerámicos en combinación con la técnica del cono único constituyen una opción viable para la obturación de conductos radiculares en endodoncia. Con un seguimiento promedio de 30,1 meses, presentaron una tasa de éxito global del 90,9% (24).

7.2 ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA

7.2.1 Elección del protocolo

En cuanto a la elección del protocolo, esta etapa reviste una importancia crucial en las conclusiones que pueda aportar una experimentación de este tipo, dado que tiene como objetivo eliminar tanto como sea posible las variables que no sean el factor cemento. La estandarización y la reproducibilidad de la experimentación permiten minimizar los factores no controlados. El uso de dientes con anatomía similar responde a esta estandarización.

Según Vertucci, el conocimiento de las características morfológicas y las variaciones de los conductos radiculares es esencial para un tratamiento exitoso (44).

Wu y Wesselink observaron que la homogeneidad en la anatomía de los conductos radiculares ayudaba a limitar las variaciones en la preparación y la obturación (46).

Sin embargo, la estandarización sigue siendo limitada debido a algunas variaciones persistentes, como los conductos elípticos, que están presentes en aproximadamente el 25% de los dientes. La preparación y obturación de estos conductos representan un desafío.

Estas preocupaciones coinciden con las conclusiones de Wu y al., quienes observaron la influencia de la anatomía del conducto en la impermeabilidad de la obturación (44).

También es importante señalar que este estudio se lleva a cabo *in vitro*, lo que difiere del entorno *in vivo* donde el diente está fijado en su alvéolo con el ligamento periodontal a temperatura corporal, lo que puede influir en las propiedades del sellador (43).

7.2.2 Método de instrumentación

En cuanto al método de instrumentación, la preparación del conducto juega un papel importante en el éxito de los tratamientos endodónticos, y la uniformidad en la forma de los conductos es un elemento central de este enfoque. El uso de la técnica mecánica de rotación continua garantiza un diámetro de preparación estándar y una conicidad homogénea entre las muestras.

Sin embargo, según Rödíg y al. el uso de instrumentos rotatorios puede dejar zonas del conducto radicular sin instrumentar, lo que puede conducir a una forma irregular después de la preparación (44).

7.2.3 Técnica de obturación

En cuanto a la técnica de obturación, el uso de un solo cono calibrado responde al deseo de reproducibilidad, al minimizar las variaciones operatorias más probables en una técnica de condensación, por ejemplo. Esta técnica ha ganado popularidad con la introducción de los selladores endodónticos biocerámicos. Es especialmente adecuada para una preparación tridimensional regular, como la realizada con instrumentos NiTi en rotación continua, y reduce el tiempo dedicado a la técnica de compactación lateral. Esta combinación entre la preparación y la obturación permite una obturación endodóntica de calidad de manera simple y coherente (44, 47).

Estudios, como el de Chybowski y al. han demostrado que el uso del cemento hidráulico EndoSequence BC Sealer con una técnica de cono único es una opción viable para la obturación de los conductos radiculares. Del mismo modo, el uso de *BioRoot*TM RCS con un solo cono ha dado resultados comparables a la condensación vertical térmica con AH Plus (47).

Un estudio clínico realizado por Angelo y al. en 2020 en 150 dientes demostró que la obturación con un solo cono utilizando un sellador biocerámico presenta una tasa de éxito similar a la de la técnica de condensación vertical caliente a los 12 meses (48).

Un estudio de Celikten y al. en 2015 confirma estas conclusiones, aunque el sellador EndoSequence BC y el AH Plus proporcionaron una calidad de obturación similar. Se puede recomendar el uso eficaz de materiales de sellado radicular biocerámicos en la técnica de cono único (44).

Por otro lado, Al-Hiyasat y Alfijani encontraron en 2019 que el sellador biocerámico mostró una fuerza de adhesión superior a AH Plus, independientemente de la técnica utilizada. Sugiere que la técnica de cono único asociada con un material biocerámico puede ser preferible para la obturación de los conductos radiculares en endodoncia, permitiendo así una obturación más simple y rápida (43). Sin embargo, algunos estudios (Gordon y al., (2005), Weis y al., (2004); Bergmans y al., (2005)) han destacado que la técnica de cono único puede no ser lo suficientemente efectiva para obturar los conductos con forma irregular (40, 44).

7.2.4 Técnica de medición

En cuanto a la técnica de medición de la estanqueidad, su elección es crucial para evaluar la eficacia de las obturaciones endodónticas. Los métodos convencionales incluyen estudios de fuga utilizando colorantes u otros trazadores, tales como la filtración de fluidos, la penetración de colorantes, el uso de radioisótopos, la penetración de bacterias y la fuga de saliva (Wu y Wesselink, 1993) (44). En este estudio, se privilegió técnica de penetración con

azul de metileno para evaluar la microfiltración apical debido a su fiabilidad, bajo costo y facilidad de manipulación. El azul de metileno se eligió por su alta capacidad de coloración y su peso molecular inferior al de las toxinas bacterianas, asemejándose a los elementos asociados con problemas periapicales (31).

Kersten y Moorer demostraron que el azul de metileno se filtra de manera similar al ácido butírico, simulando así la filtración de bacterias (49).

En cuanto a los tiempos de espera, los tiempos de secado son conformes a la mayoría de los estudios, con una inmersión de los dientes en el colorante durante 72 horas, considerado suficiente para provocar la infiltración apical (12).

Las investigaciones destacan que la penetración del colorante en los conductos radiculares puede considerarse un indicador del potencial de fuga, aunque los resultados in vitro no pueden extrapolarse directamente a la situación clínica in vivo (31). Sin embargo, la técnica es sensible a una cantidad significativa de factores difícilmente controlables que disminuyen el valor de los resultados. Es por esta razón que se han implementado otras técnicas más precisas y controladas. De hecho, se han mostrado mejores resultados de penetración cuando se usa la coloración con azul de metileno después del método de filtración de fluidos. Ha sido imposible combinar estos dos métodos por razones de disponibilidad de material.

Según Verissimo y do Vale, los estudios de penetración de colorantes no simulan la verdadera situación clínica y demuestran que el aire atrapado en los vacíos a lo largo de la obturación del conducto radicular puede obstaculizar el movimiento de los fluidos (50).

Camps y Pashley (2003), en su estudio compararon la estanqueidad apical de cuatro cementos endodónticos con tres técnicas diferentes, concluyeron que no había diferencia significativa en la estanqueidad apical entre los cementos mediante la técnica de coloración pasiva, mientras que la técnica de filtración de fluidos y extracción del colorante sí mostraban una diferencia (51).

La precisión de la técnica ha sido discutida, pero sigue siendo frecuentemente utilizada.

7.2.5 Análisis de las muestras

En cuanto a la visualización del nivel de percolación, la sección longitudinal muestra la extensión de la coloración. Sin embargo, el análisis de las muestras sigue siendo bidimensional, lo que resulta en una pérdida de información. El proceso de seccionamiento puede eliminar parte del tejido dental filtrado. El uso de un disco de diamante puede afectar la gutapercha cementada en los canales radiculares y provocar un movimiento no deseado de esta última. Finalmente, también podemos notar que la técnica de corte utilizada tiene sus limitaciones, especialmente cuando hay canales radiculares curvos, lo que hace que el corte sea difícil. La técnica de diafanización, que consiste en transparentar las piezas dentarias para permitir la visualización de su anatomía interna habría sido mejor y menos agresiva para la observación de la filtración apical y para obtener resultados más precisos al medirla. (52) Sin embargo, considerando el bajo nivel promedio de percolación medido en las muestras, la técnica de aclarado habría mostrado sus límites. Parece difícil visualizar una percolación baja (inferior a 2 mm) en el nivel apical debido a los problemas de transparencia y desmineralización asociados con esta técnica.

Recientemente, el análisis micro-CT ha surgido como un método analítico preciso y no destructivo que proporciona datos objetivos en 2 y 3 dimensiones. Las muestras pueden ser examinadas tanto cuantitativa como cualitativamente. Permite una observación detallada de los materiales de obturación, su adaptación y los posibles vacíos con gran precisión y resolución espacial (40, 44).

Naseri y al. (2013) y Hammad et al. (2009) han utilizado la microtomografía por rayos X para observar el sistema del conducto y comparar técnicas de obturación y cementos de obturación endodónticos (53, 54).

El aislamiento de las muestras mediante la aplicación de esmalte permitió aislar el resto de la superficie radicular de las muestras durante la coloración pasiva, que tuvo que realizarse únicamente por el ápice para evaluar la estanqueidad apical. Los problemas

relacionados con la aplicación del barniz rara vez se mencionan en los protocolos experimentales. El uso de un esmalte de uñas clásico y espeso permite asegurar una completa hermeticidad de las zonas cubiertas. Esta etapa es crucial debido a las consecuencias que puede tener en los resultados. Las muestras fueron esmaltadas a excepción de los dos últimos milímetros apicales. Se decidió permitir que el colorante pasara a través de los dos milímetros apicales porque los deltas apicales suelen encontrarse dentro de este rango.

Gao y al. mostraron mediante microtomografía de rayos X que el 58% de los deltas apicales se encuentran dentro de los dos últimos milímetros del ápice y el 87% dentro de los tres últimos milímetros (55).

7.3 RECOMENDACIONES

Dentro del marco de esta investigación, las recomendaciones que podemos mencionar son las siguientes:

- Realizar un estudio para evaluar el sellado apical de ambos cementos utilizados comparando la técnica de cono único con otros métodos de obturación, como la condensación lateral.
- La investigación se limitó a dientes uniradiculares para controlar los factores de confusión y eliminar el efecto de la anatomía del conducto radicular en la penetración del sellador en los túbulos dentinarios. Se deben llevar a cabo investigaciones similares en dientes multiradiculares para explorar otros contextos de trabajo más complejos.
- Otras investigaciones podrían abordar la microfiltración a nivel coronal y medio, utilizando diversos cementos radiculares.
- Utilizar este estudio como referencia para la formación clínica de los estudiantes de odontología de la Universidad Católica de Valencia.
- Concientizar a los dentistas sobre la importancia de una adecuada obturación del conducto.

VIII. CONCLUSIÓN

- 1) Se ha evaluado que no existe una diferencia significativa en el nivel de infiltración apical entre el uso de un cemento biocerámico y el AH Plus.
- 2) Se ha descrito una microfiltración apical de 67.5% en toda la muestra entre los cuales el 35% pertenecen al grupo AH Plus y el 32,5% al grupo AH Plus Biocerámico.
- 3) Se ha analizado que el grado de microfiltración es independiente del tipo de cemento utilizado al momento de obturar los conductos radiculares.
- 4) Se ha determinado que solo el 32.5% de la muestra no presenta infiltración apical, indicando que se ha conseguido un sellado apical totalmente exitoso.

Se puede recomendar el uso de materiales biocerámicos al mismo nivel que los cementos resinosos para la obturación de conductos en combinación con la técnica de cono único.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Muliyar S, Shameem KA, Thankachan RP, Francis PG, Jayapalan CS, Hafiz KA. Micro-leakage en endodontie. *J Int Santé buccodentaire*. 2014 Nov-Dec;6(6):99-104.
2. León-López M, Cabanillas-Balsera D, Martín-González J, Montero-Miralles P, Saúco-Márquez JJ, Segura-Egea JJ. Prevalence of root canal treatment worldwide: A systematic review and meta-analysis. *Int Endod J*. 2022 Nov;55(11):1105-27.
3. American Association of Endodontists. Glossary of Endodontic Terms - American Association of Endodontists.
4. Berman LH, Hargreaves KM. Cohen's Pathways of the Pulp. ElSevier. 12th ed. 2020.
5. Trope M, Bunes A, Debelian G. Root filling materials and techniques: bioceramics a new hope? *Endodontic Topics*. 2015 May 1;32(1):86–96.
6. Chisnoiu R, Moldovan M, Chisnoiu A, et al. Comparative apical sealing evaluation of two bioceramic endodontic sealers. *Med Pharm Rep*. 2019 Dec;92(3):55-60.
7. Yildirim A, Lübbers HT, Yildirim V. Endodontic filling with gutta-percha- requirements, formation and characteristics. *Swiss Dent J*. 2016;126(2):150-1.
8. Álvarez Quesada C, Pernia Ramírez I, Santos Carrillo Baracaldo J, Grille Álvarez C. Gutapercha: pasado y presente. *Gaceta dental: Industria y profesiones*. 2009;202:126-39.
9. Setya G, Nagpal A, Kumar S, Ingle NA. Comparison of root canal sealer distribution in obturated root canal: An in-vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2014 Sep;4(3):193-7.
10. Lee JK, Kwak SW, Ha JH, Lee W, Kim HC. Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. *Bioinorg Chem Appl*. 2017;2017:2582849.
11. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. *Dent Mater J*. 2020 Sep 29;39(5):703-20.
12. Hamdy TM, Galal MM, Ismail AG, Saber S. Physicochemical properties of AH plus bioceramic sealer, Bio-C Sealer, and ADseal root canal sealer. *Head Face Med*. 2024 Jan 3;20(1):2.
13. Grossman LI. Physical properties of root canal cements. *J Endod*. 1976 Jun;2(6):166-75.

14. Wang Y, Liu S, Dong Y. In vitro study of dentinal tubule penetration and filling quality of bioceramic sealer. *PLoS One*. 2018 Feb 1;13(2):0192248.
15. Lim M, Jung C, Shin DH, Cho YB, Song M. Calcium silicate-based root canal sealers: a literature review. *Restor Dent Endod*. 2020 Jun 9;45(3):35.
16. Badawy RE, Mohamed DA. Evaluation of new bioceramic endodontic sealers: An in vitro study. *Dent Med Probl*. 2022 Jan-Mar;59(1):85-92.
17. Kumar NS, Palanivelu A, Narayanan LL. Evaluation of the apical sealing ability and adaptation to the dentin of two resin-based Sealers: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2013 Sep;16(5):449-53.
18. Sanz JL, López-García S, Rodríguez-Lozano FJ, Melo M, Lozano A, Llena C, Forner L. Cytocompatibility and bioactive potential of AH Plus Bioceramic Sealer: An in vitro study. *Int Endod J*. 2022 Oct;55(10):1066-80.
19. Dong X, Xu X. Bioceramics in Endodontics: Updates and Future Perspectives. *Bioengineering*. 2023 Mar 13;10(3):354.
20. Al-Haddad A, Che Ab Aziz ZA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *Int J Biomater*. 2016;2016:9753210.
21. Debelian G, Trope M. The use of premixed bioceramic materials in endodontics. *G Ital Endod*. 2016;30(2):70-80.
22. Raghavendra SS, Jadhav GR, Gathani KM, Kotadia P. Bioceramics in endodontics - a review. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2017 Dec 2;51(3):128-37.
23. Washio A, Morotomi T, Yoshii S, Kitamura C. Bioactive Glass-Based Endodontic Sealer as a Promising Root Canal Filling Material without Semisolid Core Materials. *Materials (Basel)*. 2019 Nov 29;12(23):3967.
24. Chybowski EA, Glickman GN, Patel Y, Fleury A, Solomon E, He J. Clinical Outcome of Non-Surgical Root Canal Treatment Using a Single-cone Technique with Endosequence Bioceramic Sealer: A Retrospective Analysis. *J Endod*. 2018 Jun;44(6):941-5.
25. Ha JH, Kim HC, Kim YK, Kwon TY. An Evaluation of Wetting and Adhesion of Three Bioceramic Root Canal Sealers to Intraradicular Human Dentin. *Materials (Basel)*. 2018 Jul 25;11(8):1286.

26. Capar ID, Saygili G, Ergun H, Gok T, Arslan H, Ertas H. Effects of root canal preparation, various filling techniques and retreatment after filling on vertical root fracture and crack formation. *Dent Traumatol.* 2015 Aug;31(4):302-7.
27. Viapiana R, Baluci CA, Tanomaru-Filho M, Camilleri J. Investigation of chemical changes in sealers during application of the warm vertical compaction technique. *Int Endod J.* 2015 Jan;48(1):16-27.
28. Heran J, Khalid S, Albaaj F, Tomson PL, Camilleri J. The single cone obturation technique with a modified warm filler. *J Dent.* 2019 Oct;89:103181.
29. Celikten B, F. Uzuntas C, I. Orhan A, et al. Micro-CT assessment of the sealing ability of three root canal filling techniques. *J Oral Sci.* 2015;57(4):361-6.
30. Lahor-Soler E, Miranda-Rius J, Brunet-Llobet L, Farré M, Pumarola J. In vitro study of the apical microleakage with resilon root canal filling using different final endodontic irrigants. *J Clin Exp Dent.* 2015 Apr 1;7(2):212-7.
31. Mohamed El Sayed MAA, Al Husseini H. Apical dye leakage of two single-cone root canal core materials (hydrophilic core material and gutta-percha) sealed by different types of endodontic sealers: An *in vitro* study. *J Conserv Dent.* 2018 Mar-Apr;21(2):147-52.
32. Cobankara FK, Orucoglu H, Sengun A, Belli S. The quantitative evaluation of apical sealing of four endodontic sealers. *J Endod.* 2006 Jan;32(1):66-8.
33. Sevimay S, Kalayci A. Evaluation of apical sealing ability and adaptation to dentine of two resin-based sealers. *J Oral Rehabil.* 2005 Feb;32(2):105-10.
34. Asawaworarit W, Pinyosopon T, Kijssamanmith K. Comparison of apical sealing ability of bioceramic sealer and epoxy resin-based sealer using the fluid filtration technique and scanning electron microscopy. *J Dent Sci.* 2020 Jun;15(2):186–92
35. Dentsply Sirona. (Cited 28/01/2024). Sellador de conducto radicular AH Plus de Dentsply Sirona, [Online]. <https://www.dentsplysirona.com/es-es/descubrir/descubrir-por-marca/ah-plus.html>
36. Dentsply Sirona. (Cited 28/01/2024). Sellador biocerámico AH Plus, [Online]. <https://www.dentsplysirona.com/es-es/descubrir/descubrir-por-marca/ah-plus-sellador-bioceramico.html>

37. Zamparini F, Prati C, Taddei P, Spinelli A, Di Foggia M, Gandolfi MG. Chemical-Physical Properties and Bioactivity of New Premixed Calcium Silicate-Bioceramic Root Canal Sealers. *Int J Mol Sci.* 2022 Nov 11;23(22):13914.
38. Palanivelu CR, Ravi V, Sivakumar AA, Sivakumar JS, Prasad AS, Arthanari KK. An *In Vitro* Comparative Evaluation of Distribution of Three Different Sealers by Single-Cone Obturation Technique. *J Pharm Bioallied Sci.* 2019 May;11(2):438-41.
39. Pawar SS, Pujar MA, Makandar SD. Evaluation of the apical sealing ability of bioceramic sealer, AH plus & epiphany: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2014 Nov;17(6):579-82.
40. Yanpiset K, Banomyong D, Chotvorrarak K, Srisatjaluk RL. Bacterial leakage and micro-computed tomography evaluation in round-shaped canals obturated with bioceramic cone and sealer using matched single cone technique. *Restor Dent Endod.* 2018 Jul 5;43(3):30.
41. Vo K, Daniel J, Ahn C, Primus C, Komabayashi T. Fuite coronale et apicale chez cinq scellants endodontiques. *J Oral Sci.* 2022 Jan 19;64(1):95-8.
42. Hasnain M, Bansal P, Nikhil V. An in vitro comparative analysis of sealing ability of bioceramic-based, methacrylate-based, and epoxy resin-based sealers. *Endodontology.* 2017;29(2):146-50.
43. Al-Hiyasat AS, Alfirjani SA. The effect of obturation techniques on the push-out bond strength of a premixed bioceramic root canal sealer. *J Dent.* 2019 Oct;89:103169.
44. Celikten B, Uzuntas CF, Orhan AI, et al. Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: An In vitro Micro-CT study. *Scanning.* 2016 Mar-Apr;38(2):133-40.
45. El Hachem R, Khalil I, Le Brun G, et al. Dentinal tubule penetration of AH Plus, BC Sealer and a novel tricalcium silicate sealer: a confocal laser scanning microscopy study. *Clin Oral Investig.* 2019 Apr;23(4):1871-6.
46. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J.* 2001 Mar;34(2):137-41.
47. Bel Haj Salah K, Jaâfoura S, Tlili M, Ben Ameer M, Sahtout S. Outcome of Root Canal Treatment of Necrotic Teeth with Apical Periodontitis Filled with a Bioceramic-Based Sealer. *Int J Dent.* 2021 Mar 18;2021:8816628.

48. Angelo Z, Knight A, Federico F, Francesco M. Outcome of RootCanal treatments using a new calcium silicate root canal sealer: a non-randomized clinical trial. *Journal of Clinical Medicine*. 2020;9(3):782.
49. Kersten HW, Moorer WR. Particles and molecules in endodontic leakage. *Int Endod J*. 1989 May;22(3):118-24.
50. Veríssimo DM, do Vale MS. Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review. *J Oral Sci*. 2006 Sep;48(3):93-8.
51. Camps J, Pashley D. Reliability of the dye penetration studies. *J Endod*. 2003 Sep;29(9):592-4.
52. Robertson D, Leeb IJ, McKee M, Brewer E. A clearing technique for the study of root canal systems. *J Endod*. 1980 Jan;6(1):421-4.
53. Hammad M, Qualtrough A, Silikas N. Evaluation of root canal obturation: a three-dimensional in vitro study. *J Endod*. 2009 Apr;35(4):541-4.
54. Naseri M, Kangarlou A, Khavid A, Goodini M. Evaluation of the quality of four root canal obturation techniques using micro-computed tomography. *Iran Endod J*. 2013;8(3):89-93.
55. Gao X, Tay FR, Gutmann JL, Fan W, Xu T, Fan B. Micro-CT evaluation of apical delta morphologies in human teeth. *Sci Rep*. 2016 Nov 7;6:36501.

Anexo 1: Hoja de información al paciente

HOJA INFORMATIVA PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO: “Sellado apical de dos cementos de obturación endodóntica: un estudio in vitro.”

Introducción

Mediante la presente, le informamos de su invitación a participar en un estudio observacional, transversal y descriptivo. Este estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética de Investigación de la Universidad Católica de Valencia. Nos aseguramos de proporcionarle información precisa y suficiente para que pueda evaluar su decisión de participar en este estudio. Le solicitamos que lea cuidadosamente este documento informativo y estamos disponibles para aclarar cualquier duda que pueda surgir después de la explicación.

Participación opcional y voluntaria

Tiene la libertad de participar en el estudio y tiene el derecho de decidir no participar o retirar su consentimiento en cualquier momento, sin que esto afecte su relación con su médico ni se produzca su perjuicio en su tratamiento.

Objetivo del estudio

El objetivo de mi estudio es comparar la hermeticidad de diferentes cementos utilizados actualmente para determinar si uno de los dos cementos es más impermeable y proporciona un mejor aislamiento del complejo del conducto radicular. Este estudio busca a orientar a los odontólogos en la elección de los materiales de obturación endodóntica.

Descripción del estudio

Una vez que los pacientes harán firmado el consentimiento informado, procederemos a la recuperación de los dientes extraídos. Estos se conservarán en suero fisiológico para evitar la deshidratación.

Llevaremos a cabo la instrumentación y obturación de los dientes extraídos con el objetivo de comparar la filtración de los cementos.

Se formaron aleatoriamente 2 grupos según el cemento de obturación utilizado:

- *Grupo 1*: dientes obturados con cemento AH Plus
- *Grupo 2*: dientes obturados con cemento Biocerámico

Además de los dos grupos experimentales, se prepararon dos muestras utilizando la misma secuencia: un grupo control positivo y uno negativo.

Después de llevar a cabo todas las endodoncias, procederemos a realizar una evaluación comparativa del sellado apical notando la presencia de penetración de líquido mediante un colorante (azul de metileno al 2 %).

La penetración lineal apical del colorante se medirá mediante lectura directa y también con un microscopio óptico binocular, y los datos se someterán a un análisis estadístico.

Anexo 2: Consentimiento informado

Yo, (nombre y apellido del paciente) _____
de ____ años de edad con DNI n° _____ autorizo mi participación en
el estudio de investigación basado en la obturación endodóncica siendo conocedor de:

- Los dientes han sido extraídos por razones restaurativas, periodontales u ortodóncicas
- Se eliminará la corona de los dientes extraídos solo se utilizará la raíz, la cual será instrumentada (preparada) con limas endodóncicas.
- Las raíces se obturarán con materiales endodónticos, incluyendo gutapercha y varios tipos de cemento.
- Se evaluará la capacidad de sellado de diferentes cementos
- Se ha informado el paciente sobre el objetivo y propósito del estudio.
- Después de completar el estudio, las muestras se desecharán siguiendo el protocolo de muestras biológicas.
- Se le proporcionará información sobre el progreso y la duración estimada del estudio, así como los procedimientos realizados.
- Tiene el derecho de retirar su consentimiento en cualquier momento, sin sufrir represalias ni penalizaciones, y debe indicarlo mediante su firma y la fecha.
- He leído el documento, comprendo las declaraciones contenidas en él y reconozco la necesidad de otorgar mi consentimiento, por lo cual firmo libre y voluntariamente.
- Eximo a las Clínicas UCV de cualquier responsabilidad derivada del uso de la pieza dentaria una vez extraída.

En Valencia a _____ de _____ del 202__

Firma del paciente:

Firma investigador principal:

Anexo 3: Protección de datos de carácter personal

Datos del Estudio:

- Título: Sellado apical de dos cementos de obturación endodóntica: un estudio in vitro
- Institución: Universidad Católica de Valencia
- Código del Proyecto: UCV/2023-2024/077
- Nombre y apellidos del investigador principal: Emma de Pastors

Los datos de carácter personal recabados son incluidos en fichero titularidad de la Universitaria Católica de Valencia San Vicente Mártir (UCV). La finalidad de la recogida y tratamiento de los datos es a los únicos efectos de identificar a las personas físicas, cuya información es sometida a estudio o análisis, en la labor de investigación.

Los investigadores/as o equipos de investigación tratan los datos con las medidas de seguridad, conforme a Ley, necesarias para garantizar la confidencialidad y la integridad de toda esta información.

En todo caso, a partir de la necesaria identificación real y veraz de la persona, el investigador/a o equipo de investigación disocia (anonimiza u omite) los datos, de manera que no puede llegar a ser identificada por terceros.

Los resultados provisionales y finales del estudio están completamente compuestos de información no identificativa de personas.

Los datos sensibles (salud, violencia doméstica, origen racial o étnico, entre otros) que, en su caso, pudiera proporcionar se entenderá que la UCV (y, en concreto, el investigador/a o equipo de investigación) está autorizado, de forma expresa, para el tratamiento y, en su caso, cesión o comunicación. Así, informamos que sus datos pudieran ser cedidos o comunicados a las entidades o profesionales, sanitarios o científicos, en los supuestos necesarios para el desarrollo, control y seguimiento de un estudio epidemiológico.

De conformidad con la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, Vd. puede ejercitar los derechos de acceso, rectificación, cancelación y, en su caso, oposición, presentando una solicitud por escrito, acompañada de una fotocopia de su D.N.I., Pasaporte, N.I.E. u otro documento de identificación equivalente, dirigida a la Secretaria de la Universidad Católica de Valencia – LOPD INVESTIGACIÓN C/ Quevedo, 2 46001 de Valencia.

De acuerdo con lo anterior, **CONSIENTO** al personal de la UCV a que trate mis datos personales, en las condiciones y términos expuestos. Y, como prueba de conformidad, suscribo la presente.

En....., a de de 20....

Nombre y Apellidos:

.....

D.N.I.:.....

Fdo.

Nota.- En caso de actuar como tutor o representante legal de la persona objeto de estudio, por tratarse de un menor de 14 años y/o padecer una discapacidad, física o psíquica.

Nombre y Apellidos:

.....

.....

D.N.I.:.....

Fdo.

Anexo 5: Tabla de recogida de datos

Diente	Obturado con cemento A (1) o con cemento B (2)	Filtración si (1) o no (0)	Medida de filtración apical (mm)
1	1	1	1,2
2	1	1	0,3
3	1	1	0,7
4	1	1	0,26
5	1	1	0,12
6	1	1	1,66
7	1	1	0,24
8	1	1	1,72
9	1	1	0,12
10	1	1	1,36
11	1	0	0
12	1	1	0,94
13	1	0	0
14	1	1	0,3
15	1	0	0
16	1	0	0
17	1	1	0,26
18	1	0	0
19	1	1	0,86
20	1	0	0
21	2	1	1
22	2	1	0,4
23	2	1	0,3
24	2	1	0,2
25	2	0	0
26	2	1	1,74
27	2	1	1,1
28	2	1	1,32
29	2	1	0,86
30	2	0	0
31	2	1	1,4
32	2	1	0,48
33	2	0	0
34	2	0	0
35	2	1	0,2
36	2	0	0
37	2	0	0
38	2	1	0,26
39	2	0	0
40	2	1	0,54

SELLADO APICAL DE DOS CEMENTOS DE OBTURACIÓN ENDODÓNTICA: UN ESTUDIO IN VITRO



Autor: Emma de Pastors
Director: Marta Ibor Miguel



INTRODUCCIÓN

El éxito de un tratamiento endodóntico se basa en un protocolo riguroso que incluye un diagnóstico preciso, una preparación meticulosa y un sellado completo del sistema radicular, especialmente de los últimos milímetros apicales. La ausencia de un sellado hermético en el conducto radicular puede llevar al fracaso del tratamiento debido a la microfiltración apical. Las investigaciones actuales se enfocan en mejorar los materiales y técnicas de sellado apical, con los biocerámicos destacándose por sus propiedades avanzadas. Evaluar los diferentes cementos de obturación es crucial para identificar los más efectivos y guiar a los dentistas en su elección.

HIPÓTESIS



Hipótesis nula

El sellado apical no muestra diferencias significativas en función del tipo de cemento utilizado.

Hipótesis alternativa

El sellado apical muestra diferencias significativas en función del tipo de cemento utilizado.

OBJETIVOS

General: Evaluar si existen diferencias significativas en microfiltración apical en función del tipo de cemento utilizado.

Específicos:

1. Describir univariadamente la microfiltración apical en conductos radiculares obturados con cemento Ah plus frente a biocerámico.
2. Analizar la posible asociación entre el grado de filtración, cualitativamente considerado, y el tipo de cemento utilizado para la obturación.
3. Determinar el éxito del sellado apical, entendiendo por éxito la ausencia de microfiltración apical entre ambos tipos de cementos.

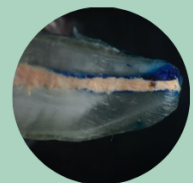
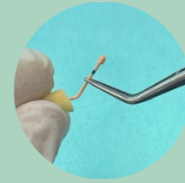
CONCLUSIÓN

1. Se ha evaluado que no existe una diferencia significativa en el nivel de infiltración apical entre el uso de un cemento biocerámico y el AH Plus.
2. Se ha descrito una microfiltración apical de 67.5% en toda la muestra entre los cuales el 35% pertenecen al grupo AH Plus y el 32,5% al grupo AH Plus Biocerámico.
3. Se ha analizado que el grado de microfiltración es independiente del tipo de cemento utilizado al momento de obturar los conductos radiculares.
4. Se ha determinado que solo el 32.5% de la muestra no presenta infiltración apical, indicando que se ha conseguido un sellado apical totalmente exitoso.

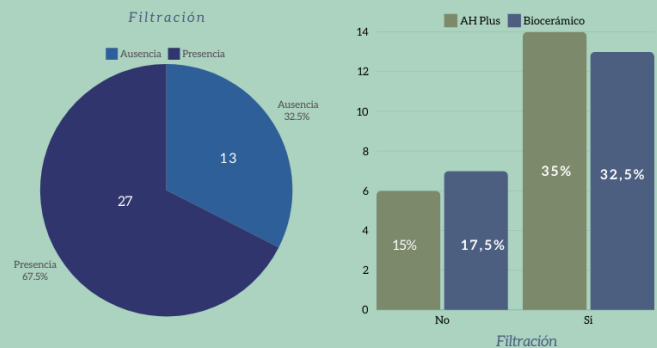
MATERIAL Y MÉTODO



En este estudio in vitro se seleccionaron 40 dientes unirradiculares. Dichas piezas fueron separados en dos grupos: un grupo fue obturado con cemento **AH Plus Biocerámico** y el otro con cemento convencional **AH Plus**. Todas las muestras fueron instrumentadas mecánicamente y luego obturadas mediante el cemento elegido y la técnica de cono único. A continuación, cada diente se cubrió con dos capas de barniz de esmalte (a excepción del ápice) y se sumergió en azul de metileno durante 72 horas. Se cortaron las piezas siguiendo el eje longitudinal de cada diente y se midió la filtración apical mediante microscopía estereoscópica.



RESULTADOS



Los resultados indicaron ausencia de diferencias estadísticamente significativas en el grado de filtración apical en función del tipo de cemento utilizado.

BIBLIOGRAFÍA

