

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA



TRABAJO DE ACADÉMICO

RELEVANCIA DE TÉCNICAS DE OBTURACIÓN Y CEMENTOS
SELLADORES: EXAMINAR LOS MÉTODOS Y SU IMPACTO EN EL
ÉXITO A LARGO PLAZO DE LOS TRATAMIENTOS DE ENDODONCIA.

Para optar el Título de:

Segunda Especialidad en Endodoncia

AUTOR

PALACIOS MÁLAGA NÉSTOR LIZANDRO

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1510-2295>

ASESOR

Dr. MENDIOLA AQUINO CARLOS

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8437-870X>

Tacna, 2024

DEDICATORIA

A Dios padre, fuente infinita de sabiduría, amor y energía; guía y fortaleza constante en mi vida.

A mis amados padres por su infinito amor y el haber inculcado en mi desde pequeño, valores, principios y el deseo de superación constante a través del conocimiento.

A mi compañera de vida mi querida esposa, por su apoyo incondicional, amor y paciencia para lograr con éxito una más de mis metas profesionales.

A mis queridos Lilo y Stich compañeros fieles de mis maratones nocturnas de estudio durante mi especialidad y mi vida diaria.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor Dr. Carlos Mendiola Aquino, por compartir su conocimiento, experiencia y guía en la elaboración del presente trabajo de investigación. Su dedicación y compromiso con mi formación y desarrollo académico han sido una gran inspiración.

A mis colegas doctores docentes y ahora buenos amigos de la especialidad de Endodoncia de la Universidad Privada de Tacna Dr. Santos Pinto, Dr. Mario Casaretto, Dr. Juan Lostaunau, Dr. Jhon Torres por compartir sus conocimientos en mi formación académica de la especialidad.

A uno de mis mejores amigos Dr. Marco Zevallos docente de la Universidad Católica de Santa María quien inicio en mi la pasión por esta bella y desafiante especialidad.

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, **NÉSTOR LIZANDRO PALACIOS MÁLAGA**, en calidad de egresado de la Sección de Segunda Especialidad de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI **40223366**, declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

"RELEVANCIA DE TÉCNICAS DE OBTURACIÓN Y CEMENTOS SELLADORES: EXAMINAR SUS MÉTODOS Y SU IMPACTO EN EL ÉXITO A LARGO PLAZO DE LOS TRATAMIENTOS DE ENDODONCIA."

" Asesorada por **DR. CARLOS MENDIOLA AQUINO**, la cual presente para optar el: Título Profesional de Segunda Especialidad en: **ENDODONCIA**.

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.

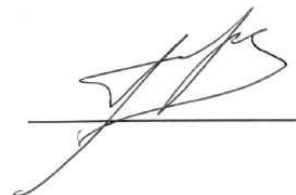
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a La Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable frente a La Universidad de cualquier responsabilidad que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello a favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



DNI: 40223366

Fecha: 16 DE MARZO DEL 2026

RESUMEN

Objetivo: Determinar la relevancia de técnicas de obturación y cementos selladores: examinar los métodos y su impacto en el éxito a largo plazo de los tratamientos de endodoncia. **Materiales y métodos:** Para investigar la relevancia de las técnicas de obturación y los cementos selladores, y su impacto en el éxito a largo plazo de los tratamientos de endodoncia, se consultaron diversas bases de datos científicas, incluyendo PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library y Google Scholar. Además, se revisaron revistas especializadas y libros disponibles, los cuales fueron analizados para la realización de este trabajo de investigación. **Conclusiones:** Al evaluar las técnicas de obturación de conductos radiculares como la técnica de cono único, la de condensación lateral y la de onda continua, es importante considerar factores como la calidad del sellado, la facilidad de aplicación, la biocompatibilidad y la resistencia a la filtración bacteriana, así como la elección del cemento sellador puede depender de varios factores, como las características del conducto radicular, las propiedades del cemento sellador, la técnica de obturación utilizada y las preferencias del profesional. Por ello, es crucial evaluar todas las opciones disponibles y seleccionar el cemento que mejor se adapte a las necesidades del paciente y a los requisitos del tratamiento.

Palabras claves: Técnicas de obturación, Cementos selladores, Éxito, Endodoncia.

ABSTRACT

Objective: Determine the relevance of filling techniques and sealing cements: examine the methods and their impact on the long-term success of endodontic treatments. **Materials and methods:** To investigate the relevance of filling techniques and sealing cements, and their impact on the long-term success of endodontic treatments, various scientific databases were consulted, including PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library and Google Scholar. In addition, specialized journals and available books were reviewed, which were analyzed to carry out this research work. **Conclusions:** When evaluating root canal obturation techniques such as the single cone technique, lateral condensation technique and continuous wave technique, it is important to consider factors such as sealing quality, ease of application, biocompatibility and resistance to corrosion. Bacterial filtration, as well as the choice of sealing cement, may depend on several factors, such as the characteristics of the root canal, the properties of the sealing cement, the obturation technique used and the preferences of the professional. Therefore, it is crucial to evaluate all available options and select the cement that best suits the patient's needs and treatment requirements.

Keywords: Obturation techniques, Sealing cements, Success, Endodontics.

Índice

Introducción	9
Delimitación.....	11
Justificación.....	12
Cuerpo del trabajo	14
1. Técnicas de obturación	15
2. Cementos	26
3. Un estudio de cienciometría, bibliometría y mapas temáticos sobre selladores de conductos radiculares de silicato de calcio hidráulico	46
Conclusiones	49
Bibliografía.....	50

Índice de imágenes

Figura 1	16
<i>Figura 2</i>	17
Figura 3	18
Figura 4	23
Figura 5	28
Figura 6	30
Figura 7	31
Figura 8	31
Figura 9	33
Figura 10	35
Figura 11	36
Figura 12	38

Índice de tablas

Tabla 1	39
Tabla 2	43

Introducción

La completa obturación de los conductos radiculares después de la preparación biomecánica es esencial para prevenir la reintroducción de patógenos orales y la contaminación del sistema de conductos y tejidos periapicales. El propósito del sellado radicular utilizando gutapercha y cemento sellador es evitar la entrada de secreciones y microorganismos en los conductos radiculares y la región apical, previniendo así la reinfección y la formación posterior de lesiones apicales. (1,2)

Los conos de gutapercha y los cementos selladores utilizados en diversas técnicas de obturación deben sellar de manera tridimensional y uniforme el sistema de conductos radiculares, aunque muchos cementos dejan espacios vacíos en el sistema de conductos, lo que puede complicar el resultado final del tratamiento endodóntico. La elección de los cementos es fundamental para el éxito del tratamiento. (3,4)

La técnica de condensación lateral es preferida por su simplicidad, utilizando un cono maestro estándar junto con espaciadores y conos accesorios compactados con un cemento sellador. La técnica de cono único emplea un cono maestro con mayor conicidad, correspondiente al tamaño del último instrumento de preparación, junto con un cemento sellador. La técnica de onda continua utiliza calor para condensar la gutapercha, proporcionando un sellado efectivo.(5)

Los cementos selladores a base de hidróxido de calcio tienen propiedades antibacterianas y favorecen la formación de un puente cementario.(6) Los cementos a base de resina epoxi ofrecen excelentes propiedades físicas y mecánicas, así como una buena adherencia a la dentina.

Los conceptos de la odontología adhesiva han sido cada vez más integrados en la práctica endodóntica, donde la retención micromecánica se emplea para mejorar la hermeticidad del conducto radicular a largo plazo, reduciendo el riesgo de recontaminación bacteriana.(7,8)

Actualmente, los selladores a base de resina están ganando popularidad en el ámbito endodóntico. La idea de crear un monobloque dentro del conducto radicular busca lograr un sellado perfecto y evitar la falta de unión química entre la gutapercha y el sellador a base de resina. Estudios de tensión y evaluación

mecánica han revelado que las mayor tensión se encuentran en la interfaz gutapercha-cemento endodóntico.(9,10)

Con el fin de mejorar la unión entre la gutapercha y el cemento sellador a base de resina, se han introducido al mercado conos de gutapercha recubiertos con adhesivo que promueve una unión química fuerte, permitiendo la formación de un monobloque sólido. Un ejemplo de este concepto es el sistema EndoREZ®.(11)

Los cementos biocerámicos, como el agregado trióxido mineral (MTA) presenta capacidad de sellado y biocompatibilidad superior en comparación con otros materiales utilizados para la obturación del extremo apical de la raíz.(12) Los resultados de diversos estudios de microfiltración han demostrado que el MTA proporciona el mejor sellado apical.(13,14) Asgary y colaboradores introdujeron un nuevo cemento endodóntico con aplicaciones clínicas similares a las del MTA, el cual ha mostrado ofrecer un sellado aceptable, equiparable al del MTA y superior al del IRM.(15) Este cemento es biocompatible, promueve la formación de tejido duro, crea un sello eficaz contra la entrada de microorganismos, puede fraguar en un entorno acuoso, posee propiedades antibacterianas. (16)

Delimitación

En este trabajo de Investigación se tomarán en cuenta:

- La importancia de las técnicas de obturación y cementos selladores se centrará en un ámbito específico, en un país o una región geográfica determinada. Esto permitirá enfocar el estudio en las prácticas y tendencias relacionadas con las técnicas de obturación y los tipos de cementos selladores utilizados en ese lugar en particular.
- En cuanto a la delimitación temporal, el trabajo de investigación se enfocará en un período específico de tiempo, donde se revisaron artículos publicados desde 1994-2023, con la finalidad de examinar las prácticas y avances más recientes en técnicas de obturación y cementos selladores en endodoncia.
- En términos teóricos, el trabajo de investigación se centrará en la revisión y análisis de la literatura académica y científica relacionada con las técnicas de obturación y los cementos selladores en endodoncia. Se exploraron conceptos teóricos, investigaciones empíricas, y avances tecnológicos relevantes para comprender la importancia y el impacto de estas las actividades clínicas y los resultados del tratamiento endodóntico.

Justificación

El papel fundamental para el éxito a largo plazo de los tratamientos de conductos radiculares radica en el adecuado empleo de las técnicas de obturación y cementos selladores en la prevención de la recontaminación bacteriana, la restauración de la salud dental y la conservación de la estructura dental.(17)

En primer lugar, es fundamental comprender que la obturación adecuada del sistema de conductos radiculares es esencial para evitar la reinfección y promover la cicatrización periapical. Un sellado hermético del conducto radicular impide la entrada de microorganismos y fluidos orales al sistema de conductos, lo que evita la persistencia de la infección y favorece la regeneración del tejido periapical.(18)

Además, las técnicas de obturación y los cementos selladores también contribuyen a la preservación de la estructura dental. Un sellado adecuado del conducto radicular ayuda a prevenir la filtración de bacterias y fluidos hacia el interior del diente, lo que puede provocar la descomposición de la estructura dental y la pérdida de tejido dentario. Al utilizar técnicas y materiales de obturación adecuados, se puede mantener la integridad del diente y prolongar su vida útil.(19)

Otro aspecto relevante es la importancia de lograr un sellado apical efectivo para prevenir la filtración de bacterias y la formación de lesiones apicales. Los cementos selladores juegan un papel clave en este proceso al proporcionar un sello hermético en el extremo de la raíz, lo que impide la migración de microorganismos y promueve la curación periapical.(5)

Además, el avance en las técnicas y materiales de obturación ha permitido mejorar la predictibilidad y el éxito de los tratamientos endodónticos. Las técnicas de obturación y la introducción de nuevos cementos selladores ha ampliado las opciones disponibles para los profesionales de la endodoncia, lo que les permite adaptar el tratamiento a las necesidades específicas de cada caso clínico y mejorar los resultados a largo plazo.(20)

En resumen, las técnicas de obturación y cementos selladores desempeñan un papel fundamental en el éxito y la eficacia de los tratamientos endodónticos. Su

correcta aplicación y selección son cruciales para garantizar un sellado hermético del sistema de conductos radiculares, prevenir la recontaminación bacteriana y preservar la salud y la integridad del diente.

Cuerpo del trabajo

De acuerdo con la Asociación Americana de Endodoncia (AAE), el principal objetivo del tratamiento endodóntico es mantener a largo plazo la funcionalidad de los dientes que presentan problemas en la pulpa o en el área periapical. Tras el proceso de limpieza química y mecánica y la adecuación del sistema de conductos radiculares, el propósito de la obturación del conducto radicular es asegurar un sellado permanente, biocompatible y hermético a los microorganismos y a los fluidos.(17)

Durante muchos años, la práctica estándar para las obturaciones radiculares ha sido utilizar conos de gutapercha como material principal, combinados con un sellador específico para el conducto radicular.

Los avances en materiales más recientes se enfocan en mejorar las limitaciones de los selladores y la gutapercha, mientras que las mejoras en las técnicas de colocación han conducido a ahorros en tiempo y costos. Algunas mejoras buscan reemplazar la gutapercha, a menudo junto con la aplicación de selladores más modernos.

Los nuevos núcleos se fabrican con materiales diseñados para adaptarse al tamaño y la forma cónica de los instrumentos de preparación del conducto, lo que ha llevado a considerar aceptable la obturación con un solo cono.

En casos seleccionados, se ha demostrado que el agregado mineral de trióxido (MTA) puede utilizarse como único material de obturación radicular en dientes inmaduros con ápices "abiertos". Además, el MTA y los cementos hidráulicos de silicato de calcio (HCSC) relacionados están ganando importancia como selladores de conductos radiculares. A pesar de estos avances, las formas de conductos radiculares, especialmente las ovaladas, continúan siendo un desafío persistente.

El propósito de la obturación del conducto radicular es el siguiente:

- Sellado de la cámara pulpar y el sistema de conductos para prevenir filtraciones microbianas desde la corona.
- Inhibir la proliferación de microorganismos residuales.

- Detener la entrada de microorganismos al espacio pulpar a través del ápice radicular y otras vías, como los canales laterales, la furcación que se abre hacia el surco gingival y los túbulos dentinarios expuestos alrededor del diente.

Tanto una obturación de calidad del conducto como una restauración coronal con un buen sellado son esenciales para lograr el éxito a largo plazo. Aunque los conductos pueden obturarse inmediatamente después de la preparación, en casos de infección, el uso de medicamentos intracanal reduce la carga microbiana y la presencia de endotoxinas, lo que puede mejorar el pronóstico. Sin embargo, es necesario que los conductos estén adecuadamente secos antes de la obturación.

La elección de la solución para irrigar afecta la adaptación del sellador, la penetración tubular y las filtraciones; el mayor riesgo de filtraciones se encuentra en la interfaz entre el sellador y la pared del conducto. (18)

1. Técnicas de obturación

A. Obturación de cono único

La técnica de obturación de un solo cono implica el uso de un único cono de gutapercha que coincide con el tamaño final de la preparación del conducto radicular, eliminando la necesidad de conos accesorios, calor o compactación secuencial. Esta metodología ha ganado popularidad, especialmente con la introducción de selladores de conductos de alta conductividad térmica y selladores, debido a su rapidez y simplicidad de uso. Un estudio comparativo entre las técnicas de obturación de un solo cono y la condensación vertical cálida utilizando dos tipos de selladores, Root SP y AH Plus, no encontró diferencias significativas en la calidad del relleno o la penetración del sellador, independientemente de la técnica de obturación o el tipo de sellador utilizado. Por lo tanto, hay indicios que sugieren que la técnica de obturación de un solo cono puede ser efectiva en la obturación del conducto radicular, especialmente en conductos que son uniformes y redondos. Sin embargo, dado que esta técnica depende principalmente del sellador para llenar cualquier

espacio vacío, existe un riesgo mayor de formación de espacios vacíos en el relleno resultante del conducto radicular. (18)

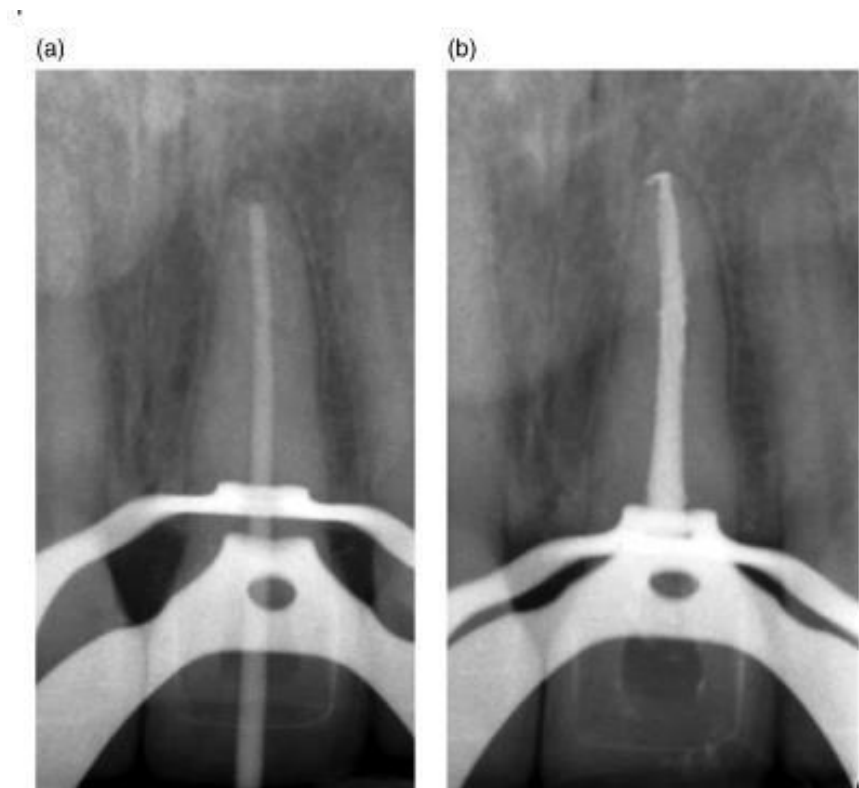


Figura 1: Incisivo central superior izquierdo obturado mediante técnica de cono único.

Fuente: Camilleri J. Endodontic Materials in Clinical Practice. John Wiley & Sons; 2021. 322 p.(18)

B. Compactación lateral

La técnica de compactación lateral es un método ampliamente utilizado y de larga data para la obturación del conducto radicular. En esta técnica, se elige un cono principal de gutapercha que coincida en tamaño y forma con la preparación final del canal.

Es crucial que el cono tenga una resistencia adecuada a la extracción (retroceso) cuando se coloca en toda la longitud de trabajo. Si el cono está suelto o se extiende más allá de la longitud de trabajo, se deben hacer recortes de 1 mm del cono maestro.

Después de ajustar el cono a la longitud de trabajo, el canal se irriga y se seca. Luego, se utiliza un léntulo, para embeber todo el conducto de cemento.

Es crucial verificar que el cono esté ajustado correctamente y que presente una buena resistencia al ser retirado. Si el cono no alcanza la longitud de trabajo completa, pueden ser necesarios conos adicionales o incluso un cono de tamaño más pequeño. Para realizar la compactación lateral de la gutapercha, se utiliza un instrumento manual llamado espaciador.

Las ventajas del uso del espaciador manual es la sensación táctil y el control preciso de la fuerza aplicada que le dará al operador al utilizarlo. Los espaciadores vienen en diferentes tamaños y se fabrican en níquel-titanio y acero inoxidable para adaptarse a las preferencias y necesidades individuales del operador.(21)



Figura 2: Compactación lateral

Fuente: Shenoy A, MALA K. Endodontics: Principles and Practice E-book. Elsevier Health Sciences; 2016. 319 p.(19)

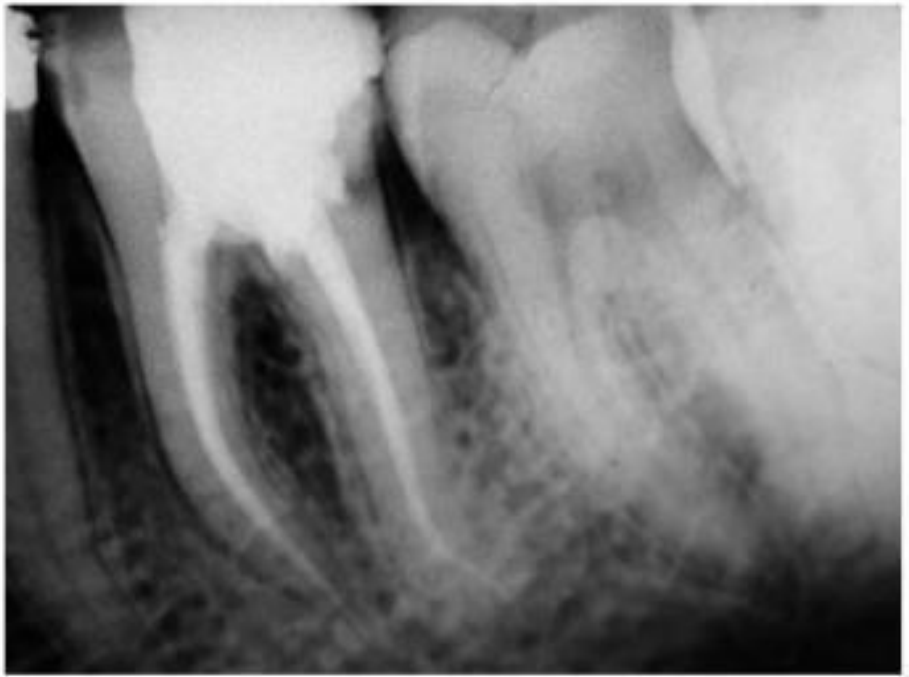


Figura 3: Molar obturado usando la técnica de Compactación lateral

Fuente: Shenoy A, MALA K. Endodontics: Principles and Practice E-book. Elsevier Health Sciences; 2016. 319 p.(19)

B.1 Variantes de la condensación lateral

Se han propuesto diversas técnicas para mejorar la adaptación y la densidad de la gutapercha en la condensación lateral.

- Calentar los espaciadores antes de cada uso.
- Utilizar calor para ablandar la gutapercha antes de colocar el espaciador.
- Aplicar un espaciador energizado por ultrasonidos.
- Emplear un compactador termomecánico impulsado por motor conocido como compactador Mc Spadden, que genera calor por fricción y desplaza el material apicalmente dentro del canal.

La condensación lateral en frío ha sido la técnica más comúnmente empleada para la obturación durante décadas. Esta técnica es fácil de aplicar y requiere una infraestructura mínima.

Sin embargo, lamentablemente, esta técnica depende en gran medida del sellador para ocupar los espacios dentro del canal donde el material de obturación central no llega. En la mayoría de los casos, la parte apical del canal se sellaría únicamente con un cono maestro único, ya que resulta prácticamente imposible introducir un cono accesorio en la zona apical a menos que el tercio apical se ensanche considerablemente. (19)

C. Compactación termomecánica

- **Vibración y calor**

Se puede utilizar una combinación de calor y vibración para condensar gutapercha utilizando el dispositivo de obturación DownPak (Hu-Friedy Co., Chicago, IL, EE. UU.). Este instrumento inalámbrico proporciona pulsos de baja frecuencia (100 Hz) y calienta hasta 350°C. Puede utilizarse para técnicas de condensación lateral y vertical cálida con cualquier material de núcleo. Se calienta un cono maestro en modo vibración y luego se colocan conos accesorios. Las puntas de obturador calentadas, disponibles en NITI o acero inoxidable blando, permiten una gran flexibilidad en canales curvos. Esto puede proporcionar una mejor condensación y homogeneidad en sistemas de conductos radiculares tortuosos, que de otro modo necesitarían una mayor ampliación del conducto para acomodar los sistemas convencionales de obturación caliente.(18)

- **Condensador giratorio**

Un dispositivo giratorio de condensación fue descrito por McSpadden [179], el cual empleaba un motor para ablandar y compactar gutapercha tanto de forma vertical como lateral. Este instrumento, fabricado en acero inoxidable y diseñado especialmente, podía girarse dentro del conducto radicular para generar calor mediante fricción, con el propósito de plastificar un cono de gutapercha frío y luego desplazarlo hacia apicalmente una vez plastificado termomecánicamente. Aunque los instrumentos originales ya no están en producción, existen

alternativas como el Gutta-Condensor (Dentsply Maillefer), que opera a 8000 rpm en una pieza de mano de alto torque, y un condensador lateral térmico (Brasseler).(18)

D. Compactación vertical en caliente

La técnica de condensación vertical en caliente (también conocida como compactación vertical en caliente o técnica de Schilder) es otra estrategia de obturación muy empleada. Esta técnica se atribuye comúnmente al Dr. Herb Schilder, aunque a lo largo del tiempo se han realizado ajustes a la técnica original a medida que avanzaba la tecnología. Una de las principales ventajas de la condensación vertical en caliente es que la gutapercha calentada puede adaptarse a las paredes del canal, lo que resulta especialmente beneficioso en canales con formas irregulares, como en casos de resorción interna. Sin embargo, en comparación con la condensación lateral, esta técnica presenta algunas desventajas, siendo más sensible a la técnica y más difícil de controlar en términos de longitud (lo que aumenta el riesgo de sobrellenado). Además, la condensación vertical en caliente requiere instrumentos y equipos adicionales, y resulta complicado visualizar el nivel de gutapercha en el canal a menos que se utilice un microscopio quirúrgico dental durante el procedimiento.

Al igual que con la condensación lateral, la técnica empleada para la condensación vertical en caliente varía ligeramente de un profesional a otro. Un principio fundamental de la condensación vertical en caliente es que la preparación del canal debe tener una forma de embudo que se estreche de manera continua, manteniendo el agujero apical lo más pequeño posible. A continuación, se detalla un procedimiento básico de condensación vertical en caliente, comenzando con un canal seco:

Se elige un cono maestro de gutapercha que generalmente reproduzca la forma del canal radicular (por ejemplo, si un canal se ha preparado para un cono de tamaño 0,04, se selecciona un cono de tamaño 0,04). Se selecciona un cono maestro cónico, que debe colocarse antes de la longitud de trabajo deseada, con una diferencia de hasta 2 mm. Se

espera que, durante la condensación en la técnica de condensación vertical en caliente, la gutapercha se empuje hacia abajo hasta la longitud de trabajo deseada. Algunos profesionales optan por elegir un cono maestro que se ajuste cómodamente a la longitud de trabajo. Luego de aplicar el sellador y asentar el cono maestro, se quema la porción coronal del cono al nivel del orificio utilizando un obturador calentado eléctricamente. La parte restante de la gutapercha se tapona en el canal de manera apical, utilizando un taponador manual frío preinstalado. Durante este proceso, se debe tener cuidado de que el obturador no bloquee los lados del canal, ya que un tamaño incorrecto podría ejercer una fuerza excesiva en las paredes, aumentando el riesgo de fractura de la raíz. El obturador se utiliza para comprimir la gutapercha de manera uniforme en el canal.

Posteriormente, se quema nuevamente la gutapercha en un nivel más profundo del canal, y se retira una porción de la gutapercha del canal al introducir la fuente de calor unos milímetros en ella. Luego, se vuelve a tapar la masa de gutapercha apicalmente con un taponador manual frío. Este proceso se repite hasta que la porción apical del canal se llene con un tapón apical, aproximadamente a una profundidad de 4 a 6 mm desde la longitud de trabajo. Durante este procedimiento, se debe tener precaución para evitar transmitir niveles peligrosos de calor al ligamento periodontal al utilizar el obturador calentado eléctricamente en el canal.

Posteriormente, se completa el resto del conducto utilizando gutapercha termoplastificada suministrada por un sistema de inyección. Para ello, se coloca primero la punta de inyección tibia en contacto con el tapón apical de gutapercha, con el fin de calentar la gutapercha existente antes de añadir más al canal. Luego, se introduce la gutapercha termoplastificada mediante inyección, mientras se retira el instrumento del canal. La gutapercha inyectada se comprime apicalmente con un obturador frío, aplicando presión hacia abajo mientras la gutapercha se enfría para reducir la contracción. El

proceso de relleno puede realizarse en uno o varios segmentos, dependiendo de la longitud del canal.

Antes de que estuvieran disponibles comercialmente los sistemas de inyección de gutapercha termoplastificada, se solía añadir pequeños segmentos de gutapercha al canal, los cuales se calentaban y luego se compactaban. Una vez completado el relleno con gutapercha, se sella al nivel deseado, similar al procedimiento de condensación lateral. (20)



Figura 4: Sistemas de inyección de gutapercha termoplastificada. (A) El sistema Obtura utiliza bolitas de gutapercha, similar a una pistola de pegamento. (Cortesía de Obtura Spartan.) (B) El Calamus Dual tiene una fuente de calor y una pieza de mano para inyección de gutapercha en una consola. La pieza de mano de gutapercha utiliza cartuchos de gutapercha fabricados para encajar específicamente en la pieza de mano. (Cortesía de Dentsply Sirona.) (C y D) Los sistemas Elements Free y Gutta Smart son inalámbricos y cada uno tiene una pieza de mano con fuente de calor y una pieza de mano para inyección de gutapercha con los correspondientes cartuchos de gutapercha fabricados para adaptarse a cada producto. Ambas piezas de mano inalámbricas comparten una base de carga en cada sistema.

Fuente: Torabinejad M. Endodontics-South Asia Edition, 6e - E-Book. Elsevier Health Sciences; 2020. 521 p. (20)

E. Onda continua

La técnica de onda continua de condensación representa una variación de la compactación vertical en caliente. Se distingue principalmente de la técnica de compactación vertical en caliente en el proceso de down pack, que puede referirse tanto a la eliminación de la gutapercha coronal del canal como al tapón apical de gutapercha resultante. En la técnica clásica de obturación vertical en caliente, se logra la compactación de la gutapercha en múltiples pasos que involucran calentamiento, eliminación de la gutapercha y posterior obturación vertical. En contraste, la técnica de onda continua implica un movimiento continuo durante el down pack. Después de que se coloca el cono maestro en su lugar, se selecciona un obturador preinstalado. Se emplean puntas de obturador que se calientan eléctricamente y se desplazan a lo largo del canal radicular. El obturador calentado se desplaza de forma apical a través de la gutapercha.

Mediante un movimiento continuo durante 1 a 2 segundos, se busca alcanzar el nivel deseado de compactación. Luego, se desactiva el obturador térmico y se aplica presión apical durante 5 a 10 segundos para disminuir la contracción de la gutapercha enfriada. Posteriormente, se administra una ráfaga de calor mientras el obturador se desplaza lateralmente para separarlo de la gutapercha apical. A continuación, se retira el obturador del canal, y cualquier exceso de gutapercha coronal debe eliminarse hasta el nivel del paquete descendente en el canal. La parte apical de la gutapercha se sella con un tapón frío y se rellena el canal, tal como se realiza en la compactación vertical en caliente.

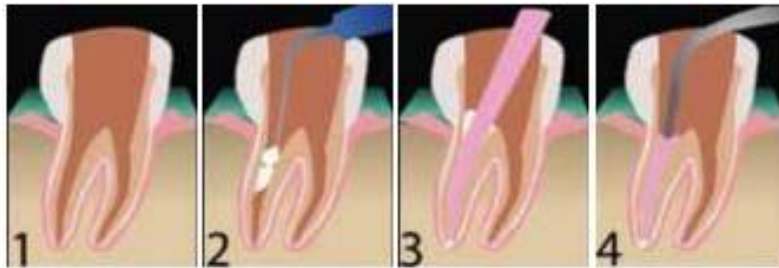
La principal ventaja de la técnica de onda continua es la reducción del tiempo necesario para realizar la obturación. Sin embargo, la desventaja radica en que el método es bastante sensible a la técnica: es posible que la gutapercha apical se elimine junto con el obturador, o que la gutapercha coronal no pueda eliminarse correctamente con el obturador. Al igual que con la compactación vertical en caliente, el control de la longitud es más complicado con la técnica de onda continua en comparación con la condensación lateral en frío.(20)



Fuente: Torabinejad M. Endodontics-South Asia Edition, 6e - E-Book. Elsevier Health Sciences; 2020. 521 p. (20)

F. Técnica hidráulica

El Dr. Dennis Brave en el año 2012 describe una técnica que permite una optimización significativa del tiempo clínico y un aumento en la productividad. Esta técnica, denominada compactación hidráulica sincronizada, comienza con una preparación utilizando instrumentos rotatorios de taper constante (4 o 6%). Si se logra una coincidencia entre el último instrumento utilizado y el cono principal que se empleará en la OCR, la compactación hidráulica se sincroniza. Según Brave, no se recomienda el uso de instrumentos con taper variable debido a la falta de predictibilidad y reproducibilidad en la forma de la preparación, lo que resulta en un ajuste deficiente del cono principal respecto a la preparación. (22)



Fuente: Yáñez B. Cementos de obturación biocerámicos: Una nueva alternativa en Endodoncia. Canal abierto. 2015;(31).

Pasos de la técnica con cemento biocerámico (22)

- Quitar la tapa de la jeringa y colocar una punta dispensadora flexible para abordar las curvaturas.
- Posicionar la punta a nivel del tercio medio del canal.
- Dispensar una pequeña cantidad de cemento.
- Retirar la punta dispensadora del canal y de la jeringa, volviendo a tapar la jeringa para evitar que el cemento se humedezca.
- Empapar el cono de gutapercha con el cemento remanente en la punta dispensadora.
- Introducir el cono de gutapercha en el canal hasta alcanzar la longitud de trabajo.
- Cortar el cono de gutapercha a nivel cervical y compactarlo verticalmente.
- Limpiar la cámara pulpar y realizar un doble sello coronario.

El ajuste perfecto del cono principal genera una excelente fuerza hidráulica, por lo que se recomienda usar pequeñas cantidades de cemento. Es importante señalar que, como en todas las técnicas de obturación, el cono debe insertarse cuidadosamente hasta alcanzar la longitud de trabajo. (22)

En los sistemas TotalFill y EndoSequence, los conos de gutapercha tienen una capa biocerámica incorporada. Esto permite una unión química entre la pared dentinaria y el material de relleno, gracias a la hidroxiapatita creada durante el fraguado del cemento y el enlace químico que se forma entre el cemento y la cubierta de los conos de gutapercha. Así, se logran endodoncias de manera más sencilla, rápida y eficiente. (22)

2. Cementos

Los cementos o selladores desempeñan un papel crucial en el sellado del sistema de conductos radiculares al ocupar áreas que no son llenadas por el material de obturación principal y al eliminar los microorganismos restantes después del proceso de preparación químico-mecánica. Además, funcionan como lubricantes y agentes antimicrobianos. Es importante lograr una apariencia densa de los conductos obturados en las radiografías, aunque algunos selladores como el Dentalis (Neo Dental, Federal Way, WA, EE. UU.), que es un sellador de hidróxido de calcio con yodoformo, pueden presentar limitaciones en este aspecto. Este material obtuvo la aprobación de la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) en 1997 y muestra una excelente radiopacidad, pero debe ser evitado en pacientes alérgicos al yodo.(18)

- **Los selladores de cemento de ionómero de vidrio (GIC)**
Surgieron como alternativas de restauración en los años tempranos de la década de 1970. Se plantearon como materiales que podían adherirse a la dentina, sugiriendo la posibilidad de obtener un sellado sin filtraciones en la obturación radicular. Sin embargo, investigaciones iniciales sobre su uso en endodoncia mostraron una

mayor filtración de tinte en comparación con el sellador AH 26. El primer GIC fraguaba demasiado rápido, lo que dificultaba su aplicación con la técnica de condensación lateral en endodoncia. Fue necesario añadir radiopacificadores y realizar modificaciones al polvo para prolongar su tiempo de fraguado. Los materiales prototipo demostraron filtraciones similares a las del sellador Pulp Canal Sealer. Hacia principios de la década de 1990, se desarrolló un sellador GIC comercial, conocido como Ketac Endo. Según la información proporcionada por el fabricante, este sellador tenía partículas que variaban desde menos de 1 μm hasta un máximo de 25 μm , y un tiempo de trabajo de 7 minutos. Se planteaba que su capacidad de adhesión a la dentina fortalecería los dientes tratados. Sin embargo, investigaciones iniciales reportaron un fraguado rápido, reduciendo el tiempo de trabajo a solo 60 segundos. Esto, junto con el tiempo necesario para transportar el sellador al sistema de conductos radiculares, resultó en la formación de huecos detectables en la obturación radicular, según evidencia radiográfica.

La eficacia del sellador Ketac Endo se evaluó en comparación con el AH 26, lo que reveló una mayor filtración, atribuida a su rápido fraguado, mayor contracción volumétrica y falla adhesiva durante este proceso. Un estudio clínico realizado en 1995, que involucró 486 dientes tratados por tres operadores, respaldó el uso clínico de Ketac Endo al observar que cualquier material extruido no fue absorbido por los tejidos durante un período de observación de 6 a 18 meses.

Se investigaron las fuerzas de unión de los selladores de cemento de ionómero de vidrio (CIV) a las paredes del conducto radicular, y se descubrió que los ácidos fosfórico y cítrico eran más efectivos que el ácido etilendiaminotetracético (EDTA) para eliminar la capa de barro cuando se usaba Ketac Endo. Sin la eliminación previa de esta capa, no se pudo evaluar la unión. La adhesión de Ketac Endo y AH Plus a la gutapercha fue mejor que a las estructuras dentales. Se especuló que el CIV podría quelar con componentes de zinc en

los conos de gutapercha, lo que destaca la preocupación por la fuga apical en diferentes interfaces.

Entre las desventajas de los selladores de CIV se incluye su limitada actividad antibacteriana y las dificultades en el retratamiento debido a la falta de disolventes conocidos. Aunque los selladores de CIV muestran ciertas propiedades antimicrobianas debido a la liberación de fluoruro y la presencia de cationes como estroncio y zinc, presentan valores bajos de pH durante el fraguado. En la Universidad de Toronto se desarrolló un sellador de conducto radicular experimental basado en CIV, ZUT, con el objetivo de mejorar las propiedades antimicrobianas. Este sellador combinaba una base de CIV con zeolitas antimicrobianas, estructuras cerámicas porosas que pueden contener un material central como un ión metálico o una molécula orgánica.

Se llevó a cabo un estudio comparativo de los efectos antimicrobianos de ZUT con Ketac Endo, utilizando *Enterococcus faecalis* como organismo de prueba. Se encontró que Ketac Endo suprimió eficazmente *E. faecalis* después de 24 horas, al igual que los selladores a base de silicato tricálcico como el Totalfill BC.(18)



Figura 5: Ketac endo

Fuente: 3M. Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers.(22)

- **Selladores tipo 2**

Estos selladores se basan en MTA, pero cuentan con aditivos destinados a mejorar su desempeño. Entre estos aditivos se incluyen dióxido de silicio, carbonato de calcio, alginato de propilenglicol, citrato de sodio y cloruro de calcio. Además, contienen trióxido de bismuto y sulfato de bario, los cuales les confieren una radiopacidad equivalente a 6 mm de aluminio. El material fragua en un lapso de una hora. Se ha observado que el sellador Endo CPM es dimensionalmente estable, aunque presenta una mayor incidencia de filtraciones en comparación con MTA Fillapex y un sellador convencional basado en hidróxido de calcio. No obstante, se ha demostrado que tiene una adherencia notablemente mayor a la dentina radicular en comparación con MTA Fillapex y AH Plus. Además, exhibe actividad antibacteriana contra *Staphylococcus aureus* y *Streptococcus mutans* en su estado recién mezclado, aunque en menor medida que AH Plus. También se ha confirmado su biocompatibilidad.

Por otro lado, el sellador EndoproRoot, desarrollado por Dentsply Tulsa Dental Specialties y lanzado en 2016, se deriva del material de reparación de raíces ProRoot MTA de la misma compañía. Los principales componentes de su polvo son silicato tricálcico y silicato dicálcico, con sulfato de calcio como retardante de fraguado y óxido de bismuto como radiopacificador, además de una pequeña cantidad de aluminato tricálcico. Estos componentes son similares a los de ProRoot MTA, pero se afirma que el sellador EndoproRoot está mejorado, clasificándolo como un HCSC de tipo

2. Se presenta en forma de polvo y líquido predosificados, y está diseñado para ser compatible con todas las técnicas de obturación.

Se ha recomendado su uso como sellador en procedimientos de obturación de conductos tanto en frío como en caliente, con un tiempo de manipulación de 65 minutos y un tiempo de fraguado de 12 horas. Muestra una capacidad de flujo superior y exhibe actividad biológica cuando se expone a fluidos corporales.

MTA Obtura, fabricado por la misma empresa que MTA Fillapex, tiene una composición similar al MTA gris. Tiene un flujo comparable al de AH Plus. Sin embargo, al emplearse como material de sellado en la obturación de conductos radiculares, se ha observado que presenta mayores filtraciones que el AH Plus. (18)



Figura 6: ProRoot

Fuente: Dentsply Sirona. ProRoot MTA – Dentsply Sirona
(23)



Figura 7: MTA Obtura

Fuente: Depósito Dental REISIX. MTA Fillapex
Cemento Obturador Endodontico (24)



Figura 8: AH PLUS

Fuente: Dentsply Sirona. Sellador de conducto radicular AH Plus (25)

- **Selladores tipo 3**

El sellador MTA Fillapex, fabricado por Angelus, es un sellador de conductos radiculares que se basa en resina de silicilato y está compuesto por cemento mineral trióxido agregado (HCSC). Se

desarrolló con el propósito de combinar la biocompatibilidad y las propiedades bioactivas del MTA con una resina sintética que posee características físicas sólidas. Está compuesto por dos pastas, una base de color amarillo y una catalizadora blanca, y está recomendado para su uso en técnicas de obturación de conductos tanto en frío como en caliente. Debido a su alto pH, muestra actividad antimicrobiana y ha demostrado producir una zona de inhibición más amplia contra *E. faecalis* en comparación con el Endo PM Sealer en una prueba de difusión en agar. Sin embargo, ninguno de los selladores pudo mantener este efecto antibacteriano siete días después de su mezcla.

En cuanto a su radiopacidad, el MTA Fillapex es más radiopaco que el BioRool RCS, un sellador de canales de silicato tricálcico, pero menos radiopaco que selladores convencionales como AH Plus y Pulp Canal Sealer.

Tiene una capacidad de opacidad radiográfica equivalente a 7 mm de aluminio, gracias a la presencia de trióxido de bismuto. Sin embargo, algunos estudios indican que su opacidad radiográfica es menor. Según la información proporcionada por el fabricante, su composición después de la mezcla incluye principalmente MTA, resina de salicilato, resina natural, bismuto y sílice. Tiene un tiempo de fraguado inferior a 240 minutos y presenta un alto flujo, lo que le permite llenar conductos laterales y accesorios. Se ha observado que tiene una solubilidad, cambio dimensional y volumétrico, así como porosidad, mayores en comparación con el AH Plus, aunque presenta una menor incidencia de filtraciones. Respecto a la decoloración después de la colocación en cámaras pulpares de molares, dependiendo de la presencia de óxido de bismuto en su formulación.

Estudios recientes han generado resultados contradictorios en cuanto a la citotoxicidad y genotoxicidad del MTA Fillapex. Algunos estudios sugieren que este sellador no es biocompatible ni favorece la reparación del tejido óseo, sino que induce una reacción irritante en los tejidos. Otros estudios han concluido que es

citotóxico. Por lo tanto, a pesar de contener MTA, esta formulación puede no ofrecer las ventajas biológicas esperadas.

Además, se han desarrollado otros selladores basados en cemento Portland que utilizan vehículos no acuosos, como el Bio-C Sealer de Angelus, con base en cemento Portland, un radiopacificador y aditivos, y se presenta en una matriz no acuosa de propilenglicol. (18)



Figura 9: Bio-C Sealer

Fuente: Angelus. Sellador Angelus BIO C listo para usar Sellador (26)

- **Selladores tipo 4 y 5**

Los selladores a base de silicato tricálcico se desarrollaron con el propósito de evitar la contaminación por oligoelementos presentes en el cemento Portland. Entre los selladores de base acuosa se encuentra el BioRoot RCS, un cemento hidráulico que consiste en un polvo y un líquido a base de silicato tricálcico, introducido en el mercado a principios de 2015. Este sellador, clasificado como HCSC tipo 4, se recomienda para técnicas de condensación lateral en frío o de cono único. Al calentarse, se produce la evaporación del agua, lo que resulta en una disminución del tiempo y flujo de fraguado y un aumento en el grosor de la película formada. Aunque el fabricante indica un tiempo mínimo de trabajo de más de 10 minutos y un tiempo máximo de fraguado de 4 horas.

La composición del polvo incluye silicato tricálcico, povidona y óxido de circonio, mientras que el componente líquido consiste en una solución acuosa de cloruro de calcio y policarboxilato. BioRoot RCS está formulado para no causar manchas en los dientes y ofrece una excelente capacidad de evacuación, facilitando el retratamiento. Las obturaciones realizadas con este sellador han mostrado mayores volúmenes de vacío en comparación con el AH Plus.

Aunque BioRoot RCS es radiopaco, su nivel de radiopacidad es considerablemente menor que el de los selladores convencionales como AH Plus y Pulp Canal Sealer. Un estudio reciente in vitro ha demostrado que BioRoot RCS exhibe actividad bioactiva y biocompatible. Sin embargo, lamentablemente, también ha mostrado cierto grado de citotoxicidad, aunque en menor medida que los selladores de conductos radiculares convencionales. Además, presenta propiedades antimicrobianas excepcionales, independientemente del protocolo de irrigación utilizado.

El sellador EndoSequence BC, también conocido como Root SP o TotalFill BC Sealer, es una pasta de cemento hidráulico blanco inyectable, premezclada y lista para usar, a base de silicato de calcio. Este tipo de sellador ha sido denominado "biocerámica". Su composición incluye silicato tricálcico, silicato dicálcico, fosfato cálcico monobásico, hidróxido de calcio y un agente espesante. El tiempo de trabajo del material es de 30 minutos y, bajo condiciones normales, fragua en 4 horas; sin embargo, si la dentina está muy seca, este tiempo puede extenderse hasta 10 horas.

La radiopacidad de EndoSequence BC Sealer equivale a 3,83 mm de aluminio, ligeramente por encima del estándar mínimo de referencia, aunque un estudio reporta un equivalente a 6,09 mm de aluminio. Se ha observado que este sellador aumenta la resistencia a la fractura en premolares con tratamiento de conducto radicular. EndoSequence BC Sealer HiFlow de Brasseler y TotalFill BC Sealer HiFlow de FKG han sido diseñados específicamente para su uso en técnicas de obturación en caliente. Estos selladores

presentan una menor viscosidad cuando se calientan y son más radiopacos. No experimentan cambios químicos cuando se someten a altas temperaturas, gracias a su vehículo no acuoso, lo que ayuda a evitar la desecación.

El sellador de raíces SP inicialmente muestra actividad antibacteriana contra *E. faecalis* in vitro, pero esta actividad disminuye drásticamente solo siete días después del fraguado. Según el fabricante, el sellador no sufre contracción durante el fraguado. Estudios in vitro han revelado cierto nivel de citotoxicidad, aunque en menor medida que el sellador AH Plus. Investigaciones recientes han demostrado una mayor citocompatibilidad en comparación con MTA Fillapex y AH Plus.(27–29) Durante el fraguado, el sellador exhibe propiedades antibacterianas debido a su alta alcalinidad. Además, ha mostrado resultados prometedores in vitro al aumentar la resistencia a la fractura de la raíz. Se ha observado una mayor penetración en los túbulos dentinarios después de varios protocolos de irrigación en comparación con AH Plus, GuttaFlow y MTA Fillapex. Asimismo, produce una mayor resistencia al desprendimiento de la dentina radicular en comparación con AH Plus, Epiphany y MTA Fillapex. (18)



Figura 10: BioRoot RCS

Fuente: Septodont. Septodont BioRoot Root Canal Sealer (30)

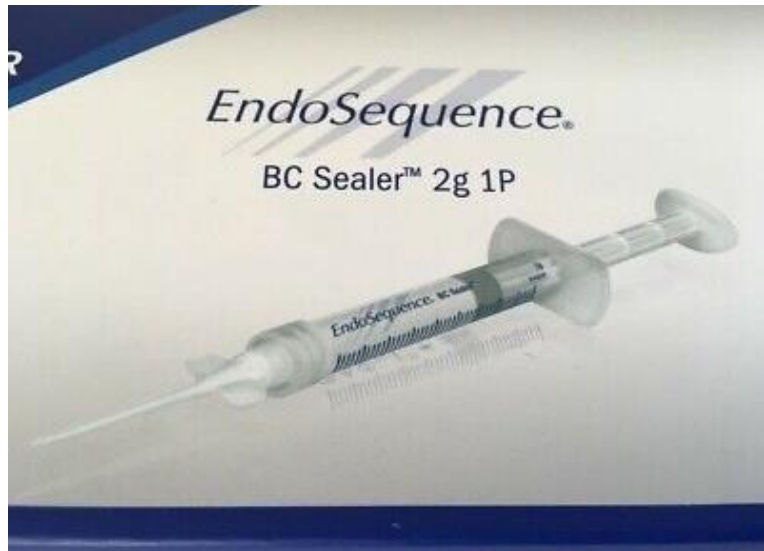


Figura 11: EndoSequence

Fuente: Brasseler. Endosequence BC Sealer Bioceramic Root Canal Sealing Material (31)

- **Otros tipos de selladores**

El uso de selladores que contienen cloroformo, como Rosin-cloroformo, Chloropercha (de Tanrac Lid, Gavle, Suecia) y Kloropercha, ha disminuido debido a las preocupaciones sobre su toxicidad.

Los selladores que incluyen formaldehído ya no son recomendados, ya que contienen cantidades considerables de paraformaldehído y se consideran inseguros.(32)

Se han desarrollado selladores a base de fosfato de calcio, como Capseal I y II y Sankin Apatite Root Canal Sealer (de Sankin Kogyo, Tokio, Japón). Se ha observado que la presencia de yodoformo y ácidos poliacrílicos en estas formulaciones puede causar citotoxicidad, y se han obtenido resultados cuestionables en términos de su biocompatibilidad.(18)

Prácticamente todos los materiales endodónticos pueden causar decoloración de los dientes, por lo que es poco probable que algún sellador pueda garantizar la estabilidad del color en un diente tratado endodónticamente. Esto resalta la importancia de terminar

la obturación del conducto lejos de la corona clínica, protegiéndola con una barrera del orificio, y limpiando cuidadosamente la cavidad anterior antes de colocar la restauración coronal final.(18)

En la actualidad, se observa un aumento en el uso de selladores a base de resina. El propósito principal detrás del concepto de crear un monobloque en el conducto radicular es lograr un sellado perfecto dentro del canal y prevenir la falta de unión química entre la gutapercha poliisopreno y el sellador de resina de metacrilato. Un análisis de tensión y una evaluación mecánica de dientes sometidos a tratamiento endodóntico revelaron que la tensión se concentraba en áreas donde se aplicaba carga al diente, particularmente en la interfaz entre la corona y la raíz dental, así como en la región superior del material endodóntico. Las mayores diferencias y tensiones se encontraron específicamente en la interfaz entre el material y el cemento endodóntico. Investigaciones realizadas por Chieruzzi y colegas confirmaron que la resistencia de los sistemas dentales bajo cargas masticatorias estaba estrechamente ligada a la unión en las interfaces entre el poste y el cemento, así como entre el cemento y la dentina.

En el mercado, se han introducido conos de gutapercha recubiertos con un adhesivo compuesto por diisocianato de polibutadieno de metilo y una resina adhesiva hidrófila. Este enfoque promueve una unión química robusta entre la gutapercha y el sellador de resina de metacrilato, lo que facilita la formación de un monobloque sólido. Este principio se materializa en el sistema EndoREZ®.

Uno de los métodos más comúnmente utilizados para evaluar la eficacia de estos materiales en proporcionar un sellado adecuado in vitro es el estudio de la infiltración apical durante la penetración de un tinte. Este método implica la medición lineal de la penetración del tinte entre las paredes del conducto radicular y el material de obturación del mismo. La tinta china es el tinte más empleado para este propósito, debido a su bajo peso molecular.

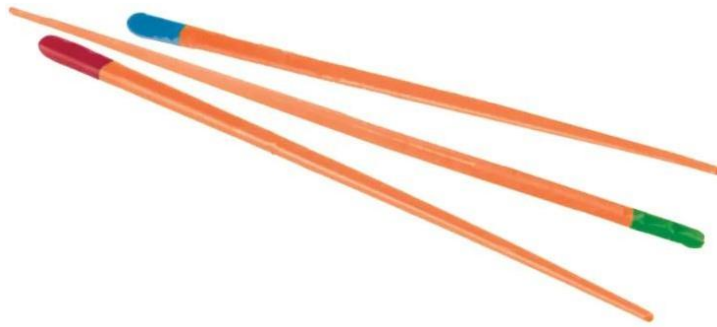


Figura 12: Sistema EndoREZ

Fuente: Kikly A, Jaâfoura S, Kammoun D, Sahtout S. Sealing Ability of Endodontic Cements: An In Vitro Study. Int J Dent. 13 de febrero de 2020;2020:5862598.

(33)

Algunas investigaciones sobre la viabilidad y migración celular evaluaron los selladores EndoSequence BC, BioRoot RCS y Endoseal MTA, todos a base de silicato de calcio, mostrando resultados positivos en comparación con el grupo de control.(34) Se observó una mayor actividad de mineralización con los selladores a base de silicato de calcio en comparación con el sellador AH Plus. En términos de retratabilidad, se encontró que EndoSeal MTA presentaba una mayor cantidad de sellador residual, especialmente en conductos radiculares con forma de C.(35) Otro estudio comparativo entre BioRoot RCS, MTA Fillapex, Endo CPM y AH Plus reveló una retratabilidad más favorable y menor cantidad de sellador residual para los selladores a base de silicato de calcio, lo que resultó en tiempos de retratamiento más cortos.(29) Además, se observó una mayor profundidad de penetración de BioRoot RCS en comparación con AH26 y MTA Fillapex, especialmente en el tercio apical durante los procedimientos de retratamiento.(36)

En investigaciones recientes sobre biocompatibilidad y capacidad bioactiva, MTA Fillapex y NeoMTA Plus mostraron biocompatibilidad deseada, con una respuesta inflamatoria primaria que se reemplazó por cápsulas fibrosas delgadas con el tiempo, con una disminución más rápida de la respuesta inflamatoria observada en el grupo de NeoMTA Plus.(37) Los selladores TotalFill BC

demonstraron una citocompatibilidad superior a MTA Fillapex y AH Plus, aunque MTA Fillapex mostró citotoxicidad significativamente mayor que los selladores BC.(38) Además, los valores de liberación de iones Ca²⁺ y pH de TotalFill BC fueron mayores que los de MTA Fillapex y AH Plus. Sin embargo, MTA Fillapex mostró mayores cambios volumétricos en comparación con TotalFill BC y AH Plus.(39)

Con respecto al dolor postoperatorio, no se observaron diferencias significativas entre Endoseal MTA, EndoSequence BC y AH Plus, ni entre MTA Fillapex, Endofill y AH Plus después de la obturación del conducto radicular.(40)

Tabla 1

Clasificación según el tipo de sellador

CEMENTO	PRESENTACIÓN	CARACTERÍSTICAS	COMPOSICIÓN	TECNICÁS DE OBTURACIÓN EN LA QUE SE PUEDE USAR
Selladores de cemento de ionómero de vidrio	Ketac Endo	Base de ionómero de vidrio desarrollado Biocompatibilidad, adhesión química y liberación de flúor.	Polvo: Silicato de aluminio y calcio, Óxido de aluminio, Sílice, Flúor (liberado lentamente) Líquido: Ácido poliacrílico, Agua, Otros ácidos débiles (que ayudan en la reacción de fraguado).	Técnica de cono único. Técnica de compactación lateral. Técnica de compactación vertical.
Selladores tipo 2	MTA	Biocompatibilidad, capacidad de inducir formación de tejidos duros y sellado marginal. Propiedades antimicrobianas alcalinidad elevada (pH alto).	Dióxido de silicio, carbonato de calcio, alginato de propilenglicol, citrato de sodio y cloruro de calcio. Trióxido de bismuto y sulfato de bario, confieren una radiopacidad equivalente a 6 mm de aluminio.	Obturación apical: retro-obturación, casos de perforaciones o lesiones periapicales. Compactación directa en el conducto, sellando la región apical para asegurar una obturación hermética. No es usual
	AH Plus Tipo 2	Base de resina epóxica de dos componentes (base y catalizador). Alta estabilidad dimensional Baja solubilidad. Excelente capacidad de sellado. Biocompatibilidad Radiopacidad.	Base: Bisfenol-A-diglicidil éter: Principal componente de la resina epóxica, contribuye a la estabilidad dimensional. Resina amínica: Mejora la adhesión del sellador y su resistencia. Óxido de hierro: Aporta radiopacidad. Pirofosfato de calcio: Actúa como relleno. Componentes del catalizador: Aminas alifáticas: Actúan como catalizadores para iniciar el proceso de polimerización. Triciclo-decanodiamina:	Técnica de cono único. Técnica de compactación lateral o vertical.

			<p>Mejora la resistencia química y física del material.</p> <p>Dibenzoílo: También ayuda a iniciar la polimerización de la resina.</p> <p>Sílice coloidal: Mejora la manipulación y consistencia del cemento.</p>	
	ProRoot Tipo 2	<p>Es una forma comercial de MTA.</p> <p>Biocompatibilidad y es capaz de inducir la regeneración de tejidos (cemento, hueso y dentina).</p> <p>Excelente capacidad de sellado,</p> <p>Baja solubilidad</p> <p>Resiste la humedad.</p>	<p>Componentes principales:</p> <p>Óxido de calcio: Contribuye a la formación de hidróxido de calcio, que favorece la bioactividad del material.</p> <p>Silicato tricálcico: Es un material clave que reacciona con el agua para formar una matriz de silicato hidratado, aportando dureza y resistencia.</p> <p>Silicato dicálcico: Contribuye a la formación de una matriz densa que sella el conducto.</p> <p>Óxido de bismuto: Aporta radiopacidad al material.</p> <p>Óxido de aluminio: Mejora las propiedades mecánicas del material.</p>	<p>Apexificación y obturación apical.</p> <p>Obturación retrógrada.</p> <p>Técnica de obturación directa: También se puede emplear en la obturación de perforaciones radiculares o furcales, sellando defectos donde se ha comprometido la estructura del diente.</p>
Selladores tipo 3	MTA Fillapex	<p>Es un sellador a base de MTA (Mineral Trioxide Aggregate) combinado con una resina.</p> <p>Biocompatible, que libera iones de calcio.</p> <p>Buena capacidad de sellado.</p> <p>Tiempo de trabajo adecuado</p> <p>Radiopaco</p> <p>Menor estabilidad dimensional en comparación con otros selladores de MTA y tiende a reabsorberse más lentamente.</p>	<p>MTA (silicatos de calcio), Bis-GMA, dióxido de silicio, óxido de bismuto, óxido de calcio</p>	<p>Técnica de cono único.</p> <p>Técnica de compactación lateral o vertical.</p>
Selladores tipo 4 y 5	Biodentine	<p>Cemento biocerámico a base de silicato tricálcico.</p> <p>Alta biocompatibilidad</p> <p>Bioactivo,</p> <p>Baja solubilidad</p> <p>Hidrofílico.</p> <p>Fraguado: 12 minutos,</p>	<p>Polvo:</p> <p>Silicato tricálcico y dicálcico: Principales componentes que promueven la bioactividad.</p> <p>Óxido de calcio: Facilita la liberación de iones de calcio, lo que induce la mineralización.</p> <p>Carbonato de calcio: Actúa como agente de refuerzo.</p> <p>Óxido de zirconio: Proporciona radiopacidad.</p> <p>Líquido:</p> <p>Agua: Componente de hidratación.</p> <p>Cloruro de calcio: Acelera el tiempo de fraguado.</p> <p>Modificadores hidrosolubles: Mejoran la</p>	<p>Apexificación: Se utiliza en dientes inmaduros.</p> <p>Reparación de perforaciones</p> <p>Obturación retrógrada (retro-obturación):</p> <p>Material de relleno apical: En dientes con ápices abiertos o fracturados, Biodentine puede ser utilizado para sellar el ápice.</p>

			manipulación del material.	
BioRoot RCS	<p>Biocerámico a base de silicato tricálcico. Biocompatible Bioactivo Sellado hermético, Hidrofílico. Baja solubilidad. Se une bien a la dentina y a la gutapercha. Fraguado: 4 horas</p>	<p>Silicato tricálcico: El componente principal que genera la bioactividad y permite la formación de hidroxiapatita. Óxido de calcio: Contribuye a la liberación de iones de calcio para la cicatrización. Silicato de zirconio: Aporta radiopacidad. Tantalato de calcio: Mejora las propiedades físicas del sellador.</p>	Técnica de cono único. Compactación lateral o vertical.	
EndoSequence BC Sealer Hidráulico	<p>Sellador Biocerámico Premezclado a base de silicato tricálcico. Hidrofílico Bioactivo, Biocompatible Baja Solubilidad. Fraguado: 4 horas.</p>	<p>Silicato tricálcico: El componente clave que aporta bioactividad. Silicato dicálcico: Mejora las propiedades de sellado y resistencia del material. Óxido de zirconio: Aporta radiopacidad. Silicato de calcio: Ayuda en la liberación de iones de calcio y favorece la formación de hidroxiapatita.</p>	Técnica de cono único. Compactación lateral o vertical:	
Bio-C Sealer Hidráulico	<p>Biocerámico a base de silicato de calcio. Biocompatibilidad. Baja solubilidad, Radiopaco, Liberación de iones de calcio, Hidrofílico.</p>	<p>Silicato tricálcico, dióxido de circonio, óxido de calcio, silicato dicálcico, óxido de tantalio</p>	Técnica de cono único. Compactación lateral o vertical.	

	ProRoot MTA	<p>MTA Biocerámico basado en silicato de calcio. Altamente biocompatible, Excelentes propiedades de sellado. Baja solubilidad. Promueve la regeneración de tejidos duros. Es crucial un sellado hermético y la regeneración de tejidos. Fraguado: 2 horas.</p>	<p>Silicato tricálcico: Principal componente bioactivo que promueve la formación de tejido mineralizado. Silicato dicálcico: Ayuda a mejorar la resistencia y la capacidad de sellado. Óxido de bismuto: Aporta radiopacidad. Óxido de calcio: Libera iones de calcio, que son esenciales para la formación de tejido duro y cicatrización.</p>	<p>Apexificación: casos de ápices abiertos o inmaduros para formar una barrera apical. Obturación retrógrada. Reparación de perforaciones. Relleno apical.</p>
--	-------------	--	---	--

Fuente: Aria M, Cucurullo C. *bibliometrix*: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. J Informetr. 1 de noviembre de 2017;11(4):959-75.

Tabla 2

Propiedades físicas y tamaño de partícula de los cementos selladores

Cemento/Sellador	Propiedades Físicas	Propiedades Biológicas	Tamaño de Partícula	Grado de Fluidez	Tiempo de Fraguado	Solubilidad	Técnica de Obturación Sugerida	Radiopacidad	Durabilidad a Largo Plazo
MTA (Dentsply Sirona, USA)	Alta estabilidad, radiopaco, activado por humedad	Promueve la cicatrización y formación de tejido mineralizado, antimicrobiano	1-10 micras	Fluidez media	2 horas 45 minutos	Baja a moderada	Apexificación, obturación retrógrada	Alta; Óxido de bismuto	Muy alta
BioRoot RCS (Septodont, Francia)	Mantiene su volumen, radiopaco, excelente adhesión	Bioactivo, promueve la cicatrización, antimicrobiano	1-2 micras	Alta fluidez	4 horas	Baja a moderada	Cono único	Alta; Óxido de circonio	Muy alta
AH Plus (Dentsply Sirona, Alemania)	Alta estabilidad, radiopaco, excelente adhesión	Menor bioactividad, moderadamente biocompatible	1-3 micras	Fluidez media	8 horas	Muy baja	Gutapercha termoplastificada, obturación lateral	Alta; Óxido de circonio	Alta

MTA Fillapex (Angelus, Brasil)	Menor estabilidad, tendencia a contracción, radiopaco	Promueve la formación de hidroxiapatita, moderadamente biocompatible	2-10 micras	Fluidez media	2 horas	Alta	Cono único	Alta; Óxido de bismuto	Moderada
Endosequence BC Sealer (Brasseler USA, USA)	Alta estabilidad, sin contracción, buena adhesión	Libera iones de calcio, favorece la cicatrización, antimicrobiano	0.5-2 micras	Alta fluidez	4 horas	Baja a moderada	Cono único	Alta; Óxido de circonio	Muy alta
Ketac-Endo (3M, USA)	Buena estabilidad, moderada radiopacidad	Baja bioactividad, moderadamente biocompatible, antimicrobiano por flúor	4-10 micras	Fluidez media a baja	7 minutos	Moderada a alta	Obturación lateral	Moderada; Yterbio trifluoruro	Moderada
RoekoSeal (Coltène/Whaledent, Suiza)	Moderada estabilidad, menor radiopacidad	Baja bioactividad, moderadamente biocompatible, menor antimicrobiano	2-4 micras	Alta fluidez	4 horas	Muy baja	Gutapercha termoplastificada, obturación lateral	Moderada; Óxido de circonio	Moderada

Angelus Bio C Sealer (Angelus, Brasil)	Alta estabilidad, sin contracción, radiopaco	Bioactivo, favorece la cicatrización, antimicrobiano	1-2 micras	Alta fluidez	2-4 horas	Baja	Cono único	Alta; Óxido de circonio	Muy alta
iRoot SP (Innovative BioCeramix, Canadá)	Alta estabilidad, fuerte adhesión, radiopaco	Bioactivo, promueve la formación de hidroxiapatita, antimicrobiano	0.5-2 micras	Alta fluidez	4 horas	Baja	Cono único	Alta; Óxido de circonio	Muy alta

Fuente: Aria M, Cuccurullo C. *bibliometrix*: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. J Informetr. 1 de noviembre de 2017;11(4):959-75.

3. Un estudio de cienciometría, bibliometría y mapas temáticos sobre selladores de conductos radiculares de silicato de calcio hidráulico.

El objetivo de esta investigación fue detallar indicadores bibliométricos fundamentales y examinar las tendencias actuales de investigación.

Se emplearon las bases de datos Clarivate Web of Science (WoS) y Scopus de Elsevier para garantizar la metodología sistemática de este estudio. El 10 de agosto de 2023, dos investigadores llevaron a cabo una búsqueda conjunta de "sellador HCSB" y términos generales relacionados con la endodoncia en Scopus y en dos bases de datos principales de WoS Core, Science Citation Index Expanded (SCIE) y Social Science Citation Index (SSCI). Se combinaron campos de búsqueda como el título del artículo y palabras clave de autor utilizando operadores booleanos (Y, O y asterisco [*]) para encontrar estudios pertinentes. Luego de ejecutar la estrategia de búsqueda booleana, se refinó el alcance de la búsqueda utilizando la operación NO para excluir el título exacto o palabras clave del autor relacionadas con "cirugía". Se incluyeron documentos categorizados como artículos y revisiones, sin restricciones de idioma o fecha de publicación, mientras que se excluyeron documentos como erratas, cartas, materiales editoriales, resúmenes de reuniones y notas. Los datos, incluidos los registros completos y las referencias citadas, se exportaron en formato de texto plano desde WoS y en formato de valores separados por comas (CSV) desde Scopus.(41)

Los datos bibliográficos fueron importados a RStudio versión 0.98.1091 utilizando Bibliometrix versión 1.7. Para el análisis completo del mapeo científico, se empleó RTools versión 3.6.1, mientras que Biblioshiny sirvió como interfaz web para Bibliometrix.(42) Se generó un conjunto de datos bibliográficos que incluye información como nombres de autores, afiliaciones, títulos, palabras clave, métricas de revistas y citas. Se llevó a cabo un análisis bibliométrico que evaluó diversos indicadores como la distribución anual de la literatura, autores destacados, instituciones, países, revistas, citas y densidad de publicaciones más citadas. Además, se examinó el nivel de evidencia, el diseño

del estudio y el tema de interés. Se crearon visualizaciones de las palabras clave más frecuentes en los títulos y en los trabajos de los autores, lo que permitió identificar temas comunes, la evolución de la investigación y las tendencias anuales. También se construyó un mapa temático de grupos de redes de coocurrencia para visualizar cómo los documentos comparten conceptos comunes.(43)

Entre los 20 artículos más referenciados, que abarcan desde 2009 hasta 2017, cada uno ha sido citado entre 91 y 318 veces. El artículo más citado proviene de Prati y Gandolfi (44), publicado en *Dental Materials*. Esta revisión narrativa fue pionera en analizar el avance de la investigación sobre cementos hidráulicos de silicato de calcio, incluidos los selladores. Exploró en detalle la composición de los materiales a base de MTA, sus propiedades beneficiosas y limitaciones, y exploró el potencial regenerativo de los cementos de silicato de calcio como selladores endodónticos de tejidos perirradiculares dañados. En segundo lugar en la lista de los más citados se encuentran dos estudios comparativos in vitro. El artículo con más citas (226) fue publicado por Han y Okiji (45) en el *International Endodontic Journal*. Este estudio utilizó espectroscopía de rayos X para examinar la absorción de iones de calcio y silicio en la interfaz entre la dentina y el material cuando se utilizó MTA o Biodentine como material de obturación en dientes bovinos. Aunque este estudio no se centró en un sellador HCSB intrarradicular clásico, se incluyó en la lista debido a que fue uno de los primeros en proporcionar evidencia sobre el papel bioactivo y el efecto calcificante de los cementos HCSB en la dentina del conducto radicular. El tercer artículo (213 citas), publicado en el *Journal of Endodontics*, fue un estudio de laboratorio que evaluó de manera positiva las propiedades fisicoquímicas del sellador EndoSequence BC, incluida su radiopacidad, pH, liberación de calcio y características de flujo (46).

A lo largo de los años siguientes, las investigaciones básicas sobre propiedades biológicas como biocompatibilidad y citotoxicidad siguieron siendo predominantes, aunque el interés se desplazó hacia la investigación de propiedades físicas como solubilidad, fuerza de unión y adhesión. Más adelante, MTA Fillapex se convirtió en un punto focal, y luego, hasta 2022, BioRoot RCS e iRoot SP se unieron a las palabras clave más comunes de los autores, junto con

AH Plus, que sigue siendo el estándar de oro en estudios comparativos in vitro. En 2019, la investigación se centró en la evaluación de la adhesión de los selladores de silicato de calcio mediante pruebas de fuerza de unión por empuje. (47,48)

Como resalta el estudio realizado por Vieira y otros investigadores (49), un requisito fundamental de los materiales utilizados en la obturación del conducto radicular es su capacidad para mantener su estabilidad a lo largo del tiempo y resistir la desintegración. Se ha demostrado que los espacios que resultan de la descomposición del sellador pueden proporcionar un medio para el crecimiento bacteriano residual, lo que puede activar biopelículas anteriormente inactivas en los canales laterales o istmos, o activar bacterias dentro de los túbulos dentinarios. Por tanto, las directrices para la realización de ensayos aleatorios en endodoncia enfatizan la necesidad de un seguimiento prolongado para evaluar las tasas de éxito a largo plazo y proporcionar datos sólidos que lo respalden.(50) En consecuencia, en la práctica clínica se debe evitar el uso de materiales que no hayan sido adecuadamente evaluados mediante ensayos clínicos y de laboratorio con períodos de seguimiento suficientemente largos. Hasta ahora, ha habido preocupaciones significativas sobre la solubilidad y la estabilidad volumétrica de los selladores HCSB. La falta de ensayos clínicos bien diseñados y de largo plazo para abordar las altas tasas de solubilidad observadas en estudios de laboratorio de selladores como Bio-C Sealer, BioRoot RCS, MTA Fillapex, Sealer Plus y TotalFill BC Sealer debe ser considerada con seriedad, especialmente cuando estos materiales se utilizan con la técnica de un solo cono en la práctica clínica. Como indicó el análisis del mapa temático, esta técnica está emergiendo como un tema de interés creciente entre los profesionales médicos. Por lo tanto, es de suma importancia tener en cuenta la sólida evidencia que sugiere que el uso de materiales y métodos de obturación como Resilon, que no han sido adecuadamente evaluados en estudios in vitro o en ensayos clínicos a largo plazo, pueden provocar fallas innecesarias.(51)

Conclusiones

- En conclusión, al evaluar las técnicas de obturación de conductos radiculares; es importante considerar varios factores, como la calidad del sellado, la facilidad de aplicación, la biocompatibilidad y la resistencia a la filtración bacteriana, ya que la elección entre estas técnicas dependerá de las preferencias del operador, la anatomía del conducto radicular y la situación clínica específica.
- Cada técnica tiene sus propias ventajas y limitaciones, y es importante considerarlas en el contexto de cada caso individual para lograr los mejores resultados posibles en el tratamiento endodóntico.
- La elección del cemento sellador puede depender de varios factores, como las características del conducto radicular, propiedades y bondades del cemento sellador, la técnica de obturación utilizada y las preferencias del profesional especialista. Sin embargo, la elección del cemento óptimo puede variar según las circunstancias específicas de cada caso clínico y las preferencias del profesional dental.
- Es importante evaluar cuidadosamente todas las opciones disponibles y seleccionar el cemento que mejor se adapte a las necesidades del paciente y los requisitos del tratamiento, también se debería considerar el tamaño de la partícula de los cementos selladores como un ítem fundamental ya que este tiene relación con el índice de penetración en los túbulos dentinarios.

Bibliografía

1. Vasconcelos I, Manilha C, Ginjeira A. A survey on root canal obturation trends: warm versus cold obturation technique. *G Ital Endodonzia* [Internet]. 2022 [citado 18 de marzo de 2024];36(1). Disponible en: <https://www.giornaleitalianoendodonzia.it/gie/article/view/261>
2. Vo K, Daniel J, Ahn C, Primus C, Komabayashi T. Coronal and apical leakage among five endodontic sealers. *J Oral Sci*. 19 de enero de 2022;64(1):95-8.
3. Kalantar Motamedi MR, Mortaheb A, Zare Jahromi M, Gilbert BE. Micro-CT Evaluation of Four Root Canal Obturation Techniques. *Scanning*. 2021;2021:6632822.
4. Kim JH, Cho SY, Choi Y, Kim DH, Shin SJ, Jung IY. Clinical Efficacy of Sealer-based Obturation Using Calcium Silicate Sealers: A Randomized Clinical Trial. *J Endod*. febrero de 2022;48(2):144-51.
5. Flores A, Pastenes A. Técnicas y sistemas actuales de obturación en endodoncia. Revisión crítica de la literatura. *KIRU*. 2018;2(15):85-93.
6. Rodríguez Gutiérrez G, Álvarez Llanes M, García Boss J, Arias Herrera SR, Más Sarabia M. El hidróxido de calcio: su uso clínico en la endodoncia actual. *Rev Arch Méd Camagüey*. junio de 2005;9(3):143-52.
7. Herbert J, Bruder M, Braunsteiner J, Altenburger MJ, Wrbas KT. Apical quality and adaptation of Resilon, EndoREZ, and Gutttaflow root canal fillings in combination with a noncompaction technique. *J Endod*. febrero de 2009;35(2):261-4.
8. Pinna L, Brackett MG, Lockwood PE, Huffman BP, Mai S, Cotti E, et al. In Vitro Cytotoxicity Evaluation of a Self-adhesive, Methacrylate Resin-based Root Canal Sealer. *J Endod*. 1 de septiembre de 2008;34(9):1085-8.
9. Chieruzzi M, Rallini M, Pagano S, Eramo S, D'Errico P, Torre L, et al. Mechanical effect of static loading on endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced posts. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. febrero de 2014;102(2):384-94.
10. Chieruzzi M, Pagano S, Cianetti S, Lombardo G, Kenny JM, Torre L. Effect of fibre posts, bone losses and fibre content on the biomechanical behaviour of endodontically treated teeth: 3D-finite element analysis. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 1 de mayo de 2017;74:334-46.
11. Mohamed El Sayed MAA, Al Hussein 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 JCD*. 2018;21(2):147-52.
12. Chng HK, Islam I, Yap AUJ, Tong YW, Koh ET. Properties of a new root-end filling material. *J Endod*. septiembre de 2005;31(9):665-8.

13. Aqrabawi J. Sealing ability of amalgam, super EBA cement, and MTA when used as retrograde filling materials. *Br Dent J.* 11 de marzo de 2000;188(5):266-8.
14. Torabinejad M, Higa RK, McKendry DJ, Pitt Ford TR. Dye leakage of four root end filling materials: effects of blood contamination. *J Endod.* abril de 1994;20(4):159-63.
15. Asgary S, Shahabi S, Jafarzadeh T, Amini S, Kheirieh S. The properties of a new endodontic material. *J Endod.* agosto de 2008;34(8):990-3.
16. Samiei M, Aghazade M, Farhadi F, Shahveghar N, Torab A, Vahid Pakdel SM. Sealing Efficacy of Single-cone Obturation Technique with MTA and CEM Cement: An in Vitro Bacterial Leakage Study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2014;8(2):77-83.
17. AAE. Canal Preparation and Obturation: An Updated View of the Two Pillars of Nonsurgical Endodontics. *J Endod.* 2011;37:1566-71.
18. Camilleri J. *Endodontic Materials in Clinical Practice.* John Wiley & Sons; 2021. 322 p.
19. Shenoy A, MALA K. *Endodontics: Principles and Practice E-book.* Elsevier Health Sciences; 2016. 319 p.
20. Torabinejad M. *Endodontics-South Asia Edition, 6e - E-Book.* Elsevier Health Sciences; 2020. 521 p.
21. Olivi G, Moor RD, DiVito E. *Lasers in Endodontics: Scientific Background and Clinical Applications.* Springer; 2016. 297 p.
22. 3M. Sealing properties of Ketac-Endo glass ionomer cement and AH26 root canal sealers. | Semantic Scholar [Internet]. [citado 18 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Sealing-properties-of-Ketac-Endo-glass-ionomer-and-Gee-Wu/0a7e6f57b35ffe9f58c54ae3adc997afcb372540>
23. Dentsply Sirona. ProRoot MTA – Dentsply Sirona [Internet]. [citado 18 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.dentsplysironachile.cl/producto/proroot-mta/>
24. Depósito Dental REISIX. MTA Fillapex Cemento Obturador Endodontico Biocerámico 12 grs. [Internet]. [citado 18 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://depositodentalreisix.com/producto/mta-fillapex-cemento-obturador-endodontico-bioceramico-12-grs/>
25. Dentsply Sirona. Sellador de conducto radicular AH Plus | Dentsply Sirona España [Internet]. [citado 18 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.dentsplysirona.com/es-es/descubrir/descubrir-por-marca/ah-plus.html>

26. Angelus. Sellador Angelus BIO C listo para usar Sellador Peru | Ubuy [Internet]. [citado 18 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.ubuy.pe/sp/product/8RNQRZNKK-angelus-bio-c-sealer-ready-to-use-bioceramic-root-canal-sealer-0-5g-single-syg>
27. Miletic I, Devčić N, Anić I, Borčić J, Karlović Z, Osmak M. The Cytotoxicity of RoekoSeal and AH Plus Compared during Different Setting Periods. *J Endod.* 1 de abril de 2005;31(4):307-9.
28. Souza LC de, Neves GST, Kirkpatrick T, Letra A, Silva R. Physicochemical and Biological Properties of AH Plus Bioceramic. *J Endod.* 1 de enero de 2023;49(1):69-76.
29. Donnermeyer D, Bunne C, Schäfer E, Dammaschke T. Retreatability of three calcium silicate-containing sealers and one epoxy resin-based root canal sealer with four different root canal instruments. *Clin Oral Investig.* marzo de 2018;22(2):811-7.
30. Septodont. Septodont BioRoot Root Canal Sealer - 15g [Internet]. [citado 18 de marzo de 2024]. Disponible en: <https://www.kogland.com/septodont-bioroottm-rcs-15g>
31. Brasseler. eBay. [citado 18 de marzo de 2024]. Endosequence BC Sealer Bioceramic Root Canal Sealing Material Cement Brasseler. Disponible en: <https://www.ebay.ca/itm/264504372608>
32. Kaur A, Shah N, Logani A, Mishra N. Biototoxicity of commonly used root canal sealers: A meta-analysis. *J Conserv Dent JCD.* 2015;18(2):83-8.
33. Kikly A, Jaâfoura S, Kammoun D, Sahtout S. Sealing Ability of Endodontic Cements: An In Vitro Study. *Int J Dent.* 13 de febrero de 2020;2020:5862598.
34. Dg S, D L, Ym K, D S, Sy K. Biocompatibility and Mineralization Activity of Three Calcium Silicate-Based Root Canal Sealers Compared to Conventional Resin-Based Sealer in Human Dental Pulp Stem Cells. *Mater Basel Switz* [Internet]. 8 de mayo de 2019 [citado 19 de marzo de 2024];12(15). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31387241/>
35. Kim K, Kim DV, Kim SY, Yang S. A micro-computed tomographic study of remaining filling materials of two bioceramic sealers and epoxy resin sealer after retreatment. *Restor Dent Endod.* mayo de 2019;44(2):e18.
36. Uzunoglu-Özyürek E, Askerbeyli-Örs S, Türker SA. Evaluation of the amount of remained sealer in the dentinal tubules following re-treatment with and without solvent. *J Conserv Dent JCD.* 2020;23(4):407-11.
37. Hoshino RA, Delfino MM, da Silva GF, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M, Sasso-Cerri E, et al. Biocompatibility and bioactive potential of the NeoMTA Plus endodontic bioceramic-based sealer. *Restor Dent Endod.* febrero de 2021;46(1):e4.

38. Rodríguez-Lozano FJ, García-Bernal D, Oñate-Sánchez RE, Ortolani-Seltenerich PS, Forner L, Moraleda JM. Evaluation of cytocompatibility of calcium silicate-based endodontic sealers and their effects on the biological responses of mesenchymal dental stem cells. *Int Endod J.* enero de 2017;50(1):67-76.
39. Almeida MM, Rodrigues CT, Matos AA, Carvalho KKT, Silva EJNL, Duarte MAH, et al. Analysis of the physicochemical properties, cytotoxicity and volumetric changes of AH Plus, MTA Fillapex and TotalFill BC Sealer. *J Clin Exp Dent.* noviembre de 2020;12(11):e1058-65.
40. Ferreira N de S, Gollo EKF, Boscato N, Arias A, Silva EJNL da. Postoperative pain after root canal filling with different endodontic sealers: a randomized clinical trial. *Braz Oral Res.* 2020;34:e069.
41. Katakidis A, Kodonas K, Fardi A, Gogos C. A scientometric, bibliometric, and thematic map analysis of hydraulic calcium silicate root canal sealers. *Restor Dent Endod.* 13 de noviembre de 2023;48(4):e41.
42. Shamszadeh S, Asgary S, Nosrat A. Regenerative Endodontics: A Scientometric and Bibliometric Analysis. *J Endod.* marzo de 2019;45(3):272-80.
43. Aria M, Cuccurullo C. *bibliometrix*: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *J Informetr.* 1 de noviembre de 2017;11(4):959-75.
44. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dent Mater Off Publ Acad Dent Mater.* abril de 2015;31(4):351-70.
45. Han L, Okiji T. Uptake of calcium and silicon released from calcium silicate-based endodontic materials into root canal dentine. *Int Endod J.* diciembre de 2011;44(12):1081-7.
46. Candeiro GT de M, Correia FC, Duarte MAH, Ribeiro-Siqueira DC, Gavini G. Evaluation of radiopacity, pH, release of calcium ions, and flow of a bioceramic root canal sealer. *J Endod.* junio de 2012;38(6):842-5.
47. Alsubait S, Alhathlol N, Alqedairi A, Alfawaz H. A micro-computed tomographic evaluation of retreatability of BioRoot RCS in comparison with AH Plus. *Aust Endod J J Aust Soc Endodontology Inc.* agosto de 2021;47(2):222-7.
48. Forghani M, Gharechahi M, Karimpour S. In vitro evaluation of tooth discolouration induced by mineral trioxide aggregate Fillapex and iRoot SP endodontic sealers. *Aust Endod J J Aust Soc Endodontology Inc.* diciembre de 2016;42(3):99-103.
49. Vieira AR, Siqueira JF, Ricucci D, Lopes WSP. Dentinal tubule infection as the cause of recurrent disease and late endodontic treatment failure: a case report. *J Endod.* febrero de 2012;38(2):250-4.

50. Duncan HF, Nagendrababu V, El-Karim IA, Dummer PMH. Outcome measures to assess the effectiveness of endodontic treatment for pulpitis and apical periodontitis for use in the development of European Society of Endodontology (ESE) S3 level clinical practice guidelines: a protocol. *Int Endod J.* mayo de 2021;54(5):646-54.
51. Barborka BJ, Woodmansey KF, Glickman GN, Schneiderman E, He J. Long-term Clinical Outcome of Teeth Obturated with Resilon. *J Endod.* abril de 2017;43(4):556-60.