



**Universidad
Europea** VALENCIA

Grado en **ODONTOLOGÍA**

Trabajo **Fin de Grado**

Curso 2024-25

Comparación del sellado apical en endodoncia
entre la técnica de condensación lateral y la
técnica termoplástica de gutapercha con
vástago: revisión sistemática

Presentado por: **Stefano Pedersoli**

Tutor: **Elvira Valero Navarro**

Campus de Valencia

Paseo de la Alameda, 7 46010

Valencia

universidadeuropea.com

AGRADECIMIENTOS

Con profonda gratitudine e grande emozione, desidero dedicare queste righe a coloro che hanno reso possibile il compimento di questo viaggio accademico.

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi tutora, la profesora Dra. Elvira Valero Navarro, gufa incansable y esencial durante todo el proceso de mi TFG. Gracias a su experiencia, y su apoyo constante he podido lograr todo esto. Su pasi3n por la endodoncia y su rigor cient3fico, han sido para m3 un ejemplo y una fuente constante de motivaci3n.

A mia mamma Marica e mio papà Marco; a voi, che siete le mie radici e il mio cielo in questo traguardo che segna la fine di un'avventura e l'inizio di un'altra; il mio primo pensiero va a voi, voi che siete stati i pilastri di tutto questo percorso, che con tutti i vostri sforzi, mi avete dato la possibilit3 di realizzare e completare questo sogno. Grazie per avermi cresciuto con amore incondizionato e profondo, per avermi insegnato il valore dell'impegno, della gentilezza e di avermi sempre protetto in ogni singolo momento. Grazie per ogni sacrificio silenzioso, per ogni volta che avete creduto in me anche quando io non ci riuscivo. Senza il vostro amore, nulla di tutto questo sarebbe mai esistito. Vi amo con tutto me stesso. Questo traguardo è anche vostro.

Grazie a mia sorella Angela, a mio cognato Paolo, e ai miei nipoti Jacopo e Adele, per la dolcezza e la forza che mi avete sempre trasmesso anche a cos3 tanti km di distanza e per il sostegno che solo un amore come il vostro mi potrebbe mai dare.

Un ringraziamento speciale va anche a tutti i miei zii: Zia Emilia, Zio Valerio, Zia Laura e ai due migliori cugini Davide e Francesca; Voi che, con un gesto, una parola o semplicemente con la vostra presenza e il vostro amore, mi avete accompagnato lungo questa strada e mi avete fatto sentire quanto io sia fortunato ad avere una famiglia cos3 meravigliosa. Il vostro amore e la vostra costanza sono stati carburante di questo viaggio.

Un ringraziamento speciale va anche a due persone molto importanti per me: mio zio Diego e la Dr.ssa. Alice. Grazie per aver condiviso con me, non solo la vostra conoscenza, ma anche la vostra fiducia, la vostra pazienza e di avermi sempre dato una spinta per proseguire questo percorso e grazie di aver sempre creduto in me. Ogni insegnamento che mi avete dato, ogni gesto e ogni parola ha lasciato un segno profondo nella mia formazione.

Ai miei cari lassù in cielo, a nonna Maria e nonno Giacomo. A voi, che non siete più accanto a me, ma che sento ogni giorno nel cuore. Avrei voluto mostrarvi e raccontare di persona questo traguardo, ma so che in qualche modo lo sapete già. So che siete con me ogni singolo giorno.

A tutti i miei amici, per aver reso questi anni meravigliosi e spensierati nonostante le lunghe distanze.

E un grazie speciale va alla mia Gioia, dove non esisteranno mai parole sufficienti per racchiudere l'amore e la gratitudine immensa che provo per lei. In questi anni, nei momenti più oscuri e silenziosi, quando sembrava che il peso da portare fosse troppo grande per me, lei ha saputo alleggerirlo ogni singola volta con la sua anima pura e con la sua fiducia. A quel meraviglioso giorno che ti ho conosciuta inaspettatamente, dove sentivo già il tuo cuore appresso a me, come fosse già un ancoraggio saldo diretto alla mia anima. Ogni gesto suo ha avuto il potere di farmi sentire meno solo, più forte, più vivo e più completo. A lei che devo tutto. A lei che è il mio tutto. Ti amo.

In ogni pagina di questa tesi, in ogni riga, c'è un frammento di voi.

Grazie di cuore a tutti voi.



INDICE

1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	2
3. PALABRAS CLAVE	3
4. INTRODUCCION.....	5
4.1 Generalidades.....	5
4.1.1 Clasificación de los conductos radiculares	6
4.2 Conformación e irrigación de conductos	7
4.3 Obturación en endodoncia	8
4.3.1 Los cementos selladores.....	8
4.3.2 sistema de obturación termoplástica de gutapercha con vástago.....	10
4.3.3 Condensación lateral en frio.....	11
4.4 Complicaciones del tratamiento de conductos	12
5. JUSTIFICACIÓN e HIPOTESIS	15
5.1 Justificación	15
5.2 Hipótesis	16
6. OBJETIVOS	18
7. MATERIALES y METODOS	20
7.1. Identificación de la pregunta PICO	20
7.2. Criterios de elegibilidad.....	20
7.3. Fuente de información y estrategia de la búsqueda de datos.....	21
7.4 Proceso de selección de los estudios	22
7.5 Extracción de datos	23
7.6 Valoración de la calidad:	23
7.7 Síntesis de datos	24
8. RESULTADOS.....	26

8.1 Selección de estudios. Flow chart.....	26
8.2 Análisis de las características de los estudios revisados	29
8.3 Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgos.	30
8.4 Síntesis resultados.....	31
8.4.1 Eficacias y medidas.....	32
8.4.2 Filtración en tercio Coronal.....	38
9. DISCUSION	40
9.1 La importancia del sellado apical	41
9.2 Sellado apical.....	41
9.3 Sellado coronal	45
9.4 Limitaciones de estudio	45
10. CONCLUSION	49
11. BIBLIOGRAFIA.....	51
12. ANEXOS.....	58

1. RESUMEN

Introducción: La falta de sellado hermético en el conducto radicular puede provocar el fracaso del tratamiento endodóntico debido a la microfiltración de bacterias a nivel apical. Un buen sellado apical, por lo tanto, representa uno de los factores principales para impedir la filtración bacteriana a largo plazo y por lo tanto para el éxito del tratamiento. El objetivo de esta revisión sistemática fue comparar el sellado apical de dos técnicas de obturación diferentes, la de condensación lateral en frío y la técnica termoplástica de gutapercha con vástago. Además, este estudio busca determinar cuál de las dos técnicas se ve también menos afectada por la filtración a nivel coronal. Es importante reseñar que el sellado apical no es el único factor a tener en cuenta para determinar qué técnica es mejor, porque hay más condicionantes como la adaptación tridimensional al sistema de conductos, biocompatibilidad del material empleado y estabilidad del material.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science sobre la comparación de estas técnicas en dientes extraídos unirradiculares.

Resultados: De los 155 artículos, 8 cumplían con los criterios de inclusión y de comparación entre las técnicas escogidas. Se obtuvieron diferencias significativas entre las dos técnicas en 5 estudios y diferencias no significativas en 3 estudios.

Conclusión: Aunque ambas técnicas presentan limitaciones, los hallazgos indican diferencias bastante sustanciales donde la técnica termoplástica con vástago resulta tener el mejor sellado apical. La técnica termoplástica con vástago también resulta tener la menor filtración a nivel coronal respecto a la técnica de condensación lateral en frío.

2. ABSTRACT

Introduction: The lack of a hermetic seal in the root canal can lead to endodontic treatment failure due to microleakage of bacteria at the apical level. A good apical seal is therefore one of the main factors in preventing long-term bacterial filtration and thus in the success of the treatment. The aim of this systematic review was to compare the apical seal of two different filling techniques, cold lateral condensation and the thermoplastic gutta-percha technique with a post. In addition, this study seeks to determine which of the two techniques is also less affected by coronal leakage. It is important to note that apical sealing is not the only factor to consider when determining which technique is best, as there are other factors such as three-dimensional adaptation to the canal system, biocompatibility of the material used and material stability.

Materials and methods: An electronic search was conducted in the PubMed, Scopus, and Web of Science databases on the comparison of these techniques in single-rooted extracted teeth.

Results: Of the 155 articles, 8 met the inclusion criteria and a comparison between the chosen techniques. Significant differences between the two techniques were obtained in 5 studies and non-significant differences in 3 studies.

Conclusion: Although both techniques have limitations, the findings indicate quite substantial differences, with the thermoplastic technique with post providing the best apical seal. The thermoplastic technique with post also provides the least coronal leakage compared to the cold lateral condensation technique.

3. PALABRAS CLAVE

- I. Dental Pulp Devitalization
- II. Root Canal Therapy
- III. Root Canal Filling
- IV. Canal obturation
- V. Core Carrier Technique
- VI. Cold Lateral Condensation
- VII. Apical Sealing

4. INTRODUCCION

4.1 Generalidades

El tratamiento de conducto radicular es un proceso que se utiliza para sanar un diente gravemente dañado y que permite preservar un diente de la mejor manera posible para restablecer su función y parte estética (1)

La endodoncia se ha convertido en una disciplina total e indispensable de las restantes disciplinas dentales: de hecho, es difícil imaginar la práctica de la periodoncia y de la odontología restauradora (prótesis, operatoria dental, etc.) sin el aporte de la endodoncia (39).

En el campo de la endodoncia, la elección de la técnica de obturación del conducto radicular es crucial para garantizar el éxito a largo plazo de los tratamientos posteriores que buscan la rehabilitación de la función masticatoria y estética del diente y mantener una estabilidad de la arcada; Un tratamiento endodóntico exitoso es el resultado de una adecuada conformación y limpieza del conducto radicular y un sellado hermético coronal y apical unido al bienestar del paciente (1).

El perfecto conocimiento de la morfología dental, especialmente en lo que se refiere a las características de la anatomía interna del diente, de sus cámaras y conductos radiculares, es imprescindible para poder realizar una endodoncia correcta y de éxito y para trabajar correctamente los conductos; Por esto la técnica de obturación debe tener un grado de adaptación muy alto para adaptarse a las posibles anatomías complejas que se pueden encontrar a nivel radicular (40).

4.1.1 Clasificación de los conductos radiculares

Existen diferentes clasificaciones publicadas en la literatura sobre la morfología de los conductos radiculares. Muchos conductos radiculares son únicos y se encuentran raramente (4).

AUTOR (Fecha)	CLASIFICACION
Según Vertucci (1984)	<i>Tipo I:</i> Un solo conducto desde la cámara pulpar hasta el ápice. <i>Tipo II:</i> Dos conductos radiculares independientes que se unen justo antes de llegar al ápice. <i>Tipo III:</i> Un conducto en la cámara pulpar que se divide en dos conductos que se unen nuevamente antes de llegar al ápice. <i>Tipo IV:</i> Dos conductos separados desde la cámara pulpar hasta el ápice. <i>Tipo V:</i> Un conducto principal con un conducto secundario que se une en cualquier punto del recorrido. <i>Tipo VI:</i> Un conducto principal con un conducto secundario que se une en el tercio apical. <i>Tipo VII:</i> Un conducto principal con dos conductos secundarios que se unen en el tercio apical. <i>Tipo VIII:</i> Tres conductos independientes desde la cámara pulpar hasta el ápice
Según Weine (1976)	<i>Tipo I:</i> Un conducto único desde la cámara pulpar hasta el ápice del diente. <i>Tipo II:</i> Bifurcación del conducto desde su inicio, y luego fusión en el tercio apical. <i>Tipo III:</i> Dos conductos separados desde la cámara pulpar hasta el ápice. <i>Tipo IV:</i> Conducto único que se bifurca en el tercio apical

4.2 Conformación e irrigación de conductos

La conformación de los conductos radiculares es fundamental para el éxito del tratamiento endodóntico, aunque durante muchos años, los conductos radiculares se instrumentaron únicamente con limas de acero y utilizando una técnica llamada step-back o técnica incremental (2,3). En estos últimos años se demostró que con este método era difícil llegar a trabajar perfectamente el conducto radicular con instrumentos de punta afilada que utilizaban un movimiento de limado de empujar y tirar manualmente(4). Por esto actualmente se están utilizando limas mecánicas, como por ejemplo las de ProTaper de Ni-Ti (Dentsply Maillefer), montadas sobre contrángulos especiales que tienen velocidad reducida y con control del torque. Este tipo de instrumental permite trabajar más rápidamente y eficaz los conductos radiculares y con un control mayor respecto a las limas convencionales (5).

Cuando se trabaja el conducto radicular, no se puede solo trabajar con los instrumentos mecánicos y manuales anteriormente mencionados, sino que es necesario el uso de unos irrigantes que normalmente son el Hipoclorito de Sodio (NaOCl) o etilendiaminotetraacético (EDTA); para que los efectos de estos dos irrigantes sean eficaces, la técnica es la de inyectar el líquido a través una jeringa con punta plana directamente en el conducto y al mismo tiempo, aspirar el sobrante con el aspirador puesto sobre la salida coronal del conducto (8).

Se ha demostrado que el hipoclorito de sodio (NaOCl) y el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) producen una mejor desinfección y conductos radiculares más limpios, lo que los convierte en los irrigantes endodónticos más utilizados. (6-8)

Este procedimiento se hace con cada lima que se va a pasar para quitar los restos de material orgánico y para desinfectar el conducto completamente; Si no se puede irrigar bien el conducto pueden aparecer varios problemas que incluyen la supervivencia bacteriana dentro del conducto, la obstrucción del conducto radicular por restos de dentina, dificultades con la penetración del irrigante, errores de procedimiento como el transporte apical y la formación de escalones (1) o también la rotura interna de la misma lima durante la conformación del conducto.

Se ha visto que los factores como la concentración, el tiempo de contacto (9, 10) y la secuencia de uso de irrigantes endodónticos (10) afectan las propiedades mecánicas de la dentina del conducto radicular. La alteración del módulo de elasticidad y la micro-dureza de la dentina puede ser beneficiosa si se controla adecuadamente, ya que una dentina ligeramente más permeable permite una mejor adhesión del material obturador, siempre que no se comprometa su integridad estructural (49). Esto se traduce en una obturación más estable a largo plazo y una menor probabilidad de microfiltración apical (50)

Después de haber limpiado y desinfectado todo el conducto radicular se van a utilizar dos importantes materiales de obturación: El sellador o también llamado cemento y la guttapercha que puede tener diferentes estadios físico para una adaptación precisa del conducto radicular (6).

4.3 Obturación en endodoncia

La odontología colabora continuamente con la ingeniería de biomateriales para mejorar las características biomoleculares y de biocompatibilidad con los tejidos dentales y tejidos de la cavidad bucal circundantes; Por esto es importante la selección cuidadosa de un sellador endodóntico apropiado para que este influya significativamente en los resultados del tratamiento y que sea seguro para todos los tejidos (22).

4.3.1 Los cementos selladores

Los selladores pueden clasificarse en relación con su composición y formulación, y por su forma de presentación como materiales líquidos y polvo, de pasta-pasta o premezclados «listos para usar» (27). La formulación del sellador y las propiedades «listo para usar» han ganado especial atención clínica y popularidad, pero pueden ser problemáticas en relación con el tiempo de fraguado y la falta de un material completamente fraguado (27).

Para un sellado apical correcto, las técnicas de obturación requieren selladores endodónticos y materiales de núcleo, comúnmente conocida como guttapercha (27). La guttapercha llena la mayor parte del conducto radicular y en combinación con un sellador endodóntico, este último llena el espacio restante y las paredes del conducto radicular, así como las irregularidades en las paredes

y los túbulos dentinarios laterales (1). Los selladores endodónticos tienen una actividad antimicrobiana que pueden destruir los microorganismos residuales en los conductos radiculares (11).

Los selladores que contienen resina exhiben excelentes propiedades físicas, unión efectiva entre la gutapercha y las paredes del conducto radicular y una capacidad para formar un sellado apical que proporciona resistencia a las fugas, por esto son una buena elección como selladores (12, 13).

Recientemente se crearon unas tipologías de cementos muy resistentes y biocompatibles, los cementos biocerámicos, que clínicamente, algunos estudios notaron una reabsorción radiográfica de esta tipología de selladores durante la extrusión apical (23).

Sin embargo, estos estudios (23, 24) tienen un tamaño de muestra bajo y no permiten extraer conclusiones sólidas. El impacto relativo de los selladores biocerámicos se ven en los resultados del tratamiento, el dolor postoperatorio y su estabilidad dimensional cuando se extruyen apicalmente; En estudios recientes los cementos selladores que mostraron mayor actividad antimicrobiana contra los microorganismos persistentes fueron los cementos a base de óxido de zinc-eugenol, base de resina y biocerámicos y que muchas veces depende de la cantidad, la técnica y el tiempo utilizado (23, 24).

Los otros tipos de cementos son los mencionados antes, los que tiene base de resina que en combinación con una técnica de obturación termoplástica han sido ampliamente considerados «patrón oro» entre los materiales de obturación estándar (25). El uso de estos materiales está respaldado por pruebas clínicas sólidas de que se forma un sellado muy sólido en un conducto radicular seco (26). La presencia de humedad en la zona periapical en los de conductos radiculares podría representar una contraindicación clínica que impida la formación de un sellado estable (25). Las grandes extrusiones apicales de selladores a base de resina, a diferencia de los biocerámicos, pueden ser problemáticas, ya que la resina libre ejerce un efecto citotóxico antes de fraguar completamente. (24)

Por otro lado, cuando se utiliza un cono único de gutapercha con la técnica de condensación lateral, en combinación con los selladores biocerámicos, no se obtiene el mismo sellado apical uniforme porque se pierde las características positivas de este cemento (29).

4.3.2 sistema de obturación termoplástica de gutapercha con vástago

El sistema de obturación termoplástica de gutapercha con vástago utiliza un soporte central en plástico, recubierto de gutapercha termoplástica; Ésta se calienta para aumentar su fluidez, permitiendo una adaptación tridimensional a las paredes del conducto radicular incluso en presencia de anatomías complejas y la idea es conseguir un sellado homogéneo y continuo, minimizando la formación de huecos o espacios no obturados. (1)

Después de haber trabajado correctamente el conducto, se elige un obturador con vástago adecuado al tamaño de este último. De normal siguen el tamaño y color de las limas rotatorias (1)

Estos obturadores se calientan en un horno especial llamado Thermaprep en el caso de Thermafill y permite que el calor convierta la gutapercha en un materia más maleable y lista para sellar el conducto tridimensionalmente(13). Una vez calientes, los obturadores se insertan en el conducto radicular haciendo que la gutapercha termoplástica vaya adaptándose al espacio y llena cualquier irregularidad (13).

La técnica termoplástica de gutapercha con vástago requiere menos tiempo para la obturación del conducto radicular dado su preparación rápida, con resultados prometedores y seguros a largo plazo(14). En la Figura 1 podemos ver conducto radicular de un diente después de una obturación por la técnica termoplástica de gutapercha con vástago:

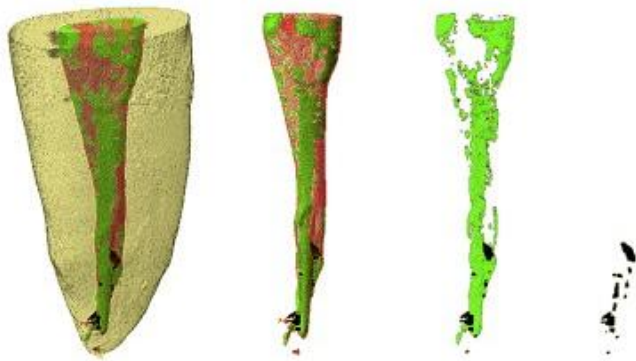


Fig 1. Sellado del conducto radicular con técnica termoplástica de gutapercha con vástago – 3D scan (38).

4.3.3 Condensación lateral en frío

Esta técnica se basa en la inserción de un cono principal de gutapercha en el conducto, seguido de una compresión lateral con instrumentos manuales para insertar conos accesorios (3). Este método, aunque más tradicional, ofrece al clínico un mayor control durante la obturación y permite modular la obturación en función de las necesidades específicas del conducto (4).

Después de haber trabajado el conducto, se elige el Cono Principal de gutapercha estandarizado del mismo calibre que la lima maestra; Realizado esto, se toma la longitud apical de el mismo conducto y se puede verificar su estabilidad vertical (4). Después de eso, también, se mezcla y aplica el cemento sellador sobre el cono principal y se pone en el conducto, asegurándose de que las paredes del conducto queden completamente recubiertas (8).

Un instrumento muy importante en esta técnica es el espaciador que se utiliza para crear espacio en el conducto para las puntas accesorias; El espaciador se introduce hasta 1 mm antes de la longitud de trabajo que hemos encontrado con la gutapercha maestra (41).

El paso siguiente es la colocación de los conos accesorios de gutapercha y se los condensa lateralmente con el espaciador y se repite este paso hasta que no se pueda introducir más conos accesorios (41).

Se toma una radiografía para comprobar el sellado y asegurarse de que no haya espacios o sobre obturación (41).

En esta última etapa, la radiografía convencional en 2D no siempre permite ver exactamente el sellado apical, dado que es un sellado en 3D el conducto puede ser curvado y no se puede apreciar claramente el sellado total (14).

En la Figura 2 podemos ver el conducto radicular de un diente después de una obturación por la técnica de condensación lateral:

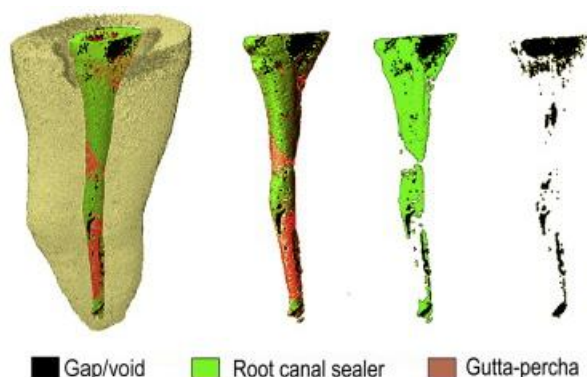


Fig 2. Sellado apical con condensación lateral en frío - 3D scan (38).

4.4 Complicaciones del tratamiento de conductos

La terapia endodóntica convencional tiene éxito aproximadamente en un 80-85 % de los casos: Muchos de estos fracasos se producen al cabo de un año con la presencia de dolor continuado, drenaje, movilidad o un aumento del tamaño de una zona radiolúcida (21).

Las complicaciones como la perforación iatrogénica, la formación de escalones, la obstrucción del conducto, debidos muchas veces a una mala irrigación y una anatomía radicular complicada, pueden afectar al resultado del tratamiento endodóntico (14).

La obturación tridimensional del sistema de conductos radiculares constituye una etapa fundamental en la terapia endodóntica, siendo determinante para evitar la reinfección del sistema previamente limpiado y conformado; Se ha destacado que el éxito clínico a largo plazo se encuentra directamente relacionado con la calidad del sellado apical y la capacidad del material obturador para adaptarse íntimamente a la compleja anatomía interna de los conductos (45). Una obturación efectiva debe ser capaz de rellenar uniformemente desde la porción

coronal hasta el ápice, incluyendo istmos, conductos laterales, deltas apicales y otras irregularidades morfológicas, evitando microespacios que puedan servir como reservorios bacterianos (46).

Los clínicos deben comprender cómo puede producirse cada una de estas complicaciones, cómo prevenirlas y cómo rectificarlas de forma predecible; también es importante que los clínicos comprendan el impacto de una complicación específica en el pronóstico del tratamiento y que aprecien cómo puede diferir en cada caso (22).

Por otro lado, las características ideales de los materiales incluyen biocompatibilidad, estabilidad dimensional, insolubilidad en fluidos tisulares, radiopacidad adecuada y capacidad de inducir una respuesta biológica favorable en los tejidos periapicales(47). Adicionalmente, desde una perspectiva clínica, la técnica empleada en la inserción del material tiene un impacto crucial tanto en el grado de adaptación del material como en el tiempo operatorio, la previsibilidad del procedimiento y la incidencia de errores técnicos (46).

En este contexto, la comparación entre la técnica termoplástica de gutapercha con vástago y la condensación lateral en frío se torna especialmente relevante; existen diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas en términos de microfiltración apical y homogeneidad del sellado (48) lo que justifica la necesidad de investigaciones adicionales que profundicen en el rendimiento clínico y la aplicabilidad de estas metodologías según la morfología de los conductos (46).

5. JUSTIFICACIÓN e HIPOTESIS

5.1 Justificación

La endodoncia es una intervención odontológica fundamental para tratar las infecciones y salvar los dientes que, de otro modo, tendrían que ser extraídos; El éxito de este tratamiento depende mucho de cómo se va a sellar la parte final del conducto (sellado apical) (10,14).

Si el sellado es efectivo, se evitan nuevas infecciones y se alarga la vida del diente. Existen dos técnicas principales y muy populares para la obturación de conductos: la técnica obturación termoplástica de gutapercha con vástago y la técnica de condensación lateral en frío. La técnica obturación termoplástica de gutapercha con vástago utiliza gutapercha calentada a través de un dispositivo, con lo que se consigue un sellado más homogéneo y tridimensional (5).

Por otro lado, la técnica de condensación lateral en frío utiliza gutapercha fría y requiere más habilidad por parte del profesional para realizar un buen trabajo (5). Dado que la precisión del sellado es crucial para el éxito del tratamiento a largo plazo, es importante comprender cuál de estas técnicas ofrece un mejor sellado y reduce el riesgo de fracaso, mejorando así la calidad de los tratamientos (2,5).

La comparación de estas técnicas en una revisión sistemática podría proporcionar información válida a los dentistas, ayudándoles a tomar decisiones más fundamentadas y a mejorar los resultados en los pacientes. Por lo anteriormente mencionado se creyó justificado realizar una revisión sistemática de la literatura que evaluara ambas técnicas, la condensación lateral en frío y la técnica termoplástica de gutapercha con vástago con el objeto de analizar cual, entre estas dos, es la mejor en el sellado apical valorando la cantidad de material de obturación adaptado y la presencia de espacios vacíos.

Explorando la evidencia científica y la experiencia clínica, será posible comprender mejor el potencial y las limitaciones de ambas técnicas; Este conocimiento contribuirá no sólo a mejorar la práctica endodóntica, sino también

a elevar el nivel asistencial ofreciendo a los pacientes tratamientos más seguros y eficaces (21).

La endodoncia, que es un tratamiento dental para sanar dientes muy afectados por una infección o lesión, se relaciona mucho con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) N.3 de la ONU en varios aspectos como:

Acceso a servicios de salud: Es parte importante de los servicios de salud dental, que todas las personas puedan tener acceso a tratamientos dentales conservadores, permitiendo así mantener un buen estado en salud bucodental en la población.

Prevención de enfermedades: La endodoncia ayuda a reducir infecciones dentales, lo que tiene un impacto positivo en la salud general de una persona, por lo que realizar estudios que permitan optimizar los tratamientos realizados es crucial para garantizar una vida saludable.

Bienestar general: Mantener una buena salud dental es crucial para el bienestar general del paciente. Por esto, cuantos más estudios se lleven a cabo en el campo de la endodoncia, promoverán unos mejores resultados en los tratamientos realizados y, por tanto, mejorará la calidad de vida y el bienestar de las personas a largo plazo.

5.2 Hipótesis

La hipótesis de trabajo de nuestro estudio es la siguiente: la técnica de obturación termoplástica de gutapercha con vástago ofrece un sellado apical más eficaz en conductos radiculares respecto a la técnica de condensación lateral.

Esto es debido a que la técnica termoplástica, comentada anteriormente, crea un sellado más uniforme y tridimensional debido a su expansión térmica, reduciendo así las microfiltraciones y el riesgo de fracaso del tratamiento dado su expansión térmica en el interior del canal radicular.

6. OBJETIVOS

Este estudio tuvo como objetivo evaluar y comparar el sellado apical en conductos radiculares con dos diferentes técnicas que son de las más utilizadas: La técnica de obturación termoplástica de gutapercha con vástago y la técnica de la condensación lateral.

OBJETIVO PRINCIPAL

1. Evaluar cuál es la técnica que presenta mejor sellado apical entre la técnica de obturación termoplástica de gutapercha con vástago y la técnica de condensación lateral en frío.

OBJETIVO SECUNDARIO

1. Determinar qué técnica ayuda a minimizar la filtración en el tercio coronal.

7. MATERIALES y METODOS

Esta revisión sistemática se ha realizado según los criterios de la Guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta- Analyses).

7.1. Identificación de la pregunta PICO

Se utilizaron las bases de datos Pubmed, Scopus y Web Of Science para realizar una búsqueda de los artículos sobre dientes sometidos a tratamiento de conductos con la técnica de obturación termoplástica de gutapercha con vástago y de condensación lateral en frío, publicados hasta diciembre del 2024, para responder a la siguiente pregunta: ¿En los dientes sometidos a un tratamiento de conductos, la técnica de obturación técnica termoplástica de gutapercha con vástago obtiene un mejor sellado apical, respecto a la técnica de condensación lateral?

La pregunta estudio se ha realizado según los criterios de la pregunta PICO, de la siguiente manera:

- **P** (población): dientes naturales extraídos
- **I** (intervención): técnica obturación termoplástica de gutapercha con vástago
- **C** (comparación): comparación con la técnica de condensación lateral en frío
- **O** (resultados): medir sellado apical
- **O2** Filtración a nivel coronal

7.2. Criterios de elegibilidad

Tipo de estudio: Estudios de cohortes prospectivos y retrospectivos, series de casos y estudios in vitro ; publicaciones en inglés; publicados hasta diciembre del 2024.

Tipo de muestra: dientes humanos unirradiculares

Tipo de intervención: que sea tratado con técnica de obturación termoplástica de gutapercha con vástago o condensación lateral en frío.

Tipo de Variables de Resultado: estudios que proporcionan datos relacionados con el sellado apical, como variable principal y como variable secundaria el porcentaje o la tasa de filtración en el tercio coronal.

Los criterios de exclusión fueron: Publicaciones fuera del rango 2014-2024, Idioma de artículos diferentes de Ingles o español; Tipos de artículos: solo abstract, ensayos clínicos no comparativos a propósito de un caso, cartas o comentarios al editor, informes de expertos, estudios experimentales en animales y revisiones sistemáticas.

7.3. Fuente de información y estrategia de la búsqueda de datos.

Se realizó una búsqueda automatizada en las tres bases de datos mencionadas anteriormente (Pubmed, Scopus y Dentistry and Oral Science Source) utilizando las siguientes palabras claves: Dental Pulp Devitalization Root Canal Therapy, Root Canal Filling, Retrograde Obturation, Canal obturation, Thermafil Techniques, Core Carrier, Lateral Condensation, Cold Lateral Condensation Apical Sealing.

Las palabras claves fueron combinadas con los operadores booleanos AND, OR, NOT y con los términos controlados (Mesh para PubMed) para intentar obtener resultados de búsqueda más amplios.

-La búsqueda en PubMed fue la siguiente:

("Root Canal Therapy"[Mesh] OR "Root Canal Obturation/methods"[Mesh] OR "Root Canal Filling Materials"[Mesh] OR root canal obturation technique) AND (Thermafil OR Thermoplastic Techniques OR core carrier) AND (Cold Lateral Condensation OR lateral condensation) AND ("Root Canal Filling Materials/isolation and purification"[Mesh] OR long range sealing OR apical sealing OR canal obturation) Filters: Humans, from 2013-2024

-La búsqueda en SCOPUS fue la siguiente:

(ALL ((apical AND seal OR apical AND seal AND dental OR long AND term AND apical AND seal AND dental)) AND PUBYEAR > 2013) AND (ALL ((lateral AND condensation AND gutta-percha OR lateral AND condensation AND

technique)) AND PUBYEAR > 2013) AND (ALL ((thermafil AND obturation OR thermafil AND technic)) AND PUBYEAR > 2013) AND (ALL (("endodontic, patients") OR ("endodontic treatment") OR ("conduct, treatment, dental") OR ("canal, obturation") OR ("root, canal, therapy") OR ("dental, pulp, devitalization")))

- La búsqueda en Web Of Science fue la siguiente:

(Apical seal(topic) OR Root Canal Therapy(topic) OR Root Canal Filling(topic) OR Root Canal Obturation Technique(topic)) AND ((Thermafil(topic) OR Thermoplastic technique(topic)) AND ((Cold Lateral Condensation(topic) OR (Lateral Condensation(topic)) AND ((Root Canal Filling(topic) OR (Apical Sealing(topic)) OR (Canal Obturation(topic)) AND Dentistry Oral Surgery Medicine(Research Areas) and Humans (MeSH Headings) and English or Spanish(Languages)

Con el fin de identificar cualquier estudio elegible que la búsqueda inicial podría haber perdido, se completó la búsqueda con una revisión de las referencias proporcionadas en la bibliografía de cada uno de los estudios.

Por otra parte, se llevó a cabo una búsqueda manual de artículos científicos de las siguientes revistas de cirugía e implantología bucal: Journal of Dental Research, Journal of Dentistry, Journal of Endodontics, International Endodontic Journal. Los estudios duplicados fueron eliminados de la revisión.

7.4 Proceso de selección de los estudios

El proceso de selección de los estudios fue llevado a cabo por dos revisores (SP, EVN) y se dividió en tres etapas:

En primer lugar, se han filtrado los artículos por los títulos de las publicaciones para eliminar los que eran irrelevantes. En la segunda etapa se ha hecho una selección por los resúmenes, seleccionando según el tipo de estudio, tipo de paciente o de muestra, y tipo de técnica utilizada. En la tercera etapa se ha filtrado según la lectura completa del texto eliminando los artículos con información insuficiente y que no cumplía con los criterios pico mencionados anteriormente.

7.5 extracción de datos

La siguiente información fue extraída de los estudios y se puso en tablas según: el año de publicación, el tipo de estudio, el tipo de material y técnicas para el estudio de obturación en busca de espacios vacíos y cantidad de material de obturación en el segmento elegido en el tercio apical del diente y la cantidad de filtración a nivel del tercio coronal.

VARIABLE PRIMARIA: Sellado apical: cierre tridimensional del ápice radicular mediante materiales biocompatibles, con el objetivo principal de evitar la migración apical de microorganismos, toxinas bacterianas y fluidos tisulares para evitar la contaminación retrógrada del sistema de conductos radiculares y contribuir al mantenimiento del entorno aséptico conseguido durante las fases de limpieza y conformación. Para estudiarlo a fondo es importante que sea representado en radiografía en 2D o 3D como la CBCT o en estudio in vitro con cortes transversales realizados con estereoscopios o Micro-CT. Estas variables se evaluarán sobre valores proporcionados en % de área ocupada por gutapercha y espacio vacíos presentes.

VARIABLE SECUNDARIA: Filtración tercio coronal: se refiere al ingreso de agentes contaminantes (principalmente microorganismos, fluidos orales y residuos) desde la cavidad oral hacia el sistema de conductos radiculares. Esta condición representa una vía potencial para la re-contaminación del espacio endodóntico previamente tratado, comprometiendo así la integridad de la esterilidad y favoreciendo la instauración de procesos inflamatorios o infecciosos.

7.6 Valoración de la calidad:

La valoración del riesgo de sesgo fue evaluada por dos revisores (SP, EVN) con el objeto de analizar la calidad metodológica de los artículos incluidos. Para la medición de la calidad de estudios in vitro, se utilizó la escala modificada de ARRIVE y CONSORT.

El grado de acuerdo Inter-examinador de la evaluación de la calidad metodológica se obtuvo con la prueba kappa de Cohen, siguiendo la escala propuesta por Landis y Koch (43).

7.7 Síntesis de datos

Con el fin de resumir y comparar las variables de resultados entre los diferentes estudios, se agruparon las medias y las desviaciones estándar de los valores de las variables principales según el grupo de estudio, tanto para la técnica de Thermafil o Gutacore y la condensación lateral.

Para analizar el sellado y definir cuáles serán significativos, la cantidad de sellado apical por cada grupo de estudio. Esto se hizo para todas las variables de resultado analizadas y para cada uno de los grupos de estudio;

8. RESULTADOS

8.1 Selección de estudios. Flow chart

Se obtuvieron un total de 155 artículos del proceso de búsqueda inicial: Medline - PubMed (n=65), SCOPUS (n=66) y Web Of Science (n=24). De estas publicaciones, 29 se identificaron como artículos potencialmente elegibles mediante el cribado por título y resumen. Los artículos de texto completo fueron posteriormente obtenidos y evaluados a fondo. Como resultado, 8 artículos cumplieron con los criterios de inclusión y fueron incluidos en la presente revisión sistemática (Fig. 2).

El valor k para el acuerdo Inter-examinador sobre la inclusión de los estudios fue de 0,73 (títulos y resúmenes) y 0.93 (textos completos) lo que indica un acuerdo "bueno" y "completo", respectivamente, según los criterios de Landis y Koch (43).

Fig. 2. Diagrama de flujo de búsqueda y proceso de selección de artículos



Tabla 1: Artículos excluidos (y su razón de exclusión) de la presente revisión sistemática.

Autor. Año	Publicación	Motivo de exclusión
Mancino y cols. 2021	Microscopic and chemical evaluation of the filling quality of five obturation techniques in oval-shaped root canals	Falta de datos
Chong y cols. 2021	Root Canal Filling Materials and Techniques	No relevante
Polesel y cols. 2021	Apical Leakage Evaluation of Two Different Coated Carrier Systems for Root Canal Obturation Using a Dye Penetration Evaluation Method	Falta datos
Nouroloyouni y cols. 2023	Single Cone Obturation versus Cold Lateral Compaction Techniques with Bioceramic and Resin Sealers: Quality of Obturation and Push-Out Bond Strength	Falta datos
De Angelis y cols. 2021	In vitro microleakage evaluation of bioceramic and zinc-eugenol sealers with two obturation techniques	No se habla de sellado apical ni de sellado de conducto
Jafari, F y cols. 2017	Endodontic microleakage studies: Correlation among different methods, clinical relevance, and potential laboratory errors	No relevante
Kelmendi, T.Z y cols. 2022	Bacterial Leakage Evaluation of Three Root Canal Sealers with Two Obturation Techniques: An in Vitro Study	No se habla de sellado apical ni de sellado de conducto
Mohammadi, Z. y cols. 2017	Establishing Apical Patency: To be or not to be?	No relevante
Vadachkoria, O. y cols 2019	Evaluation of three obturation techniques in the apical part of root canal.	Falta de datos
Olczak, K. y cols. 2017	Evaluation of the Sealing Ability of Three Obturation Techniques Using a Glucose Leakage Test.	Falta de datos
Horiuchi, Z. H. F. N. y cols. 2016	Effect of thermoplastic filling techniques on the push-out strength of root sealing materials.	Falta de datos
Kierklo, Anna y cols. 2015	A microcomputed tomography-based comparison of root canal filling quality following different instrumentation and obturation techniques.	Falta de datos

Karatekin, Anıl Özgün y cols 2019	Comparison of continuous wave and cold lateral condensation filling techniques in 3D printed simulated C-shape canals instrumented with Reciproc Blue or Hyflex EDM.	Falta de datos
Hisashi Suguro y cols. 2018	Microcomputed tomographic evaluation of techniques for warm gutta-percha obturation.	Falta de datos
Soo W. K. M. y cols. 2015	A comparison of four gutta-percha filling techniques in simulated C-shaped canals	No relevante
Holmes, Spencer y cols. 2021	Volumetric Evaluation of 5 Root Canal Obturation Methods in TrueTooth 3-dimensional- Printed Tooth Replicas Using Nano-computed Tomography	No relevante
Viviana Marcela Hidalgo Moya y cols 2018	Comparación in vitro del sellado apical entre dos sistemas de obturación termoplastificada: Guttacore y E&Q Master	Falta de datos
Alhashimi, R. A. y cols. 2014	An in vitro assessment of gutta-percha coating of new carrier-based root canal fillings	Falta de datos
Ermis y cols. 2020	Influence of root canal filling techniques on sealer penetration and gutta percha/sealer ratio: A confocal laser scanning microscopy analysis	Falta de datos
Suciu I. y cols. 2021	Evaluation of the sealer/gutta-percha ratio on sets of root section surfaces of some extracted teeth sealed using the cold lateral condensation technique	Falta de datos

8.2 Análisis de las características de los estudios revisados

De los 8 artículos revisados en la presente revisión, todos los artículos incluidos fueron estudios in vitro (30-34,36-38). Se trataron un total de 310 dientes unirradiculares (primeros premolares mandibulares e incisivos centrales maxilares) que tenían varios criterios: conducto recto, sin curvaturas, con ápice cerrado, sin fracturas y reconstrucciones o traumas. El resumen de las características (tipo de estudio, parámetros estudiados, método de evaluación, técnicas y dientes utilizados) de los estudios incluidos en la presente revisión sistemática los podemos ver en la Tabla 2 y en la Tabla 4.

Tabla 2. Características de los estudios revisados

Autor y Año	Tipo de Estudio	Técnicas utilizadas
Raja y cols. 2017 (33)	In vitro	Thermafill y condensación Lateral
Schaefer y cols. 2016 (37)	In vitro	Guttacore y condensación lateral
Li y cols. 2014 (38)	In vitro	Guttacore y condensación lateral
Yılmaz A, Karagöz Küçükay. 2016 (36)	In vitro	Thermafill y condensación lateral
Shah y cols. 2020 (34)	In vitro	Thermafill y condensación lateral
Gupta y cols. 2015 (32)	In vitro	Thermafill y condensación lateral
Chib y cols. 2024 (31)	In vitro	Guttacore y condensación lateral
Monterde y cols. 2014 (30)w	In vitro	SoftCore y condensación lateral

8.3 Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgos.

Para los estudios in-vitrio, utilizamos la escala modificada de Arrive y Consort, donde se evalúan 11 criterios que tienen las varias partes de los artículos científicos analizados (título, resumen, introducción, métodos, resultados, discusión, declaración conflictos y publicaciones) para determinar el porcentaje de fiabilidad y de efectividad de todo el complejo estudiado.

La mayoría de los estudios presentan un riesgo de sesgo bajo a moderado según la escala modificada de Arrive y Consort, con un solo estudio (34), que evidencia riesgo alto en varios aspectos clave que se evalúan respecto a los otros.

El valor k (prueba kappa de Cohen) para la concordancia entre revisores sobre la calidad metodológica fue de 0,70 según la escala de Landis y Koch (43).

	TITULO	RESUMEN	INTRODUCCION (antecedentes)	INTRODUCCION (Objetivos)	METODO (diseño de estudio)	METODOS (detalles procedimiento)	METODOS (tamaño muestra)	METODOS (detalles método)	RESULTADOS (Explicación de cualquier dato excluido)	DISCUSION (interpretación/implicación científica)	DECLARACION CONFLICTOS Y DIVULGACION FINANCIAMIENTO	PUBLICACION EN REVISTA REVISADAS POR PARES
Raja y cols. 2017 (33)	1	2	3	2	2	3	3	2	3	2	1	1
Schaefer y cols. 2016 (37)	1	2	3	2	2	3	3	3	3	2	1	1
Li y cols. 2014 (38)	1	2	2	2	3	3	3	3	1	2	1	1
Yılmaz A, Karagöz Küçükay. 2016 (36)	1	3	3	2	3	3	3	2	2	2	1	1
Shah y cols. 2020 (34)	1	2	2	1	2	3	3	1	2	1	1	1
Gupta y cols. 2015 (32)	1	3	2	2	1	3	3	3	3	2	1	1
Chib y cols. 2024 (31)	1	2	2	2	3	3	3	3	3	2	1	1
Monterde y cols. 2014 (30)	1	3	3	1	2	3	3	3	3	2	1	1

Tabla 3: Medición del riesgo de sesgo de los estudios in-vitrio según la escala modificada de Arrive y Consort.

8.4 Síntesis resultados

En los 8 estudios se analizaba la cantidad de área ocupada por gutapercha dentro del conducto radicular, concretamente en la zona apical. También constatan la presencia de espacios vacíos por el atrapamiento de aire, que podían genera un peor sellado apical creando microfiltraciones. En 3 estudios se trataba el porcentaje y la incidencia de filtración en el tercio coronal para las dos técnicas (33,37,38). 5 estudios analizaban la presencia de espacios vacíos y la cantidad de gutapercha adherida a la pared con técnica de corte de la muestra y estereomicroscopio (30, 31, 33, 34, 36, 37), en 1 estudio mediante CBCT (32), y en 1 estudio con SEM (Scanning Electron Microscope) combinado con estereomicroscopio(38). En todos los estudios los dientes tratados fueron controlados con radiografía previas para incluirlos o excluirllos de las pruebas a realizar y debían tener determinados parámetros (no caries, no fracturas, unirradiculares).

Tabla 4: resumen método de evaluación , parámetro estudiado y dientes utilizados

Autor y Ano	Método de evaluación	Parámetros estudiados	Dientes utilizados
Raja y cols.. 2017 (33)	Corte (2mm) + estereomicroscopio	Área espacios vacíos y filtración tercio coronal (%)	30 premolares mandibulares
Schaefer y cols. 2016 (37)	Corte + estereomicroscopio	Área espacio vacío, Área Gutapercha y filtración tercio coronal (%)	32 premolares mandibulares
Li y cols. 2014 (38)	Scanning electron microscope (SEM) + Micro-CT	Área espacios vacíos y filtración tercio coronal (%)	30 premolares mandibulares
Yılmaz A, Karagöz Küçükay. 2016 (36)	Corte + estereomicroscopio	Área Gutapercha (%)	40 premolares mandibulares
Shah y cols. 2020 (34)	estereomicroscopio	Area espacios vacíos (%)	40 incisivos superiores

Gupta y cols. 2015 (32)	Cone Beam Computed Tomography (CBCT)	Área Gutapercha y Área espacios vacíos (%)	20 premolares mandibulares
Chib y cols. 2024 (31)	Corte + estereomicroscopio	Área Gutapercha (%)	38 premolares mandibulares
Monterde y cols. 2014 (30)	estereomicroscopio + Ink +Transparizacion	Área espacios vacíos (%)	80 premolares mandibulares

8.4.1 Eficacias y medidas

Los artículos analizados tienen dos valores estudiados, VAEV y VAG a profundidades variables: entre 0-2mm, 0-3mm y 0-4mm en la zona del tercio apical.

Se utilizaron dos valores para evaluar la calidad del sellado apical en estos estudios: la VAEV(Valor Área Espacio Vacío), que es el valor de cantidad de área que ocupan los espacios vacíos; este criterio es muy importante porque marca los defectos que pueden surgir durante la obturación del canal radicular y que pueden fracasar este sellado contra determinados patógenos y contaminaciones; menor porcentaje existirá, menor será la presencia de espacio vacíos no rellenado por el material de obturación. El otro valor, el VAG(Valor Área Gutapercha) indica la cantidad de área ocupada de nuestro material de obturación según la técnica utilizada y la adaptación que estos últimos hacen contra la pared del conducto radicular para permitir un sellado tridimensional, rellenando las imperfecciones creadas durante la instrumentación del conducto; cuanto mayor sea el porcentaje, más área ocupada por nuestro material sellador. Otro valor para saber cuánta diferencia existe entre estos dos valores precedentemente explicados, es la media ponderada de los valores obtenidos (VAG o VAEV) para cada técnica a cada profundidad y cuanto más alta sea la diferencia, más relevante será la diversidad entre las dos técnicas.

En los valores **VAEV** se mostró que 3 estudios incluidos (32)(37)(38), mostraron una diferencia significativa entre las dos técnicas comparadas, 2

artículos (30)(34), mostraron diferencias no significativas y 2 artículos (36)(31) no estudiaron este valor.

En los valores **VAG** se mostró una diferencia significativa en 3 estudios(31,32,38), 2 estudios mostraron diferencias no significativas (36,37) y 3 no estudiaron este valor(30,33,34).

Eficacia técnica de condensación lateral en frío:

La eficacia de esta técnica fue estudiada en todos los estudios (30-34,36-38), pero solo en uno, lo de Monterde y cols. 2014 (30), se encontró un mejor VAEV en la condensación lateral en frío, respecto a el uso de Softcore a 3mm del ápice con una diferencia entre esta técnica y la condensación lateral en frío de 0,362%, que mostró significativamente menos espacios vacíos. En el estudio de Li y cols. 2014 (38) se notaron variaciones significativas confrontando la condensación lateral (VAG: 0,58%; VAEV: 0,40%) con la técnica Guttacore (VAG: 0,84%; VAEV: 0,11%), así demostrando la eficiencia inferior de la técnica de condensación lateral en frío.

Eficacia técnica termoplástica de gutapercha con vástago:

La eficacia de la técnica *Softcore* se estudió en 2 estudios (33, 30), con un valor significativo en uno de estos dos (33) donde la VAEV era de 0,357% con una diferencia de 0,278% respecto a la condensación lateral (0,635%) mostrando significativamente menos espacios vacíos a 2mm del ápice. Al revés, en otro estudio (30) se ha visto un resultado diferente con una diferencia significativa y con un porcentaje de VAEV más alto (0,36%) respecto a la condensación lateral (0,21%) En este estudio los casos con SoftCore presentaron bastante más área de espacios vacíos.

La eficacia de la técnica *Thermafil* se estudió en 3 estudios (32,34,36) donde se ha visto un valor no significativamente diferente en dos de estos tres (34,36) con una diferencia de la VAEV de 0,21% y una diferencia en la VAG de 0,155%, las dos a favor de la técnica Thermafill. En el otro estudio (32) podemos apreciar una diferencia sustancial en la VAG donde es casi la mitad, 0,412% y al

mismo tiempo notar un valor no significativamente diferente en el VAEV de 0,19%, siempre a favor de la técnica Thermafill.

La eficacia de la técnica *Guttacore* se estudió en 3 estudios(37,38,31), con valores significativamente diferentes en un estudio (38) donde se registró una diferencia de 0,56% en VAG y una diferencia de VAEV del 0,29% entre las dos técnicas a una profundidad de 4 mm desde el ápice, demostrando la superioridad de la GuttaCore respecto a la condensación lateral en frío. En otro estudio (37) se calcularon dos profundidades: de 2mm donde se encontraron menos diferencia entre los dos valores (VAG: 0,099% y VAEV: 0,354%) y de 4mm donde se encontraron valores significativamente más diferentes (VAG: 0,107% y VAEV: 0,427%) definiendo siempre la menor presencia de espacios vacíos y la mayor área ocupada por la gutapercha en la técnica Guttacore. En el último estudio (31) se identificó un valor no significativo entre las dos técnicas demostrando, a 3mm desde el ápice, una diferencia en el VAG de 0,278%. definiendo la mayor área ocupada por la gutapercha en la técnica Guttacore.

Tabla 5. Resumen resultados de los estudios incluidos (Área espacios vacíos y Área Gutapercha, Diferencia entre las dos técnicas, Profundidad tercio apical, P. Value)

Autor y Año	VAEV (Media ± DS) (más bajo mejor)	VAG (Media ± DS) (más alto mejor)	Profundidad de estudio	P Valué
Schaefer y cols. 2016 (37)	<u>2mm</u> → Guttacore: 0,021% ± 0,001	<u>2mm</u> → Guttacore: 0,902% ± 0.153	2 y 4 mm desde ápice	< 0,05
	<u>4mm</u> → Guttacore: 0,01% ± 0,001	<u>4mm</u> → Guttacore: 0,968% ± 0.611		
	<u>2 mm</u> → Condensación Lateral: 0,375% ± 0,001	2 mm → Condensación Lateral: 0,803% ± 0,11		
	<u>4 mm</u> → Condensación Lateral: 0,437% ± 0,001	<u>4 mm</u> → Condensación Lateral: 0,861 % ± 0.056		
Li y cols. 2014 (38)	Guttacore: 0,11% ± 0,001	Guttacore: 0,84% ± 0,001	4 mm desde ápice	0.05
	Condensación Lateral 0,40% ± 0,001	Condensación Lateral 0,58 % ± 0,001		
Yılmaz A, y cols.. 2016 (36)	NS	Thermafil: 0,943% ± 0.046	3 mm desde ápice	< 0.05
		Condensación lateral: 0,788% ± 0.065		
Shah y cols. 2020 (34)	Thermafil: 0,47% ± 0.002	NS	3 mm desde ápice	> 0.05
	Condensación Lateral: 0,68% ± 0.002			
Raja y cols. 2017 (33)	SoftCore: 0,357% ± 0,011	NS	2 mm desde el ápice	0,93
	Condensación Lateral: 0,635% ± 0,028			
Gupta y cols. 2015 (32)	Thermafil: 0,20% ± 0.001	Thermafill: 0,96% ± 0.045	3 mm desde ápice	0.05
	Condensación lateral: 0,39 % ± 0.062	Condensación lateral: 0,55% ± 0.045		
Chib y cols. 2024 (31)	NS	GuttaCore: 0,86% ± 0.04	4 mm desde ápice	0.01
		Condensación Lateral: 0.58% ± 0.09		
Monterde y cols. 2014 (30)	Softcore: 0,36% ± 0.002%	NS	3 mm desde ápice	0.01
	Condensación Lateral: 0,21% ± 0.003%			
p < 0.05 : Significante; DS: Deviación Standard, VAG: Valor Área Gutapercha VAEV: Valor Área Espacios Vacíos. NS: No Especificado Valor máximo: 1%				

A continuación explicamos las medias ponderadas de los valores de área espacio vacíos y del valor de área de gutapercha a los diferentes niveles de profundidad para las dos técnicas estudiadas (Tabla 6-7; Fig. 3-4) :

Tabla 6. Medias ponderadas VAEV de las respectivas técnicas

	CONDENSACION LATERAL	GUTAPERCHA CON VÁSTAGO
2 mm	0,505%	0,189%
3 mm	0,426%	0,343%
4 mm	0,418%	0,061%

Fig. 3. Gráfico medias ponderadas VAEV en las respectivas técnicas.

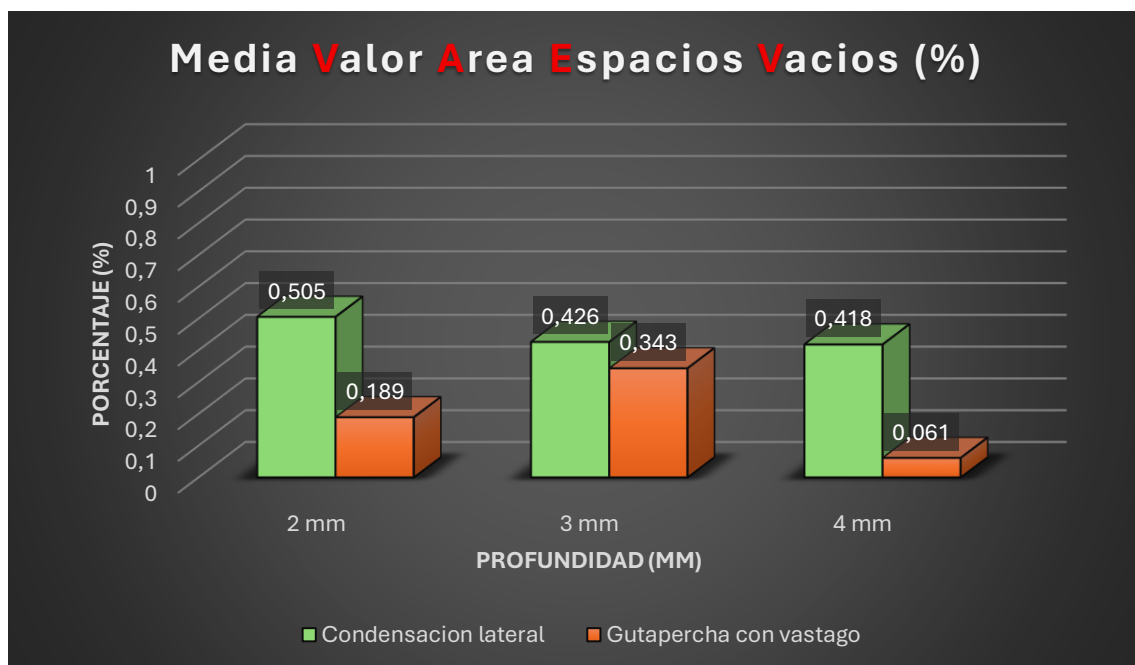
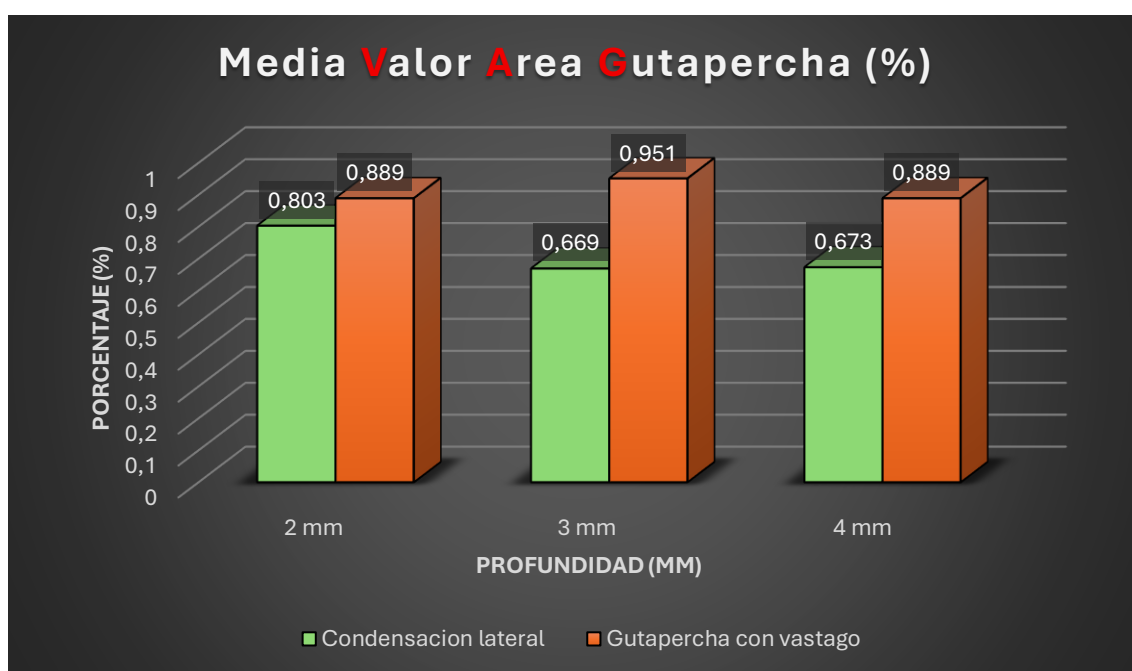


Tabla 7. Medias ponderadas VAG de las respectivas técnicas:

	CONDENSACION LATERAL	GUTAPERCHA CON VÁSTAGO
2 mm	0,803%	0,889%
3 mm	0,669%	0,951%
4 mm	0,673%	0,889%

Fig 4. Medias ponderadas VAG en las respectivas técnicas.



8.4.2 Filtración en tercio Coronal

Tres estudios científicos (33,37,38) analizaron datos en la incidencia de filtración coronal asociada a la técnica de condensación lateral en frío y la técnica termoplástica de gutapercha con vástago. La comparación entre los artículos permitió establecer diferencias significativas en el comportamiento de estas dos técnicas a diferencia del cálculo del sellado apical basado sobre una escala con valor máximo 1%, estos porcentajes se basan sobre una escala con un valor máximo de 100%.

El porcentaje más alto de filtración en el tercio coronal medido mediante área de espacios vacíos se encuentra en la condensación lateral en frío, concretamente un 60% en el estudio Raja y cols. 2017 (33) y el más bajo en otro estudio, el de Schaefer y cols. 2016 (37) que es de 18,75%. En la técnica termoplástica de gutapercha con vástago, vemos un valor máximo de 30% en el estudio de Raja y cols. 2017 (33) y un mínimo en otro estudio, lo de Schaefer y cols. (37) de 12,50%. Los resultados descriptivos de encuentran en la Tabla 8.

Tabla 8. Filtración Coronal medido mediante área espacios vacíos en porcentaje (%)

Autor y Año	Condensación lateral en frío (Media %)	Gutapercha con vástago (Media %)	Numero dientes analizados
Li y cols. 2014 (38)	43,75%	20.25 %	13 cada técnica
Schaefer y cols. 2016 (37)	18,75 %	12,50 %	15 cada técnica
Raja y cols. 2017 (33)	60%	30%	10 cada técnica

9. DISCUSION

La presente revisión sistemática tiene como objetivo evaluar cuál es la técnica que presenta un eficiente y mejor sellado apical entre la técnica de obturación termoplástica de gutapercha con vástago y la técnica de condensación lateral en frío, dada su amplia utilización clínica, aportando información basada en la evidencia científica.

Los parámetros utilizados para calificar la eficiencia de estas dos técnicas son: el espacio ocupado por el material obturador (Gutapercha) y la valoración de áreas con espacios vacíos; y de forma secundaria, evaluar también cuál de las dos técnicas tiene una incidencia mayor en la filtración a nivel del tercio coronal.

La comparación entre la técnica de obturación termoplástica de gutapercha con vástago y la condensación lateral tiene que ser muy cuidadosa y se tiene que hacer mediante un análisis crítico de la literatura científica disponible hasta ahora. Los resultados de esta revisión sistemática, basada en 8 investigaciones científicas revelaron que las técnicas de obturación termoplástica de gutapercha con vástago pueden ofrecer un mejor sellado debido a su capacidad para adaptarse a las irregularidades del conducto radicular, mediante el examen de estudios in vitro, donde se evalúan parámetros como la adaptación de la gutapercha y la presencia de microfiltraciones (30-34,36-38).

Muchos estudios han informado que la capacidad de sellado apical de la obturación termoplástica de gutapercha con vástago es similar a la de la técnica de condensación lateral (30-33,36-38) aunque podría presentar una mayor extrusión apical del cemento y de la gutapercha, en comparación con la técnica de condensación lateral (34) debido a su fluidez mayor.

Todos los 310 dientes presente en estos estudios son trabajados con instrumentos rotatorios NiTi o instrumentos manuales, aunque no influye siempre en la calidad de la obturación (37). Para no perder sus propiedades en varios estudios, como por ejemplo lo de Chib y cols. 2014 (31) los dientes se

descontaminaron y se sumergieron en una solución de cloramina sódica de 0,05 a temperatura ambiente y las coronas de los dientes se extirparon 1 mm por encima de la unión cemento-esmalte.

9.1 La importancia del sellado apical

Uno de los objetivos del tratamiento endodóntico es evitar la microfiltración a lo largo del conducto radicular, sobre todo a nivel apical (33). El éxito de la obturación tridimensional del tercio apical depende del tipo de materiales de obturación, de la técnica y la presencia o ausencia de área de espacios vacío; es una cuestión muy importante asociada a la evaluación de la calidad de obturación del conducto y el sellado hermético creado en la unión dentino-cemental apical que determina el éxito de la obturación final(33).

La presencia del sellador en el conducto radicular preparado desde un punto de vista mecánico, en el caso de las técnicas de obturación con gutapercha, tiene la función de rellenar los espacios microscópicos entre la gutapercha y las paredes del conducto radicular. Los selladores endodónticos desempeñan también un papel importante en la prevención de la filtración de la obturación del conducto.

Se han desarrollado numerosos materiales y técnicas para obturar los conductos radiculares, pero el uso de la condensación lateral en frío es el “Gold Estándar” de todos los profesionales desde años y es la técnica que se enseña en la mayoría de las facultades (32,30).

9.2 Sellado apical

Las técnicas de gutapercha con vástago en los últimos años se están convirtiendo en la técnica estándar por muchos profesionales (36).

Los resultados de esta revisión sistemática, basada sobre 8 estudios in vitro, revelaron en muchas ocasiones, que la técnica termoplástica de gutapercha con vástago proporciona una obturación sin espacios vacíos en la mayoría de los casos junto con un espesor mínimo del sellador y un mayor grado de homogeneidad y adaptabilidad en el conducto radicular(32).

En consecuencia, esta cualidad adaptativa conduce a la creación de un sellado superior y a un relleno más completo del conducto. Por el contrario, técnicas como la condensación lateral presenta menores niveles de termoplasticidad, lo que limita su adaptabilidad a las intrincadas paredes del conducto(31).

Schaefer y cols. (37) reportaron que la técnica donde resultan los mejores valores es el Gutacore, donde se aprecia a 2mm desde el ápice un 0,902% en el valor área gutapercha y en el valor del área de espacios vacíos, siempre a 2mm desde el ápice, de 0,021% respecto a la técnica de condensación lateral en frío donde esta última revela un valor medio de área de gutapercha de 0,803% y en el valor área espacios vacíos de 0,354% (37). Estos resultados podrían atribuirse a que la técnica Guttacore, que es una técnica caliente que se adapta más al conducto, dado su deformación plástica, teniendo un vástago formado por gutapercha reticulada, la gutapercha precalentada es transportada con más precisión para que pueda insertarse con más precisión y llegar bien hasta el ápice.

Lo que se debe tener en cuenta es que el vástago se mantenga lo más centrado posible sin hacer movimiento en la fase de enfriamiento para evitar que exista un contacto directo con las paredes del conducto que puede crear deformidades y la entrada de aire haciendo que diera lugar a más espacios vacíos (33).

Por otro lado, como afirma Gupta y cols. 2015 (32) la condensación lateral en frío, genera falta de homogeneidad de la masa de gutapercha, menor adaptación a las paredes del conducto, irregularidades y mayor número de espacios vacíos. También el material de la técnica de condensación lateral en frío no presenta fuertes propiedades de adherencia a las paredes del conducto radicular, lo que puede provocar el desplazamiento del material durante la fase de compactación (31).

Los resultados obtenidos por Yilmaz A y cols. 2016 (36) donde se utilizaron 20 dientes en cada técnica, evidencian como, el grupo Thermafil, mostró un valor de área de gutapercha significativamente superiores a los del grupo de

condensación lateral(36). La Thermafil resulta ser más precisa llegando a un 0,943% mientras que la condensación lateral en frío se acerca a los 0,80% con un valor de área de espacios vacíos de 0,788% a 3mm desde el ápice. Este estudio afirma que a nivel apical las técnicas se asemejan mucho y no hay una gran diferencia entre los datos debido a que es el tercio que recibe más presión durante el tratamiento de obturación(36).

Esa técnica, que fue uno de los primeros modelos utilizados en las técnicas termoplásticas de gutapercha con vástago, resulta superior a la condensación lateral; una de las ventajas de esta técnica termoplástica son que requiere menos tiempo, permite rellenar los conductos accesorios con gutapercha y no solo con sellador, tienen una masa más homogénea, presentan menos espacios vacíos y reproducen mejor la superficie de las raíces. (32) por otro lado, la condensación lateral en frío, si se realiza correctamente, garantiza resultados asimismo satisfactorios y una menor susceptibilidad al sobrellenado o a la extrusión de material más allá del ápice (38).

Los resultados de los presentes estudios muestran que, las técnicas termoplásticas de gutapercha con vástago, aunque ninguna de las dos técnicas de obturación produjo obturaciones radiculares completamente libres de espacio vacíos, revelaron un VAG significativamente más altos respecto a la técnica de condensación lateral en frío, sobre todo en conductos ovalados obturados. Con la técnica de condensación lateral, se observa un porcentaje de área de espacios vacíos significativamente mayor (36, 38).

Estos espacios vacíos pueden representar áreas dejadas por el espaciador durante la compactación lateral de los conos de gutapercha accesorios, la contracción del sellador del conducto radicular o el resultado de la incapacidad del espaciador para dispensar el sellador en las irregularidades del conducto.

Estas irregularidades se pueden formar cuando los instrumentos rotatorios convencionales de níquel-titanio no se adaptan perfectamente a la pared del conducto, sobre todo en conductos de forma ovalada (38).

Sin embargo, estos resultados pueden ser bastante controvertidos y con poca diferencia entre ellos, ya que en el estudio de Monterde y cols. 2014 (30) se ve como la técnica SoftCore revela un peor valor área de espacios vacíos respecto a la condensación lateral, aunque no tan diferente, con un valor de diferencia de 0,362% en el área de 3mm desde el ápice. Esto puede ser debido a la preparación del diente o la inserción de mucha cantidad de sellador que ha creado una filtración apical mayor y una peor adaptabilidad en el ápice (30). También los protocolos operativos adoptados en los distintos estudios tienen una importancia crucial en la reducción de las zonas no selladas, como por ejemplo la presión ejercitada por cada profesional(32,31,37).

Otro factor que puede haber influido en los dos valores estudiados es la eliminación de la capa de barrillo dentinario, dado que puede considerarse esencial en el proceso de éxito del tratamiento del conducto radicular; Es bien sabido que los materiales de obturación del conducto radicular penetran mejor en los túbulos dentinarios en ausencia de barrillo dentinario(33). Por esto, los dientes fueron trabajados como si fueran dientes no extraído, con EDTA e Hipoclorito de sodio(30-32,34,37,38).

A 2 mm de profundidad, la técnica termoplástica mostró una menor proporción de espacios vacíos (0.189%) en comparación con la condensación lateral (0.505%), lo que indica un sellado más compacto en la zona apical. Además, la cantidad de gutapercha fue ligeramente superior con la técnica termoplástica (0.889% frente a 0.803%), lo que sugiere una mejor adaptación del material al conducto.

A 3 mm, la diferencia en espacios vacíos se redujo, pero la técnica termoplástica siguió siendo más eficiente (0.343% frente a 0.426%). La diferencia más notable se observó en la cantidad de gutapercha, donde la técnica termoplástica alcanzó un 0.951%, superando claramente a la condensación lateral (0.659%). Esto refleja una mayor homogeneidad y densidad del material obturador.

A 4 mm, la superioridad de la técnica termoplástica de gutapercha con vástago fue aún más evidente. Los espacios vacíos fueron prácticamente

inexistentes (0.06%), mientras que la condensación lateral mantuvo un 0.418%. La gutapercha también fue más abundante con técnica termoplástica con vástago (0.889% frente a 0.673%), lo que refuerza la eficacia de esta técnica en las zonas más profundas del conducto

9.3 Sellado coronal

En esta variable, donde se analizaron tres estudios científicos de Li y cols. 2014 (38), Schaefer y cols. 2016 (37) y Raja y cols. 2017 (33) es importante evaluar la cantidad de incidencia de filtración coronal asociada a un determinado número de dientes. La comparación permitió establecer diferencias significativas en el comportamiento de las técnicas evaluadas, especialmente para entender la posibilidad de re-contaminación del conducto.

Los datos obtenidos indican que la técnica termoplástica de gutapercha con vástago presenta un menor grado de filtración coronal, evidenciando mejores propiedades de sellado en el tercio coronal del sistema de conductos radiculares. Esta ventaja se atribuye al hecho de que el sistema de gutapercha termoplastificada, facilita una distribución homogénea del material, lo que reduce los espacios vacíos y mejora la adaptación tridimensional a las paredes del conducto. Además, el calentamiento de la gutapercha permite una mayor fluidez del material, optimizando el sellado en zonas de difícil acceso o que pueden tener irregularidades debidas a su propia anatomía o a la preparación del conducto radicular.

Por el contrario, la técnica de condensación lateral a frío, aunque ampliamente utilizada, muestra mayor susceptibilidad a la microfiltración coronal debido a su dependencia de la compactación mecánica de conos de gutapercha y a la posibilidad de generar vacíos o interfaces no deseadas entre el material y las paredes dentinarias. Estos espacios pueden facilitar la penetración de fluidos orales y microorganismos, comprometiendo el éxito clínico a largo plazo.

9.4 Limitaciones de estudio

Una de las limitaciones de esta revisión sistemática se centra en la metodología de observación con la cual se midieron las presencias de espacios vacíos y de áreas ocupadas por la gutapercha en el tercio apical. Para evaluarlas

se pueden utilizar varios métodos, como: Stereomicroscope, sistemas fotográficos asociados a corte, CBCT (32), radiografías bidimensionales y el SEM (Scanning electron microscope) junto con Micro-CT(38).

El área del núcleo de plástico material se incluyó en el área de gutapercha para las técnicas termoplásticas (36). De los 8 estudios analizados, 6 estudios utilizaron la técnica de estereomicroscopio para calcular la presencia de los dos valores estudiados (30, 31, 33, 34, 36, 37), 1 mediante el CBCT (32) y 1 mediante la técnica SEM + Microtomografía computarizada (Micro-CT)(38). Estas técnicas de SEM ofrecen una serie de ventajas respecto al uso clásico del estereomicroscopio (33, 38).

Las imágenes obtenidas mediante SEM permiten observar la calidad interfacial con mayor resolución donde pero el principal inconveniente es la posibilidad de que se produzcan artefactos durante la preparación de las muestras.(38) El Micro-CT que es una técnica en 3D, es adoptada en endodoncia para analizar la calidad interfacial de las obturaciones radiculares, donde se asocia a la SEM, para confirmar los resultados finales de la imagen seccionada y posteriormente reconstruida(38).

El CBCT, dado que es una técnica en 3D, puede reconstruir perfectamente todo el diente con buena calidad (32). La técnica más presente en esta revisión sistemática fue el uso del estereoscopio donde se utiliza el método de secciones y observaciones bajo este instrumento, que proporciona una imagen real de los rellenos del canal, y se analizan bajo un programa de visualización de imágenes(37). Aunque las técnicas más recientes, como la mencionadas antes, microtomografía computarizada (Micro-CT) unida a la SEM o la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), proporcionan imágenes excelentes (31).

El estereomicroscopio sigue siendo una herramienta valiosa dado que su capacidad para proporcionar una visualización tridimensional de alta resolución y en tiempo real lo que lo convierte en una opción práctica para muchos profesionales en la evaluación del área ocupada para la gutapercha y la presencia de espacios vacíos en conducto radicular. (31,32,36)

Además, los valores de significancia estadística ($p < 0,05$) respetado en casi todos los estudios evaluados, validan la robustez de los resultados, descartando la posibilidad de que las diferencias observadas sean producto del azar. Es importante destacar que la profundidad desde el ápice influye en la calidad de la obturación, siendo los niveles más cercanos al ápice (2 mm) los más críticos.

Otras limitaciones de la presente revisión sistemática fueron la falta de estudios incluidos y, de esa manera, un tamaño reducido de las muestras. Existen pocos estudios que hablan sobre la comparación de estas dos técnicas, por esto consideramos que es importante invitamos a seguir investigando para poder ofrecer conclusiones más firmes aumentar las líneas para investigaciones futuras y poder así ofrecer conclusiones más sólidas.

10. CONCLUSION

Conclusión Principal

- La técnica termoplástica de gutapercha con vástago evidenció tener un mejor sellado apical lo que contribuye a reducir filtraciones retrogradas.

Conclusión secundaria

- La técnica termoplástica de gutapercha con vástago presenta una menor incidencia de filtración en el tercio coronal.

11. BIBLIOGRAFIA

1. Muliya S, Shameem KA, Thankachan RP, et al. Microleakage in endodontics. *J Int Oral Health*. 2014;6(6):99–104
2. Clem W. Endodontics in the adolescent patient. *Dent Clin North Am*. 1969;13(2):483–86. [PubMed] [Google Scholar]
3. Weine F, Healeey L, Gerstein H, Evanson L. Pre-curved files and incremental instrumentation for root canal enlargement. *J Can Dent Assoc*. 1970;36(4):155–57.
4. Waplington M, McRobert AS. Shaping the root canal system. *Brit Dent J*. 2014;216(6):293–97. doi: 10.1038/sj.bdj.2014.203
5. Vasconcelos I, António Ginjeira C. Un estudio sobre las tendencias de obturación del conducto radicular: técnica de obturación en caliente versus en frío. *Giornale Italiano di Endodonzia*. 2021;35:151–62
6. Gordon TM, Damato D, Christner P. Solvent effect X of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue *J Endod*. 1981;7:466-9
7. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation X of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1983;55:307-12
8. Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating X agents in root canal treatment: Mode of action and indications for their use *Int Endod J*. 2003;36:810-30
9. Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. X Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain *Int Endod J*. 2001;34:120-32
10. Hu X, Peng Y, Sum CP, Ling J. Effects of concentrations and exposure times of sodium hypochlorite on dentin deproteinization: Attenuated total reflection fourier transform infrared spectroscopy study *J Endod*. 2010;36:2008-11

-
11. Alzaidy FA, Khalifa AK, Emera RM. La eficacia antimicrobiana del sellador de conductos radiculares modificado con nanoplate. *EJRMS*. 2018;6(4):324–33
 12. Rathi CH, Chandak M, Nikhade P, et al. Funciones de los selladores de conductos radiculares: una revisión. *J Evolution Med Dent Sci*. 2020;9(17):1454–58
 13. Kumar NS, Palanivelu A, Narayanan LL. Evaluación de la capacidad de sellado apical y adaptación a la dentina de dos selladores a base de resina: un estudio in vitro. *J Conserv Dent*. 2013;16(5):449–53. doi: 10.4103/0972-0707.117518
 14. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Resultado de la obturación del conducto radicular con gutapercha caliente frente a condensación lateral fría: un metaanálisis. *J Endod*. 2007;33:106–9. doi: 10.1016/j.joen.2006.09.010
 15. Lares C, El Deeb ME. The sealing ability of thermafil obturation technique *J Endod*. 1990;16:474–9
 16. Bhambhani SM, Sprechman K. Microleakage comparison of Thermafil versus vertical condensation using two different sealers *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1994;78:105–8
 17. Gutman JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique, Part 2: Material adaptation and sealability *Int Endod J*. 1993;26:173–8
 18. Gutman JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 1. Radiographic evaluation of adaptation and placement *Int Endod J*. 1993;26:167–72
 19. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. The sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations *J Endod*. 1993;19:541–4
 20. Torabinejad M, Watson TF, Pitt ford TR. The sealing ability of a mineral trioxide aggregate as a retrograde root filling material *J Endod*. 1993;19:591–5
 21. Lieblisch SE. Endodontic surgery. *Dent Clin North Am*. 2012;56(1):121–32

-
22. Ortega MA, Rios L, Fraile-Martinez O, Liviu Boaru D, De Leon-Oliva D, Barrena-Blázquez S, et al. Bioceramic versus traditional biomaterials for endodontic sealers according to the ideal properties. *Histol Histopathol*. 2024 Mar;39(3):279-92.
23. Zamparini F, Spinelli A, Cardinali F, Ausiello P, Gandolfi MG, Prati C. The Use of Premixed Calcium Silicate Bioceramic Sealer with Warm Carrier-Based Technique: A 2-Year Study for Patients Treated in a Master Program. *JFB*. 2023 Mar 18;14(3):164.
24. Perea Sevilla BC, Pitones Rubio SV, Márquez Lizárraga RH, Ruiz de la Rosa AA, Vigil Sánchez M. Comparación de la actividad antimicrobiana de cementos selladores en endodoncia. *Revista de la Asociación Dental Mexicana [Internet]*. 2024 [cited 2024 May 20];81(1):39–43. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2024/od241g.pdf>
25. Jasrasaria N, Tikku AP, Bharti R. Analysis of porosity, sealer dissolution and apical extrusion of endodontic sealers: A micro computed tomography study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2023 Jul;13(4):495-9.
26. Pirani C, Zamparini F, Peters OA, Iacono F, Gatto MR, Generali L, et al. The fate of root canals obturated with Thermafil: 10-year data for patients treated in a master's program. *Clin Oral Invest*. 2019 Aug;23(8):3367-77.
27. Primus CM, Tay FR, Niu L. Bioactive tri/dicalcium silicate cements for treatment of pulpal and periapical tissues. *Acta Biomaterialia*. 2019 Sep;96:35-54.
28. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dental Materials*. 2015 Apr;31(4):351-70.
29. Camilleri J, Atmeh A, Li X, Meschi N. Present status and future directions: Hydraulic materials for endodontic use. *Int Endodontic J*. 2022 May;55(S3):710-77.

-
30. Monterde M, Pallarés A, Cabanillas C, Zarzosa I, Victoria A. A comparative in vitro study of apical microleakage of five obturation techniques. *Acta Stomatol Croatica*. 2014;48(2):123-31.
31. Chib AS, Padmawar NS, Waghmare S, Tiwari DA, Mulani S, Bhatt M. Comparative Evaluation of Different Obturation Techniques for Root Canal Filling of Permanent Teeth: An In-Vitro Study. *Cureus*. septiembre de 2024;16(9):e68623.
32. Gupta R, Dhingra A, Panwar NR. Comparative Evaluation of Three Different Obturating Techniques Lateral Compaction, Thermafil and Calamus for Filling Area and Voids Using Cone Beam Computed Tomography: An Invitro study. *J Clin Diagn Res*. agosto de 2015;9(8):ZC15-7.
33. Raja KK, Al-Haddad A, Hari P, Singbal KP. Comparison of adaptability of three different root canal obturation materials. *World J Dent*. 2017;8(6):452-6.
34. Shah NC, Rao AS, Malge R, Sathnoorkar S, Chandrasekhar T. Evaluation of Extrusion and Apical Seal of Thermafil™ Obturation with and without MTA as an Apical Barrier in Comparison with Lateral Condensation Technique: An In Vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 1 de diciembre de 2020;13(S1):S40-4.
36. Yılmaz A, Karagöz Küçükay I. IN VITRO COMPARISON OF GUTTA-PERCHA-FILLED AREA PERCENTAGES IN ROOT CANALS INSTRUMENTED AND OBTURATED WITH DIFFERENT TECHNIQUES. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*. 2017 Apr 2;51(2).
37. Schaefer E, Schrenker C, Zupanc J, Buerklein S. Percentage of Gutta-percha Filled Areas in Canals Obturated with Cross-linked Gutta-percha Core-carrier Systems, Single-Cone and Lateral Compaction Technique. *J Endod*. febrero de 2016;42(2):294-8.
38. Li GH, Niu LN, Selem LC, Eid AA, Bergeron BE, Chen JH, et al. Quality of obturation achieved by an endodontic core-carrier system with crosslinked gutta-percha carrier in single-rooted canals. *J Dent*. 2014;42(9):1124-34.

-
39. Hülsmann M, Schäfer E. Endodoncia y salud general: interacciones y consecuencias terapéuticas (I). Quintessence [Internet]. 2012 Oct 1;25(8):452–9. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-articulo-endodoncia-salud-general-interacciones-consecuencias-S0214098512001778>
40. Karolina A. Anatomía interna de conductos radiculares de premolares superiores. estudio mediante técnica de diafanización [Internet]. Repositorio Digital UCE. Quito: UCE; 2015 [cited 2025 Jun 24]. Available from: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/0b3370a1-b059-4eec-b3b6-b2a7fa56a03f>
41. Juan J, Segura Egea. PATOLOGÍA Y TERAPÉUTICA DENTAL III Lección 10 [Internet]. Available from: <https://personal.us.es/seguraji/documentos/PTD-III/Temas%20PTDIII/Leccion%2010Obturacion.%20Cond%20lat.%20Vastago.%20Cono%20unico.pdf>
42. Shah NC, Rao AS, Rajeshkrishna Malge, Sharanpriya Sathnoorkar, Chandrasekhar T. Evaluation of Extrusion and Apical Seal of TherafilTM Obturation with and without MTA as an Apical Barrier in Comparison with Lateral Condensation Technique: An In Vitro Study. International Journal of Clinical Pediatric Dentistry. 2020 Dec 1;13(S1):S40–4.
43. Landis JR, Koch GG. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. Biometrics. 1977;33:363–74.
44. Wong AWY, Zhang S, Li SKY, Zhang C, Chu CH. Clinical studies on core-carrier obturation: a systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health. 2017 Dec;17(1).
45. Flores-Flores A, Pastenes-Orellana A. Técnicas y sistemas actuales de obturación en endodoncia. Revisión crítica de la literatura. Revista KIRU. 2018;15(2):85-93
46. Espinoza, Ginger & Zúñiga, Sonia. (2024). New Obturation Techniques in Endodontics: A fact of clinical interest in recent decades. Ciencia Digital.

-
47. Rider W. An Historical and Critical Account of the Lives and Writings of the Living Authors of Great-Britain. AMS Press; 1992.
48. Endara Abbott ML. Estudio comparativo in vitro de la filtración apical con tres técnicas de obturación. *Odontoestomatología*. 2021;23(38)
49. Shokouhinejad, N., et al. (2013). Push-out bond strength of gutta-percha with different sealers. *Journal of Dentistry*, 41(10), 973–978
50. Prasansuttiorn, T., et al. (2011). The effect of root canal irrigants on dentin bonding. *Journal of Adhesive Dentistry*, 13(2), 125–129.

12. ANEXOS

Tabla 1: resumen de las búsquedas de cada una de las bases de datos consultadas

Base de datos	BUSQUEDA	Numero de articulos	Fecha
Pubmed	("Root Canal Therapy"[Mesh] OR "Root Canal Obturation/methods"[Mesh] OR "Root Canal Filling Materials"[Mesh] OR root canal obturation technique) AND (Thermafil OR Thermoplastic Techniques OR core carrier) AND (Cold Lateral Condensation OR lateral condensation) AND ("Root Canal Filling Materials/isolation and purification"[Mesh] OR long range sealing OR apical sealing OR canal obturation) Filters: Humans, from 2013-2024	65	01.11.24
Scopus	(ALL ((apical AND seal OR apical AND seal AND dental)) AND PUBYEAR > 2013) AND (ALL ((lateral AND condensation AND gutta-percha OR lateral AND condensation AND technique)) AND PUBYEAR > 2013) AND (ALL ((thermafil AND obturation OR thermafil AND technic)) AND PUBYEAR > 2013) AND (ALL (("endodontic, patients") OR ("endodontic treatment") OR ("conduct, treatment, dental") OR ("canal, obturation") OR ("root, canal, therapy") OR ("dental, pulp, devitalization")))	66	01.11.24
Web of Science	(Apical seal(topic) OR Root Canal Therapy(topic) OR Root Canal Filling(topic) OR Root Canal Obturation Technique(topic)) AND ((Thermafil(topic) OR Thermoplastic technique(topic)) AND ((Cold Lateral Condensation(topic) OR (Lateral Condensation(topic)) AND ((Root Canal Filling(topic) OR (Apical Sealing(topic)) OR (Canal Obturation(topic)) AND Dentistry Oral Surgery Medicine(Research Areas) and Humans (MeSH Headings) and English or Spanish(Languages)	24	02.11.24

Leyendas utilizadas en la **tabla 3** para evaluar la calidad de estudios in vitro seleccionados (modificados de las pautas ARRIVE y CONSORT)

Artículo Descripción Grado
1. Título (0) Inexacto/no conciso (1) Conciso/adeecuado
2. Resumen: ya sea un resumen estructurado de los antecedentes, objetivos de investigación, métodos experimentales clave, principales hallazgos y conclusión del estudio o autocontenido (debe contener suficiente información para permitir una buena comprensión de la justificación del enfoque) (1) Claramente inadecuado (2) Posiblemente precisa (3) Claramente precisa
3 introducción: antecedentes, enfoque experimental explicación de la justificación/hipótesis (1) Insuficiente (2) Posiblemente suficiente/algo información (3) Claramente cumple/suficiente
4. introducción: objetivos de preprimaria y secundaria para el experimento (objetivos primarios/secundarios específicos) (1) No está claramente establecido (2) Claramente establecido
5. Métodos: diseño del estudio explicado número de experimentos y grupos de control, pasos para reducir el sesgo (demostrando la consistencia del experimento (hecho más de una vez), detalle suficiente para la replicación, cegamiento en la evaluación, etc.) (1) Claramente insuficiente (2) Posiblemente suficiente (3) Claramente suficiente
6. Métodos: detalles precisos del procedimiento experimental (es decir, cómo, cuándo, dónde y porqué) (1) Claramente insuficiente (2) Posiblemente suficiente (3) Claramente suficiente
7. Métodos: Como se determinó el tamaño de la muestra (detalles del control y grupo experimental) y cálculo del tamaño de la muestra. (1) Sí (2) Incierto/incompleto (3) Adecuado/claro
8. Métodos: detalles de métodos y análisis estadísticos (métodos estadísticos utilizados para comparar grupos) (1) Sí (2) Incierto/incompleto (3) Adecuado/claro

9. Resultados: explicacion de cualquier dato excluido, resultados de cada analisis con una medida de precision como desviación o error estándar o intervalo de confianza (1) Sí (2) Incierto/incompleto (3) Adecuado/claro
10 Discusión: interpretación/implicación científica, limitaciones, y generalizabilidad/traducción (0) Claramente inadecuado (1) Posiblemente exacto (2) Claramente precisa
11. Declaración de conflictos potenciales y divulgación de financiamiento (0) No (1) Sí
12. Publicación en una revista revisada por pares (0) No (1) Sí

**COMPARISON OF APICAL SEALING IN ENDODONTICS
BETWEEN THE LATERAL CONDENSATION TECHNIQUE AND
THE THERMOPLASTICIZED GUTTA-PERCHA CARRIER-BASED
TECHNIQUE: A SYSTEMATIC REVIEW**

Short Title: Apical Seal Comparison Between the Lateral Condensation
Technique and the Thermoplasticized Gutta-Percha Carrier Technique

Authors:

Stefano Pedersoli¹, Elvira Valero Navarro²

*1. 5th year student of the Dentistry degree at the European University of Valencia,
Valencia, Spain.*

*2. Professor Faculty of Dentistry, European University of Valencia, Valencia,
Spain.*

Corresponding and reprints author

Elvira Valero Navarro

Paseo Alameda 7, Valencia, 46010, Valencia

elvira.valero@universidadeuropea.es

ABSTRACT

Introduction: The lack of a hermetic seal in the root canal can lead to endodontic treatment failure due to microleakage of bacteria at the apical level. A good apical seal is therefore one of the main factors in preventing long-term bacterial filtration and thus in the success of the treatment. The aim of this systematic review was to compare the apical seal of two different filling techniques, cold lateral condensation and the thermoplastic gutta-percha technique with a post. In addition, this study seeks to determine which of the two techniques is also less affected by coronal leakage. It is important to note that apical sealing is not the only factor to consider when determining which technique is best, as there are other factors such as three-dimensional adaptation to the canal system, biocompatibility of the material used and material stability.

Materials and methods: An electronic search was conducted in the PubMed, Scopus, and Web of Science databases on the comparison of these techniques in single-rooted extracted teeth.

Results: Of the 155 articles, 8 met the inclusion criteria and a comparison between the chosen techniques. Significant differences between the two techniques were obtained in 5 studies and non-significant differences in 3 studies.

Conclusion: Although both techniques have limitations, the findings indicate quite substantial differences, with the thermoplastic technique with post providing the best apical seal. The thermoplastic technique with post also provides the least coronal leakage compared to the cold lateral condensation technique.

Key words: Dental Pulp Devitalization, Root Canal Therapy, Root Canal Filling, Canal obturation, Core Carrier Technique. Cold Lateral Condensation Apical Sealing.

Introduction

Root canal treatment is a procedure used to heal a severely damaged tooth and preserve it in the best possible way in order to restore its function and aesthetics (1). In the field of endodontics, the choice of root canal obturation technique is crucial to ensure the long-term success of subsequent treatments, which may involve restoring the tooth's masticatory and aesthetic function and maintaining the stability of the dental arch. The success of endodontic treatment results from proper shaping and cleaning of the root canal, along with a hermetic coronal and apical seal, followed by patient comfort (1). A thorough understanding of dental morphology—especially the internal anatomy of the tooth, its pulp chambers, and root canals—is essential for successful and accurate endodontic therapy and proper root canal work. The pulp cavity mirrors the external shape of the root, and age-related changes in the pulp transform the wide, simple canals of young teeth into a complex labyrinth of branches and divisions in the adult root canal system (40). The thermoplasticized gutta-percha carrier system uses a central plastic core coated with thermoplasticized gutta-percha. This is heated to increase its flowability, allowing for three-dimensional adaptation to the canal walls, even in complex anatomies. The goal is to achieve a homogeneous and continuous seal, minimizing the formation of voids or unfilled spaces (1). The steps of this technique are simpler and faster compared to the cold lateral condensation technique: once the canal is properly prepared, an obturator with a carrier matching the canal size is selected—typically corresponding to the size and color of the rotary files (1). The thermoplasticized gutta-percha carrier technique requires less time for root canal obturation due to its quick preparation, offering promising and reliable long-term results (14). The lateral condensation technique involves inserting a master gutta-percha cone into the canal, followed by lateral compaction using hand instruments to place accessory cones (3). Although more traditional, this method offers the clinician greater control during obturation and allows for customization based on the specific needs of the canal (4). Conventional endodontic therapy is successful in approximately 80–85% of cases; many failures occur after one year, presenting with persistent pain, drainage, mobility, or enlargement of a radiolucent area (21). Complications such as iatrogenic perforation, ledge formation, canal blockage—often due to poor

irrigation and complex root anatomy—can affect the outcome of endodontic treatment (14). Clinicians must understand how each of these complications can arise, how to prevent them, and how to manage them predictably. It is also important to recognize the impact of a specific complication on the treatment prognosis, which may vary from case to case (22). The aim of this systematic review was to compare the apical sealing ability of two different obturation techniques: cold lateral condensation and the thermoplasticized gutta-percha carrier technique. Additionally, this study seeks to determine which of the two techniques is less affected by coronal leakage. It is important to note that apical sealing is not the only factor in determining the superior technique, as other considerations include three-dimensional adaptation to the canal system, biocompatibility of the material used, and its long-term stability

Materials and methods:

This systematic review was conducted in accordance with the criteria of the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guideline.

- Central question:

The central question was established in accordance with the structured PICO question:

P (population): extracted natural teeth.

I (intervention): guttapercha core-carrier

C (comparison): comparison with the cold lateral condensation technique.

O (outcomes): measurement of apical seal.

O2 Coronal leakage

- Eligibility criteria

- Study design: Prospective and retrospective cohort studies, case series and in vitro studies; published in English; published up to December 2024.

-
- Sample type: single-rooted human teeth.
 - Type of intervention: to be treated with thermoplastic gutta-percha filling technique with a post or cold lateral condensation.
 - **Type of outcome variables:** studies providing data related to apical sealing as the primary variable and the percentage or rate of filtration in the coronal third as the secondary variable.
 - **The exclusion criteria were** publications outside the 2014–2024 range, articles in languages other than English or Spanish; types of articles: abstracts only, non-comparative clinical trials on the purpose of a case, letters or comments to the editor, expert reports, experimental studies with animals, and systematic reviews.

- Sources of information and data search

An automated search was conducted in the three previously mentioned databases (PubMed, Scopus, and Dentistry and Oral Science Source) using the following keywords: Dental pulp devitalization, Root canal treatment, Root canal obturation, Retrograde obturation, Canal filling, Thermafil techniques, Portacore, Lateral condensation, Cold lateral condensation, Apical sealing. The keywords were combined using Boolean operators (AND, OR, NOT) and controlled vocabulary terms (MeSH for PubMed) to obtain broader and more comprehensive search results.

The PubMed search was performed as follows: ('Root Canal Therapy'[Mesh] OR 'Root Canal Obturation/methods'[Mesh] OR 'Root Canal Filling Materials'[Mesh] OR root canal obturation technique) AND (Thermafil OR Thermoplastic Techniques OR core carrier) AND (Cold Lateral Condensation OR lateral condensation) AND ('Root Canal Filling Materials/isolation and purification'[Mesh] OR long range sealing OR apical sealing OR canal obturation) Filters: Humans, from 2013-2024. - The search in SCOPUS was performed as follows: (ALL (((apical AND seal OR apical AND seal AND seal AND dental OR long AND term AND apical AND seal AND dental)) AND PUBYEAR > 2013) AND (ALL ((lateral AND condensation AND gutta-percha OR lateral AND condensation AND technique)) AND PUBYEAR > 2013) AND (ALL ((thermafil

AND obturation OR thermafil AND technique)) AND PUBYEAR > 2013) AND (ALL (thermafil AND obturation OR thermafil AND technic)) AND PUBLICATION YEAR > 2013) AND ((ALL (('endodontic, patients') OR ('endodontic treatment') OR ('conduct, treatment, dental') OR ('canal, obturation') OR ('root, canal, therapy') OR ('dental, pulp, devitalisation'))). - The search in Web Of Science was as follows: ((Apical seal(topic) OR Root Canal Therapy(topic) OR Root Canal Filling(topic) OR Root Canal Obturation Technique(topic)) AND ((Thermafil(topic) OR Thermoplastic technique(topic)) AND ((Cold Lateral Condensation(topic) OR (Lateral Condensation(topic)) AND ((Root Canal Filling(topic) OR (Apical Sealing(topic)) OR (Canal Obturation(topic)) AND ((Dentistry Oral Surgery Medicine(Research Areas) and Humans (MeSH Headings) and English or Spanish(Languages)). To identify any eligible studies that may have been overlooked in the initial search, the search was supplemented with a review of the references provided in the bibliography of each study.

- **Search strategy**

The study selection process was carried out by two reviewers (SP, EVN) and divided into three stages. First, articles were screened by title to eliminate those that were not relevant. In the second stage, abstracts were reviewed, selecting studies based on study type, patient or sample type, and the technique used. In the third stage, a full-text review was conducted to exclude articles with insufficient information or those that did not meet the previously established inclusion criteria.

- **Data extraction**

The following information was extracted from the studies and tabulated according to: year of publication, type of study, type of material, and the techniques used to evaluate the filling of voids and the amount of filling material in the selected segment of the apical third of the tooth, and the amount of leakage at the coronal third level.

- **Quality assessment and risk of bias**

The risk of bias assessment was conducted by two reviewers (SP, EVN) to evaluate the methodological quality of the included articles. A modified ARRIVE and CONSORT scale was used to assess the quality of the in vitro studies. The level of agreement between the reviewers in evaluating methodological quality was determined using Cohen's kappa test, following the scale proposed by Landis and Koch (43).

- **Data synthesis**

To summarize and compare outcome variables across the different studies, the means and standard deviations of the key variable values were grouped according to the study group, both for the Thermafil or Guttacore technique and for lateral condensation. To analyze the sealing ability and determine statistical significance, the amount of apical sealing was used for each study group. This approach was applied to all analyzed outcome variables and for each of the study groups.

RESULTS

- **Study Selection. Flow Chart**

A total of 155 articles were obtained from the initial search process: Medline - PubMed (n = 65), SCOPUS (n = 66), and Web Of Science (n = 24). From these publications, 29 were identified as potentially eligible articles through title and abstract screening. The full-text articles were subsequently obtained and thoroughly evaluated. As a result, 8 articles met the inclusion criteria and were included in the present systematic review (Fig. 2). The k value for inter-examiner agreement on the inclusion of the studies was 0.73 (titles and abstracts) and 0.93 (full texts), indicating "substantial" and "almost perfect" agreement, respectively, according to the criteria of Landis and Koch (43).

- **Analysis of the Characteristics of the Reviewed Studies**

Of the 8 articles reviewed in the present study, all included articles were in vitro studies (30-34, 36-38). A total of 310 single-rooted teeth (mandibular first premolars and maxillary central incisors) were treated, meeting several criteria: straight canal, no curvatures, closed apex, no fractures, restorations, or trauma.

Tables 2 and 4 summarize the characteristics (type of study, variables analyzed, evaluation method, techniques, and teeth used) of the studies included in this systematic review.

- Assessment of Methodological Quality and Risk of Bias

For the in vitro studies, we used the modified ARRIVE and CONSORT scale, which evaluates 11 criteria covering various sections of the scientific articles analyzed (title, abstract, introduction, methods, results, discussion, conflict of interest statement, and publications) to determine the percentage of reliability and effectiveness of the entire study framework. Most of the studies presented a low to moderate risk of bias according to the modified ARRIVE and CONSORT scale, with only one study (34) showing a high risk in several key aspects compared to the others. The κ value (Cohen's kappa test) for inter-reviewer agreement on methodological quality was 0.70, according to the Landis and Koch scale (43).

- Synthesis of results

All 8 studies analyzed the amount of area occupied by gutta-percha within the root canal, specifically in the apical region. They also reported the presence of voids caused by air entrapment, which could lead to poorer apical sealing and create microleakage. In 3 studies, the percentage and incidence of coronal leakage for both techniques were evaluated (33, 37, 38). Five studies analyzed the presence of voids, and the amount of gutta-percha adhered to the canal wall using sample sectioning and stereomicroscopy (30, 31, 33, 34, 36, 37), one study used CBCT (32), and one study used SEM (Scanning Electron Microscope) combined with stereomicroscopy (38). In all studies, the treated teeth were pre-screened with radiographs to determine inclusion or exclusion from testing, and had to meet specific criteria (no caries, no fractures, single-rooted).

- Effectiveness and Measurements

The analyzed articles evaluated two variables, VAEV and VAG, at different depths: between 0–2 mm, 0–3 mm, and 0–4 mm in the apical third region. Two values were used to assess the quality of apical sealing in these studies: VAEV (Void Area Value), which represents the amount of area occupied by voids. This

criterion is very important because it highlights the defects that may arise during root canal obturation and that can compromise the seal against specific pathogens and contamination; the lower the percentage, the fewer unfilled voids remain. The other value, VAG (Gutta-Percha Area Value), indicates the amount of area occupied by the obturation material according to the technique used and its adaptation to the root canal wall to achieve a three-dimensional seal, filling the imperfections created during canal instrumentation; the higher the percentage, the more area is filled by the sealing material. Another value used to assess the difference between these two previously explained variables is the weighted mean of the values obtained (VAG or VAEV) for each technique at each depth. The greater the difference, the more relevant the disparity between the two techniques. For VAEV values, 3 included studies (32,37,38) showed a significant difference between the two techniques compared, 2 articles (30)(34) showed no significant differences, and 2 articles (36,31) did not evaluate this variable. For VAG values, a significant difference was found in 3 studies (31,32,38), 2 studies showed no significant differences (36,37), and 3 did not evaluate this variable (30,33,34)

- **Effectiveness of the Cold Lateral Condensation Technique:**

The effectiveness of this technique was studied in all the studies (30-34, 36-38), but only in one Monterde et al. 2014 (30) was a better VAEV found for cold lateral condensation compared to the use of Softcore at 3 mm from the apex, with a difference of 0.362%, showing significantly fewer voids. In the study by Li et al. 2014 (38), significant variations were observed when comparing lateral condensation (VAG: 0.58%; VAEV: 0.40%) with the Guttacore technique (VAG: 0.84%; VAEV: 0.11%), thus demonstrating the inferior efficiency of the cold lateral condensation technique.

- **Effectiveness of Core-Carrier:**

The effectiveness of the Softcore technique was studied in 2 studies (33, 30), with a significant value in one of them (33), where the VAEV was 0.357%, with a difference of 0.278% compared to lateral condensation (0.635%), showing significantly fewer voids at 2 mm from the apex. Conversely, in another study

(30), a different result was observed, with a significant difference and a higher VAEV percentage (0.36%) compared to lateral condensation (0.21%). In this study, the Softcore cases showed a considerably larger void area. The effectiveness of the Thermafil technique was studied in 3 studies (32, 34, 36), where no significant difference was found in two of them (34, 36), with a VAEV difference of 0.21% and a VAG difference of 0.155%, both in favor of the Thermafil technique. In the other study (32), a substantial difference in VAG was observed—almost half, 0.412%—while at the same time, a non-significant difference in VAEV of 0.19% was noted, again in favor of the Thermafil technique. The effectiveness of the Guttacore technique was studied in 3 studies (37, 38, 31), with significantly different values in one study (38), where a difference of 0.56% in VAG and 0.29% in VAEV was recorded between the two techniques at a depth of 4 mm from the apex, demonstrating the superiority of Guttacore over cold lateral condensation. In another study (37), two depths were evaluated: at 2 mm, where smaller differences were found between the two values (VAG: 0.099% and VAEV: 0.354%), and at 4 mm, where significantly greater differences were observed (VAG: 0.107% and VAEV: 0.427%), consistently showing fewer voids and a greater area occupied by gutta-percha in the Guttacore technique. In the last study (31), a non-significant value was identified between the two techniques, showing at 3 mm from the apex a VAG difference of 0.278%, indicating a greater area occupied by gutta-percha in the Guttacore technique.

Next, we explain the weighted means of the void area values and the gutta-percha area values at the different depth levels for the two techniques studied (Tables 6–7; Figures 3–4).

- Coronal Third Leakage

Three scientific studies (33, 37, 38) analyzed data on the incidence of coronal leakage associated with the cold lateral condensation technique and the thermoplasticized gutta-percha carrier technique. The comparison between the articles allowed for the identification of significant differences in the behavior of these two techniques. Unlike the apical sealing assessment, which is based on a scale with a maximum value of 1%, these percentages are based on a scale with a maximum value of 100%. The highest percentage of coronal third leakage,

measured by the area of voids, was found in the cold lateral condensation technique—specifically 60% in the study by Raja et al. 2017 (33)—and the lowest in another study, by Schaefer et al. 2016 (37), at 18.75%. In the thermoplasticized gutta-percha carrier technique, the highest value was 30% in the study by Raja et al. 2017 (33), and the lowest was 12.50% in the study by Schaefer et al. (37). The descriptive results are presented in Table 8.

DISCUSSION:

This systematic review aims to evaluate which technique provides a more efficient and superior apical seal between the thermoplasticized gutta-percha carrier obturation technique and the cold lateral condensation technique, given their widespread clinical use, providing evidence-based information.

- The Importance of Apical Sealing:

One of the goals of endodontic treatment is to prevent microleakage along the root canal, especially at the apical level (33). The success of three-dimensional obturation of the apical third depends on the type of obturation materials, the technique used, and the presence or absence of void areas. This is a very important issue related to the evaluation of the quality of root canal obturation and the hermetic seal created at the apical dentin-cement junction, which determines the success of the final obturation (33). The presence of sealer in the mechanically prepared root canal, in the case of gutta-percha obturation techniques, serves to fill the microscopic spaces between the gutta-percha and the canal walls. Endodontic sealers also play an important role in preventing leakage of the root canal filling. Numerous materials and techniques have been developed to obturate root canals, but cold lateral condensation has been the “Gold Standard” among professionals for years and is the technique taught in most dental schools (32,30).

- Apical Sealing:

Carrier-based gutta-percha techniques have become a standard among many professionals (36). This systematic review, based on 8 in vitro studies, showed that the thermoplasticized carrier technique provides more homogeneous fillings,

with fewer voids, better adaptation, and thinner sealer layers (32), unlike lateral condensation, which shows less adaptability and more voids (31). Schaefer et al. (37) highlighted Guttacore as the technique with the best results at 2 mm from the apex (0.902% gutta-percha and 0.021% voids), outperforming lateral condensation (0.803% and 0.354%). This effectiveness is due to the plastic deformation of the cross-linked gutta-percha carrier, although it is crucial to keep it centered during cooling to avoid deformities (33). According to Gupta et al. (32), lateral condensation generates more irregularities and less adhesion, which can lead to material displacement (31). Yilmaz et al. (36) found that Thermafil achieved 0.943% gutta-percha compared to 0.80% with lateral condensation, with fewer voids at 3 mm from the apex. Although differences in the apical third are smaller, the thermoplastic technique requires less time, fills accessory canals better, and offers greater homogeneity (32), while well-executed lateral condensation can avoid overfilling (38). In general, thermoplastic techniques showed higher VAG and fewer voids, especially in oval canals (36, 38), although results may vary depending on the protocol and pressure applied (30-32, 37). The removal of the smear layer also influences material penetration (33), which is why EDTA and sodium hypochlorite were used (30-32, 34, 37, 38). At 2 mm from the apex, the thermoplastic technique showed fewer voids (0.189% vs. 0.505%) and more gutta-percha (0.889% vs. 0.803%). At 3 mm, it maintained its superiority (0.343% vs. 0.426% in voids and 0.951% vs. 0.659% in gutta-percha). At 4 mm, the difference was even more pronounced: 0.06% voids and 0.889% gutta-percha with the thermoplastic technique, compared to 0.418% and 0.673% with lateral condensation.

- Coronal Sealing

In the analysis of coronal sealing, based on three studies (Li et al. 2014 (38), Schaefer et al. 2016 (37), and Raja et al. 2017 (33)), significant differences were observed between techniques, especially regarding canal recontamination. The thermoplasticized carrier technique showed less coronal leakage due to its homogeneous distribution, better three-dimensional adaptation, and greater flowability of the material when heated, which optimizes sealing in irregular areas. In contrast, cold lateral condensation, although commonly used, showed greater

susceptibility to microleakage due to its reliance on mechanical compaction and the possible formation of voids or interfaces, which may compromise long-term clinical success.

- Study Limitations

One limitation of this systematic review was the observational methodology used to measure voids and gutta-percha-filled areas in the apical third, through techniques such as stereomicroscopy, photographic systems, CBCT (32), two-dimensional radiographs, SEM, and Micro-CT (38). In thermoplastic techniques, the plastic core was included as gutta-percha (36). Six studies used stereomicroscopy (30, 31, 33, 34, 36, 37), one used CBCT (32), and another used SEM + Micro-CT (38). SEM offers higher resolution, although it can generate artifacts (33, 38), while Micro-CT allows for 3D analysis and is complemented by SEM (38). CBCT also reconstructs the tooth in 3D with good quality (32). Stereomicroscopy was the most used method, providing real images of the filling that were digitally analyzed (37), and it remains valuable for its real-time three-dimensional visualization (31,32,36). Recent techniques such as Micro-CT and CBCT offer superior imaging (31). Most studies adhered to statistically significant values ($p < 0.05$), which validates the results. The quality of the obturation depends on proximity to the apex, with 2 mm being the most critical area. Other limitations included the low number of studies and the small sample sizes, so further research is recommended to obtain more robust conclusions

Reference:

1. Muliya S, Shameem KA, Thankachan RP, et al. Microleakage in endodontics. *J Int Oral Health*. 2014;6(6):99–104
2. Clem W. Endodontics in the adolescent patient. *Dent Clin North Am*. 1969;13(2):483–86. [PubMed] [Google Scholar]
3. Weine F, Healeey L, Gerstein H, Evanson L. Pre-curved files and incremental instrumentation for root canal enlargement. *J Can Dent Assoc*. 1970;36(4):155–57.
4. Waplington M, McRobert AS. Shaping the root canal system. *Brit Dent J*. 2014;216(6):293–97. doi: 10.1038/sj.bdj.2014.203
5. Vasconcelos I, António Ginjeira C. Un estudio sobre las tendencias de obturación del conducto radicular: técnica de obturación en caliente versus en frío. *Giornale Italiano di Endodonzia*. 2021;35:151–62
6. Gordon TM, Damato D, Christner P. Solvent effect X of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue *J Endod*. 1981;7:466-9
7. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation X of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1983;55:307-12
8. Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating X agents in root canal treatment: Mode of action and indications for their use *Int Endod J*. 2003;36:810-30
9. Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. X Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain *Int Endod J*. 2001;34:120-32
10. Hu X, Peng Y, Sum CP, Ling J. Effects of concentrations and exposure times of sodium hypochlorite on dentin deproteinization: Attenuated total reflection fourier transform infrared spectroscopy study *J Endod*. 2010;36:2008-11

-
11. Alzaidy FA, Khalifa AK, Emera RM. La eficacia antimicrobiana del sellador de conductos radiculares modificado con nanoplate. *EJRMS*. 2018;6(4):324–33
 12. Rathi CH, Chandak M, Nikhade P, et al. Funciones de los selladores de conductos radiculares: una revisión. *J Evolution Med Dent Sci*. 2020;9(17):1454–58
 13. Kumar NS, Palanivelu A, Narayanan LL. Evaluación de la capacidad de sellado apical y adaptación a la dentina de dos selladores a base de resina: un estudio in vitro. *J Conserv Dent*. 2013;16(5):449–53. doi: 10.4103/0972-0707.117518
 14. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Resultado de la obturación del conducto radicular con gutapercha caliente frente a condensación lateral fría: un metaanálisis. *J Endod*. 2007;33:106–9. doi: 10.1016/j.joen.2006.09.010
 15. Lares C, El Deeb ME. The sealing ability of thermafil obturation technique *J Endod*. 1990;16:474–9
 16. Bhambhani SM, Sprechman K. Microleakage comparison of Thermafil versus vertical condensation using two different sealers *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1994;78:105–8
 17. Gutman JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique, Part 2: Material adaptation and sealability *Int Endod J*. 1993;26:173–8
 18. Gutman JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 1. Radiographic evaluation of adaptation and placement *Int Endod J*. 1993;26:167–72
 19. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. The sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations *J Endod*. 1993;19:541–4
 20. Torabinejad M, Watson TF, Pitt ford TR. The sealing ability of a mineral trioxide aggregate as a retrograde root filling material *J Endod*. 1993;19:591–5
 21. Lieblisch SE. Endodontic surgery. *Dent Clin North Am*. 2012;56(1):121–32

-
22. Ortega MA, Rios L, Fraile-Martinez O, Liviu Boaru D, De Leon-Oliva D, Barrena-Blázquez S, et al. Bioceramic versus traditional biomaterials for endodontic sealers according to the ideal properties. *Histol Histopathol*. 2024 Mar;39(3):279-92.
23. Zamparini F, Spinelli A, Cardinali F, Ausiello P, Gandolfi MG, Prati C. The Use of Premixed Calcium Silicate Bioceramic Sealer with Warm Carrier-Based Technique: A 2-Year Study for Patients Treated in a Master Program. *JFB*. 2023 Mar 18;14(3):164.
24. Perea Sevilla BC, Pitones Rubio SV, Márquez Lizárraga RH, Ruiz de la Rosa AA, Vigil Sánchez M. Comparación de la actividad antimicrobiana de cementos selladores en endodoncia. *Revista de la Asociación Dental Mexicana [Internet]*. 2024 [cited 2024 May 20];81(1):39–43. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2024/od241g.pdf>
25. Jasrasaria N, Tikku AP, Bharti R. Analysis of porosity, sealer dissolution and apical extrusion of endodontic sealers: A micro computed tomography study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2023 Jul;13(4):495-9.
26. Pirani C, Zamparini F, Peters OA, Iacono F, Gatto MR, Generali L, et al. The fate of root canals obturated with Thermafil: 10-year data for patients treated in a master's program. *Clin Oral Invest*. 2019 Aug;23(8):3367-77.
27. Primus CM, Tay FR, Niu L. Bioactive tri/dicalcium silicate cements for treatment of pulpal and periapical tissues. *Acta Biomaterialia*. 2019 Sep;96:35-54.
28. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dental Materials*. 2015 Apr;31(4):351-70.
29. Camilleri J, Atmeh A, Li X, Meschi N. Present status and future directions: Hydraulic materials for endodontic use. *Int Endodontic J*. 2022 May;55(S3):710-77.

-
30. Monterde M, Pallarés A, Cabanillas C, Zarzosa I, Victoria A. A comparative in vitro study of apical microleakage of five obturation techniques. *Acta Stomatol Croatica*. 2014;48(2):123-31.
31. Chib AS, Padmawar NS, Waghmare S, Tiwari DA, Mulani S, Bhatt M. Comparative Evaluation of Different Obturation Techniques for Root Canal Filling of Permanent Teeth: An In-Vitro Study. *Cureus*. septiembre de 2024;16(9):e68623.
32. Gupta R, Dhingra A, Panwar NR. Comparative Evaluation of Three Different Obturating Techniques Lateral Compaction, Thermafil and Calamus for Filling Area and Voids Using Cone Beam Computed Tomography: An Invitro study. *J Clin Diagn Res*. agosto de 2015;9(8):ZC15-7.
33. Raja KK, Al-Haddad A, Hari P, Singbal KP. Comparison of adaptability of three different root canal obturation materials. *World J Dent*. 2017;8(6):452-6.
34. Shah NC, Rao AS, Malge R, Sathnoorkar S, Chandrasekhar T. Evaluation of Extrusion and Apical Seal of Thermafil™ Obturation with and without MTA as an Apical Barrier in Comparison with Lateral Condensation Technique: An In Vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 1 de diciembre de 2020;13(S1):S40-4.
36. Yılmaz A, Karagöz Küçükay I. IN VITRO COMPARISON OF GUTTA-PERCHA-FILLED AREA PERCENTAGES IN ROOT CANALS INSTRUMENTED AND OBTURATED WITH DIFFERENT TECHNIQUES. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*. 2017 Apr 2;51(2).
37. Schaefer E, Schrenker C, Zupanc J, Buerklein S. Percentage of Gutta-percha Filled Areas in Canals Obturated with Cross-linked Gutta-percha Core-carrier Systems, Single-Cone and Lateral Compaction Technique. *J Endod*. febrero de 2016;42(2):294-8.
38. Li GH, Niu LN, Selem LC, Eid AA, Bergeron BE, Chen JH, et al. Quality of obturation achieved by an endodontic core-carrier system with crosslinked gutta-percha carrier in single-rooted canals. *J Dent*. 2014;42(9):1124-34.

-
39. Hülsmann M, Schäfer E. Endodoncia y salud general: interacciones y consecuencias terapéuticas (I). Quintessence [Internet]. 2012 Oct 1;25(8):452–9. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-articulo-endodoncia-salud-general-interacciones-consecuencias-S0214098512001778>
40. Karolina A. Anatomía interna de conductos radiculares de premolares superiores. estudio mediante técnica de diafanización [Internet]. Repositorio Digital UCE. Quito: UCE; 2015 [cited 2025 Jun 24]. Available from: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/0b3370a1-b059-4eec-b3b6-b2a7fa56a03f>
41. Juan J, Segura Egea. PATOLOGÍA Y TERAPÉUTICA DENTAL III Lección 10 [Internet]. Available from: <https://personal.us.es/seguraji/documentos/PTD-III/Temas%20PTDIII/Leccion%2010Obturacion.%20Cond%20lat.%20Vastago.%20Cono%20unico.pdf>
42. Shah NC, Rao AS, Rajeshkrishna Malge, Sharanpriya Sathnoorkar, Chandrasekhar T. Evaluation of Extrusion and Apical Seal of TherafilTM Obturation with and without MTA as an Apical Barrier in Comparison with Lateral Condensation Technique: An In Vitro Study. International Journal of Clinical Pediatric Dentistry. 2020 Dec 1;13(S1):S40–4.
43. Landis JR, Koch GG. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. Biometrics. 1977;33:363–74.
44. Wong AWY, Zhang S, Li SKY, Zhang C, Chu CH. Clinical studies on core-carrier obturation: a systematic review and meta-analysis. BMC Oral Health. 2017 Dec;17(1).
45. Flores-Flores A, Pastenes-Orellana A. Técnicas y sistemas actuales de obturación en endodoncia. Revisión crítica de la literatura. Revista KIRU. 2018;15(2):85-93
46. Espinoza, Ginger & Zúñiga, Sonia. (2024). New Obturation Techniques in Endodontics: A fact of clinical interest in recent decades. Ciencia Digital.

47. Rider W. An Historical and Critical Account of the Lives and Writings of the Living Authors of Great-Britain. AMS Press; 1992.

48. Endara Abbott ML. Estudio comparativo in vitro de la filtración apical con tres técnicas de obturación. Odontoestomatología. 2021;23(38)

49. Shokouhinejad, N., et al. (2013). Push-out bond strength of gutta-percha with different sealers. Journal of Dentistry, 41(10), 973–978

50. Prasansuttiporn, T., et al. (2011). The effect of root canal irrigants on dentin bonding. Journal of Adhesive Dentistry, 13(2), 125–129.

Funding: None declared.

Conflict of interest: None declared

Table 2. Characteristics of the reviewed studies

Autor and Year	Type of Study	Techniques used
Raja y cols. 2017 (33)	In vitro	Thermafill y Lateral Condensation
Schaefer y cols. 2016 (37)	In vitro	Guttacore y Lateral Condensation
Li y cols. 2014 (38)	In vitro	Guttacore y Lateral Condensation
Yılmaz A, Karagöz Küçükay. 2016 (36)	In vitro	Thermafill y Lateral Condensation
Shah y cols. 2020 (34)	In vitro	Thermafill y Lateral Condensation
Gupta y cols. 2015 (32)	In vitro	Thermafill y Lateral Condensation
Chib y cols. 2024 (31)	In vitro	Guttacore y Lateral Condensation
Monterde y cols. 2014 (30)	In vitro	SoftCore y Lateral Condensation

Table 4: summary evaluation method, criterion studied, and teeth used

Author and year	Evaluation method	Parameters studied	Teeth used
Raja y cols.. 2017 (33)	Cut (2mm) + stereomicroscope	Area empty spaces and filtration coronal third (%)	30 mandibular premolars
Schaefer y cols. 2016 (37)	Cut + stereomicroscope	Empty space area, gutta percha area and coronal third filtration (%)	32 mandibular premolars
Li y cols. 2014 (38)	Scanning electron microscope (SEM) + Micro-CT	Area empty spaces and filtration coronal third (%)	30 mandibular premolars
Yılmaz A, Karagöz Küçükay. 2016 (36)	Cut + stereomicroscope	Gutta-percha area (%)	40 mandibular premolars
Shah y cols. 2020 (34)	stereomicroscope	Area empty spaces (%)	40 upper incisors
Gupta y cols. 2015 (32)	Cone Beam Computed Tomography (CBCT)	Gutta-percha area and empty spaces (%)	20 mandibular premolars
Chib y cols. 2024 (31)	Cut + stereomicroscope	Gutta-percha area (%)	38 mandibular premolars
Monterde y cols. 2014 (30)	stereomicroscope + Ink +Transamination	Area empty spaces (%)	80 mandibular premolars

Table 5. Summary results of the included studies (Area empty spaces and Area Gutta-percha, Difference between the two techniques, Apical third depth, P. Value)

Autor y Ano	VAEV (Average ± DS)	VAG (Average ± DS)	depth of study	P Value
Schaefer y cols. 2016 (37)	<u>2mm</u> → Guttacore : 0,021% ± 0,001	<u>2mm</u> → Guttacore : 0,902% ± 0.153	2 y 4 mm from apex	< 0,05
	<u>4mm</u> → Guttacore : 0,01% ± 0,001	<u>4mm</u> → Guttacore : 0,968% ± 0.611		
	<u>2 mm</u> → Lateral Condensation : 0,375% ± 0,001	2 mm → Lateral Condensation : 0,803% ± 0,11		
	<u>4 mm</u> → Lateral Condensation : 0,437% ± 0,001	<u>4 mm</u> → Condensación Lateral: 0,861 % ± 5.64		
Li y cols. 2014 (38)	Guttacore : 0,11% ± 0,001	Guttacore : 0,84% ± 0,001	4 mm from apex	0.05
	Lateral Condensation 0,40% ± 0,001	Condensación Lateral 0,58 % ± 0,01		
Yilmaz A, y cols.. 2016 (36)	NS	Thermafil : 0,943% ± 0.046	3 mm from apex	< 0.05
		Condensación lateral : 0,788% ± 0.065		
Shah y cols. 2020 (34)	Thermafil : 0,47% ± 0.002	NS	3 mm from apex	> 0.05
	Lateral Condensation : 0,68% ± 0.002			
Raja y cols. 2017 (33)	SoftCore : 0,357% ± 0,011	NS	2 mm from apex	0,93
	Lateral Condensation : 0,635% ± 0,028			
Gupta y cols. 2015 (32)	Thermafil : 0,20% ± 0.001	Thermafill : 0,96% ± 0.045	3 mm from apex	0.05
	Lateral Condensation : 0,39 % ± 0.062	Condensación lateral : 0,55% ± 0.045		
Chib y cols. 2024 (31)	NS	GuttaCore : 0,86% ± 0.04	4 mm from apex	0.01
		Condensación Lateral : 0.58% ± 0.09%		
Monterde y cols. 2014 (30)	Softcore : 0,36% ± 0.002%	NS	3 mm from apex	0.01
	Lateral Condensation : 0,21% ± 0.003%			
p < 0.05 : Significant; DS: Standard Deviation, VAG: Value Area Gutapercha VAEV: Value Area Empty Spaces, NS: Not Specified Maximum Value: 1%				

Table 6. Weighted Means of VAEV for the Respective Techniques

	LATERAL CONDENSATION	CORE-CARRIER
2 mm	0,505%	0,189%
3 mm	0,426%	0,343%
4 mm	0,418%	0,061%

Table 7. Weighted Means of VAG for the Respective Techniques

	LATERAL CONDENSATION	CORE-CARRIER
2 mm	0,803%	0,889%
3 mm	0,669%	0,951%
4 mm	0,673%	0,889%

Table 8. Filtration Coronal third in percentage (%)

Autor y Ano	Lateral Condensation (average %)	Core-Carrier (average %)	Number of Tooths
Li y cols. 2014 (38)	43,75%	20.25 %	13 each technique
Schaefer y cols. 2016 (37)	18,75 %	12,50 %	15 each technique
Raja y cols. 2017 (33)	60%	30%	10 each technique

Img. 2. Flow diagram of the search and selection process of articles during systematic review.

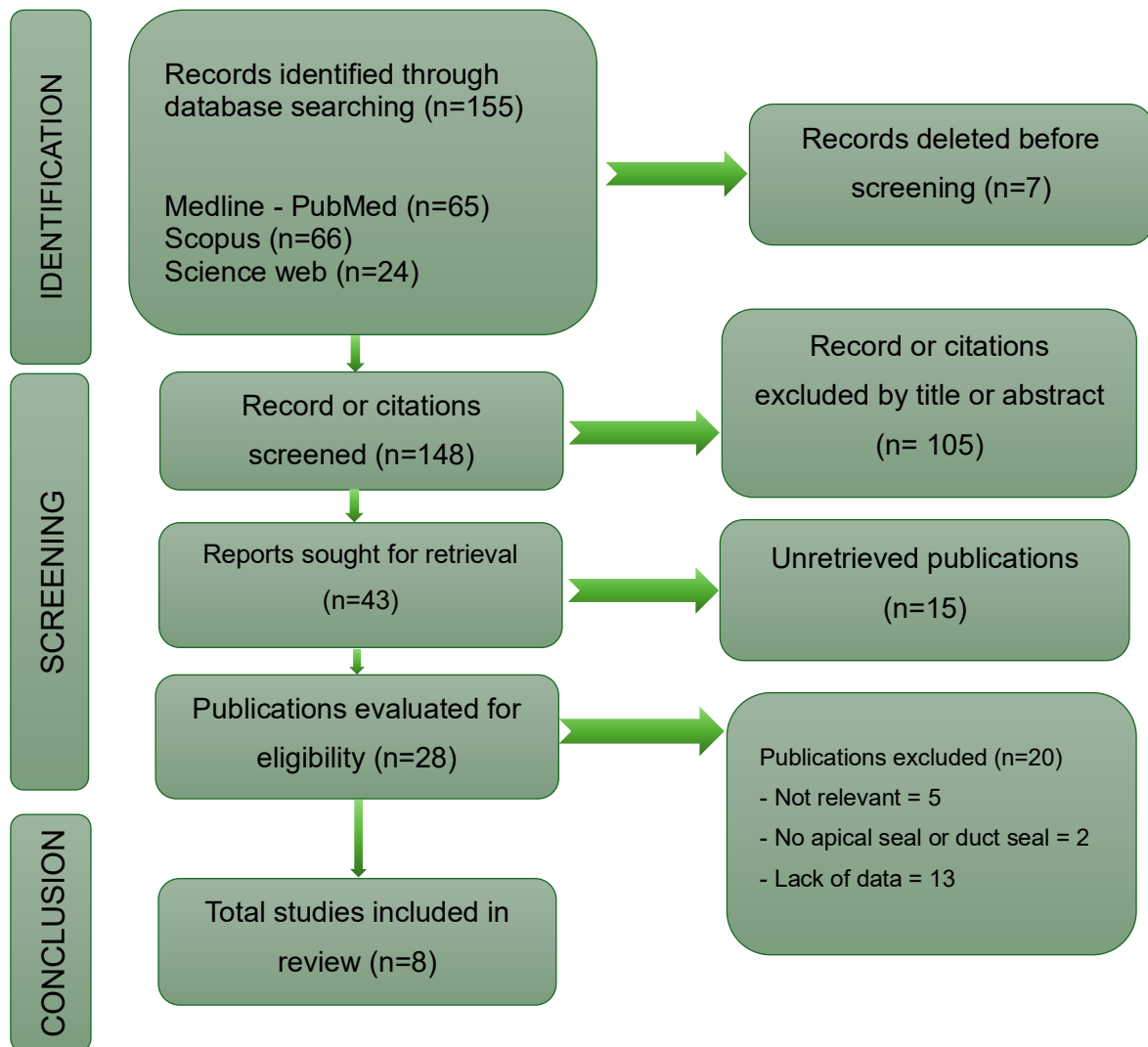


Table 3: Measurement of the risk of bias in in-service studies according to the modified Arrive and Consort scale.

	TITLE	SUMMARY	INTRODUCTION (background)	INTRODUCTION (Objectives)	METHODS (study design)	METHODS (details of procedure)	METHODS (sample size)	METHODS (details method)	RESULTS (Explanation of any data excluded)	DISCUSSION (interpretation/scientific implication)	DECLARATION OF CONFLICTS AND DISCLOSURE	PEER-REVIEWED JOURNAL PUBLICATION
Raja y cols. 2017 (33)	1	2	3	2	2	3	3	2	3	2	1	1
Schaefer y cols. 2016 (37)	1	2	3	2	2	3	3	3	3	2	1	1
Li y cols. 2014 (38)	1	2	2	2	3	3	3	3	1	2	1	1
Yılmaz A, Karagöz Küçükay. 2016 (36)	1	3	3	2	3	3	3	2	2	2	1	1
Shah y cols. 2020 (34)	1	2	2	1	2	3	3	1	2	1	1	1
Gupta y cols. 2015 (32)	1	3	2	2	1	3	3	3	3	2	1	1
Chib y cols. 2024 (31)	1	2	2	2	3	3	3	3	3	2	1	1
Monterde y cols. 2014 (30)	1	3	3	1	2	3	3	3	3	2	1	1

Img 3. Graph of Weighted Means of VAEV in the Respective Techniques

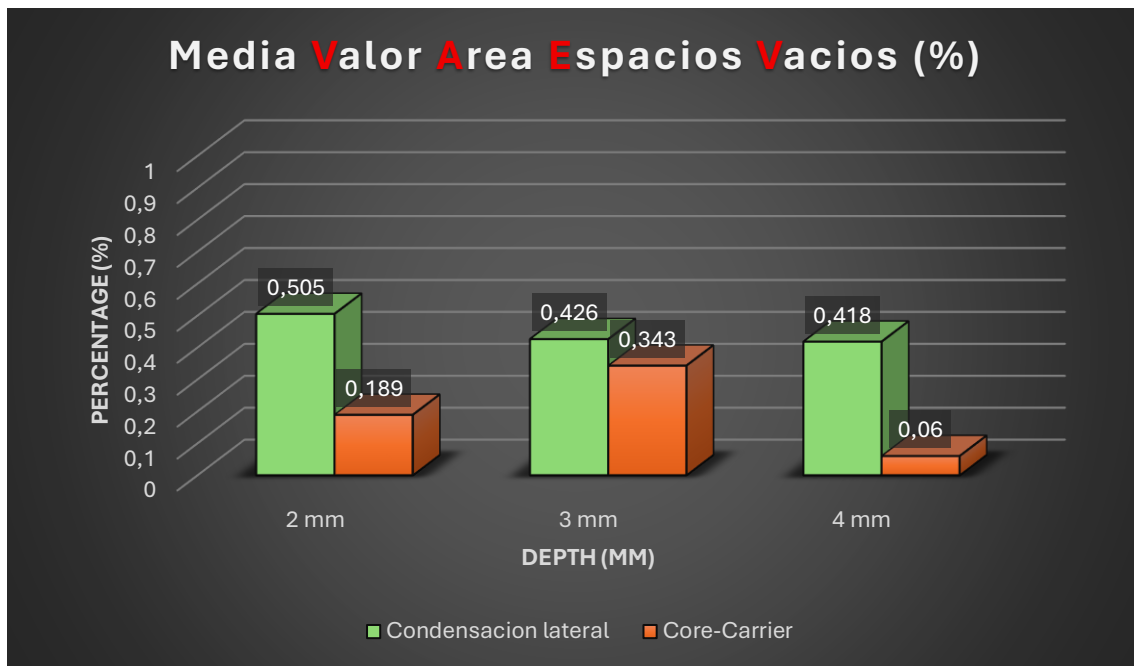
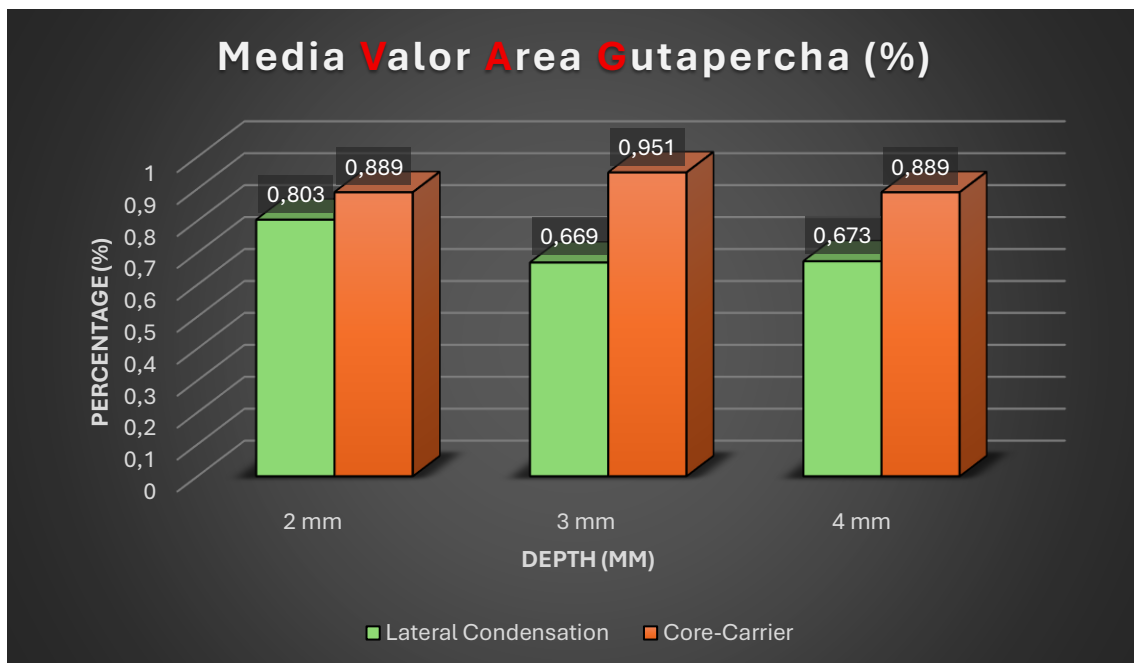


Fig 4. Graph of Weighted Means of VAG in the Respective Techniques



**COMPARACIÓN DEL SELLADO APICAL EN ENDODONCIA
ENTRE LA TÉCNICA DE CONDENSACIÓN LATERAL Y LA
TÉCNICA TERMOPLÁSTICA DE GUTAPERCHA CON VÁSTAGO:
REVISIÓN SISTEMÁTICA**

Título corto: Comparación sellado apical de la técnica de condensación lateral vs técnica termoplástica de guttapercha con vástago.

Autores:

Stefano Pedersoli¹, Elvira Valero Navarro²

1. Estudiante de 5º curso de Odontología en la Universidad Europea de Valencia, Valencia, España.

2. Profesora de la Facultad de Odontología, Universidad Europea de Valencia, Valencia, España.

CORRESPONDENCIA

Elvira Valero Navarro

Paseo Alameda 7, Valencia, 46010, Valencia

elvira.valero@universidadeuropea.es

RESUMEN

Introducción: La falta de sellado hermético en el conducto radicular puede provocar el fracaso del tratamiento endodóntico debido a la microfiltración de bacterias a nivel apical. Un buen sellado apical, por lo tanto, representa uno de los factores principales para impedir la filtración bacteriana a largo plazo y por lo tanto para el éxito del tratamiento. El objetivo de esta revisión sistemática fue comparar el sellado apical de dos técnicas de obturación diferentes, la de condensación lateral en frío y la técnica termoplástica de gutapercha con vástago. Además, este estudio busca determinar cuál de las dos técnicas se ve también menos afectada por la filtración a nivel coronal. Es importante reseñar que el sellado apical no es el único factor a tener en cuenta para determinar qué técnica es mejor, porque hay más condicionantes como la adaptación tridimensional al sistema de conductos, biocompatibilidad del material empleado y estabilidad del material.

Material y métodos: Se realizó una búsqueda electrónica en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science sobre la comparación de estas técnicas en dientes extraídos unirradiculares.

Resultados: De los 155 artículos, 8 cumplían con los criterios de inclusión y de comparación entre las técnicas escogidas. Se obtuvieron diferencias significativas entre las dos técnicas en 5 estudios y diferencias no significativas en 3 estudios.

Conclusion: Aunque ambas técnicas presentan limitaciones, los hallazgos indican diferencias bastante sustanciales donde la técnica termoplástica con vástago resulta tener el mejor sellado apical. La técnica termoplástica con vástago también resulta tener la menor filtración a nivel coronal respecto a la técnica de condensación lateral en frío.

Palabras Claves: Dental Pulp Devitalization, Root Canal Therapy, Root Canal Filling, Canal obturation, Core Carrier Technique. Cold Lateral Condensation Apical Sealing

Introducción

El tratamiento de conducto radicular es un proceso utilizado para curar un diente gravemente dañado y preservarlo de la mejor manera posible con el fin de restaurar su función y estética (1). En el campo de la endodoncia, la elección de la técnica de obturación del conducto radicular es crucial para garantizar el éxito a largo plazo de los tratamientos posteriores, que pueden consistir en rehabilitar la función masticatoria y estética del diente y mantener la estabilidad del arco. El éxito del tratamiento endodóntico es el resultado de un modelado y una limpieza adecuados del conducto radicular y de un sellado coronario y apical hermético, seguido de la comodidad del paciente (1). Un conocimiento perfecto de la morfología dental, especialmente en lo que respecta a las características de la anatomía interna del diente, sus cámaras y conductos radiculares, es esencial para una endodoncia exitosa y correcta y un trabajo adecuado del conducto radicular. La cavidad pulpar reproduce la forma externa de la raíz, y los cambios que la identificación ejerce sobre la pulpa a lo largo de la vida transforman los conductos simples y anchos de los dientes jóvenes en un intrincado laberinto de ramificaciones y divisiones que se encuentra en el sistema de conductos de los adultos (40). El sistema de sellado con perilla de gutapercha termoplástica utiliza un portador plástico central recubierto con gutapercha termoplástica. Este se calienta para aumentar su fluidez, lo que permite una adaptación tridimensional a las paredes del conducto radicular, incluso en presencia de anatomías complejas. La idea es lograr un sellado homogéneo y continuo, minimizando la formación de huecos o espacios sin rellenar (1). Los pasos de esta técnica son muy sencillos y rápidos en comparación con la técnica de condensación lateral en frío: Una vez trabajado correctamente el conducto, se elige un obturador con un vástago adecuado al tamaño del conducto. Por lo general, siguen el tamaño y el color de las limas rotatorias (1). La técnica del vástago de gutapercha termoplástica requiere menos tiempo para la obturación del conducto radicular debido a su rápida preparación, con resultados prometedores y seguros a largo plazo (14). La técnica de condensación lateral se basa en la inserción de un cono principal de gutapercha en el conducto, seguida de una compresión lateral con instrumentos manuales para insertar conos accesorios (3). Este método, aunque más tradicional, ofrece al clínico un mayor control durante la obturación

y permite modularla según las necesidades específicas del conducto (4). La terapia endodóntica convencional tiene éxito en aproximadamente el 80-85 % de los casos: muchos de estos fracasos se producen después de un año con la presencia de dolor continuo, drenaje, movilidad o un aumento del tamaño de una zona radiotransparente (21). Las complicaciones como la perforación iatrogénica, la formación de escalones, la obstrucción del conducto, a menudo debidas a una irrigación deficiente y a una anatomía radicular complicada, pueden afectar al resultado del tratamiento endodóntico (14). Los clínicos deben comprender cómo puede producirse cada una de estas complicaciones, cómo prevenirlas y cómo rectificarlas de manera predecible; también es importante que los clínicos comprendan el impacto de una complicación específica en el pronóstico del tratamiento y aprecien cómo puede diferir de un caso a otro (22). El objetivo de esta revisión sistemática fue comparar el sellado apical de dos técnicas de obturación diferentes, la de condensación lateral en frío y la técnica termoplástica de gutapercha con vástago. Además, este estudio busca determinar cuál de las dos técnicas se ve también menos afectada por la filtración a nivel coronal. Es importante reseñar que el sellado apical no es el único factor a tener en cuenta para determinar qué técnica es mejor, porque hay más condicionantes como la adaptación tridimensional al sistema de conductos, biocompatibilidad del material empleado y estabilidad del material.

Materiales y métodos:

Esta revisión sistemática se ha llevado a cabo de acuerdo con los criterios de la guía PRISMA (Elementos preferidos para informes sistemáticos y metaanálisis).

- Pregunta central:

La pregunta central se estableció de acuerdo con la pregunta estructurada **PICO:**

P (población): dientes naturales extraídos.

I (intervención): técnica de obturación con gutapercha termoplástica con vástago.

C (comparación): comparación con la técnica de condensación lateral en frío.

O (resultados): medición del sellado apical.

O2 Filtración a nivel coronal

- **Criterios de elegibilidad**

- **Diseño del estudio:** Estudios de cohortes prospectivos y retrospectivos, series de casos y estudios in vitro; publicados en inglés; publicados hasta diciembre de 2024.
- **Tipo de muestra:** dientes humanos unirradiculares.
- **Tipo de intervención:** a tratar con técnica de obturación con gutapercha termoplástica con vástago o condensación lateral en frío.
- **Tipo de Variables de Resultado:** estudios que proporcionan datos relacionados con el sellado apical, como variable principal y como variable secundaria el porcentaje o la tasa de filtración en el tercio coronal.
- **Los criterios de exclusión fueron:** publicaciones fuera del rango 2014-2024, artículos en idiomas distintos al inglés o al español; tipos de artículos: solo resúmenes, ensayos clínicos no comparativos sobre el propósito de un caso, cartas o comentarios al editor, informes de expertos, estudios experimentales con animales y revisiones sistemáticas.

- **Fuentes de información y búsqueda de datos**

Se realizó una búsqueda automatizada en las tres bases de datos mencionadas anteriormente (Pubmed, Scopus y Dentistry and Oral Science Source) utilizando las siguientes palabras clave: Desvitalización pulpar dental, Tratamiento de conductos radiculares, Obturación de conductos radiculares, Obturación retrógrada, Obturación de conductos, Técnicas Thermafil, Portacore, Condensación lateral, Condensación lateral en frío, Sellado apical. Las palabras clave se combinaron con los operadores booleanos AND, OR, NOT y términos controlados (Mesh para PubMed) para intentar obtener resultados de búsqueda más amplios.

La búsqueda en PubMed se realizó de la siguiente manera: ("Root Canal Therapy"[Mesh] OR "Root Canal Obturation/methods"[Mesh] OR "Root Canal Filling Materials"[Mesh] OR root canal obturation technique) AND (Thermafil OR Thermoplastic Techniques OR core carrier) AND (Cold Lateral Condensation OR

lateral condensation) AND ("Root Canal Filling Materials/isolation and purification"[Mesh] OR long range sealing OR apical sealing OR canal obturation) Filters: Humans, from 2013-2024. - La búsqueda en SCOPUS se realizó de la siguiente manera: (ALL (((apical AND seal OR apical AND seal AND seal AND dental OR long AND term AND apical AND seal AND dental)) AND PUBYEAR > 2013) AND (ALL ((lateral AND condensation AND gutta-percha OR lateral AND condensation AND technique)) AND PUBYEAR > 2013) AND (ALL ((thermafil AND obturation OR thermafil AND technique)) AND PUBYEAR > 2013) AND (ALL (thermafil AND obturation OR thermafil AND technic)) AND PUBYEAR > 2013) AND ((ALL (("endodontic, patients") OR ("endodontic treatment") OR ("conduct, treatment, dental") OR ("canal, obturation") OR ("root, canal, therapy") OR ("dental, pulp, devitalization"))). - La búsqueda en Web Of Science fue la siguiente: ((Apical seal(topic) OR Root Canal Therapy(topic) OR Root Canal Filling(topic) OR Root Canal Obturation Technique(topic)) AND ((Thermafil(topic) OR Thermoplastic technique(topic)) AND ((Cold Lateral Condensation(topic) OR (Lateral Condensation(topic)) AND ((Root Canal Filling(topic) OR (Apical Sealing(topic)) OR (Canal Obturation(topic)) AND ((Dentistry Oral Surgery Medicine(Research Areas) and Humans (MeSH Headings) and English or Spanish(Languages)). Para identificar cualquier estudio elegible que pudiera haber pasado por alto la búsqueda inicial, se complementó la búsqueda con una revisión de las referencias proporcionadas en la bibliografía de cada estudio.

- **Estrategia de búsqueda**

El proceso de selección de estudios fue llevado a cabo por dos revisores (SP, EVN) y se dividió en tres etapas: En primer lugar, se filtraron los artículos por los títulos de las publicaciones para eliminar aquellos que no eran relevantes. En la segunda etapa, se realizó una selección por resúmenes, seleccionando por tipo de estudio, tipo de paciente o muestra y tipo de técnica utilizada. En la tercera etapa, se filtró según la lectura completa del texto, eliminando los artículos con información insuficiente y aquellos que no cumplían con los criterios máximos mencionados anteriormente.

- **Extracción de datos**

Se extrajo la siguiente información de los estudios y se tabuló según: el año de publicación, el tipo de estudio, el tipo de material y las técnicas utilizadas para el estudio del relleno de los huecos y la cantidad de material de relleno en el segmento elegido en el tercio apical del diente y la cantidad de filtración a nivel del tercio coronal.

Evaluación de la calidad y el riesgo de sesgo

La evaluación del riesgo de sesgo fue realizada por dos revisores (SP, EVN) con el fin de analizar la calidad metodológica de los artículos incluidos. Se utilizó la escala ARRIVE y CONSORT modificada para medir la calidad de los estudios in vitro. El grado de acuerdo entre los evaluadores en la valoración de la calidad metodológica se obtuvo con la prueba kappa de Cohen, siguiendo la escala propuesta por Landis y Koch (43).

- Síntesis de datos

Con el fin de resumir y comparar las variables de resultado entre los diferentes estudios, se agruparon las medias y las desviaciones estándar de los valores de las principales variables según el grupo de estudio, tanto para la técnica Thermafil o Gutacore como para la condensación lateral.

Para analizar el sellado y definir cuál será significativo, se utilizó la cantidad de sellado apical para cada grupo de estudio. Esto se hizo para todas las variables de resultado analizadas y para cada uno de los grupos de estudio.

RESULTADOS

- Selección de estudio. Flow Chart:

Se obtuvieron un total de 155 artículos del proceso de búsqueda inicial: Medline - PubMed (n=65), SCOPUS (n=66) y Web Of Science (n=24). De estas publicaciones, 29 se identificaron como artículos potencialmente elegibles mediante el cribado por título y resumen. Los artículos de texto completo fueron posteriormente obtenidos y evaluados a fondo. Como resultado, 8 artículos cumplieron con los criterios de inclusión y fueron incluidos en la presente revisión sistemática (Fig. 2). El valor k para el acuerdo Inter-examinador sobre la inclusión

de los estudios fue de 0,73 (títulos y resúmenes) y 0.93 (textos completos) lo que indica un acuerdo "bueno" y "completo", respectivamente, según los criterios de Landis y Koch (43).

- **Análisis de las características de los estudios revisados**

De los 8 artículos revisados en la presente revisión, todos los artículos incluidos eran estudios in vitro (30-34,36-38). Se trataron un total de 310 dientes uniradiculares (primeros premolares mandibulares e incisivos centrales maxilares) que cumplían varios criterios: canal recto, sin curvaturas, ápice cerrado, sin fracturas ni reconstrucciones ni traumatismos. En la tabla 2 y la tabla 4 se resume las características (tipo de estudio, criterios estudiados, método de evaluación, técnicas y dientes utilizados) de los estudios incluidos en esta revisión sistemática.

- **Evaluación de la calidad metodológica y el riesgo de sesgo.**

Para los estudios in vitro, se utilizó la escala Arrive y Consort modificada, en la que se evalúan 11 criterios para las distintas partes de los artículos científicos analizados (título, resumen, introducción, métodos, resultados, discusión, declaración de conflictos y publicaciones) para determinar el porcentaje de fiabilidad y eficacia de todo el complejo estudiado. La mayoría de los estudios tienen un riesgo de sesgo bajo a moderado según la escala Arrive y Consort modificada, y solo un estudio (34) muestra un riesgo alto en varios aspectos clave evaluados en relación con los demás. El valor k (prueba kappa de Cohen) para la concordancia entre revisores sobre la calidad metodológica fue de 0,70 según la escala de Landis y Koch (43).

- **Síntesis de los resultados**

Los ocho estudios analizaron la cantidad de área ocupada por la gutapercha dentro del conducto radicular, específicamente en la zona apical. También observaron la presencia de huecos y aire atrapado, lo que podría conducir a un peor sellado apical y a microfiltraciones. En un estudio se examinó la cantidad de extrusión de gutapercha junto con el cemento de sellado (34). Cinco estudios analizaron la presencia de huecos y la cantidad de gutapercha adherida a la

pared con la técnica de corte de muestras y estereomicroscopía (30, 31, 33, 34, 36, 37), en un estudio mediante CBCT (32) y en un estudio con SEM (microscopio electrónico de barrido) combinado con estereomicroscopio (38). En todos los estudios, los dientes tratados se controlaron con radiografías previas para incluirlos o excluirlos de las pruebas que se iban a realizar y debían cumplir ciertos parámetros (sin caries, sin fracturas, unirradiculares).

- **Eficacias y medidas**

Los artículos analizados tienen dos valores estudiados, VAEV y VAG a profundidades variables: entre 0-2mm, 0-3mm y 0-4mm en la zona del tercio apical.

Se utilizaron dos valores para evaluar la calidad del sellado apical en estos estudios: la VAEV(Valor Área Espacio Vacío), que es el valor de cantidad de área que ocupan los espacios vacíos; este criterio es muy importante porque marca los defectos que pueden surgir durante la obturación del canal radicular y que pueden fracasar este sellado contra determinados patógenos y contaminaciones; menor porcentaje existirá, menor será la presencia de espacio vacíos no rellenado por el material de obturación. El otro valor, el VAG(Valor Área Gutapercha) indica la cantidad de área ocupada de nuestro material de obturación según la técnica utilizada y la adaptación que estos últimos hacen contra la pared del conducto radicular para permitir un sellado tridimensional, rellenando las imperfecciones creadas durante la instrumentación del conducto; cuanto mayor sea el porcentaje, más área ocupada por nuestro material sellador. Otro valor para saber cuánta diferencia existe entre estos dos valores precedentemente explicados, es la media ponderadas de los valores obtenidos (VAG o VAEV) para cada técnica a cada profundidad y cuanto más alta sea la diferencia, más relevante será la diversidad entre las dos técnicas.

En los valores VAEV se mostró que 3 estudios incluidos (32,37,38), mostraron una diferencia significativa entre las dos técnicas comparadas, 2 artículos (30,34), mostraron diferencias no significativas y 2 artículos (36,31) no estudiaron este valor.

En los valores VAG se mostró una diferencia significativa en 3 estudios(31,32,38), 2 estudios mostraron diferencias no significativas (36,37) y 3 no estudiaron este valor(30,33,34).

- **Eficacia técnica de condensación lateral en frío:**

La eficacia de esta técnica fue estudiada en todos los estudios (30-34,36-38), pero solo en uno, lo de Monterde y cols. 2014 (30), se encontró un mejor VAEV en la condensación lateral en frío, respecto a el uso de Softcore a 3mm del ápice con una diferencia entre esta técnica y la condensación lateral en frío de 0,362%, que mostró significativamente menos espacios vacíos. En el estudio de Li y cols. 2014 (38) se notaron variaciones significativas confrontando la condensación lateral (VAG: 0,58%; VAEV: 0,40%) con la técnica Guttacore (VAG: 0,84%; VAEV: 0,11%), así demostrando la eficiencia inferior de la técnica de condensación lateral en frío.

- **Eficacia técnica termoplástica de gutapercha con vástago:**

La eficacia de la técnica **Softcore** se estudió en 2 estudios (33, 30), con un valor significativo en uno de estos dos (33) donde la VAEV era de 0,357% con una diferencia de 0,278% respecto a la condensación lateral (0,635%) mostrando significativamente menos espacios vacíos a 2mm del ápice. Al revés, en otro estudio (30) se ha visto un resultado diferente con una diferencia significativa y con un porcentaje de VAEV más alto (0,36%) respecto a la condensación lateral (0,21%) En este estudio los casos con SoftCore presentaron bastante más área de espacios vacíos. La eficacia de la técnica Thermafil se estudió en 3 estudios (32,34,36) donde se ha visto un valor no significativamente diferente en dos de estos tres (34,36) con una diferencia de la VAEV de 0,21% y una diferencia en la VAG de 0,155%, las dos a favor de la técnica Thermafill. En el otro estudio (32) podemos apreciar una diferencia sustancial en la VAG donde es casi la mitad, 0,412% y al mismo tiempo notar un valor no significativamente diferente en el VAEV de 0,19%, siempre a favor de la técnica Thermafill. La eficacia de la técnica **Guttacore** se estudió en 3 estudios(37,38,31), con valores significativamente diferentes en un estudio (38) donde se registró una diferencia de 0,56% en VAG y una diferencia de VAEV del 0,29% entre las dos técnicas a una profundidad de

4 mm desde el ápice, demostrando la superioridad de la GuttaCore respecto a la condensación lateral en frío. En otro estudio (37) se calcularon dos profundidades: de 2mm donde se encontraron menos diferencia entre los dos valores (VAG: 0,099% y VAEV: 0,354%) y de 4mm donde se encontraron valores significativamente más diferentes (VAG: 0,107% y VAEV: 0,427%) definiendo siempre la menor presencia de espacios vacíos y la mayor área ocupada por la gutapercha en la técnica Guttacore. En el último estudio (31) se identificó un valor no significativo entre las dos técnicas demostrando, a 3mm desde el ápice, una diferencia en el VAG de 0,278%. definiendo la mayor área ocupada por la gutapercha en la técnica Guttacore.

A continuación, explicamos las medias ponderadas de los valores de área espacio vacíos y del valor de área de gutapercha a los diferentes niveles de profundidad para las dos técnicas estudiadas (Tabla 6-7; Fig. 3-4) :

- **Filtración en tercio Coronal:**

Tres estudios científicos (33,37,38) analizaron datos en la incidencia de filtración coronal asociada a la técnica de condensación lateral en frío y la técnica termoplástica de gutapercha con vástago. La comparación entre los artículos permitió establecer diferencias significativas en el comportamiento de estas dos técnicas a diferencia del cálculo del sellado apical basado sobre una escala con valor máximo 1%, estos porcentajes se basan sobre una escala con un valor máximo de 100%.

El porcentaje más alto de filtración en el tercio coronal medido mediante área de espacios vacíos se encuentra en la condensación lateral en frío, concretamente un 60% en el estudio Raja y cols. 2017 (33) y el más bajo en otro estudio, el de Schaefer y cols. 2016 (37) que es de 18,75%. En la técnica termoplástica de gutapercha con vástago, vemos un valor máximo de 30% en el estudio de Raja y cols. 2017 (33) y un mínimo en otro estudio, lo de Schaefer y cols. (37) de 12,50%. Los resultados descriptivos de encuentran en la Tabla 8.

DISCUSION:

La presente revisión sistemática tiene como objetivo evaluar cuál es la técnica que presenta un eficiente y mejor sellado apical entre la técnica de obturación termoplástica de gutapercha con vástago y la técnica de condensación lateral en frío, dada su amplia utilización clínica, aportando información basada en la evidencia científica.

- La importancia del sellado apical:

Uno de los objetivos del tratamiento endodóntico es evitar la microfiltración a lo largo del conducto radicular, sobre todo a nivel apical (33). El éxito de la obturación tridimensional del tercio apical depende del tipo de materiales de obturación, de la técnica y la presencia o ausencia de área de espacios vacío; es una cuestión muy importante asociada a la evaluación de la calidad de obturación del conducto y el sellado hermético creado en la unión dentino-cemental apical que determina el éxito de la obturación final(33).

La presencia del sellador en el conducto radicular preparado desde un punto de vista mecánico, en el caso de las técnicas de obturación con gutapercha, tiene la función de rellenar los espacios microscópicos entre la gutapercha y las paredes del conducto radicular. Los selladores endodónticos desempeñan también un papel importante en la prevención de la filtración de la obturación del conducto.

Se han desarrollado numerosos materiales y técnicas para obturar los conductos radiculares, pero el uso de la condensación lateral en frío es el “Gold Estándar” de todos los profesionales desde años y es la técnica que se enseña en la mayoría de las facultades (32,30).

- Sellado Apical:

Las técnicas de gutapercha con vástago se han consolidado como estándar entre muchos profesionales (36). Esta revisión sistemática basada en 8 estudios in vitro mostró que la técnica termoplástica con vástago proporciona obturaciones más homogéneas, con menos espacios vacíos, mejor adaptación y menor espesor de sellador (32), a diferencia de la condensación lateral, que

presenta menor adaptabilidad y más vacíos (31). Schaefer et al. (37) destacaron a Guttacore como la técnica con mejores resultados a 2 mm del ápice (0,902% gutapercha y 0,021% vacíos), superando a la condensación lateral (0,803% y 0,354%). Esta eficacia se debe a la deformación plástica del vástago de gutapercha reticulada, aunque es crucial mantenerlo centrado durante el enfriamiento para evitar deformidades (33). Según Gupta et al. (32), la condensación lateral genera más irregularidades y menor adherencia, lo que puede provocar desplazamientos del material (31). Yilmaz et al. (36) encontraron que Thermafil alcanzó un 0,943% de gutapercha frente al 0,80% de la condensación lateral, con menos vacíos a 3 mm del ápice. Aunque en el tercio apical las diferencias son menores, la técnica termoplástica requiere menos tiempo, rellena mejor los conductos accesorios y presenta mayor homogeneidad (32), mientras que la condensación lateral, bien realizada, puede evitar sobrellenado (38). En general, las técnicas termoplásticas mostraron mayor VAG y menos vacíos, especialmente en conductos ovalados (36, 38), aunque los resultados pueden variar según el protocolo y la presión ejercida (30-32, 37). La eliminación del barrillo dentinario también influye en la penetración del material (33), por lo que se usaron EDTA e hipoclorito (30-32, 34, 37,38). A 2 mm del ápice, la técnica termoplástica mostró menos vacíos (0,189% vs. 0,505%) y más gutapercha (0,889% vs. 0,803%). A 3 mm, mantuvo su superioridad (0,343% vs. 0,426% en vacíos y 0,951% vs. 0,659% en gutapercha). A 4 mm, la diferencia fue aún más clara: 0,06% vacíos y 0,889% gutapercha con técnica termoplástica, frente a 0,418% y 0,673% con condensación lateral.

- **Sellado Coronal:**

En el análisis del sellado coronal, basado en tres estudios (Li et al. 2014 (38), Schaefer et al. 2016 (37) y Raja et al. 2017 (33), se observaron diferencias significativas entre técnicas, especialmente en relación con la recontaminación del conducto. La técnica termoplástica con vástago mostró menor filtración coronal, gracias a su distribución homogénea, mejor adaptación tridimensional y mayor fluidez del material al calentarse, lo que optimiza el sellado en zonas irregulares. En cambio, la condensación lateral en frío, aunque comúnmente usada, presentó mayor susceptibilidad a la microfiltración por su dependencia de

la compactación mecánica y la posible formación de vacíos o interfaces, lo que puede comprometer el éxito clínico a largo plazo.

- **Limitación de estudios:**

Una limitación de esta revisión sistemática fue la metodología de observación utilizada para medir espacios vacíos y áreas con gutapercha en el tercio apical, mediante técnicas como estereomicroscopio, sistemas fotográficos, CBCT (32), radiografías bidimensionales, SEM y Micro-CT (38). En técnicas termoplásticas, el núcleo plástico se incluyó como gutapercha (36). Seis estudios usaron estereomicroscopio (30, 31, 33, 34, 36, 37), uno CBCT (32) y otro SEM + Micro-CT (38). SEM ofrece mayor resolución, aunque puede generar artefactos (33, 38), mientras que Micro-CT permite análisis 3D y se complementa con SEM (38). CBCT también reconstruye el diente en 3D con buena calidad (32). El estereomicroscopio fue el método más usado, proporcionando imágenes reales del relleno analizadas digitalmente (37), y sigue siendo valioso por su visualización tridimensional en tiempo real (31,32,36). Las técnicas recientes como Micro-CT y CBCT ofrecen imágenes superiores (31). La mayoría de los estudios respetaron valores estadísticos significativos ($p < 0,05$), lo que valida los resultados. La calidad de la obturación depende de la cercanía al ápice, siendo 2 mm la zona más crítica. Otras limitaciones fueron el bajo número de estudios y el tamaño reducido de las muestras, por lo que se recomienda seguir investigando para obtener conclusiones más sólidas

Reference:

- 1.Muliyar S, Shameem KA, Thankachan RP, et al. Microleakage in endodontics. J Int Oral Health. 2014;6(6):99–104
- 2.Clem W. Endodontics in the adolescent patient. Dent Clin North Am. 1969;13(2):483–86. [PubMed] [Google Scholar]
- 3.Weine F, Healeey L, Gerstein H, Evanson L. Pre-curved files and incremental instrumentation for root canal enlargement. J Can Dent Assoc. 1970;36(4):155–57.

-
4. Waplington M, McRobert AS. Shaping the root canal system. *Brit Dent J*. 2014;216(6):293–97. doi: 10.1038/sj.bdj.2014.203
 5. Vasconcelos I, António Ginjeira C. Un estudio sobre las tendencias de obturación del conducto radicular: técnica de obturación en caliente versus en frío. *Giornale Italiano di Endodonzia*. 2021;35:151–62
 6. Gordon TM, Damato D, Christner P. Solvent effect X of various dilutions of sodium hypochlorite on vital and necrotic tissue *J Endod*. 1981;7:466-9
 7. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation X of the effect of 0.5 percent sodium hypochlorite in endodontic therapy *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1983;55:307-12
 8. Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating X agents in root canal treatment: Mode of action and indications for their use *Int Endod J*. 2003;36:810-30
 9. Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. X Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain *Int Endod J*. 2001;34:120-32
 10. Hu X, Peng Y, Sum CP, Ling J. Effects of concentrations and exposure times of sodium hypochlorite on dentin deproteinization: Attenuated total reflection fourier transform infrared spectroscopy study *J Endod*. 2010;36:2008-11
 11. Alzaidy FA, Khalifa AK, Emera RM. La eficacia antimicrobiana del sellador de conductos radiculares modificado con nanoplate. *EJRMS*. 2018;6(4):324–33
 12. Rath CH, Chandak M, Nikhade P, et al. Funciones de los selladores de conductos radiculares: una revisión. *J Evolution Med Dent Sci*. 2020;9(17):1454–58
 13. Kumar NS, Palanivelu A, Narayanan LL. Evaluación de la capacidad de sellado apical y adaptación a la dentina de dos selladores a base de resina: un estudio in vitro. *J Conserv Dent*. 2013;16(5):449–53. doi: 10.4103/0972-0707.117518

-
14. Peng L, Ye L, Tan H, Zhou X. Resultado de la obturación del conducto radicular con gutapercha caliente frente a condensación lateral fría: un metaanálisis. *J Endod.* 2007;33:106–9. doi: 10.1016/j.joen.2006.09.010
 15. Lares C, El Deeb ME. The sealing ability of thermafil obturation technique *J Endod.* 1990;16:474–9
 16. Bhambhani SM, Sprechman K. Microleakage comparison of Thermafil versus vertical condensation using two different sealers *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1994;78:105–8
 17. Gutman JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique, Part 2: Material adaptation and sealability *Int Endod J.* 1993;26:173–8
 18. Gutman JL, Saunders WP, Saunders EM, Nguyen L. An assessment of the plastic Thermafil obturation technique. Part 1. Radiographic evaluation of adaptation and placement *Int Endod J.* 1993;26:167–72
 19. Lee SJ, Monsef M, Torabinejad M. The sealing ability of a mineral trioxide aggregate for repair of lateral root perforations *J Endod.* 1993;19:541–4
 20. Torabinejad M, Watson TF, Pitt ford TR. The sealing ability of a mineral trioxide aggregate as a retrograde root filling material *J Endod.* 1993;19:591–5
 21. Liebllich SE. Endodontic surgery. *Dent Clin North Am.* 2012;56(1):121–32
 22. Ortega MA, Rios L, Fraile-Martinez O, Liviu Boaru D, De Leon-Oliva D, Barrena-Blázquez S, et al. Bioceramic versus traditional biomaterials for endodontic sealers according to the ideal properties. *Histol Histopathol.* 2024 Mar;39(3):279-92.
 23. Zamparini F, Spinelli A, Cardinali F, Ausiello P, Gandolfi MG, Prati C. The Use of Premixed Calcium Silicate Bioceramic Sealer with Warm Carrier-Based Technique: A 2-Year Study for Patients Treated in a Master Program. *JFB.* 2023 Mar 18;14(3):164.

-
24. Perea Sevilla BC, Pitones Rubio SV, Márquez Lizárraga RH, Ruiz de la Rosa AA, Vigil Sánchez M. Comparación de la actividad antimicrobiana de cementos selladores en endodoncia. *Revista de la Asociación Dental Mexicana* [Internet]. 2024 [cited 2024 May 20];81(1):39–43.
25. Jasrasaria N, Tikku AP, Bharti R. Analysis of porosity, sealer dissolution and apical extrusion of endodontic sealers: A micro computed tomography study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*. 2023 Jul;13(4):495-9.
26. Pirani C, Zamparini F, Peters OA, Iacono F, Gatto MR, Generali L, et al. The fate of root canals obturated with Thermafil: 10-year data for patients treated in a master's program. *Clin Oral Invest*. 2019 Aug;23(8):3367-77.
27. Primus CM, Tay FR, Niu L. Bioactive tri/dicalcium silicate cements for treatment of pulpal and periapical tissues. *Acta Biomaterialia*. 2019 Sep;96:35-54.
28. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dental Materials*. 2015 Apr;31(4):351-70.
29. Camilleri J, Atmeh A, Li X, Meschi N. Present status and future directions: Hydraulic materials for endodontic use. *Int Endodontic J*. 2022 May;55(S3):710-77.
30. Monterde M, Pallarés A, Cabanillas C, Zarzosa I, Victoria A. A comparative in vitro study of apical microleakage of five obturation techniques. *Acta Stomatol Croatica*. 2014;48(2):123-31.
31. Chib AS, Padmawar NS, Waghmare S, Tiwari DA, Mulani S, Bhatt M. Comparative Evaluation of Different Obturation Techniques for Root Canal Filling of Permanent Teeth: An In-Vitro Study. *Cureus*. septiembre de 2024;16(9):e68623.
32. Gupta R, Dhingra A, Panwar NR. Comparative Evaluation of Three Different Obturating Techniques Lateral Compaction, Thermafil and Calamus for Filling Area and Voids Using Cone Beam Computed Tomography: An Invitro study. *J Clin Diagn Res*. agosto de 2015;9(8):ZC15-7.

-
33. Raja KK, Al-Haddad A, Hari P, Singbal KP. Comparison of adaptability of three different root canal obturation materials. *World J Dent.* 2017;8(6):452-6.
34. Shah NC, Rao AS, Malge R, Sathnoorkar S, Chandrasekhar T. Evaluation of Extrusion and Apical Seal of Thermafil™ Obturation with and without MTA as an Apical Barrier in Comparison with Lateral Condensation Technique: An In Vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry.* 1 de diciembre de 2020;13(S1):S40-4.
36. Yılmaz A, Karagöz Küçükay I. IN VITRO COMPARISON OF GUTTA-PERCHA-FILLED AREA PERCENTAGES IN ROOT CANALS INSTRUMENTED AND OBTURATED WITH DIFFERENT TECHNIQUES. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry.* 2017 Apr 2;51(2).
37. Schaefer E, Schrenker C, Zupanc J, Buerklein S. Percentage of Gutta-percha Filled Areas in Canals Obturated with Cross-linked Gutta-percha Core-carrier Systems, Single-Cone and Lateral Compaction Technique. *J Endod.* febrero de 2016;42(2):294-8.
38. Li GH, Niu LN, Selem LC, Eid AA, Bergeron BE, Chen JH, et al. Quality of obturation achieved by an endodontic core-carrier system with crosslinked gutta-percha carrier in single-rooted canals. *J Dent.* 2014;42(9):1124-34.
39. Hülsmann M, Schäfer E. Endodoncia y salud general: interacciones y consecuencias terapéuticas (I). *Quintessence [Internet].* 2012 Oct 1;25(8):452–9.
40. Karolina A. Anatomía interna de conductos radiculares de premolares superiores. estudio mediante técnica de diafanización [Internet]. Repositorio Digital UCE. Quito: UCE; 2015 [cited 2025 Jun 24]. Available from: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/0b3370a1-b059-4eec-b3b6-b2a7fa56a03f>
41. Juan J, Segura Egea. PATOLOGÍA Y TERAPÉUTICA DENTAL III Lección 10 [Internet]. Available from: <https://personal.us.es/segurajj/documentos/PTD-III/Temas%20PTDIII/Leccion%2010Obturacion.%20Cond%20lat.%20Vastago.%20Cono%20unico.pdf>

-
42. Shah NC, Rao AS, Rajeshkrishna Malge, Sharanpriya Sathnoorkar, Chandrasekhar T. Evaluation of Extrusion and Apical Seal of TherafilTM Obturation with and without MTA as an Apical Barrier in Comparison with Lateral Condensation Technique: An In Vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2020 Dec 1;13(S1):S40–4.
43. Landis JR, Koch GG. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics*. 1977;33:363–74.
44. Wong AWY, Zhang S, Li SKY, Zhang C, Chu CH. Clinical studies on core-carrier obturation: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2017 Dec;17(1).
45. Flores-Flores A, Pastenes-Orellana A. Técnicas y sistemas actuales de obturación en endodoncia. Revisión crítica de la literatura. *Revista KIRU*. 2018;15(2):85-93
46. Espinoza, Ginger & Zúñiga, Sonia. (2024). New Obturation Techniques in Endodontics: A fact of clinical interest in recent decades. *Ciencia Digital*.
47. Rider W. An Historical and Critical Account of the Lives and Writings of the Living Authors of Great-Britain. AMS Press; 1992.
48. Endara Abbott ML. Estudio comparativo in vitro de la filtración apical con tres técnicas de obturación. *Odontoestomatología*. 2021;23(38)
49. Shokouhinejad, N., et al. (2013). Push-out bond strength of gutta-percha with different sealers. *Journal of Dentistry*, 41(10), 973–978
50. Prasansuttiporn, T., et al. (2011). The effect of root canal irrigants on dentin bonding. *Journal of Adhesive Dentistry*, 13(2), 125–129.

Financiamiento: ninguno declarado.

Conflicto de interés: ninguno declarado.

Tabla 2. Características de los estudios revisados

Autor y Año	Tipo de Estudio	Técnicas utilizadas
Raja y cols. 2017 (33)	In vitro	Thermafill y condensación Lateral
Schaefer y cols. 2016 (37)	In vitro	Guttacore y condensación lateral
Li y cols. 2014 (38)	In vitro	Guttacore y condensación lateral
Yılmaz A, Karagöz Küçükay. 2016 (36)	In vitro	Thermafill y condensación lateral
Shah y cols. 2020 (34)	In vitro	Thermafill y condensación lateral
Gupta y cols. 2015 (32)	In vitro	Thermafill y condensación lateral
Chib y cols. 2024 (31)	In vitro	Guttacore y condensación lateral
Monterde y cols. 2014 (30)	In vitro	SoftCore y condensación lateral

Tabla 3: Medición del riesgo de sesgo de los estudios in-vitrio según la escala modificada de Arrive y Consort.

	TITULO	RESUMEN	INTRODUCCION (antecedentes)	INTRODUCCION (Objetivos)	METODO (diseño de estudio)	METODOS (detalles procedimiento)	METODOS (tamaño muestra)	METODOS(detalles método)	RESULTADOS (Explicación de cualquier dato excluido)	DISCUSION (interpretación/implicación científica)	DECLARACION CONFLICTOS Y DIVULGACION FINANCIAMIENTO	PUBLICACION EN REVISTA REVISADAS POR PARES
Raja y cols. 2017 (33)	1	2	3	2	2	3	3	2	3	2	1	1
Schaefer y cols. 2016 (37)	1	2	3	2	2	3	3	3	3	2	1	1
Li y cols. 2014 (38)	1	2	2	2	3	3	3	3	1	2	1	1
Yılmaz A, Karagöz Küçükay. 2016 (36)	1	3	3	2	3	3	3	2	2	2	1	1
Shah y cols. 2020 (34)	1	2	2	1	2	3	3	1	2	1	1	1
Gupta y cols. 2015 (32)	1	3	2	2	1	3	3	3	3	2	1	1
Chib y cols. 2024 (31)	1	2	2	2	3	3	3	3	3	2	1	1
Monterde y cols. 2014 (30)	1	3	3	1	2	3	3	3	3	2	1	1

Tabla 4: resumen método de evaluación, criterio estudiado y dientes utilizados

Autor y Año	Método de evaluación	Parámetros estudiados	Dientes utilizados
Raja y cols. 2017 (33)	Corte (2mm) + estereomicroscopio	Área espacios vacíos y filtración tercio coronal (%)	30 premolares mandibulares
Schaefer y cols. 2016 (37)	Corte + estereomicroscopio	Área espacio vacío, Área Gutapercha y filtración tercio coronal (%)	32 premolares mandibulares
Li y cols. 2014 (38)	Scanning electron microscope (SEM) + Micro-CT	Área espacios vacíos y filtración tercio coronal (%)	30 premolares mandibulares
Yılmaz A, Karagöz Küçükay. 2016 (36)	Corte + estereomicroscopio	Área Gutapercha (%)	40 premolares mandibulares
Shah y cols. 2020 (34)	estereomicroscopio	Area espacios vacíos (%)	40 incisivos superiores
Gupta y cols. 2015 (32)	Cone Beam Computed Tomography (CBCT)	Área Gutapercha y Área espacios vacíos (%)	20 premolares mandibulares
Chib y cols. 2024 (31)	Corte + estereomicroscopio	Área Gutapercha (%)	38 premolares mandibulares
Monterde y cols. 2014 (30)	estereomicroscopio + Ink +Transparizacion	Área espacios vacíos (%)	80 premolares mandibulares

Tabla 5. Resumen resultados de los estudios incluidos (área espacios vacíos y área Gutapercha, diferencia entre las dos técnicas, profundidad tercio apical, P. Valué)

Autor y Año	VAEV (Media ± DS) (más bajo mejor)	VAG (Media ± DS) (más alto mejor)	Profundidad de estudio	P Valué
Schaefer y cols. 2016 (37)	<u>2mm</u> → Guttacore: 0,021% ± 0,001	<u>2mm</u> → Guttacore: 0,902% ± 0.153	2 y 4 mm desde ápice	< 0,05
	<u>4mm</u> → Guttacore: 0,01% ± 0,001	<u>4mm</u> → Guttacore: 0,968% ± 0.611		
	<u>2 mm</u> → Condensación Lateral: 0,375% ± 0,001	2 mm → Condensación Lateral: 0,803% ± 0,11		
	<u>4 mm</u> → Condensación Lateral: 0,437% ± 0,001	<u>4 mm</u> → Condensación Lateral: 0,861 % ± 5.64		
Li y cols. 2014 (38)	Guttacore: 0,11% ± 0,001	Guttacore: 0,84% ± 0,001	4 mm desde ápice	0.05
	Condensación Lateral 0,40% ± 0,001	Condensación Lateral 0,58 % ± 0,001		
Yılmaz A, y cols.. 2016 (36)	NS	Thermafil: 0,943% ± 0.046	3 mm desde ápice	< 0.05
		Condensación lateral: 0,788% ± 0.065		
Shah y cols. 2020 (34)	Thermafil: 0,47% ± 0.002	NS	3 mm desde ápice	> 0.05
	Condensación Lateral: 0,68% ± 0.002			
Raja y cols. 2017 (33)	SoftCore: 0,357% ± 0,011	NS	2 mm desde el ápice	0,93
	Condensación Lateral: 0,635% ± 0,028			
Gupta y cols. 2015 (32)	Thermafil: 0,20% ± 0.001	Thermafill: 0,96% ± 0.045	3 mm desde ápice	0.05
	Condensación lateral: 0,39 % ± 0.062	Condensación lateral: 0,55% ± 0.045		
Chib y cols. 2024 (31)	NS	GuttaCore: 0,86% ± 0.04	4 mm desde ápice	0.01
		Condensación Lateral: 0.58% ± 0.09%		
Monterde y cols. 2014 (30)	Softcore: 0,36% ± 0.002%	NS	3 mm desde ápice	0.01
	Condensación Lateral: 0,21% ± 0.003%			
p < 0.05 : Significante; DS: Deviación Standard, VAG: Valor Área Gutapercha VAEV: Valor Área Espacios Vacíos. NS: No Especificado Valor máximo: 1%				

Tabla 6. Medias ponderadas VAEV de las respectivas técnicas

	CONDENSACION LATERAL	GUTAPERCHA CON VÁSTAGO
2 mm	0,505%	0,189%
3 mm	0,426%	0,343%
4 mm	0,418%	0,061%

Tabla 7. Medias ponderadas VAG de las respectivas técnicas:

	CONDENSACION LATERAL	GUTAPERCHA CON VÁSTAGO
2 mm	0,803%	0,889%
3 mm	0,669%	0,951%
4 mm	0,673%	0,889%

Tabla 8. Filtración Tercio Coronal en porcentaje (%)

Autor y Año	Condensación lateral en frío (Media %)	Gutapercha con vástago (Media %)	Numero dientes analizados
Li y cols. 2014 (38)	43,75%	20.25 %	13 cada técnica
Schaefer y cols. 2016 (37)	18,75 %	12,50 %	15 cada técnica
Raja y cols. 2017 (33)	60%	30%	10 cada técnica

Fig. 2. Diagrama de flujo de búsqueda y proceso de selección de artículos durante la revisión sistemática.

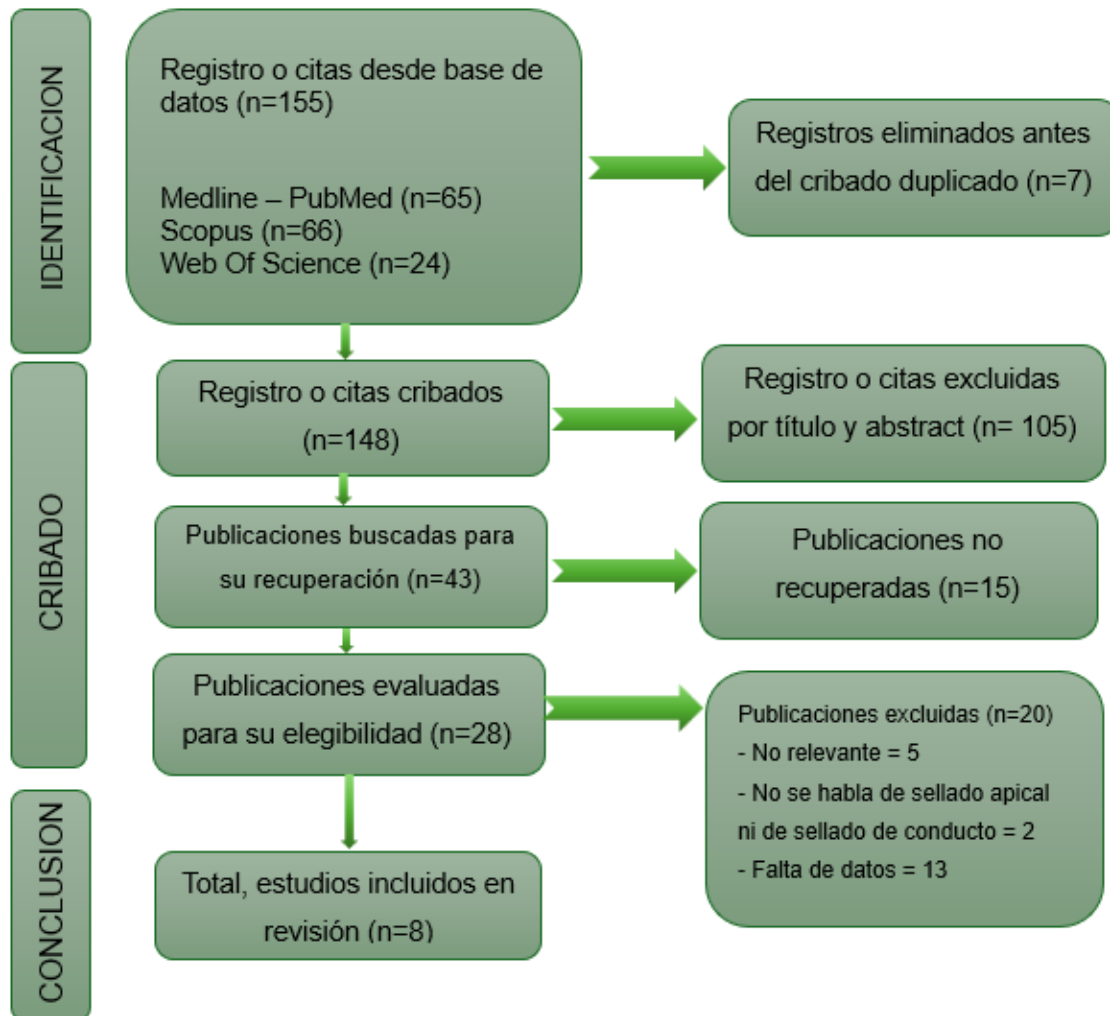


Fig 3. Media VAEV en las respectivas técnicas.

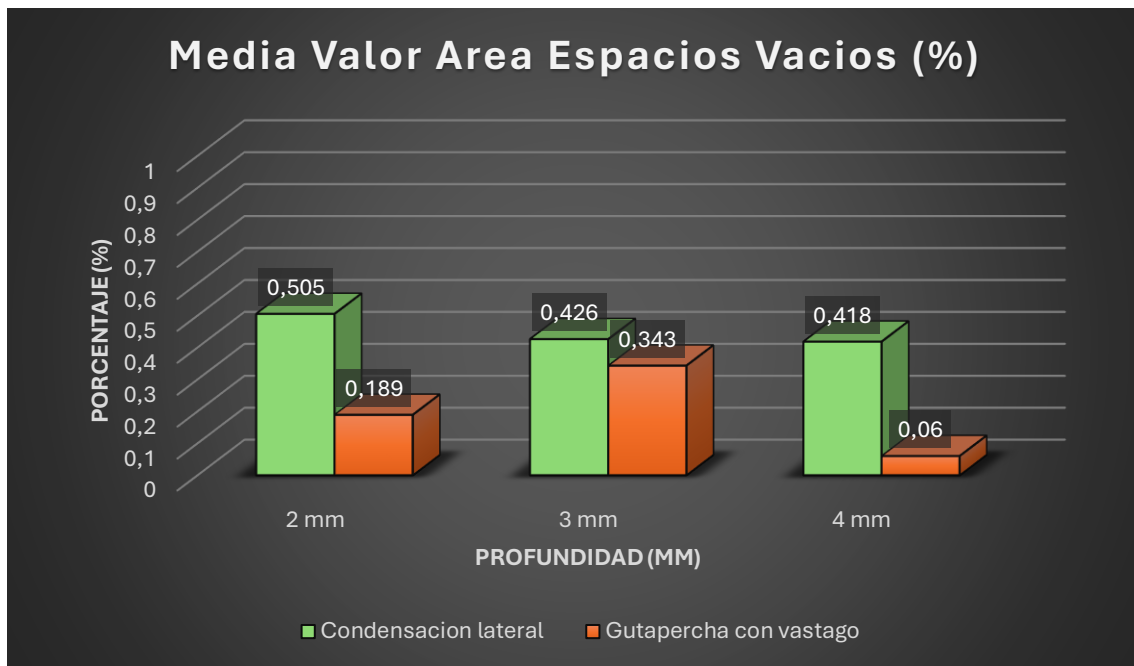


Fig 4. Media VAG en las respectivas técnicas.

