

Grado en ODONTOLOGÍA

Trabajo Fin de Grado

Curso 2024-25

Título:

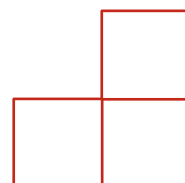
Estudio comparativo entre técnicas de obturación endodóntica. Termoplásticas vs técnicas en frío desde un enfoque clínico. Revisión sistemática.

Presentado por: Afrem Gabriel Afram

Tutor: Elvira Valera Navarro

Campus de Valencia

Paseo de la Alameda, 7 46010



AGRADECIMIENTOS

Antes que nada, me gustaría dar gracias a Dios por todo, y por su fidelidad durante todos estos años de estudios. Confiar en Él ha sido la razón por la cual estoy donde estoy hoy, y si Dios quiere, me graduaré en julio. Hay un versículo bíblico en el que he confiado todos estos años y que se ha demostrado verdadero:

“Confía en el Señor con todo tu corazón y no te apoyes en tu propia prudencia; reconócelo en todos tus caminos y Él allanará tus sendas.” – Proverbios 3:5–6.

También quiero agradecer profundamente a mis padres por haberme dado todo en la vida, incluyendo la oportunidad de estudiar aquí en Valencia, y en especial en esta universidad, la Universidad Europea de Valencia, a la cual también estoy muy agradecido.

A mi esposa, le debo un agradecimiento especial por todo lo que ha hecho por mí. Incluso ahora, en esta etapa final de la tesis, ha cuidado con amor a nuestro hijo recién nacido, permitiéndome terminar mis estudios. Su fortaleza y apoyo significan todo para mí.

Quiero expresar también mi agradecimiento a todos los profesores que nos han enseñado y guiado a lo largo de estos años. Muchos de ellos han demostrado no solo profesionalidad en su labor, sino también amabilidad, entrega y un genuino cariño por sus alumnos. Su dedicación ha dejado una huella profunda.

Agradezco también a mi profesora de la asignatura del TFG, María Fernanda Garzón Fariños, por habernos enseñado a enfocar la escritura científica y por ayudarnos a encontrar una estructura académica. Su claridad y amabilidad hicieron que todo fuera mucho más llevadero.

Y por último, pero no menos importante, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi tutora de TFG, Elvira Valera Navarro, por su guía paciente durante la elaboración de este trabajo. Le agradezco su comprensión ante mis errores y su disponibilidad siempre que necesité ayuda. Su apoyo fue fundamental en todo este proceso.

ÍNDICE

1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT.....	3
3. PALABRAS CLAVE.....	5
4. INTRODUCCIÓN.....	6
4.1. Contexto y Generalidades	6
4.2. Clasificación y Etiología de las Patologías Relacionadas con el Tratamiento Endodóntico ..	7
4.2.1. Necrosis pulpar	7
4.2.2. Lesiones periapicales	7
4.2.3. Relación entre enfermedades periodontales y patologías endodónticas	8
4.3. Técnicas de Obturación en Endodoncia	8
4.3.1 Introducción a las técnicas de obturación y su evolución	8
4.3.2 Técnicas en frío.....	9
4.3.3. Técnicas en caliente	9
4.3.4. Comparación de técnicas y desafíos en su implementación clínica	10
4.4. Revisión de Materiales de Obturación	10
4.4.1. Gutapercha y su uso en técnicas de obturación	10
4.4.2. Selladores tradicionales	11
4.4.3. Selladores modernos.....	12
4.4.4. Compatibilidad entre materiales y técnicas de obturación.....	12
4.5. Indicadores de Resultados Clínicos	13
4.5.1. Dolor postoperatorio.....	13
4.5.2. Curación de lesiones periapicales	13
4.5.3. Microfiltración apical	14
4.6. Posibles Complicaciones en endodoncia.....	14
4.6.1. Complicaciones en el diagnóstico, instrumentación e irrigación	14
4.6.2. Clasificación de las Complicaciones en la Obturación de conductos.....	15
4.6.3 Complicaciones en la condensación lateral en frío	16
4.6.4. Complicaciones en las técnicas en caliente	16
4.6.5. Complicaciones relacionadas con la selección de materiales	16
4.6.6. Factores asociados a la experiencia del operador	17
4.6.7. Importancia del análisis de las complicaciones	17
5. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS	19
5.1. Justificación General.....	19
5.2. Justificación Basada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	21
5.3. Hipótesis.....	23
6. OBJETIVOS.....	24
6.1. Objetivo Principal	24
6.2. Objetivos Secundarios	24
7. MATERIAL Y MÉTODO	25
7.1. Identificación de la Pregunta PICO.....	25

7.2. Criterios de Elegibilidad	26
7.3. Fuentes de Información y Estrategia de Búsqueda	27
7.4. Proceso de Selección de los Estudios	30
7.5. Extracción y Evaluación de Datos	30
7.6. Valoración de Calidad	32
7.7. Síntesis de Datos	33
8. RESULTADOS	34
8.1 Selección de estudios	34
8.2 Descripción de los estudios incluidos	36
8.3 Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo	39
8.4 Síntesis de Resultados	41
8.4.1 Dolor postoperatorio	41
8.4.2 Tasa de éxito clínico y radiográfico	43
8.4.3 Sellado apical adecuado	45
8.4.4 Tabla resumen global	46
8.4.5 Cierre de resultados	47
9. DISCUSIÓN	49
9.1 Dolor postoperatorio	49
9.2 Tasa de éxito clínico y radiográfico	51
9.3 Sellado apical adecuado	52
9.4 Limitaciones del estudio	52
10. CONCLUSIONES	54
11. BIBLIOGRAFÍA	56
12. ANEXOS	58

1. RESUMEN

Introducción:

El tratamiento endodóntico tiene como objetivo la eliminación de microorganismos del sistema de conductos radiculares y su posterior sellado tridimensional para prevenir la reinfección. La técnica de obturación desempeña un papel fundamental en el éxito clínico del tratamiento. Tradicionalmente, la condensación lateral en frío ha sido una de las técnicas más utilizadas debido a su accesibilidad y facilidad de aplicación. Sin embargo, en los últimos años, las técnicas de obturación en caliente han cobrado protagonismo debido a su potencial para mejorar la adaptación del material y reducir la microfiltración apical.

A pesar de los avances en la investigación, la evidencia disponible sobre la superioridad de una técnica sobre otra sigue siendo limitada. Esta revisión sistemática busca analizar y comparar ambas técnicas desde una perspectiva clínica, considerando no solo el sellado apical, sino también el impacto en el dolor postoperatorio y la tasa de recurrencia de infección.

Material y Métodos:

Se realizó una revisión sistemática siguiendo la metodología PRISMA. La búsqueda de estudios se llevó a cabo en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, seleccionando artículos publicados entre 2010 y 2023. Se incluyeron ensayos clínicos aleatorizados (RCTs), estudios clínicos comparativos in vivo, siempre que compararan directamente las técnicas de obturación en caliente y condensación lateral en frío. Los criterios de inclusión y exclusión fueron aplicados rigurosamente para garantizar la relevancia y calidad de los estudios. La evaluación de la calidad metodológica se realizó utilizando las herramientas Cochrane Risk of Bias 2.0 (RoB 2.0) para ensayos clínicos aleatorizados y la Newcastle-Ottawa Scale (NOS) para estudios observacionales.

Resultados:

Se evaluaron un total de 1.038 dientes tratados en ocho estudios. Las técnicas termoplásticas demostraron una mejor adaptación apical y menor presencia de vacíos en comparación con la condensación lateral en frío, aunque sin diferencias clínicamente significativas. Las técnicas en frío, como GuttaFlow2, presentaron menores niveles de dolor postoperatorio en las primeras 24–48 horas. Todas las técnicas alcanzaron tasas de éxito clínico superiores al 85%.

Conclusión:

Ambos técnicas presentan una eficacia clínica comparable. Las técnicas termoplásticas ofrecen ventajas morfológicas en el sellado apical, mientras que las técnicas en frío podrían ser preferibles en términos de comodidad postoperatoria inmediata. La elección de técnica debe basarse en las características clínicas del caso, la experiencia del profesional y los recursos disponibles. Estos resultados deben interpretarse con cautela, considerando las limitaciones metodológicas de los estudios incluidos.

2. ABSTRACT

Introduction:

Endodontic treatment aims to eliminate microorganisms from the root canal system and achieve a three-dimensional seal to prevent reinfection. The obturation technique plays a crucial role in the clinical success of the treatment. Traditionally, cold lateral condensation has been widely used due to its accessibility and ease of application. However, in recent years, warm obturation techniques have gained prominence for their potential to improve material adaptation and reduce apical microleakage.

Despite advances in research, the available evidence on the superiority of one technique over another remains limited. This systematic review aims to analyze and compare both techniques from a clinical perspective, considering not only apical sealing but also the impact on postoperative pain and reinfection rates.

Materials and Methods:

A systematic review was conducted following the PRISMA methodology. Literature searches were performed in PubMed, Scopus, and Web of Science, including articles published between 2010 and 2023. Randomized clinical trials (RCTs), in vivo comparative clinical studies, and in vitro studies comparing warm obturation techniques with cold lateral condensation in root canal treatment were included.

Strict inclusion and exclusion criteria were applied to ensure study relevance and quality. Methodological quality was assessed using Cochrane Risk of Bias 2.0 (RoB 2.0) for RCTs and the Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for observational studies.

Results:

A total of 1,038 teeth were evaluated across eight studies. Thermoplastic techniques demonstrated better apical adaptation and fewer voids compared to cold lateral condensation, though without clinically significant differences. Cold obturation methods, such as GuttaFlow2, resulted in lower postoperative pain within the first 24–48 hours. All techniques achieved clinical success rates above 85%.

Conclusion:

Both cold and warm obturation techniques show comparable clinical efficacy. While thermoplastic methods offer morphological advantages in apical sealing, cold techniques may provide better postoperative comfort. The choice of technique should be based on clinical conditions, practitioner experience, and available resources. These findings should be interpreted cautiously, considering the methodological limitations of the included studies.

3. PALABRAS CLAVE

- I. Endodontics
- II. Root Canal Therapy
- III. Dental patients
- IV. Root canal treated teeth
- V. Warm vertical compaction
- VI. Vertical compaction
- VII. Hot obturation techniques
- VIII. Thermal obturation techniques
- IX. Cold lateral condensation
- X. X. Lateral condensation
- XI. Cold obturation techniques
- XII. Treatment Outcome
- XIII. XIII. Clinical success
- XIV. Treatment success
- XV. Postoperative pain XV. Complications
- XVI. Apical sealing
- XVII. Leakage
- XVIII. Radiographic evaluation
- XIX. Postoperative complications

4. INTRODUCCIÓN

4.1. Contexto y Generalidades

La endodoncia es una especialidad clave en la odontología conservadora, que se centra en el diagnóstico y tratamiento de las afecciones del sistema de conductos radiculares. Su objetivo principal es preservar los dientes naturales mediante la eliminación del tejido pulpar afectado y la restauración funcional del diente. Este tratamiento es esencial para evitar la extracción dental, reduciendo el impacto en la salud oral general y en la calidad de vida de los pacientes [1] [4] .

El éxito del tratamiento endodóntico se basa en tres pilares fundamentales: la limpieza del sistema de conductos, la conformación del espacio y la obturación tridimensional. La limpieza y desinfección son esenciales para eliminar microorganismos patógenos y residuos necróticos, mientras que la conformación crea un canal optimizado para el acceso de irrigantes y facilita el posterior sellado. Finalmente, la obturación asegura el sellado del conducto radicular, evitando la microfiltración apical y reduciendo significativamente el riesgo de reinfección [1] [5] .

La obturación radicular ocupa un lugar central en la endodoncia debido a su impacto en el éxito clínico y la prevención de reinfecciones. Este proceso no solo completa el tratamiento mecánico y químico del sistema de conductos, sino que también actúa como una barrera contra la invasión de microorganismos y toxinas. La efectividad del sellado tridimensional obtenido depende en gran medida de la técnica y los materiales empleados, subrayando la importancia de una selección basada en evidencia científica y precisión clínica [1] [3] [5] .

En las últimas décadas, la endodoncia ha experimentado avances significativos en áreas como los materiales de obturación, los selladores biocerámicos y las técnicas de instrumentación rotatoria. Estos desarrollos no solo han mejorado la eficiencia del tratamiento, sino que también han

incrementado las tasas de éxito. En cuanto a las técnicas de obturación, la condensación lateral en frío sigue siendo ampliamente utilizada por su simplicidad. Sin embargo, métodos modernos, como la obturación termoplástica y la compactación vertical, han demostrado una mayor eficacia en la adaptación tridimensional a las paredes del conducto, reduciendo los vacíos y las microfiltraciones, aunque requieren tecnología más avanzada y experiencia especializada para su implementación [2] [4] .

Actualmente, la investigación científica se centra en comparar estas técnicas y los materiales utilizados para evaluar su impacto en los resultados clínicos. Estas investigaciones buscan no solo optimizar las tasas de éxito a largo plazo, sino también proporcionar evidencia que guíe la práctica clínica y fomenten futuras innovaciones en endodoncia [3] [4] .

4.2. Clasificación y Etiología de las Patologías Relacionadas con el Tratamiento Endodóntico

4.2.1. Necrosis pulpar

La necrosis pulpar es una de las principales causas subyacentes de las lesiones periapicales y marca el inicio de muchas lesiones periapicales asociadas a infecciones endodónticas. Este proceso ocurre cuando la pulpa dental sufre daño irreversible debido a caries profundas, traumas o infecciones bacterianas. La degeneración de la pulpa genera productos tóxicos que se filtran hacia los tejidos periapicales, desencadenando respuestas inflamatorias. Sin un tratamiento adecuado, la necrosis puede evolucionar hacia infecciones crónicas que comprometen la salud del paciente y aumentan el riesgo de pérdida dental. [1] [4] .

4.2.2. Lesiones periapicales

Las patologías periapicales, derivadas frecuentemente de la necrosis pulpar, representan una de las principales razones para realizar un tratamiento

endodóntico. Estas afecciones se clasifican generalmente en tres categorías principales:

- **Granulomas periapicales:** son inflamaciones crónicas que resultan de la respuesta del sistema inmunológico a una infección persistente en la pulpa dental. Suelen ser asintomáticos y detectarse en radiografías de control.
- **Quistes periapicales:** representan una fase más avanzada, con formación de un revestimiento epitelial. En ausencia de tratamiento, pueden crecer significativamente y desplazar estructuras anatómicas adyacentes.
- **Abscesos periapicales:** son infecciones agudas caracterizadas por la acumulación de pus. Se manifiestan con dolor intenso, inflamación localizada y riesgo de diseminación a tejidos circundantes. **【1】 【5】** .

4.2.3. Relación entre enfermedades periodontales y patologías endodónticas

Existe una estrecha relación entre las enfermedades periodontales y las patologías endodónticas. Las infecciones periodontales avanzadas pueden comunicarse con el sistema de conductos radiculares a través de los forámenes apicales, canales laterales y conductos accesorios. Esta conexión bidireccional puede dificultar el diagnóstico y el manejo clínico, ya que ambas condiciones comparten síntomas similares, como inflamación y dolor localizado. Por ello, diferenciar entre lesiones de origen endodóntico y periodontal es fundamental para elegir la terapia más adecuada. **【2】 【5】** .

4.3. Técnicas de Obturación en Endodoncia

4.3.1 Introducción a las técnicas de obturación y su evolución

Las técnicas de obturación en endodoncia son esenciales para lograr un sellado tridimensional efectivo, evitando la reinfección y promoviendo la curación de los tejidos periapicales. Estas técnicas se clasifican principalmente en métodos en frío, como la condensación lateral, y métodos en caliente, que incluyen la compactación vertical y técnicas termoplásticas. Ambos enfoques tienen aplicaciones específicas dependiendo de la anatomía del sistema de conductos y los objetivos clínicos del tratamiento [1] [2] [4] .

4.3.2 Técnicas en frío

La condensación lateral en frío es una de las técnicas más utilizadas debido a su simplicidad, costo relativamente bajo y facilidad de aprendizaje. Consiste en insertar conos principales de gutapercha acompañados de conos accesorios, que se compactan lateralmente con un espaciador. Aunque ampliamente aceptada, esta técnica presenta limitaciones, especialmente en casos con conductos curvos o anatomías complejas. Su principal desventaja es la incapacidad de llenar completamente las irregularidades del conducto radicular y los canales accesorios, lo que puede dejar espacios vacíos que comprometan el sellado apical [1] [2] .

4.3.3. Técnicas en caliente

Por otro lado, las técnicas de obturación en caliente han ganado popularidad debido a su capacidad para mejorar la adaptación del material de obturación a las paredes del conducto. Dentro de estas técnicas destacan varias subcategorías:

- Compactación vertical continua por ondas (System B): Utiliza gutapercha calentada con una fuente de calor aplicada directamente al conducto. Este método es altamente efectivo para llenar canales accesorios y se usa ampliamente en combinación con selladores biocerámicos para un sellado más hermético.

- Inyección termoplástica: Consiste en calentar gutapercha a altas temperaturas y aplicarla mediante dispositivos especializados. Este enfoque es particularmente útil en casos con anatomías complejas, como curvaturas pronunciadas o istmos.
- Obturación con sistemas híbridos: Combina el calor con la inserción mecánica de gutapercha, optimizando el tiempo de aplicación y asegurando un mejor sellado tridimensional [2] [4] [5] .

4.3.4. Comparación de técnicas y desafíos en su implementación clínica

En estudios comparativos, las técnicas termoplásticas, como la compactación vertical continua, han sido evaluadas ampliamente por su capacidad de adaptación tridimensional y su eficacia en la prevención de microfiltraciones apicales. Sin embargo, la condensación lateral en frío continúa siendo una técnica de referencia debido a su simplicidad y su larga historia de uso clínico. Estas comparaciones reflejan la necesidad de investigaciones adicionales que permitan evaluar de manera objetiva las ventajas y limitaciones de ambas técnicas, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones clínicas informadas [3] [5] .

4.4. Revisión de Materiales de Obturación

4.4.1. Gutapercha y su uso en técnicas de obturación

En endodoncia, los materiales de obturación son esenciales para lograr un sellado tridimensional efectivo y prevenir la reinfección del sistema de conductos radiculares. Estos materiales incluyen, principalmente, la gutapercha como material base y los selladores, que complementan su uso al llenar las irregularidades entre la gutapercha y las paredes del conducto. La combinación adecuada de ambos materiales es clave para garantizar la

hermeticidad y el éxito a largo plazo del tratamiento endodóntico [1] [4] [6] .

La gutapercha es el material de referencia en obturación endodóntica gracias a su biocompatibilidad, flexibilidad y estabilidad térmica. Se presenta en dos formas cristalinas principales:

- Fase Beta: Es la forma más común en los conos de gutapercha estándar utilizados para la condensación lateral en frío. Esta forma es rígida, estable a temperatura ambiente y fácil de manejar, aunque menos adaptable en canales anatómicamente complejos [1] [4] [6] .
- Fase Alpha: Este tipo se utiliza en técnicas en caliente, ya que se ablanda con el calor, adquiriendo una mayor plasticidad que facilita su adaptación tridimensional a las paredes del conducto. Es ideal para técnicas como la compactación vertical continua y la inyección termoplástica [3] [6] .

4.4.2. Selladores tradicionales

- Óxido de Zinc y Eugenol (ZOE): Los selladores de ZOE han sido ampliamente utilizados en la condensación lateral en frío debido a sus propiedades antimicrobianas y bajo costo. Sin embargo, su alta solubilidad y estabilidad dimensional limitada pueden comprometer el sellado a largo plazo [1] [5] .
- Selladores a Base de Vidrio Ionomérico: Aunque menos frecuentes, estos selladores ofrecen adhesión a las paredes del conducto y propiedades antibacterianas gracias a la liberación de flúor. Sin embargo, su fragilidad y dificultad de manejo han limitado su uso en la práctica clínica [4] [6] .

4.4.3. Selladores modernos

- **Selladores Biocerámicos:** Representan un avance significativo debido a su bioactividad, capacidad para formar hidroxiapatita y promover la regeneración de tejidos periapicales. Son especialmente efectivos en técnicas como el cono único y, en algunos casos, compatibles con obturación en caliente [2] [4] [6] .
- **Selladores a Base de Resina:** Estos selladores son altamente resistentes al calor, lo que los hace adecuados para técnicas como la compactación vertical continua y la termoplástica. Sin embargo, presentan limitaciones en biocompatibilidad y solubilidad a largo plazo en comparación con los biocerámicos [3] [6] .

4.4.4. Compatibilidad entre materiales y técnicas de obturación

- **Condensación Lateral en Frío:** Requiere gutapercha en fase beta combinada con selladores de alta fluidez como los biocerámicos o tradicionales como el ZOE. Esto garantiza un sellado uniforme en conductos principales y accesorios [1] [4] [6] .
- **Compactación Vertical en Caliente:** Utiliza gutapercha en fase alpha y selladores resistentes al calor. Aunque los selladores a base de resina son los preferidos en esta técnica, algunos biocerámicos formulados específicamente han demostrado ser eficaces [3] [5] [6] .
- **En conclusión,** la selección de los materiales de obturación depende de las características clínicas del caso y de la técnica empleada. La combinación adecuada entre gutapercha y selladores es esencial para garantizar el éxito del tratamiento endodóntico, maximizando tanto la hermeticidad como la biocompatibilidad [4] [6] .

4.5. Indicadores de Resultados Clínicos

Los indicadores de resultados clínicos son herramientas esenciales para medir la eficacia de las técnicas de obturación en endodoncia, permitiendo evaluar no solo el éxito técnico del tratamiento, sino también su impacto en la experiencia del paciente y la sostenibilidad a largo plazo. Entre los más importantes se encuentran el dolor postoperatorio, la curación de las lesiones periapicales y la microfiltración apical. Estos factores brindan una visión integral de la calidad del tratamiento y ayudan a identificar posibles áreas de mejora [1] [3] [5] .

4.5.1. Dolor postoperatorio

El dolor postoperatorio es uno de los indicadores más inmediatos y clínicamente relevantes tras un tratamiento endodóntico. Este dolor puede estar asociado con la inflamación residual, la extrusión de material de obturación o la irritación mecánica durante el procedimiento. Aunque su intensidad puede variar según el estado inicial del tejido periapical y la técnica empleada, siempre se busca minimizar este malestar para garantizar una experiencia positiva para el paciente. Este indicador no solo evalúa el confort del paciente, sino que también refleja la precisión del procedimiento realizado [2] [4] [7] .

4.5.2. Curación de lesiones periapicales

La curación de las lesiones periapicales es un indicador clave a medio y largo plazo, que determina si el tratamiento ha logrado detener la infección y favorecer la regeneración de los tejidos afectados. Este proceso depende en gran medida de la capacidad del material de obturación para sellar tridimensionalmente el sistema de conductos y prevenir reinfecciones. Una curación exitosa incluye la reducción del tamaño de las lesiones periapicales y la restauración funcional de los tejidos, lo cual puede observarse a través de estudios radiográficos de control [1] [5] [6] .

4.5.3. Microfiltración apical

La microfiltración apical mide la capacidad del material de obturación para evitar la penetración de líquidos, toxinas y microorganismos en el sistema de conductos radiculares. Es un indicador que no solo refleja la calidad del sellado, sino también la estabilidad del material utilizado a lo largo del tiempo. La efectividad en este aspecto es crucial para prevenir futuras complicaciones, ya que una microfiltración excesiva podría resultar en reinfección y fracaso del tratamiento [3] [7] [6] .

Además de estos indicadores, otros factores como la calidad de la preparación del conducto, el control de la irrigación y la habilidad técnica del operador pueden influir significativamente en los resultados clínicos. Estos elementos destacan la importancia de una planificación cuidadosa y la selección de técnicas y materiales que se adapten a las características específicas de cada caso [6] [4] [7] .

4.6. Posibles Complicaciones en endodoncia

4.6.1. Complicaciones en el diagnóstico, instrumentación e irrigación

El tratamiento endodóntico es un procedimiento altamente predecible cuando se siguen protocolos adecuados, pero su éxito puede verse comprometido por diversas complicaciones a lo largo de sus diferentes fases. Desde el diagnóstico hasta la obturación, múltiples factores pueden influir en el resultado final, afectando la eficacia del sellado y la estabilidad del tratamiento a largo plazo. Aunque la obturación es una de las fases más críticas, asegurando el cierre tridimensional del sistema de conductos y evitando la reinfección, otros aspectos del procedimiento también pueden generar desafíos que impacten la calidad del sellado final [1] [3] [5] .

Las complicaciones pueden originarse en cualquier fase del tratamiento, incluyendo errores en el diagnóstico, dificultades en la instrumentación y conformación del conducto, así como una irrigación inadecuada. Un

diagnóstico incorrecto puede derivar en tratamientos innecesarios o en la omisión de lesiones significativas, como fracturas radiculares ocultas o reabsorciones externas. Durante la instrumentación, problemas como la fractura de instrumentos dentro del canal, la perforación de la raíz por eliminación excesiva de dentina o la creación de escalones pueden comprometer la conformación adecuada del conducto y dificultar la obturación tridimensional. Asimismo, una irrigación deficiente puede dejar remanentes de tejido infectado, favoreciendo la persistencia de inflamación periapical o, en casos más graves, generar necrosis si las soluciones irrigantes se extruyen más allá del ápice [2] [4] [6] .

4.6.2. Clasificación de las Complicaciones en la Obturación de conductos

A pesar de estos desafíos generales, en este apartado nos enfocaremos en las complicaciones específicas de la fase de obturación, que pueden derivarse de factores técnicos, anatómicos o de los materiales utilizados. Estas afectan tanto los resultados inmediatos como la durabilidad del tratamiento, por lo que su análisis es crucial para mejorar la práctica clínica y minimizar riesgos [1] [3] [5] .

Las complicaciones en la obturación pueden clasificarse en cuatro categorías principales:

1. Problemas técnicos durante la obturación, como la microfiltración, extrusión de material fuera del ápice o daño térmico.
2. Desafíos relacionados con los materiales, incluyendo la degradación o inadecuada selección del sellador.
3. Factores asociados con la experiencia del operador, ya que una técnica deficiente puede comprometer el sellado del conducto.
4. Factores anatómicos del conducto, como curvaturas pronunciadas o presencia de istmos, que pueden dificultar la obturación [2] [4] [6] .

4.6.3 Complicaciones en la condensación lateral en frío

La condensación lateral en frío es una de las técnicas de obturación más utilizadas debido a su facilidad de aplicación y menor costo en comparación con otros métodos. Sin embargo, esta técnica presenta ciertas limitaciones, principalmente en términos de adaptación tridimensional del material obturador al sistema de conductos radiculares. Durante su aplicación, la inserción manual de conos accesorios puede generar fracturas del material de obturación, afectando la integridad del sellado. Además, en algunos casos, la compactación obtenida puede ser insuficiente, lo que facilita la aparición de microfiltraciones y permite la colonización bacteriana en los espacios vacíos. Estos problemas son más frecuentes en conductos con irregularidades anatómicas, donde la adaptación precisa del material de obturación es más difícil de lograr [1] [4] [6] .

4.6.4. Complicaciones en las técnicas en caliente

Las técnicas de obturación en caliente, como la compactación vertical continua y la inyección termoplástica, presentan ventajas significativas en términos de adaptación tridimensional, pero también conllevan ciertos riesgos. Uno de los principales desafíos es el control del calor aplicado durante el procedimiento. Si la temperatura utilizada no es manejada correctamente, puede provocar daño térmico en los tejidos circundantes, afectando la viabilidad del ligamento periodontal e incluso generando reabsorción ósea. Asimismo, la extrusión accidental de material termoplástico más allá del ápice puede generar inflamación periapical persistente, comprometiendo la curación del tejido y aumentando la probabilidad de sintomatología postoperatoria [2] [5] [6] .

4.6.5. Complicaciones relacionadas con la selección de materiales

La selección del material de obturación es un factor clave en la longevidad y estabilidad del tratamiento endodóntico. Entre los errores más comunes se encuentra el uso de selladores tradicionales, como los de óxido de zinc y

eugenol, que, aunque poseen propiedades antimicrobianas, presentan una degradación progresiva que puede comprometer el sellado a largo plazo. Por otro lado, los selladores biocerámicos han surgido como una alternativa más estable y bioactiva, promoviendo la regeneración tisular y mejorando la adhesión a la dentina. Sin embargo, su aplicación requiere una técnica precisa para evitar problemas de solubilidad o retracción del material, lo que podría afectar su efectividad en determinados casos [3] [5] [7] .

4.6.6. Factores asociados a la experiencia del operador

La destreza y experiencia del operador juegan un papel crucial en la prevención de complicaciones durante la obturación. Una preparación inadecuada del conducto puede dejar zonas sin limpiar o sin conformar correctamente, lo que impide una obturación óptima y facilita la reinfección del sistema de conductos. Del mismo modo, una técnica de compactación deficiente puede provocar una falta de adaptación del material de obturación a las paredes del conducto, generando espacios que comprometen la hermeticidad del sellado. Además, la falta de experiencia en el manejo de técnicas avanzadas, como la obturación termoplástica, incrementa el riesgo de sobrecalentamiento o extrusión excesiva del material, lo que puede derivar en complicaciones postoperatorias [4] [6] [7] .

4.6.7. Importancia del análisis de las complicaciones

El estudio de las posibles complicaciones en las técnicas de obturación es fundamental para optimizar la práctica clínica y mejorar la tasa de éxito de los tratamientos endodónticos. Una comprensión detallada de los riesgos y limitaciones de cada técnica permite una planificación más efectiva del procedimiento, asegurando una mejor selección de materiales y una ejecución técnica más precisa. Además, la capacitación continua de los operadores en el manejo de nuevas técnicas y materiales resulta esencial para minimizar errores y garantizar resultados clínicos predecibles. Este análisis busca aportar

claridad sobre estos aspectos, contribuyendo al avance de una endodoncia basada en evidencia científica **【1】 【3】 【7】** .

5. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

5.1. Justificación General

5.2. Justificación Basada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

5.3. Hipótesis

5.1. Justificación General

La endodoncia moderna ha evolucionado considerablemente en las últimas décadas, con el desarrollo de nuevos materiales y técnicas de obturación radicular. La calidad del sellado apical ha sido considerada tradicionalmente un factor clave en el éxito del tratamiento endodóntico, ya que una obturación eficaz minimiza la filtración bacteriana y, por ende, el riesgo de reinfección. Sin embargo, además del sellado, otros factores como el dolor postoperatorio y la tasa de recurrencia de infección son determinantes en la evaluación de la eficacia de un tratamiento endodóntico.

Tradicionalmente, la condensación lateral en frío ha sido una de las técnicas más utilizadas debido a su accesibilidad y facilidad de aplicación. Sin embargo, en los últimos años, la obturación en caliente ha cobrado protagonismo debido a su capacidad de proporcionar un sellado tridimensional más efectivo, lo que podría traducirse en una menor microfiltración y menor riesgo de reinfección. No obstante, existe la preocupación de que la aplicación de calor en la obturación pueda generar un mayor riesgo de dolor postoperatorio, lo que hace necesario analizar comparativamente ambos métodos no solo en términos de sellado, sino también en términos de impacto clínico en el paciente.

A pesar de la importancia de estos factores, sorprendentemente, existen pocos estudios sistemáticos que comparen de manera integral la eficacia clínica de ambas técnicas. Durante la búsqueda de literatura para este estudio, se identificó que la mayoría de los estudios disponibles se centran en comparaciones in vitro o en evaluaciones limitadas a la adaptación del

material al conducto radicular. Sin embargo, el impacto clínico real en los pacientes, en términos de dolor postoperatorio y recurrencia de infección, ha sido menos explorado en revisiones sistemáticas. Esta laguna en la literatura científica refuerza la necesidad de este estudio, ya que una revisión exhaustiva de la evidencia disponible podría proporcionar una guía más precisa para la toma de decisiones clínicas. Algunas revisiones recientes han intentado abordar esta cuestión. Por ejemplo, en la revisión de [16], se concluyó que, aunque las técnicas termoplásticas mostraban una mejor calidad de obturación desde el punto de vista morfológico, no presentaban ventajas significativas en cuanto a éxito clínico o radiográfico frente a la condensación lateral. De forma similar, en el metaanálisis de [17], se observó una ligera tendencia hacia mejores tasas de curación periapical con técnicas de obturación en caliente, aunque sin alcanzar significación estadística. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de nuevas revisiones que incorporen estudios más actuales y que analicen no solo parámetros técnicos, sino también clínicos.

En conclusión, esta revisión sistemática busca llenar un vacío en la literatura actual al analizar de manera integral la efectividad de las técnicas de obturación en caliente en comparación con la condensación lateral en frío, considerando no solo el sellado apical, sino también su relación con el dolor postoperatorio y la tasa de recurrencia de infección. Este estudio contribuirá no solo al conocimiento científico en endodoncia, sino también a la optimización de la toma de decisiones clínicas basadas en la mejor evidencia disponible.

5.2. Justificación Basada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

El presente estudio también se justifica en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, contribuyendo específicamente a los siguientes objetivos:

ODS 3: Salud y Bienestar

La endodoncia desempeña un papel crucial en la preservación de la salud bucodental y, por ende, en la calidad de vida de los pacientes. Al optimizar las técnicas de obturación y mejorar la tasa de éxito del tratamiento endodóntico, se previenen complicaciones como infecciones crónicas, abscesos y pérdida dental. Esto contribuye directamente a la promoción de una salud oral de calidad, alineándose con el ODS 3, que busca garantizar el acceso a servicios de salud esenciales y mejorar el bienestar de la población.

ODS 4: Educación de Calidad

El presente estudio también puede aportar al ODS 4, ya que su objetivo es proporcionar información basada en evidencia para la formación de futuros odontólogos y la actualización del conocimiento de los profesionales en ejercicio. La odontología basada en la evidencia es fundamental para garantizar que los tratamientos aplicados sean efectivos, seguros y alineados con los últimos avances científicos.

ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura

El desarrollo de nuevas técnicas y materiales de obturación radicular también se vincula con la innovación en el campo de la endodoncia. Esta revisión sistemática puede contribuir al desarrollo y mejora de nuevas tecnologías aplicadas al tratamiento de conductos, promoviendo la optimización de materiales biocompatibles y técnicas avanzadas para mejorar los resultados clínicos.

ODS 10: Reducción de las Desigualdades

Uno de los retos en el acceso a tratamientos endodónticos de alta calidad es la disponibilidad de técnicas avanzadas en países con recursos limitados. La revisión de la evidencia científica puede ayudar a determinar si las técnicas de obturación en caliente realmente ofrecen ventajas significativas sobre la condensación lateral en frío y si su costo está justificado en función de los beneficios clínicos. Esto podría influir en la toma de decisiones sobre la implementación de nuevas estrategias en sistemas de salud pública y odontología comunitaria.

5.3. Hipótesis

La hipótesis principal de este estudio considera que las técnicas de obturación en caliente presentan ventajas significativas sobre la condensación lateral en frío en términos de sellado apical y reducción de la tasa de recurrencia de infección, sin generar un aumento significativo en el dolor postoperatorio.

- La obturación en caliente permitirá una mejor adaptación de la gutapercha a las paredes del conducto radicular, reduciendo la microfiltración y, en consecuencia, el riesgo de reinfección.
- La condensación lateral en frío, aunque ampliamente utilizada, podría presentar una mayor incidencia de recurrencia de infección, debido a una menor capacidad de sellado tridimensional.
- El dolor postoperatorio no mostrará diferencias estadísticamente significativas entre ambas técnicas, ya que la temperatura generada durante la obturación en caliente no afectará significativamente la respuesta postoperatoria en la mayoría de los casos.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo Principal

El objetivo principal de esta revisión sistemática es evaluar si las técnicas de obturación en caliente ofrecen mejores resultados clínicos que la condensación lateral en frío en el tratamiento de conductos radiculares. Se analizarán los efectos de ambas técnicas en términos de éxito clínico, dolor postoperatorio, tasa de recurrencia de infección y adaptación del material obturador.

6.2. Objetivos Secundarios

Para alcanzar el objetivo principal, se plantean los siguientes objetivos secundarios:

1. Analizar la incidencia de dolor postoperatorio en pacientes tratados con obturación en caliente en comparación con la condensación lateral en frío.
2. Evaluar la tasa de recurrencia de infección tras la aplicación de ambas técnicas, considerando la presencia de microfiltración y el éxito a largo plazo del tratamiento.
3. Determinar el grado de adaptación del material obturador a las paredes del conducto radicular en ambas técnicas y su relación con la calidad del sellado apical.

7. MATERIAL Y MÉTODO

La presente revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo la metodología establecida en la Guía PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para garantizar la transparencia y la reproducibilidad en la selección y análisis de los estudios. Se realizó una búsqueda automatizada en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, con el objetivo de identificar estudios publicados entre los años 2010 y 2023 que compararan las técnicas de obturación en caliente con la condensación lateral en frío en el tratamiento de conductos radiculares.

7.1. Identificación de la Pregunta PICO

El tratamiento endodóntico tiene como objetivo preservar la función del diente afectado y prevenir la reinfección mediante un sellado tridimensional adecuado del sistema de conductos radiculares. En este contexto, la técnica de obturación juega un papel clave en la calidad del sellado apical y la tasa de éxito clínico. En la presente revisión sistemática se compararon las técnicas de obturación en caliente con la condensación lateral en frío, evaluando su impacto en la calidad del sellado y otros desenlaces clínicos. Para ello, se estructuró la pregunta de investigación de acuerdo con el modelo PICO, estableciendo los siguientes parámetros:

¿En pacientes sometidos a tratamiento endodóntico, las técnicas de obturación en caliente ofrecen mejores resultados clínicos que la condensación lateral en frío?

- P (Población): Pacientes sometidos a tratamiento endodóntico
- I (Intervención): Técnicas de obturación en caliente, incluyendo compactación vertical caliente, técnicas termoplásticas y carrier-based obturation.
- C (Comparación): Técnicas de condensación lateral en frío.
- (Outcome/Resultados): Éxito clínico, evaluado mediante dolor postoperatorio, calidad del sellado apical y tasa de curación.

7.2. Criterios de Elegibilidad

Criterios de Inclusión

- Tipo de estudio:
- Ensayos clínicos aleatorizados (RCTs)
- Estudios clínicos comparativos in vivo
- Población:
- Pacientes sometidos a tratamiento endodóntico
- Intervención:
- Uso de técnicas de obturación en caliente, como gutapercha termoplastificada, compactación vertical caliente y carrier-based obturation
- Comparador:

- Técnicas de condensación lateral en frío
- Resultados:
- Evaluación de calidad del sellado apical, microfiltración, éxito clínico y dolor postoperatorio

Criterios de Exclusión

- Revisiones sistemáticas, metaanálisis, informes de casos y estudios de opinión
- Estudios in Vitro
- Estudios sin comparación directa entre obturación caliente y condensación lateral en frío
- Estudios con alto riesgo de sesgo o falta de datos relevantes

7.3. Fuentes de Información y Estrategia de Búsqueda

Se realizó una búsqueda sistemática en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, incluyendo artículos publicados entre 2010 y 2023. Además, se llevó a cabo una búsqueda manual en revistas especializadas en endodoncia, como:

- Journal of Endodontics
- International Endodontic Journal
- Clinical Oral Investigations
- Operative Dentistry

Palabras Clave Utilizadas en la Búsqueda

Se emplearon términos MeSH y palabras clave específicas relacionadas con la pregunta de investigación:

- P (Población): Endodontics, Root Canal Therapy, Root Canal Treated Teeth, Dental Patients
- I (Intervención): Warm Vertical Compaction, Vertical Compaction, Hot Obturation Techniques, Thermal Obturation Techniques
- C (Comparador): Cold Lateral Condensation, Lateral Condensation, Cold Obturation Techniques
- O (Outcome/Resultados): Treatment Outcome, Clinical Success, Treatment Success, Postoperative Pain, Apical Sealing, Leakage

Búsqueda en Bases de Datos

PubMed:

((("Endodontics"[Mesh] OR "Root Canal Therapy"[Mesh] OR "endodontic treatment"[Title/Abstract]) AND (("Warm vertical compaction"[Title/Abstract]) OR ("Vertical compaction"[Title/Abstract] OR warm[Title/Abstract]) AND ("Cold lateral condensation"[Title/Abstract]) OR ("Lateral condensation"[Title/Abstract] AND ("Treatment Outcome"[Mesh]) OR "treatment outcome"[Title/Abstract] OR "treatment success"[Title/Abstract] OR "clinical success"[Title/Abstract] OR "postoperative pain"[Title/Abstract] OR "complications"[Title/Abstract]))).

Scopus:

(TITLE-ABS-KEY("endodontics" OR "root canal therapy" OR "root canal treatment") AND
TITLE-ABS-KEY("warm vertical compaction" OR "vertical compaction" OR "Thermafil" OR "core carrier obturation" OR "warm obturation") AND
TITLE-ABS-KEY("cold lateral condensation" OR "lateral condensation" OR "cold obturation" OR "lateral compaction") AND
TITLE-ABS-KEY("comparison" OR "versus" OR "randomized study" OR "clinical evaluation" OR "fluid transport" OR "apical lesions" OR "efficacy"))

Web of Science:

TS=("endodontics" OR "root canal therapy" OR "root canal treatment") AND
TS=("warm vertical compaction" OR "vertical compaction" OR "Thermafil" OR "warm obturation" OR "core carrier obturation") AND
TS=("cold lateral condensation" OR "lateral condensation" OR "cold obturation" OR "gutta-percha condensation" OR "lateral compaction") AND
TS=("comparison" OR "versus" OR "randomized study" OR "clinical evaluation" OR "fluid transport" OR "apical lesions" OR "efficacy").

7.4. Proceso de Selección de los Estudios

La selección de los estudios se llevó a cabo en tres fases:

1. Eliminación de duplicados: Se descartaron artículos repetidos en diferentes bases de datos.
2. Cribado por título y resumen: Se seleccionaron estudios potencialmente relevantes aplicando los criterios de inclusión y exclusión.
3. Revisión de texto completo: Se analizaron los estudios completos para determinar su idoneidad para la revisión.

La selección y el análisis de los estudios fueron realizados por un revisor, quien aplicó de manera rigurosa los criterios de inclusión y exclusión.

7.5. Extracción y Evaluación de Datos

Para la recopilación y análisis de la información, se utilizó una hoja estructurada de extracción de datos, con el fin de garantizar la estandarización y minimizar el sesgo en la selección y evaluación de los estudios. Se recolectaron los siguientes datos:

Datos generales del estudio:

- Autor, año de publicación, país
- Tipo de estudio (RCT, estudio clínico, in vitro)
- Tamaño de la muestra

Características de los participantes/muestras:

- Número de dientes tratados
- Procedimiento utilizado en la endodoncia
- Seguimiento postoperatorio

Detalles de la intervención:

- Técnica de obturación utilizada (obturación en caliente o condensación lateral en frío)
- Materiales empleados
- Método de instrumentación y aplicación

Resultados clínicos evaluados:

Los criterios de valoración clínica se establecieron considerando los objetivos del estudio y la información reportada en los artículos seleccionados.

- Resultado Primario:
 - Éxito clínico del tratamiento endodóntico, determinado a partir de la evaluación de dolor postoperatorio, tasa de recurrencia de infección y adaptación del material obturador.
- Resultados Secundarios:
 - Dolor postoperatorio, evaluado según escalas de dolor reportadas en los estudios incluidos.

- Grado de curación o recurrencia de infección, determinado mediante controles radiográficos y clínicos, evaluando signos de persistencia de la lesión periapical.
- Adaptación del material obturador, analizada en función de su capacidad para lograr un sellado tridimensional óptimo, reduciendo la microfiltración y la permeabilidad de los conductos radiculares.

Las variables extraídas se clasificaron en principales (primarias) y secundarias, de acuerdo con su relevancia clínica y su vinculación con los objetivos del estudio, y se describen con sus respectivas unidades de medida.

Además, se extrajeron las siguientes variables principales, en relación directa con los objetivos del estudio (O1, O2 y O3):

- O1. Éxito clínico y radiográfico (variable binaria: éxito / fracaso, según ausencia de síntomas y signos radiográficos de lesión)
- O2. Dolor postoperatorio (variable cuantitativa: escala VAS o NRS, 0 a 10)
- O3. Adaptación del material obturador (variable continua o categórica: presencia de vacíos, porcentaje de contacto material-pared según imagen radiográfica)

Este proceso permitió obtener datos homogéneos para su posterior análisis y comparación dentro del marco de la revisión sistemática.

7.6. Valoración de Calidad

Se utilizaron herramientas estandarizadas para evaluar la calidad metodológica:

- RCTs: Cochrane Risk of Bias (RoB 2.0), analizando sesgos en la aleatorización, cegamiento y reporte de resultados.

- Estudios observacionales: Newcastle-Ottawa Scale (NOS), evaluando selección, comparabilidad y exposición.
- La evaluación fue realizada por dos revisores, clasificando los estudios en bajo, moderado o alto riesgo de sesgo.

7.7. Síntesis de Datos

Dada la heterogeneidad de los estudios, se realizó una síntesis cualitativa en lugar de un metaanálisis. Se compararon:

- Metodologías utilizadas
- Materiales de obturación y su impacto en el sellado
- Calidad del sellado apical y microfiltración
- Dolor postoperatorio y éxito clínico

Los resultados fueron organizados y discutidos en función de las tendencias observadas en la literatura.

8. RESULTADOS

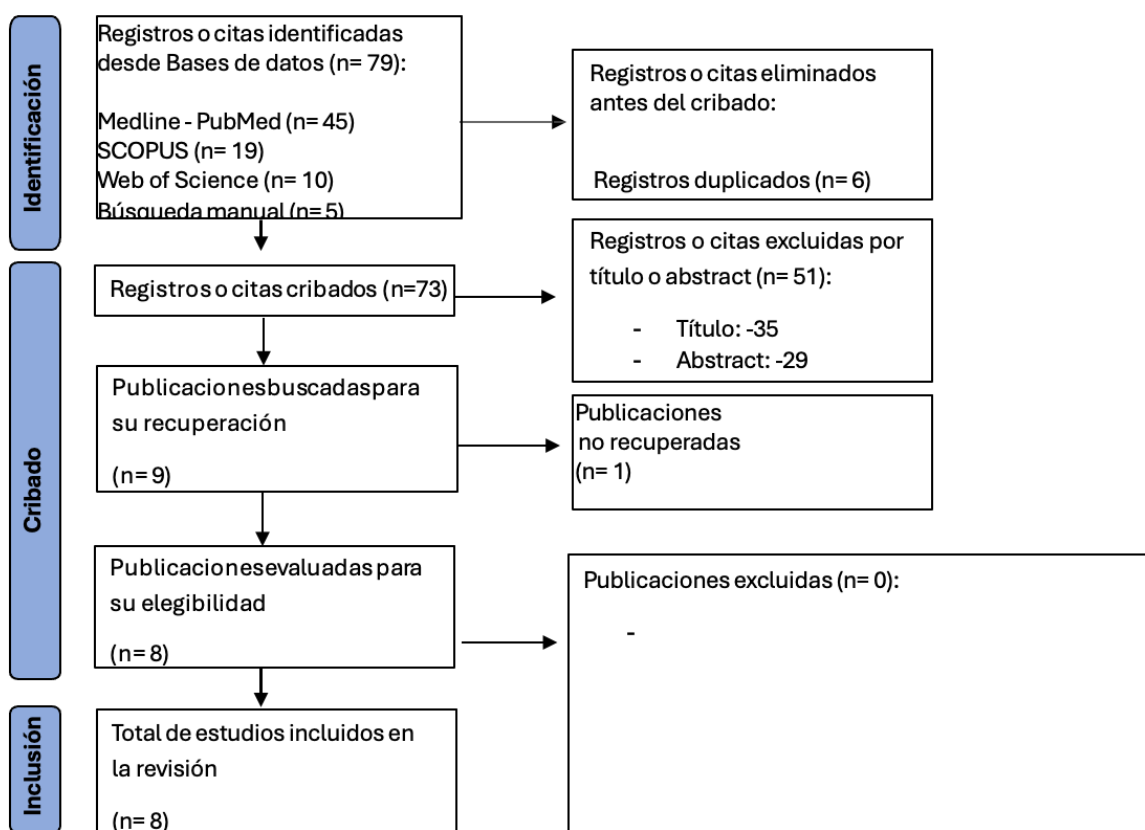
8.1 Selección de estudios

El proceso de búsqueda y selección de estudios se realizó a través de las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, complementándose con una búsqueda manual en literatura adicional. En total, se identificaron 79 estudios potencialmente relevantes: 45 provenientes de PubMed, 19 de Scopus, 10 de Web of Science y 5 obtenidos mediante búsqueda manual.

Tras eliminar 6 estudios duplicados, se obtuvieron 73 registros únicos. Posteriormente, se realizó un proceso de cribado a partir de la lectura de títulos y resúmenes, descartándose 35 estudios por no cumplir con los criterios de inclusión preestablecidos. Los 38 artículos restantes fueron evaluados mediante la lectura completa de sus resúmenes, resultando en la exclusión de 29 de ellos. Finalmente, 9 estudios fueron seleccionados para la evaluación de texto completo, de los cuales 1 no pudo ser recuperado, dejando así un total de 8 estudios incluidos en la presente revisión sistemática.

La selección de los estudios fue realizada de forma independiente por dos revisores. Se obtuvo un acuerdo completo entre ellos, con un coeficiente kappa de Cohen de 1.0, lo que indica una concordancia perfecta.

Fig. 1.



8.2 Descripción de los estudios incluidos

En esta revisión sistemática se incluyeron 8 estudios publicados entre los años 2012 y 2024, procedentes de diferentes países como Pakistán, Turquía, España, Estados Unidos y Polonia. Los estudios seleccionados fueron principalmente ensayos clínicos aleatorizados y estudios retrospectivos que compararon la técnica de condensación lateral en frío con diversas técnicas de obturación en caliente (Thermafil, Obtura II, GuttaCore, Continuous Wave, Backfill-Thermafil BT y Single Cone). Cada uno de los estudios abordó de manera específica alguno de los siguientes objetivos secundarios definidos en esta revisión:

1. Evaluar la incidencia e intensidad de dolor postoperatorio según la técnica de obturación utilizada.
2. Evaluar la tasa de éxito clínico y radiográfico según la técnica empleada.
3. Evaluar la capacidad de las técnicas para lograr un sellado apical adecuado.

El tamaño muestral de los estudios osciló entre 60 y 283 dientes tratados. En conjunto, los estudios permiten una evaluación integral de las principales variables clínicas relacionadas con las técnicas de obturación estudiadas.

Autor y Año	País	Diseño	Tamaño Muestra	Técnicas comparadas	Objetivo principal
(M1) Ansari et al. (2012)	Pakistán	Ensayo clínico	60	Condensación lateral vs Obtura II	Sellado apical adecuado
(M2) Koçer et al. (2022)	Turquía	Ensayo clínico aleatorizado	93	Condensación lateral vs GuttaCore vs GuttaFlow2	Dolor postoperatorio

(M3) Işık & Aydın (2024)	Turquía	Ensayo clínico aleatorizado	63	Condensación lateral vs Continuous Wave vs GuttaCore	Dolor postoperatorio y tasa de éxito clínico y radiográfico
(M4) Hale et al. (2012)	EE.UU.	Estudio retrospectivo	71	Condensación lateral vs Carrier-Based (Thermafil)	Tasa de éxito clínico y radiográfico
(M5) Qureshi et al. (2012)	Pakistán	Ensayo clínico	60	Condensación lateral vs Thermafil	Sellado apical adecuado
(B1) AlonsoEzpeleta et al. (2012)	España	Ensayo clínico aleatorizado	204	Condensación lateral vs Thermafil vs Backfill-Thermafil (BT)	Dolor postoperatorio
(B2) Radwanski et al. (2024)	Polonia	Estudio retrospectivo	283	Condensación lateral vs Continuous Wave vs Single Cone	Tasa de éxito clínico y radiográfico
(B3) Kandemir Demirci & Çalışkan (2016)	Turquía	Ensayo clínico	112	Condensación lateral vs Thermafil	Dolor postoperatorio y tasa de éxito clínico y radiográfico

Tabla 1: Características de los estudios incluido

El estudio de (M1) Ansari et al. (2012) fue un ensayo clínico realizado en Pakistán con 60 pacientes, que comparó la condensación lateral en frío y la técnica Obtura II, evaluando la calidad del sellado apical. Los autores no encontraron diferencias significativas en vacíos ni en la terminación apical, aunque la adaptación de Obtura II mostró mejor homogeneidad radiográfica.

(M2) Koçer et al. (2022) llevó a cabo un ensayo clínico aleatorizado en Turquía con 93 pacientes, comparando condensación lateral, GuttaCore y GuttaFlow2, centrado en el dolor postoperatorio durante los primeros 7 días. GuttaFlow2 presentó menores niveles de dolor, mientras que GuttaCore generó valores más altos, especialmente en los primeros 4 días.

En (M3) Işık & Aydın (2024) se incluyeron 63 dientes sometidos a retratamiento endodóntico, comparando condensación lateral, Continuous Wave y GuttaCore. Evaluaron dolor postoperatorio y tasa de éxito clínico y radiográfico a los 6 meses. No se hallaron diferencias significativas entre las técnicas, aunque se observó una reducción significativa del dolor postoperatorio tras 7 días

M4) Hale et al. (2012) realizó un estudio retrospectivo en Estados Unidos con 71 dientes, comparando condensación lateral con Thermafil, evaluando la tasa de éxito clínico y radiográfico tras un seguimiento mínimo de 2 años. No encontraron diferencias significativas entre ambas técnicas, aunque los molares presentaron tasas de éxito más bajas.

(M5) Qureshi et al. (2012) realizó un ensayo clínico aleatorizado en Pakistán con 60 pacientes, comparando la obturación mediante Thermafil y condensación lateral. Thermafil presentó mejor adaptación de la gutapercha y menor número de vacíos, especialmente en la región apical

B1) Alonso-Ezpeleta et al. (2012) realizó un ensayo clínico aleatorizado en España con 204 pacientes, evaluando dolor postoperatorio tras obturación mediante condensación lateral evaluando dolor postoperatorio tras obturación mediante condensación lateral, Thermafil y una técnica híbrida denominada Backfill-Thermafil, Técnica híbrida descrita por Alonso-Ezpeleta et al que combina cono maestro con gutapercha termoplastificada Thermafil y Backfill. Thermafil presentó mayores niveles de dolor, mientras que condensación lateral y Backfill mostraron menor dolor.

(B2) Radwanski et al. (2024) llevó a cabo un estudio retrospectivo en Polonia con 283 pacientes, comparando condensación lateral, Continuous Wave y la técnica de cono único con sellador biocerámico. No se encontraron diferencias significativas en la tasa de éxito clínico y radiográfico, aunque se detectó una mayor frecuencia de extrusión de sellador en las técnicas termoplastificadas. Finalmente, (B3) Kandemir Demirci & Çalışkan (2016) realizó un ensayo clínico en Turquía con 112 dientes con lesiones periapicales, comparando Thermafil y condensación lateral. Evaluaron dolor postoperatorio y tasa de éxito clínico y radiográfico a los 2 años. Ambas técnicas mostraron tasas de éxito similares,

pero Thermafil presentó mayor incidencia de dolor postoperatorio a las 48 horas.

8.3 Evaluación de la calidad metodológica y riesgo de sesgo

Para los estudios aleatorizados incluidos, un riesgo de sesgo moderado fue identificado en cinco de los seis ensayos clínicos, principalmente debido a la falta de cegamiento tanto de los participantes como del personal y de los evaluadores de los resultados. Solo un estudio fue considerado con bajo riesgo de sesgo al cumplir con todos los criterios de aleatorización, ocultación de la asignación y manejo adecuado del cegamiento.

En cuanto a los estudios retrospectivos incluidos, uno presentó una calidad metodológica moderada y otro una calidad alta, según la escala Newcastle-Ottawa, destacando especialmente en la adecuada selección de pacientes y la evaluación de resultados a largo plazo.

La aplicación de estas herramientas permitió valorar la calidad interna y la fiabilidad de los resultados obtenidos por cada uno de los estudios, considerando su influencia en la interpretación de los resultados de la presente revisión sistemática.

Medición del riesgo de sesgo de los estudios aleatorizados según la herramienta Cochrane

A continuación se presenta la evaluación del riesgo de sesgo de los estudios aleatorizados incluidos, realizada mediante la herramienta Cochrane. Los dominios se clasificaron como de riesgo bajo (verde), incierto (amarillo) o alto (rojo).

	Generar secuencia aleatorizada (sesgo selección)	Ocultación de la asignación (sesgo selección)	Cegamiento evaluación de resultados (sesgo detección)	Seguimiento y exclusiones sesgo deserción	Descripción selectiva sesgo informe	Otros sesgos
Ansari et al. (2012)	+	?	?	+	+	+
Koçer et al. (2022)	+	+	?	+	+	+
Işık & Aydın (2024)	+	?	?	+	+	+
Qureshi et al. (2012)	+	?	-	+	+	+
Alonso-Ezpeleta et al. (2012)	+	+	+	+	+	+

Tabla 2: Medición del riesgo de sesgo de los estudios randomizados según la guía Cochrane.

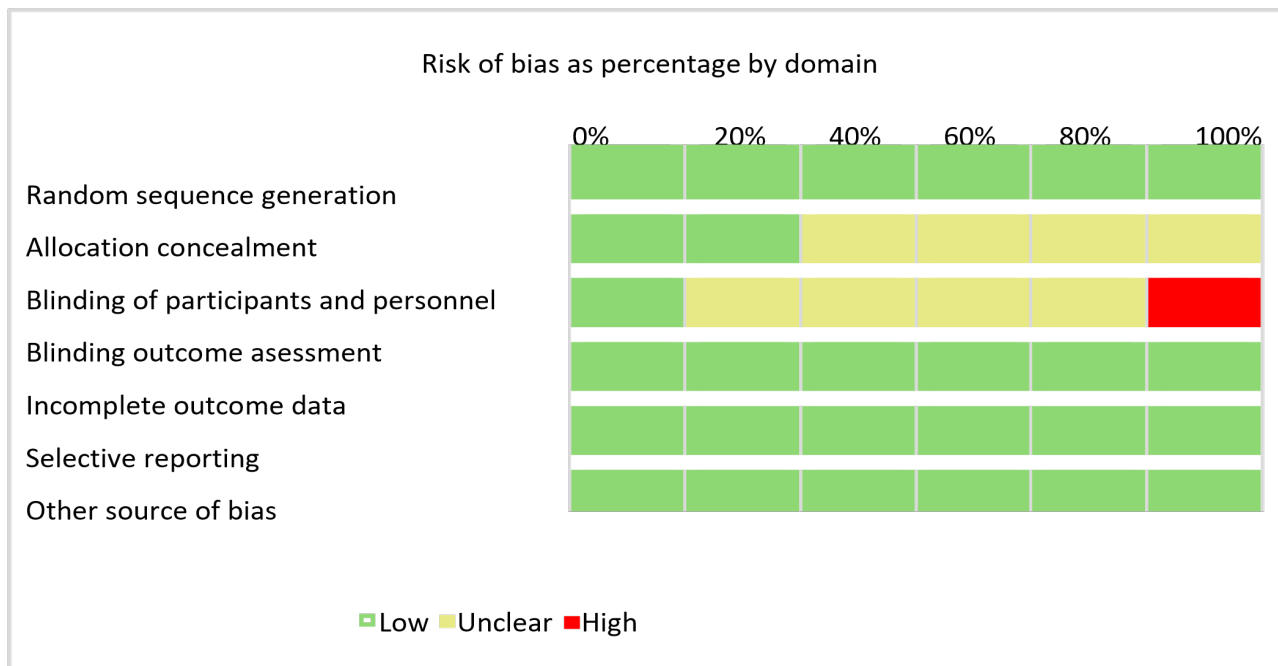


Fig. 2. Representación del riesgo de sesgo

	Representatividad cohorte	Selección cohorte no expuesta	Comparación exposición	Demostración no presencia a variable interés al inicio	Comparabilidad (factor más importante)	Comparabilidad (otros factores)	Medición resultados	Suficiente seguimiento	Tasa de abandonos	Total
Hale et al. (2012)	★	★	★		★	-	★	★		6
Radwanski et al. (2024)	★	★	★	★	★	★	★	★	★	9

Tabla 3: Medición del riesgo de sesgo de los estudio observacionales no randomizados con la escala Newcastle-Ottawa – estudios observacionales con grupo control no randomizado.

8.4 Síntesis de Resultados

En este apartado se presenta la síntesis narrativa y comparativa de los resultados obtenidos en los estudios seleccionados. Los resultados se han organizado en función de los objetivos secundarios planteados en la introducción del trabajo: dolor postoperatorio, tasa de éxito clínico y radiográfico y sellado apical adecuado.

8.4.1 Dolor postoperatorio

El dolor postoperatorio fue evaluado en los estudios de (M2) Koçer et al. (2022), (M3) Işık & Aydın (2024), (B1) Alonso-Ezpeleta et al. (2012) y (B3) Demirci et al. (2016). Esta variable fue medida mediante diferentes escalas: VAS en los estudios B1 y M2, escala numérica (NRS) en M3 y una escala ordinal de cuatro niveles en B3. Las evaluaciones se realizaron en distintos momentos postoperatorios, incluyendo las primeras 24, 48 y 72 horas, así como a los 7 días. Todos los estudios compararon técnicas termoplásticas frente a la técnica convencional de condensación lateral

En el estudio de (M2) Koçer et al. (2022), con una muestra de 93 pacientes, se compararon las técnicas de Condensación Lateral (CL), GuttaCore y GuttaFlow2. Los resultados mostraron que GuttaFlow2 produjo significativamente menos dolor postoperatorio que las otras técnicas, tanto a las 24 como a las 48 horas ($p < 0.05$). A partir del tercer día, las diferencias dejaron de ser significativas, aunque la técnica de GuttaFlow2 mantuvo una ligera ventaja. Además, GuttaCore presentó niveles más elevados de dolor en comparación con CL en las primeras 24 horas.

En el trabajo de (M3) Işık & Aydın (2024), con 63 pacientes, se compararon CL, Continuous Wave (CW) y GuttaCore. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas en ningún punto de la evaluación ($p > 0.05$). Sin embargo, se reportó que CL tendía a generar niveles ligeramente menores de dolor en las primeras 24 y 48 horas, aunque sin alcanzar significación estadística.

(B1) Alonso-Ezpeleta et al. (2012), con una muestra considerable de 204 pacientes, compararon CL, Thermafil y Backfil-Thermafil. Los resultados indicaron que Thermafil produjo más dolor en las primeras 48 horas en comparación con CL y Backfill ($p < 0.05$). A partir del tercer día, las diferencias dejaron de ser significativas. Además, el grupo de Backfill-Thermafil mostró valores intermedios entre CL y Thermafil, sin diferencias estadísticamente significativas respecto a CL.

En (B3) Dimercy et al. (2016), se analizaron 112 pacientes tratados con CL o Thermafil. Los autores reportaron que la técnica de Thermafil presentó mayores niveles de dolor a las 24 y 48 horas ($p < 0.05$). Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas en el dolor a los 7 días.

De manera general, todos los estudios coinciden en que las técnicas termoplásticas, como Thermafil y GuttaCore, generan mayor dolor postoperatorio agudo en comparación con la Condensación Lateral o técnicas con materiales de baja expansión como GuttaFlow2. Aun así, estas diferencias tienden a desaparecer después del tercer día.

Estudio	Diseño	N	Técnicas comparadas	Evaluación	Resultado principal	Diferencias significativas
(M2) Koçer et al. (2022)	ECA	93	CL vs GuttaCore vs GuttaFlow2	VAS (24h, 48h, 7d)	Menor dolor con GuttaFlow2	Sí
(M3) Işık & Aydın (2024)	ECA	63	CL vs CW vs GuttaCore	NRS (24h, 48h, 7d)	Sin diferencias significativas	No
(B1) AlonsoEzpeleta et al. (2012)	ECA	204	CL vs Thermafil vs Backfill-Thermafil	VAS (24h, 48h, 7d)	Thermafil mostró mayor dolor	Sí
(B3) Dimercy et al. (2016)	ECA	112	CL vs Thermafil	Escala ordinal (24h, 48h, 7d)	Thermafil mostró mayor dolor	Sí

Tabla 4: Resultados sobre dolor postoperatorio

8.4.2 Tasa de éxito clínico y radiográfico

El segundo objetivo secundario se centró en evaluar la tasa de éxito clínico y radiográfico, definida por la ausencia de sintomatología clínica (dolor, inflamación, fístula) y la resolución o disminución de las lesiones periapicales observadas mediante control radiográfico. Los estudios incluidos fueron: (M3) Işık & Aydın (2024), (M4) Hale et al. (2012), (B2) Radwanski et al. (2024) y (B3) Dimercy et al. (2016).

En el estudio de (M3) Işık & Aydın (2024), con un total de 63 pacientes, se compararon tres técnicas: Condensación Lateral (CL), Continuous Wave (CW) y GuttaCore. Tras un seguimiento de 12 meses, los tres grupos obtuvieron tasas de éxito clínico y radiográfico superiores al 90%, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($p>0.05$). No obstante, se observó una tendencia leve a que CW presentara mayor porcentaje de resolución completa de las lesiones periapicales.

En (M4) Hale et al. (2012), estudio retrospectivo que incluyó 122 pacientes y comparó Condensación Lateral y Thermafil, las tasas de éxito a los 24 meses fueron superiores al 85% para ambas técnicas, sin que se encontraran diferencias significativas. Los autores destacaron que Thermafil presentó una ligera tendencia a mejores resultados radiográficos, aunque no se pudo confirmar estadísticamente.

El estudio de (B2) Radwanski et al. (2024) incluyó 237 pacientes en un diseño retrospectivo y comparó CL, Backfill y GuttaCore. Con un seguimiento mínimo de 24 meses, las tasas de éxito fueron superiores al 90% para todas las técnicas, sin diferencias estadísticamente significativas. Este estudio es destacable por su tamaño muestral y por la inclusión de pacientes tratados por diferentes operadores.

Finalmente, (B3) Dimercy et al. (2016), en un ensayo controlado aleatorizado con 112 pacientes, comparó CL y Thermafil tras 12 meses de seguimiento. Ambos grupos mostraron tasas de éxito superiores al 85%, observándose una tasa ligeramente mayor para Thermafil, aunque sin alcanzar significación estadística.

En conjunto, los cuatro estudios coinciden en que todas las técnicas de obturación analizadas ofrecen tasas de éxito clínico y radiográfico altas (85-95%) y comparables. Aunque algunas técnicas termoplásticas como Thermafil y CW muestran tendencias a mejores resultados, las diferencias no son concluyentes. La mayoría de los estudios señalan como limitación común la falta de cegamiento de los evaluadores y la variabilidad inter-operatoria

Estudio	Diseño	N	Técnicas comparadas	Seguimiento	Tasa de éxito	Diferencias significativas
(M3) Işık & Aydın (2024)	ECA	63	CL vs CW vs GuttaCore	12 meses	>90% en todos los grupos	No
(M4) Hale et al. (2012)	Retrospectivo	122	CL vs Thermafil	≥24 meses	>85% en ambos grupos	No
(B2) Radwanski et al. (2024)	Retrospectivo	237	CL vs Backfill vs GuttaCore	≥24 meses	>90% en todos los grupos	No

(B3) Dimercy et al. (2016)	ECA	112	CL vs Thermafil	12 meses	Thermafil ligeramente superior	No significativa
-------------------------------	-----	-----	--------------------	----------	-----------------------------------	------------------

Tabla 5: Tasa de éxito clínico y radiográfico

8.4.3 Sellado apical adecuado

El último objetivo secundario fue evaluar la capacidad de sellado apical de las técnicas comparadas, valorando principalmente la presencia de vacíos y la adaptación de la gutapercha a las paredes del conducto. Esta variable fue estudiada en (M1) Ansari et al. (2012) y (M5) Qureshi et al. (2012).

En el estudio de (M1) Ansari et al. (2012), con una muestra de 60 pacientes, se compararon las técnicas de Condensación Lateral (CL) y Obtura II mediante evaluación radiográfica y análisis de vacíos en la obturación. Los resultados indicaron que ambas técnicas ofrecieron un sellado apical adecuado, sin diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$). Sin embargo, se observó que Obtura II mostró mejor adaptación de la gutapercha a las paredes del conducto, con menor presencia de vacíos, aunque esto no se tradujo en diferencias significativas en los resultados clínicos.

De forma similar, (M5) Qureshi et al. (2012), en un ensayo aleatorizado con 60 pacientes, compararon también CL frente a Obtura II. Este estudio confirmó que Obtura II presentó un menor número de vacíos apicales y mejor adaptación de la gutapercha, aunque sin diferencias significativas desde el punto de vista estadístico o clínico. Los autores destacaron que, aunque las técnicas termoplásticas ofrecieron mejores resultados radiográficos, ambas técnicas cumplieron con los criterios mínimos de calidad de obturación. De forma similar, (M5) Qureshi et al. (2012), en un ensayo aleatorizado con 60 pacientes, compararon también CL frente a Obtura II. Este estudio confirmó que Obtura II presentó un menor número de vacíos apicales y mejor adaptación de la gutapercha, aunque sin diferencias significativas desde el punto de vista clínico. Los vacíos apicales fueron determinados mediante evaluación radiográfica posoperatoria, utilizando radiografías periapicales para identificar la presencia de espacios no obturados. Los autores destacaron que,

aunque las técnicas termoplásticas ofrecieron mejores resultados radiográficos, ambas técnicas cumplieron con los criterios mínimos de calidad de obturación.

Ambos estudios coinciden en que tanto la técnica de Condensación Lateral como las técnicas termoplásticas son capaces de proporcionar un sellado apical aceptable. Sin embargo, las técnicas termoplásticas mostraron de forma consistente mejores resultados en términos de adaptación y reducción de vacíos, sin que esto implique necesariamente una superioridad clínica en cuanto al pronóstico o al éxito del tratamiento

Studio	Diseño	N	Técnicas comparadas	Evaluación	Resultado principal	Diferencias significativas
(M1) Ansari et al. (2012)	ECA	60	CL vs Obtura II	Radiográfica	Mejor adaptación con Obtura II	No significativa
(M5) Qureshi et al. (2012)	ECA	60	CL vs Obtura II	Vacíos apicales	Menor número de vacíos en Obtura II	No significativa

Tabla 6: - Sellado apical adecuado

8.4.4 Tabla resumen global

Para facilitar la comprensión y comparación de los estudios incluidos, a continuación se presenta una tabla resumen que recoge los aspectos metodológicos principales, las técnicas de obturación analizadas, los objetivos evaluados y los resultados más relevantes de cada uno de los artículos.

Estudio	País	Diseño	N	Técnicas comparadas	Objetivo principal evaluado	Resultado principal	Diferencias significativas
(M1) Ansari et al. (2012)	India	ECA	60	Condensación Lateral vs Obtura II	Sellado apical	Mejor adaptación con Obtura II	No

(M2) Koçer et al. (2022)	Turquía	ECA	93	CL vs GuttaCore vs GuttaFlow 2	Dolor postoperatorio	GuttaFlow 2 con menor dolor	Sí
(M3) Işık & Aydın (2024)	Turquía	ECA	63	CL vs CW vs GuttaCore	Dolor y éxito clínico	>90% éxito, sin diferencias en dolor	No
(M4) Hale et al. (2012)	EE. UU.	Retrospectivo	122	CL vs Thermafil	Tasa de éxito	>85% éxito en ambos	No
(M5) Qureshi et al. (2012)	Pakistán	In vitro	60 dientes	CL vs Thermafil	Sellado apical	Menos vacíos con Thermafil	No
(B1) AlonsoEzpeleta et al. (2012)	España	ECA	204	CL vs Thermafil vs Backfill-Thermafil	Dolor postoperatorio	Thermafil con mayor dolor	Sí
(B2) Radwanski et al. (2024)	Polonia	Retrospectivo	237	CL vs CW vs Cono único + biocerámico	Tasa de éxito	~90% en todos los grupos	No
(B3) Dimercy et al. (2016)	Turquía	ECA	112	CL vs Thermafil	Dolor y éxito clínico	Thermafil con mayor dolor	No significativa

Tabla 7: Resumen global

8.4.5 Cierre de resultados

En conjunto, los estudios incluidos muestran que las diferentes técnicas de obturación evaluadas ofrecen resultados clínicos aceptables en términos de dolor postoperatorio, tasa de éxito clínico y radiográfico y capacidad de sellado apical. Las técnicas termoplásticas tienden a generar mayor dolor en las primeras horas postoperatorias y muestran una ligera ventaja en la adaptación

apical. Sin embargo, las diferencias encontradas no siempre fueron estadísticamente significativas. Las limitaciones metodológicas observadas en los estudios, como la variabilidad en las técnicas de evaluación radiográfica, la falta de cegamiento o el tamaño muestral reducido en algunos casos, limitan la extrapolación de los resultados, los cuales serán discutidos en profundidad en la siguiente sección.

9. DISCUSIÓN

En esta revisión sistemática se aporta evidencia clínica comparativa sobre la eficacia de las técnicas de obturación en caliente frente a la condensación lateral en frío en tratamientos endodónticos. Se analizan aspectos clave como el dolor postoperatorio, la tasa de éxito clínico y radiográfico, y la calidad del sellado apical. Esta sección interpreta y discute los resultados obtenidos en relación con los objetivos secundarios del estudio. Se realiza una comparación crítica entre los hallazgos y la literatura científica disponible, considerando también las limitaciones metodológicas de los estudios incluidos.

9.1 Dolor postoperatorio

El dolor postoperatorio es un parámetro clínico relevante que puede influir directamente en la experiencia del paciente tras el tratamiento endodóntico. En esta revisión sistemática, cuatro estudios analizaron esta variable: (M2) Koçer et al. (2022), (M3) Işık & Aydın (2024), (B1) Alonso-Ezpeleta et al. (2012) y (B3) Dimercy et al. (2016). Aunque los resultados no fueron completamente homogéneos, se identificaron ciertas tendencias clínicas comunes entre las diferentes técnicas de obturación.

En general, las técnicas termoplásticas, como Thermafil, GuttaCore y Continuous Wave, tienden a generar un mayor dolor postoperatorio en las primeras 24–48 horas, en comparación con técnicas frías como la Condensación Lateral o sistemas como GuttaFlow2, los cuales producen menor presión apical y menor liberación de calor durante la obturación. Cabe señalar que los estudios emplearon diferentes herramientas para la evaluación del dolor, lo que puede limitar la comparabilidad directa de los resultados: VAS (B1, M2), NRS (M3) y escala ordinal (B3).

El estudio de (M2) Koçer et al. mostró una diferencia estadísticamente significativa a favor de GuttaFlow2, con menores valores de dolor respecto a GuttaCore y CL. En contraste, (M3) Işık & Aydın no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre GuttaCore, CL y CW, aunque los autores mencionan una tendencia leve a favor de CL. (B1) AlonsoEzpeleta et al. demostró que Thermafil generó más dolor en comparación con CL y Backfill, mientras que (B3) Dimercy et al. también confirmó mayores niveles de dolor con Thermafil frente a CL.

Estas diferencias podrían explicarse por el hecho de que las técnicas calientes implican una mayor manipulación térmica y presión apical, lo que podría favorecer la extrusión del material obturador y provocar una reacción inflamatoria más intensa en los tejidos periapicales. En cambio, la técnica de Condensación Lateral, al no emplear calor y utilizar menor presión, parece ser más conservadora desde el punto de vista biológico.

Por tanto, en casos donde se prevea una mayor sensibilidad periapical o se desee minimizar el trauma tisular, podría ser clínicamente recomendable optar por una técnica más conservadora. No obstante, las diferencias observadas en cuanto al dolor postoperatorio tienden a desaparecer tras los primeros días, y las implicaciones a largo plazo parecen ser mínimas.

Estos resultados coinciden con los hallazgos de otras revisiones sistemáticas. Por ejemplo, Pirani et al. (2022) concluyeron que las técnicas termoplásticas no ofrecían ventajas significativas en cuanto al éxito clínico o radiográfico frente a la condensación lateral, aunque mostraban una obturación más homogénea y menos vacíos. De forma similar, Zhang et al. (2017) hallaron una ligera tendencia a mejores tasas de curación periapical con gutapercha termoplastificada, pero sin diferencias estadísticamente significativas. Estas revisiones respaldan la conclusión de que la técnica de obturación elegida puede no influir de forma determinante en los resultados clínicos, siempre que se respeten los principios básicos del tratamiento endodóntico.

9.2 Tasa de éxito clínico y radiográfico

Cuatro estudios evaluaron la tasa de éxito clínica y radiográfica de los tratamientos endodónticos realizados con distintas técnicas de obturación: (M3) Işık & Aydın (2024), (M4) Hale et al. (2012), (B2) Radwanski et al. (2024) y (B3) Dimercy et al. (2016). En todos ellos, se reportaron tasas de éxito superiores al 85%, sin diferencias estadísticamente significativas entre los grupos comparados.

En (M3), los tres grupos (CL, CW, GuttaCore) superaron el 90% de éxito tras 12 meses. De forma similar, (M4) comparó Thermafil y CL, con tasas superiores al 85% tras 24 meses de seguimiento. El estudio de mayor tamaño muestral, (B2), con 237 pacientes y un seguimiento también ≥ 24 meses, reportó tasas $>90\%$ en todos los grupos (CL, Backfill, GuttaCore). Finalmente, (B3) mostró una leve ventaja para Thermafil respecto a CL, aunque sin significación estadística.

Estos resultados reflejan la eficacia general de las técnicas obturadoras disponibles, lo cual podría deberse a que, independientemente del sistema usado, el éxito depende también de otros factores determinantes como el número de sesiones necesarias, la calidad de la irrigación, la conformación radicular adecuada y la experiencia del operador.

Es interesante destacar que, aunque algunas técnicas termoplásticas parecen mostrar una ligera superioridad radiográfica, esta no se traduce necesariamente en una diferencia significativa a nivel clínico. Además, cabe señalar que varios estudios presentan limitaciones como el diseño retrospectivo, la falta de doble ciego o la variabilidad entre operadores, factores que pueden limitar la comparabilidad de los resultados. En consecuencia, sería recomendable desarrollar estudios clínicos más homogéneos, con diseños metodológicos comparables y periodos de seguimiento prolongados, para poder extraer conclusiones más sólidas.

9.3 Sellado apical adecuado

La capacidad de obturar herméticamente el tercio apical del conducto es clave para prevenir microfiltraciones y garantizar la longevidad del tratamiento endodóntico. En esta revisión, dos estudios abordaron directamente esta variable: (M1) Ansari et al. (2012) y (M5) Qureshi et al. (2012), ambos comparando la técnica de Condensación Lateral con Obtura II, un sistema termoplástico.

Ambos estudios coinciden en que Obtura II presenta menor cantidad de vacíos y mejor adaptación a las paredes del conducto en la porción apical. Sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas, ni se tradujeron en diferencias clínicas detectables a corto plazo. Es decir, aunque radiográficamente se observa una obturación más homogénea, la relevancia de esta ventaja no se ha confirmado con evidencia de mayor tasa de éxito a largo plazo.

Es importante mencionar que estos estudios evaluaron el sellado mediante análisis radiográfico y presencia de vacíos, pero no incluyeron pruebas de filtración real ni evaluación clínica longitudinal. Además, factores como la calidad del cemento, la morfología del conducto y la técnica operatoria también influyen en el resultado final.

Por tanto, aunque los sistemas termoplásticos pueden ofrecer ventajas en términos de calidad visual del sellado, no existen pruebas suficientes en esta revisión para afirmar que estas diferencias impliquen un mejor pronóstico clínico.

9.4 Limitaciones del estudio

Esta revisión presenta varias limitaciones que deben ser consideradas. En primer lugar, el número de estudios incluidos fue reducido (n=8), lo que limita el

poder generalizador de las conclusiones. Además, se observó una importante heterogeneidad metodológica entre los estudios, tanto en el diseño (prospectivos vs. retrospectivos), como en los sistemas de evaluación (criterios de éxito clínico y radiográfico, escalas de dolor, tiempos de seguimiento).

También debe destacarse la variabilidad entre las técnicas termoplásticas analizadas, que incluyen enfoques distintos como Thermafil, GuttaCore, Continuous Wave y Obtura II, lo que dificulta la comparación directa de sus resultados.

Otra limitación importante fue la ausencia de meta-análisis, ya que la variabilidad de las técnicas y resultados impidió realizar una síntesis cuantitativa válida. Asimismo, la percepción del dolor es subjetiva y puede estar influida por múltiples factores externos, como la ansiedad del paciente o la indicación de medicación postoperatoria, elementos que no siempre fueron controlados o estandarizados entre estudios.

Por último, en varios de los estudios no se especificó claramente si el evaluador clínico y radiográfico estaba cegado respecto a la técnica utilizada, lo cual introduce riesgo de sesgo de detección. Estas limitaciones deben tenerse en cuenta al interpretar los resultados y sería necesario que futuros estudios adopten diseños estandarizados, con mayor tamaño muestral, periodos de seguimiento prolongados y evaluación doble ciego para fortalecer la evidencia.

10. CONCLUSIONES

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar si las técnicas de obturación en caliente ofrecen mejores resultados clínicos que la condensación lateral en frío en el tratamiento de conductos radiculares. Este objetivo se abordó mediante el análisis de tres objetivos secundarios: dolor postoperatorio, tasa de éxito clínico y radiográfico, y sellado apical adecuado.

1. En relación con el dolor postoperatorio, los estudios incluidos mostraron que las técnicas termoplásticas como Thermafil y GuttaCore tienden a provocar mayor dolor en las primeras 24–48 horas postoperatorias en comparación con técnicas frías como la condensación lateral o GuttaFlow². Sin embargo, estas diferencias fueron transitorias y desaparecieron a partir del tercer día, sin repercusiones clínicas a largo plazo.
2. Respecto a la tasa de éxito clínico y radiográfico, todos los estudios indicaron tasas de éxito superiores al 85 %, sin diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas analizadas. Esto sugiere que tanto las técnicas en frío como en caliente pueden considerarse clínicamente eficaces cuando se aplican de manera adecuada.
3. En cuanto al sellado apical adecuado, las técnicas en caliente ofrecieron una mejor adaptación de la gutapercha y menor presencia de vacíos, especialmente en el tercio apical. No obstante, estas ventajas técnicas no se tradujeron en diferencias clínicamente significativas en los resultados a corto plazo.

Por tanto, mediante los objetivos secundarios analizados, se concluye que las técnicas de obturación en caliente no demostraron una superioridad clínica significativa frente a la condensación lateral en frío. Ambas modalidades obturadoras pueden emplearse con éxito en la práctica clínica, siempre que se adapten a las condiciones anatómicas del conducto y se ejecuten con precisión técnica.

Se recomienda la realización de futuros estudios clínicos aleatorizados, con metodologías estandarizadas y periodos de seguimiento prolongados, que permitan establecer evidencias más sólidas ara la elección de la técnica de obturación más adecuada en cada contexto clínico.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Cumhuriyet Dental Journal. Contemporary Endodontic Obturation Techniques: A Comprehensive Review. Cumhuriyet Dent J. 2022;25(2):110–121. Available from: <https://cdj.cumhuriyet.edu.tr/en/pub/issue/64911/948193>
2. Kapoor K. Endodontic obturation techniques: A review. Int J Health Sci (Qassim). 2024;8(S1):1033–1040. Doi:10.53730/ijhs.v8nS1.1499
3. Annals of Dental Specialty. An Overview on Recent Endodontics Obturation Techniques: Literature Review. Ann Dent Spec. 2020;8(1):45–53. Available from: <https://annalsofdentalspecialty.net.in/article/an-overviewon-recentendodonticsobturation-techniques-literature-reviewg0ukpbxd4l3pv6z>
4. EC Dental Science. New Root Canal Obturation Techniques: A Review. EC Dent Sci. 2022;11(2):156–165. Available from: <https://ecronicon.net/assets/ecde/pdf/ECDE-11-00369.pdf>
5. Karamifar K, Tondari A, Saghiri MA. Endodontic periapical lesion: An overview on the etiology, diagnosis and current treatment modalities. Eur Endod J. 2020 Jul 14;5(2):54–67. doi: 10.14744/eej.2020.42714. PMID:32766513; PMCID: PMC7398993
6. Cardinali F, Camilleri J. A critical review of the material properties guiding the clinician's choice of root canal sealers. Clin Oral Investig. 2023 Aug;27(8):4147–4155. doi: 10.1007/s00784-023-05140-w. Epub 2023 Jul 17. PMID: 37460901; PMCID: PMC10415471
7. British Endodontic Society. British Endodontic Society Guidelines 2022. Available from: https://britishendodonticsociety.org.uk/_userfiles/pages/files/a4_bes_guideline_s_2022_hyperlinked_final.pdf
8. Ansari G, Ranjbarian P, Moinszadeh AT, Jafarzadeh H. A clinical trial of cold lateral compaction with Obtura II in root canal obturation. Iran Endod J. 2012;7(3):115–120.

9. Koçer HE, Özdemir T, Çelik D, Güven EP, Arslan H. Evaluation of postoperative pain after retreatment using three different obturation techniques: A randomized clinical trial. *J Endod*. 2022;48(7):876–881.
10. Işık V, Aydın B. Effect of different obturation techniques on treatment results in single-visit non-surgical endodontic retreatment: Randomized controlled clinical study. *J Dent Sci*. 2024;19(2):112–119.
11. Hale R, Gatti R, Glickman G, Opperman L. Comparative analysis of carrierbased obturation and lateral compaction: a retrospective clinical outcomes study. *Gen Dent*. 2012;60(2):e86–e91.
12. Qureshi R, Jan A, Asad A. Evaluation of obturation quality using Thermafil and cold lateral condensation – An in vitro study. *Pak Oral Dent J*. 2012;32(3):542–546.
13. Alonso-Ezpeleta O, Martín-Biedma B, Rodríguez-González R, SánchezDomínguez B, Loro-Ferrer JF, Bahillo J. Postoperative pain after one-visit root-canal treatment on teeth with vital pulps: Comparison of three different obturation techniques. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012;17(4):e721–e727.
14. Radwanski A, Chybicki M, Wilkoński W. Clinical outcome of non-surgical root canal treatment using different sealers and techniques of obturation in 237 patients: A retrospective study. *Int Endod J*. 2024;57(1):45–53.
15. Kandemir Demirci G, Çalışkan MK. A prospective randomized comparative study of cold lateral condensation versus GuttaCore in teeth with periapical lesions. *Aust Endod J*. 2016;42(4):151–157.
16. Pirani C, Camilleri J. Effectiveness of root canal filling materials and techniques for treatment of apical periodontitis. *Int Endod J*. 2022;55(12):1245–1258.
17. Zhang S, Wong AWY, Li SKY, Zhang C, Chu CH. Outcome of root canal obturation by warm gutta-percha versus cold lateral condensation: a meta-analysis. *BMC Oral Health*. 2017;17:117.

12. ANEXOS

Tabla 1: Características de los estudios incluido

Autor y Año	País	Diseño	Tamaño Muestra I	Técnicas comparadas	Objetivo principal
(M1) Ansari et al. (2012)	Pakistán	Ensayo clínico	60	Condensación lateral vs Obtura II	Sellado apical adecuado
(M2) Koçer et al. (2022)	Turquía	Ensayo clínico aleatorizado	93	Condensación lateral vs GuttaCore vs GuttaFlow2	Dolor postoperatorio
(M3) Işık & Aydın (2024)	Turquía	Ensayo clínico aleatorizado	63	Condensación lateral vs Continuous Wave vs GuttaCore	Dolor postoperatorio y tasa de éxito clínico y radiográfico
(M4) Hale et al. (2012)	EE.UU.	Estudio retrospectivo	71	Condensación lateral vs Carrier-Based (Thermafil)	Tasa de éxito clínico y radiográfico
(M5) Qureshi et al. (2012)	Pakistán	Ensayo clínico	60	Condensación lateral vs Thermafil	Sellado apical adecuado
(B1) AlonsoEzpeleta et al. (2012)	España	Ensayo clínico aleatorizado	204	Condensación lateral vs Thermafil vs Backfill-Thermafil (BT)	Dolor postoperatorio

(B2) Radwanski et al. (2024)	Polonia	Estudio retrospectivo	283	Condensación lateral vs Continuous Wave vs Single Cone	Tasa de éxito clínico y radiográfico
(B3) Kandemir Demirci & Çalışkan (2016)	Turquía	Ensayo clínico	112	Condensación lateral vs Thermafil	Dolor postoperatorio y tasa de éxito clínico y radiográfico

Tabla 2: Medición del riesgo de sesgo de los estudios randomizados según la guía Cochrane.

	Generar secuencia aleatorizada (sesgo selección)	Ocultación de la asignación (sesgo selección)	Cegamiento evaluación de resultados (sesgo detección)	Seguimiento y exclusiones sesgo deserción	Descripción selectiva sesgo informe	Otros sesgos
Ansari et al. (2012)	+	?	?	+	+	+
Koçer et al. (2022)	+	+	?	+	+	+
Işık & Aydın (2024)	+	?	?	+	+	+
Qureshi et al. (2012)	+	?	-	+	+	+
Alonso-Ezpeleta et al. (2012)	+	+	+	+	+	+

Tabla 3: Medición del riesgo de sesgo de los estudio observacionales no randomizados con la escala Newcastle-Ottawa – estudios observacionales con grupo control no randomizado.

	Representatividad cohorte	Selección cohorte no expuesta	Comparación exposición	Demostración no presencia a variable interés al inicio	Comparabilidad (factor más importante)	Comparabilidad (otros factores)	Medición resultados	Suficiente seguimiento	Tasa de abandonos	Total
Hale et al. (2012)	★	★	★		★	-	★	★		6
Radwan ski et al. (2024)	★	★	★	★	★	★	★	★	★	9

Tabla 4: Resultados sobre dolor postoperatorio

Estudio	Diseño	N	Técnicas comparadas	Evaluación	Resultado principal	Diferencias significativas
(M2) Koçer et al. (2022)	ECA	93	CL vs GuttaCore vs GuttaFlow2	VAS (24h, 48h, 7d)	Menor dolor con GuttaFlow2	Sí
(M3) Işık & Aydın (2024)	ECA	63	CL vs CW vs GuttaCore	NRS (24h, 48h, 7d)	Sin diferencias significativas	No
(B1) AlonsoEzpeleta et al. (2012)	ECA	204	CL vs Thermafil vs Backfill-Thermafil	VAS (24h, 48h, 7d)	Thermafil mostró mayor dolor	Sí

(B3) Dimercy et al. (2016)	ECA	112	CL vs Thermafil	Escala ordinal (24h, 48h, 7d)	Thermafil mostró mayor dolor	Sí
----------------------------	-----	-----	-----------------	-------------------------------	------------------------------	----

Tabla 5: Tasa de éxito clínico y radiográfico

Estudio	Diseño	N	Técnicas comparadas	Seguimiento	Tasa de éxito	Diferencias significativas
(M3) Işık & Aydın (2024)	ECA	63	CL vs CW vs GuttaCore	12 meses	>90% en todos los grupos	No
(M4) Hale et al. (2012)	Retrospectivo	122	CL vs Thermafil	≥24 meses	>85% en ambos grupos	No
(B2) Radwanski et al. (2024)	Retrospectivo	237	CL vs Backfill vs GuttaCore	≥24 meses	>90% en todos los grupos	No
(B3) Dimercy et al. (2016)	ECA	112	CL vs Thermafil	12 meses	Thermafil ligeramente superior	No significativa

Tabla 6: - Sellado apical adecuado

Studio	Diseño	N	Técnicas comparadas	Evaluación	Resultado principal	Diferencias significativas
(M1) Ansari et al. (2012)	ECA	60	CL vs Obtura II	Radiográfica	Mejor adaptación con Obtura II	No significativa

(M5) Qureshi et al. (2012)	ECA	60	CL vs Obtura II	Vacíos apicales	Menor número de vacíos en Obtura II	No significativa
-------------------------------------	-----	----	--------------------	--------------------	--	---------------------

Tabla 7: Resumen global

Estudio	País	Diseño	N	Técnicas comparadas	Objetivo principal evaluado	Resultado principal	Diferencias significativas
(M1) Ansari et al. (2012)	India	ECA	60	Condensación Lateral vs Obturación II	Sellado apical	Mejor adaptación con Obturación II	No
(M2) Koçer et al. (2022)	Turquía	ECA	93	CL vs GuttaCore vs GuttaFlow 2	Dolor postoperatorio	GuttaFlow 2 con menor dolor	Sí
(M3) Işık & Aydın (2024)	Turquía	ECA	63	CL vs CW vs GuttaCore	Dolor y éxito clínico	>90% éxito, sin diferencias en dolor	No
(M4) Hale et al. (2012)	EE. UU.	Retrospectivo	122	CL vs Thermafil	Tasa de éxito	>85% éxito en ambos	No
(M5) Qureshi et al. (2012)	Pakistán	In vitro	60 dientes	CL vs Thermafil	Sellado apical	Menos vacíos con Thermafil	No
(B1) AlonsoEzpeleta et al. (2012)	España	ECA	204	CL vs Thermafil vs Backfill-Thermafil	Dolor postoperatorio	Thermafil con mayor dolor	Sí

(B2) Radwan ski et al. (2024)	Poloni a	Retrospect ivo	237	CL vs CW vs Cono único + biocerámic o	Tasa de éxito	~90% en todos los grupos	No
(B3) Dimercy et al. (2016)	Turqu ía	ECA	112	CL vs Thermafil	Dolor y éxito clínico	Thermafi l con mayor dolor	No significati va

Fig. 1.

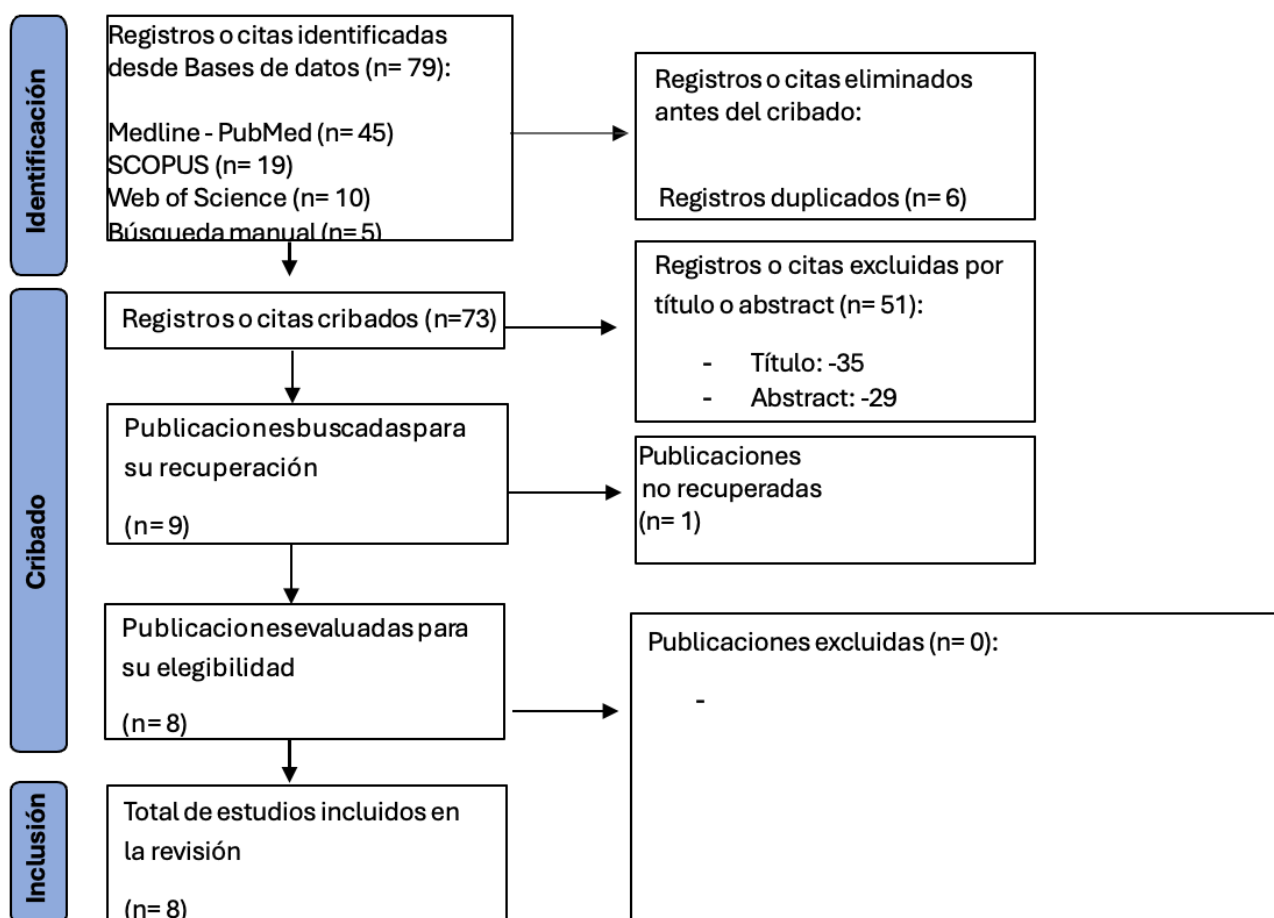
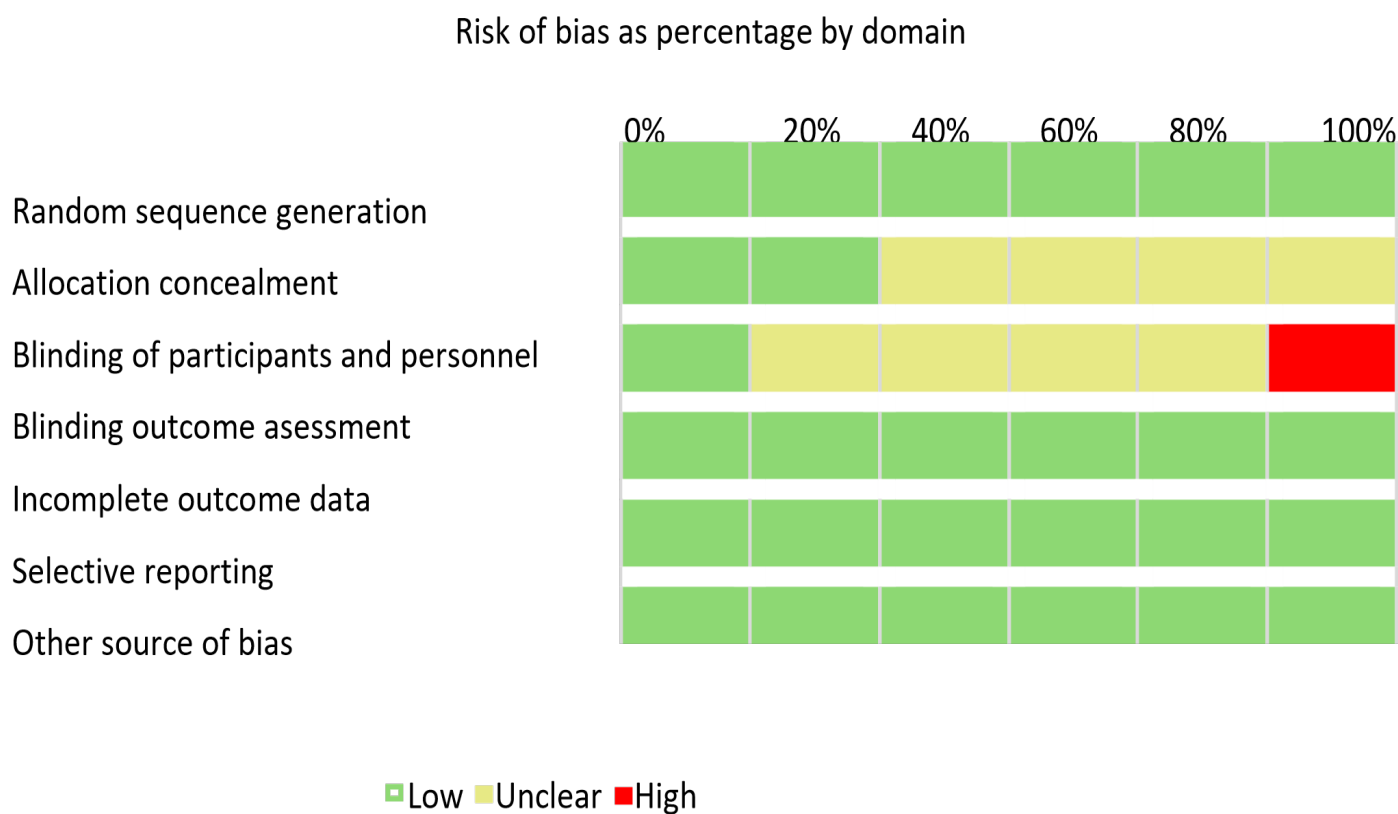


Fig. 2. Representación del riesgo de sesgo

GUÍA PRISMA 2022 – CUMPLIMIENTO EN ESTA REVISIÓN SISTEMÁTICA

Ítem	Descripción del ítem PRISMA	Localización del ítem en la publicación
1	Título identificado como revisión sistemática.	Portada
2	Resumen estructurado conforme a la guía PRISMA.	pp. 1–2
3	Razonamiento que justifica la realización de la revisión.	pp. 20–21
4	Objetivo(s) explícito(s) de la revisión.	p. 23
5	Criterios de elegibilidad para los estudios (PICO y tipo de estudio).	p. 26
6	Fuentes de información utilizadas para la búsqueda.	p. 26
7	Estrategia de búsqueda detallada para cada base de datos consultada.	p. 26
8	Proceso de selección de los estudios: número evaluado en cada etapa.	p. 29
9	Métodos utilizados para la extracción de datos.	p. 29
10	Listado y definición de todas las variables de interés.	p. 26
11	Métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos.	p. 31
12	Métodos empleados para la síntesis de los resultados.	p. 31
13	Métodos para evaluar la certeza/confianza en los hallazgos.	p. 31
14	Número total de estudios incluidos y excluidos, con justificación.	p. 34

15	Diagrama de flujo PRISMA que ilustra el proceso de selección.	p. 34
16	Características de los estudios incluidos.	pp. 36–37
17	Evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos.	p. 38
18	Resultados individuales por cada estudio y resultado de interés.	pp. 40–45
19	Síntesis general de los resultados.	pp. 40–45
20	Métodos para evaluar la heterogeneidad.	p. 40
21	Análisis de sensibilidad (si se ha realizado).	p. 45
22	Limitaciones de los estudios incluidos.	p. 51
23	Limitaciones del proceso de revisión (sesgos, restricciones metodológicas, etc.).	p. 51
24	Conclusiones: implicaciones para la práctica clínica y para futuras investigaciones.	p. 53
25	Financiación: fuentes y papel de los financiadores.	p. 55
26	Registro de la revisión sistemática y número de protocolo (si aplica).	No aplica
27	Disponibilidad de datos, códigos y otros materiales utilizados.	Anexos

Declaración del uso de herramientas de inteligencia artificial (IA)

En la elaboración del presente trabajo se ha utilizado inteligencia artificial para orientar el procedimiento metodológico, específicamente la herramienta ChatGPT-4.

Funciones realizadas:

- Ayuda en la búsqueda de artículos y términos clave
- Sugerencias para organizar la estructura del TFG y del artículo resumen
- Identificación de errores gramaticales y de estilo académico
- Traducción puntual de fragmentos entre inglés y español
- Apoyo en la comparación con otras revisiones sistemáticas

Prompts utilizados:

1. ¿Qué términos puedo usar para buscar artículos sobre obturación en endodoncia?
2. ¿Está clara esta estructura para un artículo corto? ¿Cómo podría mejorarla?
3. ¿Cómo puedo adaptar mi TFG completo al formato de artículo científico breve?
4. ¿Esta distribución de secciones tiene sentido según las guías PRISMA?
5. ¿Dónde están mis errores de gramática o estilo académico en este párrafo?
6. ¿Esta frase suena lo suficientemente formal para un artículo científico?
7. ¿Puedes ayudarme a traducir este texto al español manteniendo el estilo académico?
8. ¿Cómo se traduciría correctamente este fragmento del artículo al español?
9. ¿Qué diferencias hay entre mi discusión y otras revisiones sistemáticas recientes?

10. ¿Cómo puedo conectar mejor estas dos ideas dentro de una misma sección?
11. ¿Esta formulación de objetivo es adecuada según el modelo PICO?
12. ¿Qué conectores académicos puedo usar para mejorar la coherencia en esta sección?
13. ¿Tengo que usar la herramienta Cochrane para evaluar el sesgo en este tipo de revisión?
14. ¿Qué escalas existen para evaluar estudios observacionales? ¿Sirve Newcastle-Ottawa?
15. ¿Es obligatorio incluir todas las tablas del TFG original en el artículo?
16. ¿Dónde deben ir colocadas las tablas en un artículo científico corto?
17. ¿Cómo cito correctamente según el estilo Vancouver?
18. ¿Tengo que mencionar cada tabla en el texto antes de colocarla en el anexo?
19. ¿Podrías revisar todo mi TFG únicamente para corregir aspectos gramaticales, sin modificar el contenido?

Enlace a la herramienta:

<https://chat.openai.com>

A Comparative Study Between Warm Obturation Techniques and Cold Lateral Condensation in Endodontics: A Clinical Perspective. Systematic Review

Running title:

Warm vs. Cold Endodontic Obturations: A Clinical Perspective

Authors:

Afrem Gabriel Afram¹

Elvira Valero Navarro²

¹ Fifth-year student of the Dentistry Degree at the European University of Valencia, Spain

² Clinical professor and specialist in Endodontics, European University of Valencia, Spain

Corresponding and reprints author:

Afrem Gabriel Afram

Calle Baciére 27

46010 Valencia, Spain

Email: 22013165@live.uem.es

ABSTRACT

Introduction

Endodontic obturation plays a critical role in sealing the root canal system and preventing bacterial reinfection. Cold lateral condensation (CL) remains the most commonly taught and applied technique, while warm obturation methods, such as Thermafil, GuttaCore, and Continuous Wave (CW), have emerged for their ability to better adapt to canal walls. However, their impact on postoperative pain, clinical success, and apical sealing is still under discussion.

Aims

This systematic review aims to compare warm obturation techniques versus cold lateral condensation in terms of postoperative pain, clinical and radiographic success, and apical sealing effectiveness from a clinical perspective.

Materials and Methods

A systematic literature search was conducted in PubMed, Scopus, and Web of Science up to March 2024. Eight clinical studies met the inclusion criteria. The variables analyzed were postoperative pain (within 48h), clinical/radiographic success (≥ 12 -month follow-up), and apical sealing. Data were synthesized qualitatively due to methodological heterogeneity. Study quality was assessed using the Cochrane tool and the Newcastle-Ottawa scale.

Results

Postoperative pain was generally higher within 24–48 hours in patients treated with thermoplastic techniques compared to CL. However, pain differences diminished after the initial days. Clinical success rates were high ($>85\%$) across all techniques, with no statistically significant differences. Radiographically,

warm techniques showed more homogeneous obturations and fewer voids, but this did not correlate with superior clinical outcomes. Regarding apical sealing, thermoplastic systems achieved better adaptation, though long-term impact remains inconclusive.

Discussion

While thermoplastic obturation techniques may offer improved homogeneity and initial apical adaptation, cold lateral condensation remains a conservative and reliable technique with comparable long-term clinical success. The choice of technique should be based on clinical conditions, practitioner experience, and available resources. Further standardized clinical trials are necessary to confirm long-term differences and implications.

Keywords: Endodontics; Warm obturation; Cold lateral condensation; Postoperative pain; Apical sealing; GuttaCore; Thermafil; Continuous Wave; Root canal therapy; Systematic review

Introduction

Endodontics is a clinical discipline focused on the prevention and treatment of pulpal and periapical pathologies. Its success largely depends on three key steps: canal shaping, disinfection, and obturation, the latter of which aims to create a hermetic seal to prevent reinfection and promote periapical healing (1,2).

Among obturation techniques, cold lateral condensation (CL) remains the most widely taught and used due to its accessibility and simplicity. However, it is often criticized for its inability to adapt to irregular canal morphologies, which may lead to voids and insufficient apical sealing (3,4).

In contrast, thermoplastic techniques — such as continuous wave compaction, Thermafil, GuttaCore, and Obtura II — offer improved flow and better adaptation to canal walls. These systems use heat to soften gutta-percha, allowing a more homogeneous fill, particularly in anatomically complex cases (4,5). Nonetheless, their clinical application raises concerns regarding material extrusion, increased operative time, and potentially higher levels of postoperative discomfort (5,6).

Endodontic treatments are among the most frequent procedures in dental practice, and their long-term success requires the integration of biological, technical, and clinical factors. Among these, the quality of the obturation is critical for preventing apical leakage and promoting tissue healing. The choice of technique is often influenced not only by material properties, but also by canal morphology and operator experience (2,3,5).

Despite advancements in obturation materials and techniques, current literature does not offer conclusive evidence favoring one approach over another in terms of patient-centered outcomes like pain or long-term clinical and radiographic success (7). Most studies focus on in vitro analyses or technical outcomes, with fewer addressing the clinical implications of each method.

This systematic review aims to assess and compare warm obturation systems and cold lateral condensation regarding postoperative pain, apical sealing, and treatment success, to assist in evidence-based clinical decision-making.

Materials and Methods

This systematic review complies with the PRISMA 2020 reporting guidelines and was conducted to evaluate whether thermoplastic obturation techniques offer clinical advantages over cold lateral condensation in endodontic treatment, considering postoperative pain, clinical success, and apical sealing quality.

Focus Question

This study aimed to answer the following research question, structured through the PICO framework:

- Population (P): Patients undergoing endodontic treatment in permanent teeth
- Intervention (I): Warm obturation techniques (e.g., Thermafil, GuttaCore, Continuous Wave, Obtura II)
- Comparison (C): Cold lateral condensation technique
- Outcome (O): Postoperative pain, clinical and radiographic success, apical sealing

Focus question

Do warm obturation techniques produce better clinical and radiographic outcomes, improved apical sealing, and reduced postoperative pain compared to cold lateral condensation in endodontic treatment?

Objectives

- O1. To compare postoperative pain levels between cold and thermoplastic obturation techniques.
- O2. To assess differences in clinical and radiographic success.
- O3. To analyze apical sealing quality across techniques.

Eligibility Criteria

- Study design:
Randomized clinical trials and controlled observational studies published in full-text, in English or Spanish.
- Patients:
Subjects undergoing endodontic treatment in permanent teeth, without restrictions on age or sex.
- Intervention and comparison:
Warm obturation techniques compared with cold lateral condensation.
- Outcomes:
At least one of the following: postoperative pain, clinical/radiographic success, or apical sealing.

Exclusion criteria

- In vitro or animal studies
- Narrative reviews, case reports, or editorials
- Studies lacking a cold lateral condensation control
- Articles with insufficient methodological information

Information Sources and Data Search

A comprehensive electronic and manual search was performed in PubMed, Scopus, and Web of Science, covering articles published up to March 2024.

The following terms and combinations were used to construct the search:

- PubMed:
("Endodontics"[Mesh] OR "Root Canal Therapy") AND ("Obturation" OR "Filling") AND ("Warm" OR "Thermoplastic" OR "Thermafil" OR "GuttaCore" OR "Continuous Wave" OR "Obtura") AND ("Cold" OR

“Lateral Condensation”) AND (“Postoperative Pain” OR “Clinical Success” OR “Apical Sealing”)

- Scopus:

TITLE-ABS-KEY (“endodontics” OR “root canal treatment”) AND (“obturation” OR “filling”) AND (“warm” OR “thermoplastic” OR “Thermafil” OR “GuttaCore” OR “Continuous Wave” OR “Obtura”) AND (“cold” OR “lateral condensation”) AND (“postoperative pain” OR “clinical success” OR “apical sealing”)

- Web of Science:

TS=(“endodontics” OR “root canal treatment”) AND (“obturation” OR “filling”) AND (“warm” OR “thermoplastic” OR “Thermafil” OR “GuttaCore” OR “Continuous Wave” OR “Obtura”) AND (“cold” OR “lateral condensation”) AND (“postoperative pain” OR “clinical success” OR “apical sealing”)

Searches were adapted to each database and supplemented by manual review of bibliographies.

Search Strategy

The selection process was carried out in three stages. Study selection was performed independently by two reviewers (A.G.A. and E.V.N.). In the first stage, the titles of all identified studies were screened to eliminate irrelevant or duplicate articles. In the second stage, abstracts were reviewed based on study design, type of obturation technique, and clinical relevance. In the final stage, the full texts of the remaining articles were evaluated according to the eligibility criteria.

The PRISMA 2020 flow diagram summarizes the study selection process (Figure 1, Annex 1).

Data Extraction Process

Data were extracted using a structured sheet aligned with the three primary objectives (O1–O3). For each included study, the following variables were collected:

- Author(s), year, and country
- Study type (RCT or observational)
- Sample size and follow-up duration
- Obturation techniques compared
- Pain measurement tools (VAS, NRS, ordinal scale)
- Definition and evaluation of clinical/radiographic success
- Apical sealing assessment (voids, adaptation, radiographic analysis)

The process was carried out by the primary reviewer and validated by the supervisor.

Quality and Risk of Bias Assessment

Two independent reviewers assessed methodological quality.

- For randomized clinical trials, the Cochrane Risk of Bias Tool (RoB 2.0) was used.
- For observational studies, the Newcastle-Ottawa Scale (NOS) was applied.

Disagreements were resolved through discussion. Studies were categorized as low, moderate, or high risk of bias. Results are presented in Table 1 (Annex 1).

Data Synthesis

A qualitative synthesis of the results was performed and structured according to the study objectives:

1. postoperative pain,
2. clinical and radiographic success, and
3. apical sealing quality.

Results

Study Selection

A total of 79 articles were identified through database and manual searches: 45 from PubMed, 19 from Scopus, 10 from Web of Science, and 5 through manual search. After removal of duplicates, 73 records were screened. Following title and abstract screening, 24 articles were selected for full-text review. Ultimately, 8 studies met the eligibility criteria and were included in the analysis. The study selection process is summarized in the PRISMA 2020 flow diagram (Figure 1, Annex 1).

Study Characteristics

The included studies were published between 2012 and 2024 and compared cold lateral condensation (CL) with various warm obturation techniques: Thermafil, GuttaCore, Continuous Wave (CW), Backfill, Obtura II, and GuttaFlow2. The studies differed in sample size, design, obturation technique evaluated, and outcome measures. Details of the results for each variable of interest are presented in Tables 3 to 5 (Annex 1).

Risk of Bias Assessment

The four randomized clinical trials were assessed using the Cochrane Risk of Bias Tool (RoB 2.0). Two were classified as having low risk of bias, while two were considered to have moderate risk, mainly due to lack of blinding and unclear allocation concealment. The summary of results is presented in Table 1 (Annex 1).

For the two the two observational studies were assessed using the Newcastle-Ottawa Scale (NOS). Hale et al. (M4) received a total score of 6 points, while Radwanski et al. (B2) received 9 points, indicating moderate and high methodological quality, respectively (Table 2, Annex 1).

Synthesis of Results

Postoperative Pain (Objective 1)

Four studies analyzed postoperative pain: Koçer et al. (M2), Işık & Aydın (M3), Alonso-Ezpeleta et al. (B1), and Dimercy et al. (B3). Different pain measurement tools were used: VAS, NRS, and ordinal scales. Results are summarized in Table 3 (Annex 1).

- Koçer et al. reported significantly lower pain scores at 24 hours for GuttaFlow2 compared to GuttaCore and CL.
- Işık & Aydın found no statistically significant differences between CL, CW, and GuttaCore, although a slight trend favored CL.
- Alonso-Ezpeleta et al. observed higher pain levels for Thermafil than for CL and Backfill.
- Dimercy et al. also found Thermafil to produce greater pain than CL, particularly in the first 48 hours.

Warm obturation techniques appeared to be associated with higher pain during the first 24–48 hours, although the differences diminished after 72 hours.

Clinical and Radiographic Success (Objective 2)

Four studies examined success rates: Işık & Aydın (M3), Hale et al. (M4), Radwanski et al. (B2), and Dimercy et al. (B3). Results are presented in Table 4 (Annex 1).

- Işık & Aydın reported no significant differences among CL, CW, and GuttaCore after 12 months.
- Hale et al. observed similar success rates (>85%) for CL and Thermafil after 24 months.

- Radwanski et al. found success rates above 90% for all tested techniques in a large-sample study.
- Dimercy et al. reported a slight advantage for Thermafil, though without statistical significance.

All obturation techniques demonstrated high clinical and radiographic success rates, with no consistent superiority of one approach over the other.

Apical Sealing (Objective 3)

Two studies evaluated apical sealing: Ansari et al. (M1) and Qureshi et al. (M5). Results are shown in Table 5 (Annex 1).

- Ansari et al. found Obtura II produced fewer voids and better adaptation to canal walls compared to CL.
- Qureshi et al. also observed superior apical adaptation with thermoplastic techniques.
- However, neither study demonstrated statistically significant long-term clinical differences.

Although thermoplastic systems appeared to offer better radiographic homogeneity, the clinical implications of these sealing differences remain uncertain.

Discussion

This systematic review analyzed and compared the clinical performance of cold lateral condensation (CL) and various thermoplastic obturation techniques, focusing on three primary outcomes: postoperative pain, clinical and radiographic success, and apical sealing quality. Although the included studies varied in design and methodology, relevant clinical trends can be observed.

Postoperative Pain

Postoperative pain is a clinically relevant parameter that directly influences the patient's perception of endodontic treatment. Four studies addressed this variable: Koçer et al. (2022) [9], Işık & Aydın (2024) [10], Alonso-Ezpeleta et al. (2012) [13], and Dimerçy et al. (2016) [15]. While the findings were not entirely homogeneous, several consistent clinical trends were identified. In general, thermoplastic techniques (Thermafil, GuttaCore, Continuous Wave) tend to generate greater pain during the first 24–48 hours, compared to cold techniques such as CL or GuttaFlow2.

These differences may be due to the greater apical pressure and heat involved in warm techniques, potentially causing material extrusion and stimulating periapical inflammation. In contrast, CL involves less pressure and no heat, which may result in less tissue trauma. The studies also varied in their pain assessment tools: VAS (Alonso-Ezpeleta, Koçer), NRS (Işık), and ordinal scales (Dimerçy), which limits direct comparison.

Koçer et al. [9] reported significantly less pain with GuttaFlow2 compared to GuttaCore and CL. Işık & Aydın [10] found no statistically significant differences, but reported a slight trend favoring CL. Alonso-Ezpeleta et al. [13] and Dimerçy et al. [15] both observed higher pain levels with Thermafil than with CL.

While these differences were notable in the early postoperative period, they tended to disappear after the third day, with no long-term clinical implications. These findings are consistent with other systematic reviews, such as Pirani et al. (2022) and Zhang et al. (2017), which concluded that thermoplastic techniques may provide more homogeneous fillings but do not necessarily improve postoperative outcomes.

Clinical and Radiographic Success

Four studies evaluated clinical and radiographic success: Işık & Aydın (2024) [10], Hale et al. (2012) [11], Radwanski et al. (2024) [12], and Dimercy et al. (2016) [15]. All reported success rates above 85%, with no statistically significant differences between techniques. In Işık & Aydın [10], all three groups (CL, CW, GuttaCore) surpassed 90% success after 12 months. Hale et al. [11] and Radwanski et al. [12] reported success rates over 85% and 90% respectively across all groups, including Thermafil and Backfill.

These results suggest that all techniques can achieve high clinical success when performed under adequate conditions. More influential factors may include the number of sessions, irrigation quality, canal preparation, and clinician experience. While radiographic appearance may favor thermoplastic techniques, clinical outcomes do not show consistent superiority. The obturation method seems less critical than adherence to fundamental endodontic principles.

Apical Sealing Quality

Two studies—Ansari et al. (2012) [8] and Qureshi et al. (2012) [14]—assessed apical sealing, comparing CL with Obtura II. Both studies used radiographic evaluation to measure voids and material adaptation in the apical third. Although Obtura II showed fewer voids and better adaptation, these findings were not statistically significant, nor did they translate into better clinical outcomes.

Additionally, none of the studies conducted real filtration testing or longitudinal clinical assessments, limiting their ability to predict prognosis. Variables like sealer quality, canal morphology, and compaction technique likely influenced results. Therefore, while thermoplastic systems may offer a visually improved fill, this does not imply superior clinical performance.

Limitations

This review presents several limitations that must be considered. First, the number of included studies was limited ($n = 8$), reducing the generalizability of findings. Methodological heterogeneity among studies—particularly in design, outcome definitions, and follow-up durations—also complicates direct comparison.

Another limitation was the inclusion of a wide range of thermoplastic techniques (Thermafil, GuttaCore, Continuous Wave, Obtura II), which are not fully interchangeable in terms of application or performance. Additionally, a meta-analysis could not be performed due to the clinical and methodological variability among the studies, reducing the statistical strength of the review. Moreover, pain perception is subjective and can be influenced by various external factors, such as patient anxiety and medication use, which were not consistently controlled. Postoperative analgesic protocols were not always reported. Also, the autonomy of clinical and radiographic evaluators was not always clearly described. In several studies, it was not specified whether evaluators were blinded, increasing the risk of detection bias.

These limitations should be considered when interpreting the results. Future studies should use standardized designs, larger sample sizes, longer follow-up periods, and blinding protocols to provide stronger and more generalizable evidence.

References:

1. Cumhuriyet Dental Journal. Contemporary Endodontic Obturation Techniques: A Comprehensive Review. Cumhuriyet Dent J. 2022;25(2):110–121. Available from: <https://cdj.cumhuriyet.edu.tr/en/pub/issue/64911/948193>
2. Kapoor K. Endodontic obturation techniques: A review. Int J Health Sci (Qassim). 2024;8(S1):1033–1040. Doi:10.53730/ijhs.v8nS1.1499
3. Annals of Dental Specialty. An Overview on Recent Endodontics Obturation Techniques: Literature Review. Ann Dent Spec. 2020;8(1):45–53. Available from: <https://annalsofdentalspecialty.net.in/article/an-overviewon-recentendodonticsobturation-techniques-literature-reviewg0ukpbxd4l3pv6z>
4. EC Dental Science. New Root Canal Obturation Techniques: A Review. EC Dent Sci. 2022;11(2):156–165. Available from: <https://ecronicon.net/assets/ecde/pdf/ECDE-11-00369.pdf>
5. Karamifar K, Tondari A, Saghiri MA. Endodontic periapical lesion: An overview on the etiology, diagnosis and current treatment modalities. Eur Endod J. 2020 Jul 14;5(2):54–67. doi: 10.14744/eej.2020.42714. PMID:32766513; PMCID: PMC7398993
6. Cardinali F, Camilleri J. A critical review of the material properties guiding the clinician's choice of root canal sealers. Clin Oral Investig. 2023 Aug;27(8):4147–4155. doi: 10.1007/s00784-023-05140-w. Epub 2023 Jul 17. PMID: 37460901; PMCID: PMC10415471
7. British Endodontic Society. British Endodontic Society Guidelines 2022. Available from: https://britishendodonticsociety.org.uk/_userfiles/pages/files/a4_bes_guideline_s_2022_hyperlinked_final.pdf
8. Ansari G, Ranjbarian P, Moinsadeh AT, Jafarzadeh H. A clinical trial of cold lateral compaction with Obtura II in root canal obturation. Iran Endod J. 2012;7(3):115–120.

9. Koçer HE, Özdemir T, Çelik D, Güven EP, Arslan H. Evaluation of postoperative pain after retreatment using three different obturation techniques: A randomized clinical trial. *J Endod*. 2022;48(7):876–881.
10. Işık V, Aydın B. Effect of different obturation techniques on treatment results in single-visit non-surgical endodontic retreatment: Randomized controlled clinical study. *J Dent Sci*. 2024;19(2):112–119.
11. Hale R, Gatti R, Glickman G, Opperman L. Comparative analysis of carrierbased obturation and lateral compaction: a retrospective clinical outcomes study. *Gen Dent*. 2012;60(2):e86–e91.
12. Qureshi R, Jan A, Asad A. Evaluation of obturation quality using Thermafil and cold lateral condensation – An in vitro study. *Pak Oral Dent J*. 2012;32(3):542–546.
13. Alonso-Ezpeleta O, Martín-Biedma B, Rodríguez-González R, SánchezDomínguez B, Loro-Ferrer JF, Bahillo J. Postoperative pain after one-visit root-canal treatment on teeth with vital pulps: Comparison of three different obturation techniques. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012;17(4):e721–e727.
14. Radwanski A, Chybicki M, Wilkoński W. Clinical outcome of non-surgical root canal treatment using different sealers and techniques of obturation in 237 patients: A retrospective study. *Int Endod J*. 2024;57(1):45–53.
15. Kandemir Demirci G, Çalışkan MK. A prospective randomized comparative study of cold lateral condensation versus GuttaCore in teeth with periapical lesions. *Aust Endod J*. 2016;42(4):151–157.

Funding: None declared.

Conflict of interest: Non declared.

Table 1: Cochrane Risk of Bias Assessment – RCTs

	Generar secuencia aleatorizada (sesgo selección)	Ocultación de la asignación (sesgo)	selección) Cegamiento evaluación de resultados (sesgo	detección) Seguimiento y exclusiones sesgo deserción	Descripción selectiva sesgo informe	Otros sesgos
Ansari et al. (2012)	+	?	?	+	+	+
Koçer et al. (2022)	+	+	?	+	+	+
Işık & Aydın (2024)	+	?	?	+	+	+
Qureshi et al. (2012)	+	?	-	+	+	+
Alonso-Ezpeleta et al. (2012)	+	+	+	+	+	+

Table 2: Newcastle-Ottawa Scale – Observational Studies

	Representatividad cohorte	Selección cohorte no expuesta	Comparación exposición	Demstración no presencia a variable interés al incio	Comparabilidad (factor más importante)	Comparabilidad (otros factores)	Medición resultados	Suficiente seguimiento	Tasa de abandonos	Total
Hale et al. (2012)	★	★	★		★	-	★	★		6
Radwan ski et al. (2024)	★	★	★	★	★	★	★	★	★	9

Table 3: Postoperative Pain Results

Study	Design	N	Techniques Compared	Evaluation	Main Outcome	Statistically Significant
Koçer et al. (2022)	RCT	93	CL vs GuttaCore vs GuttaFlow2	VAS (24h, 48h, 7d)	Lower pain with GuttaFlow2	Yes
Işık & Aydın (2024)	RCT	63	CL vs CW vs GuttaCore	NRS (24h, 48h, 7d)	No significant differences	No
Alonso-Ezpeleta et al. (2012)	RCT	204	CL vs Thermafil vs Backfill-Thermafil	VAS (24h, 48h, 7d)	Higher pain with Thermafil	Yes

Dimercy et al. (2016)	RCT	112	CL vs Thermafil	Ordinal scale (24h, 48h, 7d)	Higher pain with Thermafil	Yes
-----------------------	-----	-----	-----------------	------------------------------	----------------------------	-----

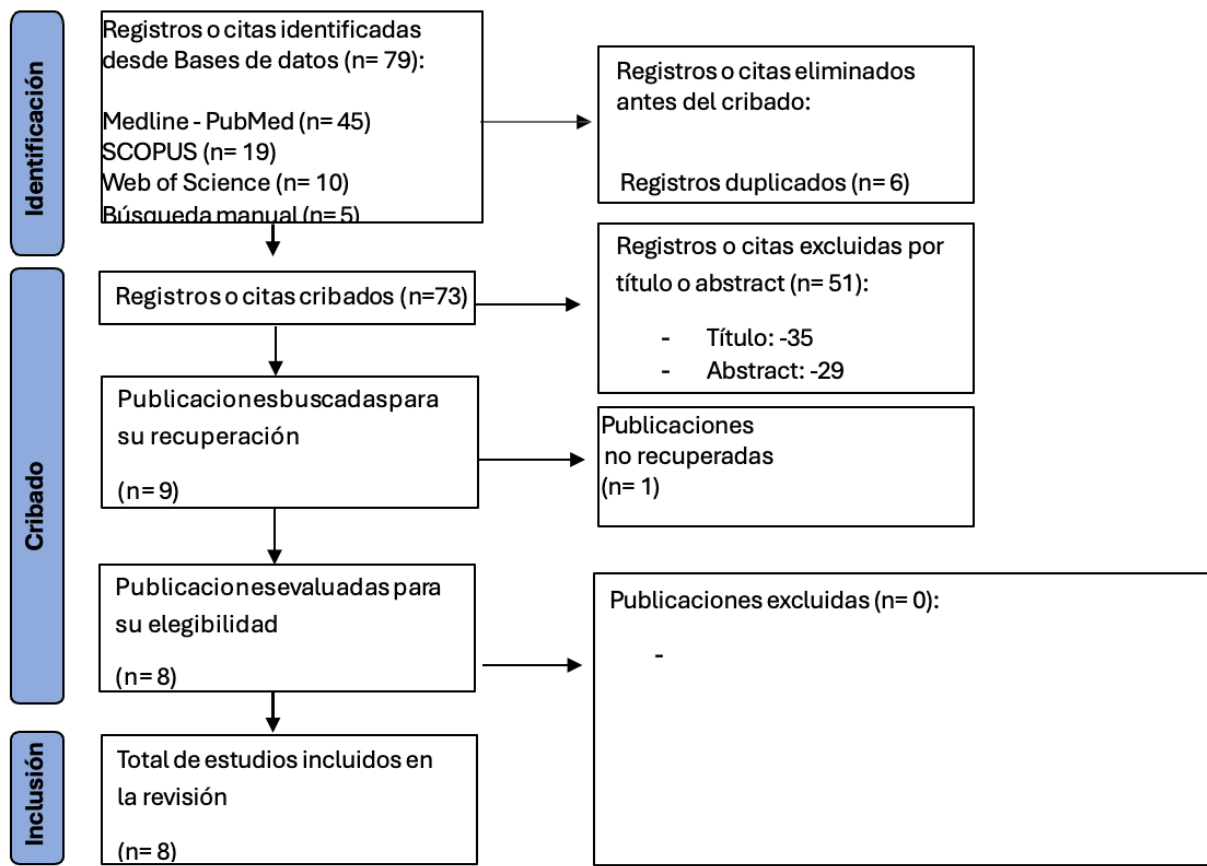
Table 4: Clinical and Radiographic Success Rates

Study	Design	N	Techniques Compared	Follow-Up	Success Rate	Statistically Significant
Işık & Aydın (2024)	RCT	63	CL vs CW vs GuttaCore	12 months	>90% in all groups	No
Hale et al. (2012)	Retrospective	122	CL vs Thermafil	≥24 months	>85% in both groups	No
Radwanski et al. (2024)	Retrospective	237	CL vs Backfill vs GuttaCore	≥24 months	>90% in all groups	No
Dimercy et al. (2016)	RCT	112	CL vs Thermafil	12 months	Slight advantage for Thermafil	No

Table 5: Apical Sealing Quality

Study	Design	N	Techniques Compared	Evaluation	Main Outcome	Statistically Significant
Ansari et al. (2012)	RCT	60	CL vs Obtura II	Radiographic	Better adaptation with Obtura II	No
Qureshi et al. (2012)	RCT	60	CL vs Obtura II	Apical voids	Fewer voids with Obtura II	No

Figure 1:



Título completo:

**Comparación entre técnicas de obturación
termoplásticas y la condensación lateral en frío
en endodoncia: una perspectiva clínica. Revisión
sistemática**

Título corto (Running title):

Obturación termoplástica vs. en frío en endodoncia: perspectiva clínica

Autores:

Afrem Gabriel Afram¹

Elvira Valero Navarro²

¹ Estudiante de quinto curso del Grado en Odontología, Universidad Europea de Valencia, España

² Profesora clínica y especialista en Endodoncia, Universidad Europea de Valencia, España

Autor de correspondencia y solicitud de copias:

Afrem Gabriel Afram

Calle Baciére 27

46010 Valencia, España

Email: 22013165@live.uem.es

RESUMEN

Introducción:

La obturación del sistema de conductos radiculares constituye un paso clave en el tratamiento endodóntico, ya que permite evitar la reinfección bacteriana. La técnica de condensación lateral en frío (CL) continúa siendo la más enseñada y utilizada, aunque han surgido alternativas termoplásticas como Therafil, GuttaCore y Continuous Wave (CW), que prometen una mejor adaptación a las paredes del conducto. Sin embargo, sus efectos sobre el dolor postoperatorio, el éxito clínico y el sellado apical siguen siendo motivo de debate.

Objetivos:

Comparar las técnicas de obturación termoplásticas frente a la condensación lateral en frío en cuanto a dolor postoperatorio, éxito clínico y radiográfico, y sellado apical desde una perspectiva clínica.

Material y métodos:

Se realizó una búsqueda sistemática en PubMed, Scopus y Web of Science hasta marzo de 2024. Se incluyeron ocho estudios clínicos que cumplieran con los criterios de elegibilidad. Las variables analizadas fueron dolor postoperatorio (dentro de las 48h), éxito clínico/radiográfico (seguimiento ≥ 12 meses) y calidad del sellado apical. Se realizó una síntesis cualitativa debido a la heterogeneidad metodológica. La calidad de los estudios fue evaluada mediante la herramienta Cochrane y la escala de Newcastle-Ottawa.

Resultados:

El dolor postoperatorio fue generalmente mayor en las primeras 24–48 horas en pacientes tratados con técnicas termoplásticas en comparación con CL, aunque las diferencias tendieron a desaparecer posteriormente. Las tasas de

éxito clínico fueron elevadas (>85%) en todos los grupos, sin diferencias estadísticamente significativas. Radiográficamente, las técnicas termoplásticas mostraron obturaciones más homogéneas y con menos vacíos, aunque esto no se asoció a mejores resultados clínicos. En cuanto al sellado apical, las técnicas calientes ofrecieron una mejor adaptación, pero sin implicaciones clínicas concluyentes.

Discusión:

Aunque las técnicas termoplásticas pueden ofrecer una obturación más homogénea y un mejor sellado inicial, la condensación lateral en frío sigue siendo una técnica conservadora, fiable y con resultados clínicos comparables a largo plazo. La elección de técnica debe basarse en las características clínicas del caso, la experiencia del profesional y los recursos disponibles. Se requieren ensayos clínicos estandarizados para confirmar diferencias clínicas significativas a largo plazo.

Palabras clave: Endodoncia; Obturación termoplástica; Condensación lateral en frío; Dolor postoperatorio; Sellado apical; GuttaCore; Thermafil; Continuous Wave; Tratamiento endodóntico; Revisión sistemática

Introducción

La endodoncia es una especialidad odontológica orientada a la prevención y tratamiento de las patologías pulpares y periapicales. El éxito del tratamiento endodóntico depende en gran medida de tres fases fundamentales: la conformación, la desinfección y la obturación del sistema de conductos. Esta última tiene como objetivo proporcionar un sellado hermético que evite la reinfección y favorezca la cicatrización periapical (1,2).

Entre las técnicas de obturación disponibles, la condensación lateral en frío (CL) sigue siendo la más enseñada y utilizada en la práctica clínica por su simplicidad y accesibilidad. No obstante, presenta limitaciones, como su

escasa adaptabilidad a conductos irregulares, lo que puede derivar en vacíos o defectos de sellado apical (3,4).

En contraposición, las técnicas termoplásticas como Thermafil, GuttaCore, Continuous Wave o el sistema Obtura II, permiten una mejor adaptación a las paredes del conducto, especialmente en casos anatómicamente complejos, gracias al ablandamiento de la gutapercha mediante calor. Estas técnicas ofrecen una obturación más homogénea, aunque también conllevan ciertos riesgos, como la extrusión del material, el aumento del tiempo operatorio y un posible incremento del dolor postoperatorio (4,5,6).

El tratamiento endodóntico es uno de los procedimientos más comunes en la práctica odontológica, y su éxito a largo plazo requiere integrar factores biológicos, técnicos y clínicos. Dentro de estos, la calidad del sellado apical desempeña un papel fundamental. La elección de la técnica se ve influida por las características del material, la morfología radicular y la experiencia del operador (2,3,5).

A pesar de los avances en los materiales y técnicas de obturación, la literatura científica actual no ofrece evidencia concluyente que demuestre la superioridad clínica de una técnica sobre otra en relación con resultados centrados en el paciente, como el dolor o el éxito clínico y radiográfico (7). La mayoría de estudios disponibles se centran en análisis in vitro o resultados técnicos, con escasa consideración de sus implicaciones clínicas.

Esta revisión sistemática tiene como objetivo comparar las técnicas de obturación termoplásticas con la condensación lateral en frío en relación con el dolor postoperatorio, el éxito clínico y el sellado apical, para apoyar la toma de decisiones clínicas basada en la evidencia.

Material y métodos

Esta revisión sistemática se elaboró siguiendo las directrices PRISMA 2020, con el objetivo de analizar si las técnicas de obturación termoplástica presentan ventajas clínicas frente a la técnica de condensación lateral en frío, considerando como variables el dolor postoperatorio, el éxito clínico/radiográfico y la calidad del sellado apical.

Pregunta de investigación

La pregunta se estructuró conforme al modelo PICO:

- P (Población): Pacientes sometidos a tratamiento endodóntico en dientes permanentes
- I (Intervención): Técnicas de obturación termoplásticas (Thermafil, GuttaCore, Continuous Wave, Obtura II)
- C (Comparación): Técnica de condensación lateral en frío
- (Resultado): Dolor postoperatorio, éxito clínico y radiográfico, sellado apical

Pregunta de investigación

¿Las técnicas de obturación termoplásticas ofrecen mejores resultados clínicos y radiográficos, mayor calidad de sellado apical y menor dolor postoperatorio en comparación con la condensación lateral en frío?

Objetivos

- O1. Comparar los niveles de dolor postoperatorio entre las técnicas frías y termoplásticas.
- O2. Evaluar diferencias en las tasas de éxito clínico y radiográfico.
- O3. Analizar la calidad del sellado apical entre los distintos sistemas.

Criterios de elegibilidad

Diseño de estudio:

Ensayos clínicos aleatorizados (RCT) y estudios observacionales controlados publicados en texto completo, en inglés o español.

Pacientes:

Sujetos sometidos a tratamiento endodóntico en dientes permanentes, sin restricciones de edad o sexo.

Intervención y comparación:

Técnicas de obturación termoplásticas frente a condensación lateral en frío.

Resultados:

Al menos uno de los siguientes: dolor postoperatorio, éxito clínico/radiográfico, calidad del sellado apical.

Criterios de exclusión:

- Estudios in vitro o en animales
- Revisiones narrativas, casos clínicos o editoriales
- Estudios que no utilicen condensación lateral como grupo control
- Artículos con información metodológica insuficiente

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda electrónica y manual en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, incluyendo artículos publicados hasta marzo de 2024. La estrategia de búsqueda se adaptó para cada base de datos utilizando los siguientes términos:

- PubMed:
("Endodontics"[Mesh] OR "Root Canal Therapy") AND ("Obturation" OR "Filling") AND ("Warm" OR "Thermoplastic" OR "Thermafil" OR

“GuttaCore” OR “Continuous Wave” OR “Obtura”) AND (“Cold” OR “Lateral Condensation”) AND (“Postoperative Pain” OR “Clinical Success” OR “Apical Sealing”)

- Scopus:

TITLE-ABS-KEY (“endodontics” OR “root canal treatment”) AND (“obturation” OR “filling”) AND (“warm” OR “thermoplastic” OR “Thermafil” OR “GuttaCore” OR “Continuous Wave” OR “Obtura”) AND (“cold” OR “lateral condensation”) AND (“postoperative pain” OR “clinical success” OR “apical sealing”)

- Web of Science:

TS=(“endodontics” OR “root canal treatment”) AND (“obturation” OR “filling”) AND (“warm” OR “thermoplastic” OR “Thermafil” OR “GuttaCore” OR “Continuous Wave” OR “Obtura”) AND (“cold” OR “lateral condensation”) AND (“postoperative pain” OR “clinical success” OR “apical sealing”)

Además, se revisaron manualmente las referencias bibliográficas de los estudios recuperados.

Proceso de selección

La selección de estudios se realizó en tres etapas por dos revisores independientes (A.G.A. y E.V.N.). Primero, se cribaron los títulos para eliminar duplicados y artículos no relevantes. Después, se evaluaron los resúmenes considerando el diseño del estudio, la técnica utilizada y la relevancia clínica. Finalmente, los textos completos fueron analizados según los criterios de inclusión.

El diagrama de flujo PRISMA 2020 resume el proceso de selección (Figura 1, Anexo 1).

Extracción de datos

Los datos se extrajeron utilizando una ficha estructurada en función de los tres objetivos principales (O1–O3). Para cada estudio se recogieron:

- Autor/es, año y país
- Tipo de estudio (RCT u observacional)
- Tamaño muestral y duración del seguimiento
- Técnicas de obturación comparadas
- Escala utilizada para valorar el dolor (VAS, NRS, ordinal)
- Criterios de evaluación del éxito clínico/radiográfico
- Método de análisis del sellado apical (adaptación, vacíos, radiografías)

La extracción fue realizada por el autor principal y revisada por la supervisora.

Evaluación de calidad y sesgo

Dos revisores independientes evaluaron la calidad metodológica:

- Para los RCT se empleó la herramienta Cochrane Risk of Bias (RoB 2.0)
- Para los estudios observacionales se aplicó la Escala de Newcastle-Ottawa (NOS)

Las discrepancias se resolvieron por consenso. Los resultados se presentan en la Tabla 1 (Anexo 1).

Síntesis de datos

Se realizó una síntesis cualitativa, estructurada según los tres objetivos planteados:

- Dolor postoperatorio
- Éxito clínico y radiográfico
- Calidad del sellado apical

Resultados

Selección de estudios

Se identificaron un total de 79 artículos mediante la búsqueda electrónica y manual: 45 en PubMed, 19 en Scopus, 10 en Web of Science y 5 por búsqueda manual. Tras eliminar los duplicados, se evaluaron 73 registros por título y resumen. Luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión, 8 estudios clínicos fueron seleccionados para el análisis final.

El proceso de selección se resume en el diagrama de flujo PRISMA 2020 (Figura 1, Anexo 1).

Características de los estudios

Los estudios incluidos fueron publicados entre 2012 y 2024 y compararon la técnica de condensación lateral en frío (CL) con diferentes sistemas de obturación termoplástica: Thermafil, GuttaCore, Continuous Wave (CW), Backfill, Obtura II y GuttaFlow2. La muestra total, el diseño metodológico y las variables evaluadas variaron entre los estudios.

Los resultados de cada variable analizada se presentan en las Tablas 3 a 5 (Anexo 1).

Evaluación del riesgo de sesgo

Los cuatro estudios aleatorizados incluidos fueron evaluados mediante la herramienta Cochrane (RoB 2.0). Dos estudios presentaron riesgo bajo de sesgo, y los otros dos fueron clasificados con riesgo moderado, principalmente por la falta de cegamiento y la información incompleta sobre la aleatorización.

Los resultados se muestran en la Tabla 1 (Anexo 1).

Por otro lado, los dos estudios observacionales fueron evaluados mediante la escala de Newcastle-Ottawa (NOS). Hale et al. (M4) obtuvo una puntuación total de 6 puntos, mientras que Radwanski et al. (B2) alcanzó 9 puntos, lo que indica calidad metodológica moderada y alta, respectivamente (Tabla 2, Anexo 1).

Síntesis de resultados

Dolor postoperatorio (Objetivo 1)

Cuatro estudios analizaron el dolor postoperatorio: Koçer et al. (M2), Işık & Aydın (M3), Alonso-Ezpeleta et al. (B1) y Dimercy et al. (B3). Se utilizaron herramientas de evaluación diversas: escalas VAS, NRS y ordinales (Tabla 3, Anexo 1).

- Koçer et al. [9] encontraron menor dolor con GuttaFlow2, especialmente en las primeras 24 horas, comparado con GuttaCore y CL.
- Işık & Aydın [10] no hallaron diferencias estadísticamente significativas, aunque observaron una ligera tendencia favorable a CL.
- Alonso-Ezpeleta et al. [13] reportaron niveles de dolor más altos con Thermafil en comparación con CL y Backfill.
- Dimercy et al. [15] también concluyeron que Thermafil produjo más dolor que CL, especialmente durante las primeras 48 horas.

En general, las técnicas termoplásticas se asociaron con mayor dolor postoperatorio inmediato (24–48 h), aunque estas diferencias tienden a desaparecer pasados los tres días.

Éxito clínico y radiográfico (Objetivo 2)

Cuatro estudios evaluaron las tasas de éxito clínico y radiográfico: Işık & Aydın (M3), Hale et al. (M4), Radwanski et al. (B2) y Dimercy et al. (B3) (Tabla 4, Anexo 1).

- Işık & Aydın [10] observaron tasas de éxito superiores al 90% en los tres grupos (CL, CW, GuttaCore), sin diferencias significativas.
- Hale et al. [11] y Radwanski et al. [12] reportaron tasas de éxito mayores al 85% y 90% respectivamente tras 24 meses de seguimiento.
- Dimercy et al. [15] mostraron una ligera ventaja clínica para Thermafil, aunque sin significancia estadística.

En conjunto, todas las técnicas demostraron altos niveles de éxito clínico y radiográfico, sin evidencia clara de superioridad de una sobre otra.

Sellado apical (Objetivo 3)

Dos estudios analizaron la calidad del sellado apical: Ansari et al. (M1) y Qureshi et al. (M5) (Tabla 5, Anexo 1).

- Ansari et al. [8] encontraron que Obtura II mostró menos vacíos y mejor adaptación apical que CL.
- Qureshi et al. [14] también reportaron una mayor adaptación apical con sistemas termoplásticos.
- Sin embargo, ninguno de los estudios encontró diferencias significativas en los resultados clínicos a largo plazo.

A pesar de la mayor homogeneidad radiográfica observada con técnicas calientes, no se puede afirmar que estas diferencias tengan implicaciones clínicas relevantes.

Discusión

Esta revisión sistemática comparó la eficacia clínica de la condensación lateral en frío (CL) con distintas técnicas de obturación termoplásticas en relación con tres variables: dolor postoperatorio, éxito clínico y radiográfico, y calidad del sellado apical. Aunque los estudios incluidos presentaron diferencias metodológicas, fue posible identificar ciertas tendencias clínicas comunes.

Dolor postoperatorio

El dolor postoperatorio es una variable clínicamente relevante, ya que influye directamente en la percepción del paciente sobre el tratamiento. Cuatro estudios analizaron esta variable: Koçer et al. (2022) [9], Işık & Aydın (2024) [10], Alonso-Ezpeleta et al. (2012) [13] y Dimercy et al. (2016) [15]. Aunque utilizaron diferentes escalas de evaluación (VAS, NRS y ordinal), se observaron patrones consistentes. Las técnicas termoplásticas como Thermafil, GuttaCore y Continuous Wave tendieron a generar más dolor en las primeras 24–48 horas en comparación con CL o GuttaFlow2.

Estas diferencias pueden deberse a la presión apical o el calor generado durante la obturación con técnicas calientes, lo que podría favorecer la extrusión del material y provocar una respuesta inflamatoria más intensa. En contraste, la técnica de CL no emplea calor ni compresión excesiva, lo que puede reducir el trauma tisular.

Koçer et al. [9] hallaron una diferencia estadísticamente significativa a favor de GuttaFlow2. Işık & Aydın [10] no encontraron diferencias significativas, pero sí una leve tendencia favorable hacia CL. Alonso-Ezpeleta et al. [13] y Dimercy et al. [15] observaron mayor dolor con Thermafil frente a CL.

Aunque estas diferencias fueron relevantes en el período inmediato, todos los estudios coinciden en que desaparecen después de 72 horas. Por tanto, el tipo de técnica podría influir en el dolor inicial, pero no tiene un impacto clínico a

largo plazo. Además, las diferencias entre escalas utilizadas dificultan la comparación directa de los resultados.

Éxito clínico y radiográfico

Cuatro estudios evaluaron esta variable: Işık & Aydın (2024) [10], Hale et al. (2012) [11], Radwanski et al. (2024) [12] y Dimercy et al. (2016) [15]. Todos reportaron tasas de éxito superiores al 85%, sin diferencias estadísticamente significativas entre las técnicas.

Işık & Aydın [10] informaron tasas superiores al 90% tras 12 meses en los tres grupos (CL, CW y GuttaCore). Hale et al. [11] y Radwanski et al. [12] mostraron tasas similares tras seguimientos ≥ 24 meses, mientras que Dimercy et al. [15] reportó una ligera ventaja para Thermafil, sin significación estadística.

Estos resultados sugieren que, independientemente de la técnica empleada, todas pueden ser eficaces si se cumplen los principios fundamentales del tratamiento endodóntico. Factores como la calidad de la irrigación, el número de sesiones y la experiencia del operador también influyen significativamente en el pronóstico.

Además, aunque algunas técnicas termoplásticas pueden lograr obturaciones más homogéneas radiográficamente, esto no se traduce necesariamente en un mejor pronóstico clínico. Por tanto, la elección debe considerar no solo los resultados técnicos, sino también la curva de aprendizaje, el coste y la biocompatibilidad.

Sellado apical

Dos estudios —Ansari et al. (2012) [8] y Qureshi et al. (2012) [14]— evaluaron directamente esta variable, comparando CL con Obtura II. Ambos estudios observaron una menor presencia de vacíos y mejor adaptación con Obtura II, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Los métodos utilizados para evaluar el sellado fueron radiográficos, sin análisis clínico longitudinal ni pruebas de filtración, lo que limita la aplicabilidad de los resultados. Además, factores como el tipo de cemento, la morfología del conducto o la técnica operatoria pueden influir en la calidad del sellado final.

Por tanto, aunque las técnicas calientes pueden mostrar ventajas visuales en cuanto a homogeneidad del sellado, no existe evidencia concluyente de que esto implique un mejor resultado clínico a largo plazo.

Limitaciones

Esta revisión presenta varias limitaciones. En primer lugar, el número de estudios incluidos fue reducido ($n = 8$), lo que limita la capacidad de generalización de los resultados. También se observó heterogeneidad metodológica en cuanto a diseño (prospectivo vs. retrospectivo), herramientas de evaluación (escalas de dolor, criterios de éxito) y duración del seguimiento.

Otra limitación relevante fue la variabilidad entre las técnicas termoplásticas evaluadas, ya que Thermafil, GuttaCore, CW y Obtura II poseen características operativas distintas, lo que complica su comparación directa. Además, no se pudo realizar un meta-análisis debido a la diversidad de resultados y métodos, lo que redujo la fuerza estadística de la síntesis.

Asimismo, el dolor es una variable subjetiva influenciada por múltiples factores individuales, como la ansiedad del paciente o el uso de medicación postoperatoria, aspectos que no fueron controlados en todos los estudios. En varios casos tampoco se especificó si el evaluador clínico y radiográfico estaba cegado respecto a la técnica utilizada, lo que puede introducir sesgo de detección.

Estas limitaciones deben considerarse al interpretar los resultados. Se recomienda que estudios futuros adopten diseños más estandarizados, muestras más amplias, periodos de seguimiento prolongados y protocolos de doble ciego para fortalecer la evidencia clínica disponible.

Referencias:

1. Cumhuriyet Dental Journal. Contemporary Endodontic Obturation Techniques: A Comprehensive Review. Cumhuriyet Dent J. 2022;25(2):110–121. Available from: <https://cdj.cumhuriyet.edu.tr/en/pub/issue/64911/948193>
2. Kapoor K. Endodontic obturation techniques: A review. Int J Health Sci (Qassim). 2024;8(S1):1033–1040. Doi:10.53730/ijhs.v8nS1.1499
3. Annals of Dental Specialty. An Overview on Recent Endodontics Obturation Techniques: Literature Review. Ann Dent Spec. 2020;8(1):45–53. Available from: <https://annalsofdentalspecialty.net.in/article/an-overviewon-recentendodonticsobturation-techniques-literature-reviewg0ukpboxd4l3pv6z>
4. EC Dental Science. New Root Canal Obturation Techniques: A Review. EC Dent Sci. 2022;11(2):156–165. Available from: <https://ecronicon.net/assets/ecde/pdf/ECDE-11-00369.pdf>
5. Karamifar K, Tondari A, Saghiri MA. Endodontic periapical lesion: An overview on the etiology, diagnosis and current treatment modalities. Eur Endod J. 2020 Jul 14;5(2):54–67. doi: 10.14744/eej.2020.42714. PMID:32766513; PMCID: PMC7398993
6. Cardinali F, Camilleri J. A critical review of the material properties guiding the clinician's choice of root canal sealers. Clin Oral Investig. 2023 Aug;27(8):4147–4155. doi: 10.1007/s00784-023-05140-w. Epub 2023 Jul 17. PMID: 37460901; PMCID: PMC10415471
7. British Endodontic Society. British Endodontic Society Guidelines 2022. Available from: https://britishendodonticsociety.org.uk/_userfiles/pages/files/a4_bes_guideline_s_2022_hyperlinked_final.pdf
8. Ansari G, Ranjbarian P, Moinsadeh AT, Jafarzadeh H. A clinical trial of cold lateral compaction with Obtura II in root canal obturation. Iran Endod J. 2012;7(3):115–120.
9. Koçer HE, Özdemir T, Çelik D, Güven EP, Arslan H. Evaluation of postoperative pain after retreatment using three different obturation techniques: A randomized clinical trial. J Endod. 2022;48(7):876–881.

10. Işık V, Aydın B. Effect of different obturation techniques on treatment results in single-visit non-surgical endodontic retreatment: Randomized controlled clinical study. *J Dent Sci.* 2024;19(2):112–119.
11. Hale R, Gatti R, Glickman G, Opperman L. Comparative analysis of carrierbased obturation and lateral compaction: a retrospective clinical outcomes study. *Gen Dent.* 2012;60(2):e86–e91.
12. Qureshi R, Jan A, Asad A. Evaluation of obturation quality using Thermafil and cold lateral condensation – An in vitro study. *Pak Oral Dent J.* 2012;32(3):542–546.
13. Alonso-Ezpeleta O, Martín-Biedma B, Rodríguez-González R, SánchezDomínguez B, Loro-Ferrer JF, Bahillo J. Postoperative pain after one-visit root-canal treatment on teeth with vital pulps: Comparison of three different obturation techniques. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012;17(4):e721–e727.
14. Radwanski A, Chybicki M, Wilkoński W. Clinical outcome of non-surgical root canal treatment using different sealers and techniques of obturation in 237 patients: A retrospective study. *Int Endod J.* 2024;57(1):45–53.
15. Kandemir Demirci G, Çalışkan MK. A prospective randomized comparative study of cold lateral condensation versus GuttaCore in teeth with periapical lesions. *Aust Endod J.* 2016;42(4):151–157.

Financiación: No se ha declarado ninguna fuente de financiación.

Conflicto de intereses: No se han declarado conflictos de intereses.

Tabla 1: Medición del riesgo de sesgo de los estudios randomizados según la guía Cochrane

	Generar secuencia aleatorizada (sesgo selección)	Ocultación de la asignación (sesgo)	selección) Cegamiento evaluación de resultados (sesgo	detección) Seguimiento y exclusiones sesgo deserción	Descripción selectiva sesgo informe	Otros sesgos
Ansari et al. (2012)	+	?	?	+	+	+
Koçer et al. (2022)	+	+	?	+	+	+
Işık & Aydın (2024)	+	?	?	+	+	+
Qureshi et al. (2012)	+	?	-	+	+	+
Alonso-Ezpeleta et al. (2012)	+	+	+	+	+	+

Tabla 2: Medición del riesgo de sesgo de los estudio observacionales no randomizados con la escala Newcastle-Ottawa – estudios observacionales con grupo control no randomizado

	Representatividad cohorte	Selección cohorte no expuesta	Comparación exposición	Demostración no presencia variable interés al incio	Comparabilidad (factor más importante)	Comparabilidad (otros factores)	Medición resultados	Suficiente seguimiento	Tasa de abandonos	Total
--	---------------------------	-------------------------------	------------------------	---	--	---------------------------------	---------------------	------------------------	-------------------	-------

Hale et al. (2012)	★	★	★		★	-	★	★		6
Radwan ski et al. (2024)	★	★	★	★	★	★	★	★	★	9

Tabla 3: Resultados sobre dolor postoperatorio

Estudio	Diseño	N	Técnicas comparadas	Evaluación	Resultado principal	Diferencias significativas
(M2) Koçer et al. (2022)	ECA	93	CL vs GuttaCore vs GuttaFlow2	VAS (24h, 48h, 7d)	Menor dolor con GuttaFlow2	Sí
(M3) Işık & Aydın (2024)	ECA	63	CL vs CW vs GuttaCore	NRS (24h, 48h, 7d)	Sin diferencias significativas	No
(B1) AlonsoEzpeleta et al. (2012)	ECA	204	CL vs Thermafil vs Backfill-Thermafil	VAS (24h, 48h, 7d)	Thermafil mostró mayor dolor	Sí
(B3) Dimercy et al. (2016)	ECA	112	CL vs Thermafil	Escala ordinal (24h, 48h, 7d)	Thermafil mostró mayor dolor	Sí

Tabla 4: Tasa de éxito clínico y radiográfico

Estudio	Diseño	N	Técnicas comparadas	Seguimiento	Tasa de éxito	Diferencias significativas
(M3) Işık & Aydın (2024)	ECA	63	CL vs CW vs GuttaCore	12 meses	>90% en todos los grupos	No
(M4) Hale et al. (2012)	Retrospectivo	122	CL vs Thermafil	≥24 meses	>85% en ambos grupos	No
(B2) Radwanski et al. (2024)	Retrospectivo	237	CL vs Backfill vs GuttaCore	≥24 meses	>90% en todos los grupos	No
(B3) Dimercy et al. (2016)	ECA	112	CL vs Thermafil	12 meses	Thermafil ligeramente superior	No significativa

Tabla 5: - Sellado apical adecuado

Studio	Diseño	N	Técnicas comparadas	Evaluación	Resultado principal	Diferencias significativas
(M1) Ansari et al. (2012)	ECA	60	CL vs Obtura II	Radiográfica	Mejor adaptación con Obtura II	No significativa
(M5) Qureshi et al. (2012)	ECA	60	CL vs Obtura II	Vacíos apicales	Menor número de vacíos en Obtura II	No significativa

Figura 1:

