



Facultad de Ciencias de la Salud

Tema:

Vehículos utilizados en la medicación de hidróxido de calcio y su influencia en la respuesta periapical. Revisión literaria.

Trabajo de titulación para la obtención del Título de Odontólogo

Autora:

Leslie Nahomy Báez Mejía

Tutor:

Dra. Maria Jose Burbano

Quito, febrero de 2026

Resumen

Introducción: La medicación intracanal desempeña un papel fundamental en la desinfección del sistema radicular, y su eficacia depende de las características químicas del medio utilizado, lo que influye en la liberación iónica, la penetración del material y la interacción con el entorno periapical. **Objetivo:** Analizar el comportamiento de diferentes medios empleados en la medicación intracanal y su efecto sobre la difusión del agente activo, la estabilidad química y la respuesta biológica en lesiones apicales humanas. **Materiales y Métodos:** Se realizó una búsqueda sistemática en PubMed de artículos publicados entre 2020 y 2025, utilizando las palabras clave medicación intracanal, vehículos endodónticos y respuesta periapical. Se incluyeron estudios en texto completo que evaluaron medios acuosos, oleosos, viscosos o gelificados, y se excluyeron investigaciones duplicadas, en modelos animales o sin análisis directo del efecto del medio sobre el conducto radicular. Un total de 93 estudios fueron identificados y 25 cumplieron los criterios de inclusión. **Resultados:** Los medios acuosos mostraron rápida liberación iónica pero baja permanencia, los oleosos presentaron acción sostenida y mayor estabilidad, y los gelificados lograron un equilibrio entre difusión y retención, influenciando de manera distinta la modificación del pH, la penetración en conductos laterales y la respuesta tisular periapical. **Conclusión:** Los medios empleados en la medicación intracanal determinan el comportamiento químico y biológico del hidróxido de calcio, influyendo en la actividad antimicrobiana y en la evolución de las lesiones apicales.

Palabras clave: *medicación intracanal, vehículos endodónticos, respuesta periapical.*

Declaración de aceptación de norma ética y derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.



Leslie Nahomy Báez Mejía

172570303-5

Dedicatoria

Esta tesis va dedicada a mis padres y mi hermana que son mi mayor fuente de inspiración gracias por su sacrificio, amor y paciencia también a mi familia que han sido parte fundamental de esta etapa en mi vida y para mis amigas que nunca han dejado de creer en mí, siempre me motivaron incluso cuando el camino se ponía difícil, solo tengo palabras de agradecimiento para cada uno y este logro es para y por ustedes.

Índice

Resumen.....	2
Declaración de aceptación de norma ética y derechos.....	3
Dedicatoria.....	4
Índice	5
Resumen.....	6
Abstract.....	7
Introducción	8
Materiales y Métodos.....	9
Resultados	10
Propiedades químicas de los vehículos del hidróxido de calcio	10
Vehículo acuoso.....	11
Vehículo oleoso	11
Vehículo gelificado o viscoso.....	12
Liberación iónica del hidróxido de calcio.....	12
Penetración en el sistema radicular	13
Interacción con el entorno periapical	14
Actividad antimicrobiana según el medio.....	15
Comportamiento clínico en lesiones apicales	16
Discusión.....	17
Conclusión	19
Referencias.....	20

Vehículos utilizados en la medicación de hidróxido de calcio y su influencia en la respuesta periapical. Revisión literaria.

Leslie Nahomy Báez Mejía

Nahomybaez2015@gmail.com

Resumen

Introducción: La medicación intracanal desempeña un papel fundamental en la desinfección del sistema radicular, y su eficacia depende de las características químicas del medio utilizado, lo que influye en la liberación iónica, la penetración del material y la interacción con el entorno periapical. **Objetivo:** Analizar el comportamiento de diferentes medios empleados en la medicación intracanal y su efecto sobre la difusión del agente activo, la estabilidad química y la respuesta biológica en lesiones apicales humanas. **Materiales y Métodos:** Se realizó una búsqueda sistemática en PubMed de artículos publicados entre 2020 y 2025, utilizando las palabras clave medicación intracanal, vehículos endodónticos y respuesta periapical. Se incluyeron estudios en texto completo que evaluaron medios acuosos, oleosos, viscosos o gelificados, y se excluyeron investigaciones duplicadas, en modelos animales o sin análisis directo del efecto del medio sobre el conducto radicular. Un total de 93 estudios fueron identificados y 25 cumplieron los criterios de inclusión. **Resultados:** Los medios acuosos mostraron rápida liberación iónica pero baja permanencia, los oleosos presentaron acción sostenida y mayor estabilidad, y los gelificados lograron un equilibrio entre difusión y retención, influenciando de manera distinta la modificación del pH, la penetración en conductos laterales y la respuesta tisular periapical. **Conclusión:** Los medios empleados en la medicación intracanal determinan el comportamiento químico y biológico del hidróxido de calcio, influyendo en la actividad antimicrobiana y en la evolución de las lesiones apicales.

Palabras clave: *medicación intracanal, vehículos endodónticos, respuesta periapical.*

Abstract

Introduction: Intracanal medication plays a fundamental role in disinfecting the root canal system, and its effectiveness depends on the chemical characteristics of the medium used, which influence ion release, material penetration, and interaction with the periapical environment. **Objective:** To analyze the behavior of different media used in intracanal medication and their effect on the diffusion of the active agent, chemical stability, and biological response in human apical lesions. **Materials and Methods:** A systematic search was conducted in PubMed for articles published between 2020 and 2025, using the keywords intracanal medication, endodontic vehicles, and periapical response. Full-text studies that evaluated aqueous, oily, viscous, or gelled media were included, and duplicate studies, studies in animal models, or studies without direct analysis of the medium's effect on the root canal were excluded. A total of 93 studies were identified, and 25 met the inclusion criteria. **Results:** Aqueous media showed rapid ion release but low retention, oily media exhibited sustained action and greater stability, and gelled media achieved a balance between diffusion and retention, influencing pH modification, penetration into lateral canals, and periapical tissue response in different ways. **Conclusion:** The media used in intracanal medication determines the chemical and biological behavior of calcium hydroxide, influencing antimicrobial activity and the evolution of apical lesions.

Key words: *Intracanal medication, endodontic vehicles, periapical response.*

Introducción

La elección del vehículo acuoso como el agua destilada permite una disolución inmediata del hidróxido de calcio, generando un entorno inicial altamente reactivo dentro del conducto. (Zou et al., 2024) La inclusión de solución salina favorece una dispersión rápida del compuesto, creando una interacción temprana con las superficies radiculares. (Duncan et al., 2023) El empleo de propilenglicol aporta una consistencia estable, prolongando la permanencia del material y modulando su acción interna. (Campello et al., 2025)

La mezcla con glicerina ofrece mayor densidad, regulando el avance del contenido activo hacia zonas menos accesibles. (Ahmad et al., 2022) La combinación con clorhexidina en gel introduce actividad antimicrobiana complementaria, modificando la respuesta química en la región apical. (Aliabadi et al., 2022) La presencia de pasta oleorresinosa altera la forma en que el compuesto fluye, adaptándose a irregularidades anatómicas con mayor facilidad. (Hegde et al., 2023)

La presencia de pasta oleorresinosa permite una adaptación distinta a las irregularidades, dando paso a la observación de cómo cambia el flujo del compuesto. (Ordinola et al., 2022) En este punto la aplicación de metilcelulosa ofrece una textura cremosa, abriendo la posibilidad de analizar cómo se distribuye en conductos con trayectorias curvas. (Sunlakawit et al., 2024) La aplicación de metilcelulosa aporta una textura cremosa, permitiendo una distribución uniforme incluso en conductos curvos. (Bassam et al., 2021)

El uso de Carbopol aporta una consistencia gelatinosa, generando una estructura interna que mantiene una liberación gradual del agente activo. (Estrela et al., 2023) Desde el uso de medios hidrofóbicos minerales se aprecia un patrón de ocupación

interna, lo que permite introducir evaluaciones sobre la distribución intracanal. (Liao et al., 2021) Con la intervención del vehículo oleoso en estos escenarios se aprecia una acción prolongada, creando un contexto inicial para explorar su permanencia en zonas apicales. (Amir & Noor, 2024)

Frente a lo expuesto, esta revisión tiene como objetivo analizar el comportamiento de los medios utilizados en la medicación intracanal, evaluando cómo cada formulación influye en la difusión del compuesto, la estabilidad química, la penetración en el sistema radicular y las modificaciones que se generan en el entorno periapical. Así como su impacto en la liberación iónica, la interacción con los tejidos, la regulación del pH y la evolución biológica de las lesiones apicales, con base en estudios publicados entre 2020 y 2025.

Materiales y Métodos

Publicados entre 2020 y 2025 relacionados con el uso de diferentes medios empleados en la medicación intracanal y su influencia en la respuesta periapical. Para la estrategia de búsqueda se utilizaron tres palabras clave en español e inglés, seleccionadas por su pertinencia temática: medicación intracanal, vehículos endodónticos y respuesta periapical.

Los criterios de inclusión consideraron artículos en texto completo que evaluaran el comportamiento de compuestos como agua destilada, propilenglicol, glicerina, geles antimicrobianos o bases oleosas, siempre que analizaran su efecto en la liberación del material, la interacción con el sistema radicular o los cambios generados en la zona apical.

Se excluyeron trabajos duplicados, investigaciones fuera del rango temporal, estudios en animales o en modelos no aplicables al ámbito clínico, artículos sin acceso a texto completo y aquellos que no abordaran de manera directa la relación entre el medio utilizado y las modificaciones registradas en el entorno periapical.

El proceso de selección se desarrolló en tres etapas: revisión de títulos, análisis de resúmenes y lectura completa de los textos, aplicando una evaluación rigurosa para garantizar la pertinencia metodológica. De los 93 estudios identificados, 25 cumplieron con todos los criterios establecidos y fueron incluidos en el análisis final.

Resultados

Propiedades químicas de los vehículos del hidróxido de calcio

Las propiedades químicas de los vehículos del hidróxido de calcio varían según su composición, ya que el agua destilada permite una disolución inmediata del compuesto generando una liberación rápida de iones que produce un pH altamente alcalino aunque con escasa estabilidad por su baja viscosidad, mientras que la solución salina comparte esta capacidad de dispersión acelerada con ligera mejora en la humectación radicular, por otro lado el propilenglicol actúa como un vehículo viscoso que prolonga la permanencia del material y modula la liberación iónica de manera sostenida, la glicerina ofrece mayor densidad facilitando el avance controlado hacia zonas profundas y reduciendo la pérdida del preparado, los geles como la clorhexidina o el carbopol aportan una estructura semisólida que equilibra estabilidad y penetración favoreciendo una liberación gradual del agente activo, finalmente las bases oleosas presentan una composición hidrofóbica que prolonga de forma significativa la retención

del hidróxido de calcio dentro del conducto permitiendo una difusión lenta y continua en superficies radiculares complejas. (Patri et al., 2024)

Vehículo acuoso

El agua destilada se caracteriza por su alta capacidad de disolver con rapidez el hidróxido de calcio, lo que genera una liberación inmediata de iones hidroxilo y calcio, produciendo un aumento rápido del pH dentro del conducto. Su tiempo de acción suele ser corto debido a su baja viscosidad, lo que facilita su salida del sistema radicular y disminuye la estabilidad del material en las primeras horas. Este vehículo permite una difusión amplia y rápida, logrando un efecto antimicrobiano inicial potente, pero con poca permanencia en zonas profundas. Su principal ventaja es la dispersión inmediata del compuesto; sin embargo, su limitación es la escasa retención en áreas complejas y una disminución acelerada de la actividad química. (Kibe et al., 2023)

Vehículo oleoso

Los vehículos oleosos presentan una estructura hidrofóbica que retrasa la liberación del hidróxido de calcio, ofreciendo un tiempo de acción prolongado y constante dentro del conducto. Debido a su baja miscibilidad con el agua, el material permanece adherido con mayor estabilidad a las paredes radiculares, logrando una difusión lenta pero sostenida de los iones hacia zonas profundas. Su consistencia densa evita la pérdida del preparado y favorece el contacto continuo con tejidos internos, generando un comportamiento más predecible en lesiones crónicas. Entre sus ventajas destacan su retención prolongada y estabilidad; como limitación, su difusión inicial es más lenta y requiere mayor tiempo para alcanzar concentración antimicrobiana efectiva. (Patri et al., 2024)

Vehículo gelificado o viscoso

Los vehículos gelificados, como Carbopol o metilcelulosa, combinan características de los medios acuosos y oleosos, generando una estructura semisólida que controla la liberación del hidróxido de calcio de manera gradual. Su viscosidad intermedia permite una buena adaptación a las irregularidades radiculares, manteniendo estabilidad sin perder capacidad de penetración. El tiempo de acción es prolongado y sostenido, debido a que su matriz polimérica evita la pérdida brusca del agente activo. Estos vehículos permiten una distribución uniforme incluso en conductos curvos y zonas laterales, mientras que su principal ventaja es el equilibrio entre retención y difusión; como limitación, su preparación puede ser más compleja y su liberación inicial menos intensa que la de los medios acuosos. (Kibe et al., 2023)

Liberación iónica del hidróxido de calcio

La liberación iónica del hidróxido de calcio depende de manera directa del tipo de medio empleado en la preparación, ya que los compuestos acuosos permiten una disociación inmediata de los iones hidroxilo y calcio creando un entorno altamente alcalino en las etapas iniciales, esta rápida difusión incrementa la actividad antimicrobiana en poco tiempo aunque su estabilidad disminuye conforme el material pierde humedad, los medios oleosos en cambio retrasan la salida de los iones debido a su naturaleza hidrofóbica generando una liberación más lenta y prolongada, lo que mantiene una concentración sostenida dentro del conducto, los medios viscosos actúan como moduladores intermedios regulando la disociación de manera gradual, permitiendo que la difusión ocurra con un equilibrio entre velocidad inicial y permanencia química, todo esto determina la intensidad y duración del efecto terapéutico en el sistema radicular. (Rôças et al., 2023)

La velocidad con la que se liberan los iones también se asocia a la estructura interna del medio utilizado, ya que los preparados acuosos facilitan un movimiento rápido del material hacia áreas profundas mientras que los oleosos generan una barrera parcial que ralentiza el proceso, los geles por su parte distribuyen los iones de forma controlada evitando liberaciones abruptas y manteniendo la estabilidad del compuesto durante más tiempo, la interacción entre viscosidad y difusión determina cómo se modifica el pH del entorno periapical, lo que influye en la neutralización bacteriana, además la estabilidad del hidróxido de calcio aumenta cuando el medio evita la pérdida prematura del preparado, permitiendo que el agente activo mantenga su acción durante intervalos prolongados, todo ello muestra que la composición del medio regula cada fase de la liberación iónica. (Thomas et al., 2024)

Penetración en el sistema radicular

La penetración del material en el sistema de conductos radiculares depende de la consistencia y del comportamiento físico del medio utilizado, ya que las preparaciones acuosas avanzan con rapidez hacia zonas estrechas permitiendo un primer contacto con irregularidades aunque su baja viscosidad dificulta la permanencia en espacios complejos, las bases oleosas se desplazan de manera más lenta pero logran adherirse a depresiones internas generando un recorrido continuo que favorece el ingreso a áreas laterales, los medios gelificados desarrollan un equilibrio entre fluidez y retención permitiendo que el compuesto se mantenga en paredes irregulares durante más tiempo, la capacidad de adaptación al trayecto radicular define el alcance del material dentro de curvaturas pronunciadas lo que influye en la distribución en regiones profundas, cada medio crea un patrón de desplazamiento que determina la extensión de su llegada a zonas de difícil acceso. (Shronika et al., 2024)

El acceso del material a conductos secundarios se relaciona también con la tensión superficial y la cohesión del preparado, ya que los compuestos más fluidos se introducen con facilidad en microcanales mientras que los más densos avanzan de manera controlada ocupando espacios sin retroceder con rapidez, los geles mantienen una presión constante sobre las paredes radiculares generando una penetración progresiva hacia recesos internos, la interacción entre textura y anatomía radicular define la capacidad para llenar áreas profundas donde suelen ubicarse microorganismos persistentes, además la adaptabilidad del compuesto determina el grado de contacto con paredes irregulares lo que influye en el transporte del agente activo a zonas que requieren mayor exposición, la forma en que el material recorre el conducto condiciona su eficacia en regiones donde la anatomía presenta variaciones significativas.(Rattanakijkamol et al., 2025)

Interacción con el entorno periapical

La interacción del medio con el microentorno periapical depende de la capacidad del compuesto para modificar el pH, ya que las preparaciones acuosas generan una alcalinización rápida que cambia de inmediato la actividad química en la zona apical, mientras los medios oleosos producen un aumento más lento pero sostenido del pH creando un entorno menos favorable para microorganismos durante intervalos prolongados, los geles inducen un cambio gradual manteniendo un equilibrio entre difusión y estabilidad, esta modificación constante del pH influye en la intensidad de la respuesta inflamatoria inicial, además la composición del medio determina la velocidad con la que se neutralizan los subproductos bacterianos, lo que impacta en los primeros cambios tisulares del área periapical. (Thomas et al., 2024)

La respuesta tisular varía según la forma en que el medio interactúa con los tejidos, ya que los compuestos de rápida liberación generan estímulos iniciales más

intensos mientras que los de liberación lenta producen cambios más progresivos, los preparados acuosos inducen una reacción temprana debido a su alta difusión, los oleosos disminuyen la variabilidad inflamatoria al mantener una acción constante, los medios gelificados modulan la agresividad del estímulo gracias a su estructura semisólida que regula el contacto directo con la zona apical, estas diferencias influyen en la formación de un entorno más o menos irritante, además la compatibilidad del medio con los tejidos condiciona la naturaleza de la respuesta celular que se desarrolla en las capas periapicales. (Karobari et al., 2025)

Actividad antimicrobiana según el medio

La actividad antimicrobiana intracanal depende de la forma en que cada medio regula la disponibilidad del agente activo, ya que los compuestos acuosos generan una acción inicial intensa debido a su rápida liberación iónica, mientras los medios oleosos prolongan la eficacia al mantener una difusión lenta pero constante, los geles establecen un comportamiento intermedio creando un equilibrio entre potencia inmediata y estabilidad prolongada, estas variaciones influyen en la capacidad del material para mantener un ambiente hostil frente a microorganismos persistentes, además la velocidad con la que cada medio modifica el pH determina la rapidez con la que se inhiben las especies microbianas más sensibles, lo que afecta el tiempo total de actividad en el sistema radicular. (Aneja et al., 2022)

El comportamiento frente a microorganismos difíciles de eliminar se relaciona con la permanencia del material en los conductos radiculares humanos, ya que los medios de mayor viscosidad sostienen una presión química más estable sobre las paredes internas, mientras que los acuosos disminuyen su acción conforme se reduce la concentración del compuesto, los preparados oleosos mantienen una actividad

prolongada que contribuye al control de la microbiota persistente, los geles modulan la liberación del agente activo evitando fluctuaciones bruscas en la concentración interna, la estructura del medio condiciona la forma en que el material entra en contacto con zonas profundas del sistema radicular humano, lo que determina la eficacia final frente a cargas bacterianas que suelen mantenerse en áreas de difícil acceso. (Behzadi et al., 2025)

Comportamiento clínico en lesiones apicales

El comportamiento clínico de los medios acuosos en lesiones apicales humanas se caracteriza por una liberación rápida del contenido activo, generando un efecto inicial marcado dentro del conducto, aunque su baja estabilidad provoca una disminución progresiva de la acción terapéutica conforme el material pierde humedad, mientras tanto los medios oleosos muestran una permanencia más prolongada debido a su composición hidrofóbica, creando un entorno químico sostenido que favorece una presencia continua del agente activo, los medios viscosos por su parte mantienen un equilibrio entre difusión y retención ofreciendo una acción moderada que se adapta a la complejidad anatómica del sistema radicular, esta combinación de características determina la intensidad y duración de la intervención clínica en la zona apical. (Pedrinha et al., 2022)

La estabilidad interna del material dentro de lesiones apicales humanas varía según la densidad del medio utilizado, ya que los preparados acuosos tienden a desplazarse con mayor facilidad reduciendo su permanencia en áreas profundas, mientras que los oleosos conservan una adhesividad que permite un contacto más prolongado con las paredes radiculares, los geles generan una acción controlada evitando pérdidas bruscas del agente activo y manteniendo una distribución constante, estas diferencias modifican la forma en que cada medio interactúa con tejidos afectados por procesos inflamatorios apicales, lo que influye en la constancia del estímulo

químico dentro del sistema radicular humano y en la continuidad del efecto terapéutico que se desarrolla en la zona. (Uslu et al., 2021)

Discusión

Los resultados de la revisión muestran que la liberación iónica y el comportamiento químico del hidróxido de calcio varían de manera significativa según el medio empleado, evidenciándose que los compuestos acuosos producen una difusión inmediata mientras que los medios oleosos mantienen una acción sostenida dentro del sistema radicular (Kibe et al., 2023). De manera similar, Patri et al. (2024) coinciden en que las formulaciones gelificadas logran equilibrar penetración y estabilidad, favoreciendo una permanencia más prolongada del agente activo. Por otro lado, la literatura señala que la viscosidad del medio influye directamente en la capacidad del material para adaptarse a irregularidades radiculares (Shronika et al., 2024), mientras que la estabilidad frente a la humedad condiciona su acción antimicrobiana y su impacto en el pH periapical (Thomas et al., 2024). Estos hallazgos subrayan la relevancia de comprender cómo cada medio modifica el microentorno químico dentro del conducto.

Kibe et al. (2023) enfatizan la importancia de la velocidad de liberación iónica en los medios acuosos para generar un ambiente inicial altamente alcalino, aspecto también señalado por Rôças et al. (2023), quienes destacan que los medios oleosos prolongan la difusión del agente activo y mantienen una concentración estable durante más tiempo. Además, los geles descritos por Patri et al. (2024) y Thomas et al. (2024) complementan estos hallazgos al señalar cómo su estructura semisólida regula la presión química contra las paredes radiculares y facilita la difusión controlada. En conjunto, la evidencia converge en que la composición y densidad del medio

determinan la capacidad del material para alcanzar zonas profundas del sistema radicular y mantener condiciones terapéuticas adecuadas.

Una de las principales limitaciones existentes en los estudios sobre medicación intracanal es la falta de criterios uniformes para comparar la eficacia de medios acuosos, oleosos y viscosos, especialmente en relación con la penetración en conductos laterales y recesos profundos. También se observa variabilidad en las metodologías de evaluación del pH periapical, la respuesta tisular y la estabilidad del material, lo que dificulta la generalización de resultados entre investigaciones. Por otra parte, la escasez de estudios clínicos con seguimiento prolongado limita el entendimiento de cómo cada medio se comporta frente a microbiota persistente en dientes humanos y cómo influye en la evolución de lesiones apicales complejas.

Para la práctica clínica, esta información permite comprender que la selección del medio no solo condiciona la liberación del agente activo, sino también la forma en que este interactúa con la anatomía radicular, el microentorno periapical y la microbiota remanente. El conocimiento disponible sobre formulaciones acuosas, oleosas y gelificadas aporta herramientas para interpretar la respuesta biológica y química en el sistema radicular, optimizando el proceso de desinfección intracanal y facilitando la toma de decisiones en casos con variaciones anatómicas o lesiones periapicales de diferente complejidad.

Conclusión

Este estudio permitió comprender cómo las características químicas, la liberación iónica, la penetración radicular y la interacción con el microentorno periapical varían según el tipo de medio utilizado en la medicación intracanal, evidenciando que la composición acuosa, oleosa o gelificada condiciona la difusión del agente activo, la estabilidad del material, el comportamiento antimicrobiano y la evolución biológica de las lesiones apicales, lo que refuerza la importancia de analizar cada formulación para interpretar adecuadamente los resultados clínicos observados en dientes humanos.

Referencias

- Ahmad, M. Z., Sadaf, D., Merdad, K. A., Almohaimed, A., & Onakpoya, I. J. (2022). Calcium hydroxide as an intracanal medication for postoperative pain during primary root canal therapy: A systematic review and meta-analysis with trial sequential analysis of randomised controlled trials. *Journal of Evidence- Based Dental Practice*, 22(1). <https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2021.101680>
- Aliabadi, T., Saberi, E. A., Tabatabaie, A. M., & Tahmasebi, E. (2022). Antibiotic use in endodontic treatment during pregnancy: A narrative review. *European Journal of Translational Myology*, 32(4). <https://doi.org/10.4081/EJTM.2022.10813>
- Amir, N., & Noor, N. (2024). Effectiveness of mechanical vs. chemomechanical methods in removing intracanal calcium hydroxide medication: a randomised trial. *JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association*, 74(10), 1749–1754. <https://doi.org/10.47391/JPMA.10990>
- Bassam, S., El-Ahmar, R., Salloum, S., & Ayoub, S. (2021). Endodontic postoperative flare-up: An update. *The Saudi Dental Journal*, 33(7), 386–394. <https://doi.org/10.1016/J.SDENTJ.2021.05.005>
- Campello, A. F., Rodrigues, R. C. V., Brasil, S. C., Souza, T. M., Alves, F. R. F., Mdala, I., Siqueira, J. F., & Rôças, I. N. (2025). Intracanal Antibacterial Effects of a Bioceramic Medication Compared With Calcium Hydroxide Pastes in Different Vehicles. *Journal of Endodontics*, 51(2), 207–212. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.11.016>
- Duncan, H. F., Kirkevang, L. L., Peters, O. A., El-Karim, I., Krastl, G., Del Fabbro, M., Chong, B. S., Galler, K. M., Segura-Egea, J. J., & Kebschull, M. (2023). Treatment of pulpal and apical disease: The European Society of Endodontology (ESE) S3-level clinical practice guideline. *International Endodontic Journal*, 56 Suppl 3(S3), 238–295. <https://doi.org/10.1111/IEJ.13974>
- Estrela, C., Cintra, L. T. A., Duarte, M. A. H., Rossi-Fedele, G., Gavini, G., & Sousa-Neto, M. D. (2023). Mechanism of action of Bioactive Endodontic Materials. *Brazilian Dental Journal*, 34(1), 1–11. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305278>

- Hegde, V., Jain, A., & Patekar, S. B. (2023). Comparative evaluation of calcium hydroxide and other intracanal medicaments on postoperative pain in patients undergoing endodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Conservative Dentistry : JCD*, 26(2), 134–142. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_501_22
- Kibe, A. N., Nikhade, P. P., & Thote, A. P. (2023). Comparative Evaluation of the Effect of Six Different Low-Surface-Tension Vehicles on the Penetration of Modified Triple Antibiotic Paste in Dentinal Tubules: An In Vitro Study. *Cureus*, 15(9). <https://doi.org/10.7759/CUREUS.44939>
- Liao, W. C., Chen, C. H., Pan, Y. H., Chang, M. C., & Jeng, J. H. (2021). Vertical Root Fracture in Non-Endodontically and Endodontically Treated Teeth: Current Understanding and Future Challenge. *Journal of Personalized Medicine*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/JPM11121375>
- Ordinola-Zapata, R., Noblett, W. C., Perez-Ron, A., Ye, Z., & Vera, J. (2022). Present status and future directions of intracanal medicaments. *International Endodontic Journal*, 55 Suppl 3(Suppl 3), 613–636. <https://doi.org/10.1111/IEJ.13731>
- Rôças, I. N., Provenzano, J. C., Neves, M. S., Alves, F. R. F., Gonçalves, L. S., & Siqueira, J. F. (2023). Effects of Calcium Hydroxide Paste in Different Vehicles on Bacterial Reduction during Treatment of Teeth with Apical Periodontitis. *Journal of Endodontics*, 49(1), 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2022.10.008>
- Sunlakawit, C., Chaimanakarn, C., Srimaneekarn, N., & Osiri, S. (2024). Effect of Calcium Hydroxide as an Intracanal Medication on Dentine Fracture Resistance: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *Journal of Endodontics*, 50(12), 1714-1724.e6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.08.005>
- Zou, X., Zheng, X., Liang, Y., Zhang, C., Fan, B., Liang, J., Ling, J., Bian, Z., Yu, Q., Hou, B., Chen, Z., Wei, X., Qiu, L., Chen, W., He, W., Xu, X., Meng, L., Zhang, C., Chen, L., ... Yue, L. (2024). Expert consensus on irrigation and intracanal medication in root canal therapy. *International Journal of Oral Science*, 16(1). <https://doi.org/10.1038/S41368-024-00280-5>