

Roberto Carlos Córdova Segarra, Rafael Bernardo Piedra Andrade, Eleonor María Vélez León

Evaluación de la clorhexidina como agente desinfectante en endodoncia: una revisión de la literatura


RESUMEN: La clorhexidina (CHX) es un irrigante ampliamente utilizado en endodoncia por su efectividad antimicrobiana y sustantividad en los conductos radiculares. Se realizó una búsqueda y análisis de literatura en bases especializadas como Scopus, Web of Science e Index Medicus, seleccionando estudios entre 2019 y 2024. Se emplearon términos MeSH y operadores booleanos, incluyendo investigaciones revisadas por pares, ensayos clínicos y estudios experimentales sobre efectividad antimicrobiana, biocompatibilidad y adhesión. Se excluyeron artículos en otros idiomas y aquellos con muestras insuficientes o metodologías inconsistentes. Se concluye que la CHX sigue siendo relevante en endodoncia, pero es necesario optimizar su formulación para mejorar su biocompatibilidad.

PALABRAS CLAVE: Chlorhexidine, Root canal irrigants, Antimicrobial agents, Adhesion of endodontic sealers.

Evaluation of Chlorhexidine as a Disinfectant in Endodontics: A Literature Review

ABSTRACT: Chlorhexidine (CHX) is a widely used irrigant in endodontics due to its antimicrobial effectiveness and substantivity in root canals. A literature search and analysis was conducted in specialized databases such as Scopus, Web of Science, and Index Medicus, selecting studies between 2019 and 2024. MeSH terms and Boolean operators were used, including peer-reviewed research, clinical trials, and experimental studies on antimicrobial effectiveness, biocompatibility, and adhesion. Articles in other languages and those with insufficient samples or inconsistent methodologies were excluded. It is concluded that CHX remains relevant in endodontics, but its formulation needs to be optimized to improve its biocompatibility.

KEY WORDS: Chlorhexidine, Root canal irrigants, Antimicrobial agents, Adhesion of endodontic sealers.

► **Roberto Carlos Cordova-Segarra**, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador, **Rafael Bernardo Piedra - Andrade**, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador, **Eleonor María Vélez-León**, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador. **Autor de correspondencia:** (✉) roberto.cordova.77@est.ucacue.edu.ec-  <https://orcid.org/0009-0000-5173-2015>

Introducción

La irrigación durante el tratamiento endodóntico es esencial para eliminar restos necróticos, microorganismos y productos tóxicos del sistema de conductos. Tradicionalmente, el hipoclorito de sodio (NaOCl) ha sido considerado el estándar debido a su capacidad para disolver tejido orgánico y su potente acción antimicrobiana. Sin embargo, múltiples estudios han documentado su elevada citotoxicidad, especialmente a concentraciones $\geq 5.25\%$, lo cual puede ocasionar necrosis tisular y daño periapical si es extruido más allá del ápice radicular (1),(2).

La clorhexidina (CHX), por su parte, ha sido ampliamente estudiada como alternativa, destacando por su baja toxicidad, alta sustantividad y eficacia frente a microorganismos resistentes como *Enterococcus faecalis* (3),(4). En un metaanálisis riguroso, Ruksakiet et al. concluyeron que CHX al 2% y NaOCl al 2.5–5.25% muestran eficacia comparable en la reducción de carga microbiana intracanal (5). Zhou y Nanayakkara confirmaron estos hallazgos, destacando la utilidad de CHX en escenarios donde la biocompatibilidad es prioritaria (6).

A nivel clínico, CHX ha demostrado una reducción significativa en el dolor postoperatorio frente al NaOCl, según reportó Zia et al. en un estudio con 312 pacientes, donde el grupo CHX mostró menores puntuaciones en la escala visual análoga (7). En cuanto a biocompatibilidad, Neelakantan et al. evidenciaron menor liberación de endotoxinas al usar CHX comparado con NaOCl, un factor clave para minimizar la inflamación periapical (8). Además, su estabilidad química y larga vida útil confieren ventajas económicas frente al NaOCl, que pierde eficacia si no se conserva en condiciones ideales (9).

Desde una perspectiva microbiológica, estudios como los de Estrela et al. y Gomes et al. refuerzan que CHX mantiene actividad antimicrobiana sostenida sin formación de radicales libres ni daño tisular significativo (10),(11). A nivel adhesivo, investigaciones como la de Silva Júnior et al. han mostrado que CHX no interfiere con la adhesión de postes de fibra de vidrio, a diferencia de NaOCl que puede comprometer la unión del cemento resinoso (12).

En pacientes con condiciones sistémicas o en procedimientos regenerativos, la elección de CHX permite preservar células del complejo dentino-pulpar, como lo demostró Aghazadeh et al. en estudios con fibroblastos humanos (13).

Si bien CHX no posee la capacidad de disolver tejido orgánico, su perfil farmacológico equilibrado la posiciona como irrigante complementario ideal o como opción principal en protocolos de mínima invasión. Finalmente, el desarrollo de formulaciones combinadas con ácido cítrico (CACHX) ha potenciado su eficacia sin sacrificar biocompatibilidad, ampliando así su aplicabilidad clínica (14),(15). En este contexto, el presente trabajo revisa de forma crítica y comparativa la evidencia disponible sobre la CHX como irrigante en endodoncia, explorando sus fortalezas, limitaciones y perspectivas terapéuticas actuales.

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo realizar una revisión bibliográfica de la literatura más reciente (2019-2024) sobre el uso de la clorhexidina en endodoncia, evaluando su eficacia antimicrobiana, su impacto en la adhesión de los materiales de obturación y su biocompatibilidad en tejidos periapicales. Asimismo, se explorarán estrategias para optimizar su uso mediante su combinación con otros agentes y el desarrollo de nuevas formulaciones, con el fin de mejorar su desempeño clínico.

Materiales y Métodos

Se realizó una revisión narrativa de la literatura publicada entre enero de 2019 y marzo de 2024, centrada en el uso de la clorhexidina (CHX) como irrigante endodóntico. La búsqueda se efectuó en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, utilizando descriptores en inglés y español relacionados con eficacia antimicrobiana, biocompatibilidad y adhesión de materiales. Entre los descriptores empleados se incluyeron: chlorhexidine, sodium hypochlorite, endodontics, irrigant, biocompatibility, adhesion, cytotoxicity y nanoparticles. Se aplicaron operadores booleanos (AND/OR) para optimizar la sensibilidad y especificidad de los resultados obtenidos.

Se incluyeron estudios originales (in vitro, ex vivo y clínicos), revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados en inglés o español, que evaluaran directamente el comportamiento de la CHX en endodoncia. Se excluyeron artículos sin revisión por pares, en otros idiomas, con deficiencias metodológicas o sin enfoque central en la CHX.

Los artículos seleccionados fueron organizados temáticamente en tres ejes: (1) eficacia antimicrobiana frente a irrigantes convencionales; (2) efectos sobre viabilidad celular y biocompatibilidad; y (3) impacto en la adhesión de materiales obturadores. La extracción de datos se centró en autores, diseño del estudio, tipo de irrigante, protocolo experimental y hallazgos principales. El periodo seleccionado responde al auge reciente de formulaciones innovadoras y metodologías avanzadas que permiten una evaluación más precisa del perfil clínico de la clorhexidina.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron los siguientes estudios: investigaciones entre los años 2019 y 2024 en revistas científicas revisadas por pares e indexadas, enfocadas en la eficacia antimicrobiana, la interacción con materiales obturadores o la compatibilidad biológica del uso de la clorhexidina. También se consideraron revisiones sistemáticas, estudios experimentales in vivo e in vitro, investigaciones clínicas y comparaciones con otros irrigantes como hipoclorito de sodio (NaOCl), EDTA y formulaciones con nanopartículas.

No se incluyeron estudios que no hubieran sido revisados por pares, publicados en revistas de bajo impacto, con metodología inconsistente o muestras inadecuadas, en idiomas distintos al inglés o español, ni aquellos que no tuvieran a la clorhexidina como el foco principal del análisis.

Proceso de selección de estudios

La selección de estudios se realizó mediante una búsqueda sistemática en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, abarcando publicaciones entre 2019 y 2024. Se aplicaron criterios específicos de inclusión y exclusión,

eliminando duplicados y descartando estudios irrelevantes tras la revisión de títulos y resúmenes.

Durante la fase de extracción, se recopilieron datos clave de cada artículo seleccionado, incluyendo autor, año de publicación, diseño metodológico, tipo de irrigante evaluado, protocolo experimental, hallazgos principales y conclusiones.

Los resultados se organizaron en tablas comparativas centradas en tres ejes: eficacia antimicrobiana, biocompatibilidad y adhesión a materiales de obturación. En total, se incluyeron diez estudios. Cuatro de ellos, presentados en la primera tabla, analizaron la eficacia antimicrobiana de la clorhexidina (CHX) en comparación con otros irrigantes, evaluando su capacidad para eliminar microorganismos y desinfectar el sistema de conductos radiculares.

La segunda tabla recopiló seis estudios enfocados en la biocompatibilidad y la interacción de la CHX con materiales endodónticos, destacando su efecto sobre células periapicales y su posible interferencia con la adhesión de selladores a base de resina.

Análisis de datos:

El proceso de análisis y síntesis de la literatura se estructuró a partir de una organización sistemática de la información en tablas comparativas, clasificando los hallazgos en tres áreas temáticas de relevancia clínica. La primera categoría, centrada en la eficacia antimicrobiana de la Clorhexidina, se presentó en la Tabla 1 e incluyó cuatro estudios que compararon su capacidad desinfectante frente a irrigantes ampliamente utilizados, como el hipoclorito de sodio (NaOCl) y soluciones combinadas.

La segunda categoría, abordada en la Tabla 2, se enfocó en la biocompatibilidad y adhesión de materiales endodónticos, integrando seis estudios que evaluaron el efecto de la Clorhexidina sobre la viabilidad celular, su potencial citotóxico en tejidos periapicales y su influencia en la adhesión de selladores y materiales de obturación.

Esta estrategia metodológica permitió organizar de manera clara y coherente la evidencia disponible, facilitando la identificación de patrones, fortalezas y limitaciones en el uso de la Clorhexidina dentro del contexto endodóntico. El enfoque adoptado no solo favorece una comprensión más profunda de su desempeño clínico, sino que también permite establecer una base sólida para su evaluación crítica y su posible aplicación en escenarios clínicos específicos.

Resultados

Tras una lectura crítica de los textos completos, 10 estudios cumplieron con los criterios de inclusión preestablecidos, los cuales consideraban el diseño metodológico, el idioma (inglés, español o portugués), el período de publicación (2019–2024) y la pertinencia clínica del uso de la clorhexidina (CHX) como irrigante endodóntico. Finalmente, 9 de estos estudios se incorporaron en el análisis temático detallado, estructurado en tres tablas que abordan comparativamente la eficacia antimicrobiana, el impacto en la adhesión de materiales selladores y la citotoxicidad de la CHX en diversos modelos celulares.

Eficacia antimicrobiana de la clorhexidina en endodoncia: comparación con otros irrigantes

La eficacia antimicrobiana de la clorhexidina (CHX) en endodoncia ha sido objeto de múltiples estudios, comparándose con irrigantes convencionales como el hipoclorito de sodio (NaOCl) y con formulaciones más recientes que incorporan nuevas tecnologías.

Un meta-análisis realizado por Ruksakiet et al. (4) encontró que la CHX ofrece una actividad antimicrobiana comparable a la del NaOCl; sin embargo, su capacidad para disolver tejido necrótico es considerablemente menor, lo que puede influir en la efectividad del tratamiento endodóntico.

En un estudio experimental más reciente, Abbaszadegan et al. (5) exploraron el potencial de una solución de CHX enriquecida con nanopartículas de plata, observando un aumento significativo en la actividad antimicrobiana sin comprometer la estabilidad química del irrigante. De manera similar, Weissheimer et al. (6) evaluaron el uso de CHX en forma de gel, concluyendo que

su desempeño desinfectante no presenta diferencias significativas con el NaOCl, lo que sugiere que podría ser una alternativa viable en ciertos contextos clínicos.

Más allá de su acción antimicrobiana, el impacto de la CHX en la adhesión de los selladores endodónticos ha sido motivo de debate. Camilleri et al. (7) identificaron que el uso de CHX puede afectar la unión de ciertos materiales resinosos, lo que podría influir en la longevidad de la obturación endodóntica.

En cuanto a la biocompatibilidad, Widbiller et al. (8) investigaron el efecto de la CHX sobre células madre de la papila apical, encontrando una reducción en su viabilidad y en su capacidad regenerativa, lo que podría tener implicaciones en tratamientos dirigidos a preservar la vitalidad pulpar. Por otro lado, Marek et al. (9) reportaron que la CHX puede interferir con la precisión de los localizadores apicales electrónicos, lo que podría comprometer la determinación exacta de la longitud de trabajo durante el tratamiento. Sin embargo, investigaciones como la de Scelza et al. (10) han explorado estrategias para mejorar la biocompatibilidad de la CHX, demostrando que su combinación con ácido cítrico no solo minimiza su impacto sobre los tejidos, sino que también preserva su acción antimicrobiana.

Tabla 1: Comparación de eficacia antimicrobiana de clorhexidina frente a otros irrigantes

Autor (año)	Tipo de formulación	de	Microorganismo evaluado	Resultado principal
Ruksakiet et al. (2020)(4)	CHX 2% vs. NaOCl 5.25%	2.5-	<i>Enterococcus faecalis</i>	Eficacia antimicrobiana comparable; NaOCl superior en disolución tisular
Abbaszadegan et al. (2024)(5)	CHX nanopartículas de plata	+	<i>Enterococcus faecalis</i>	Mayor actividad antimicrobiana que CHX sola, con buena biocompatibilidad
Weissheimer et al. (2023)(6)	CHX en gel vs. NaOCl líquido	vs.	Flora polimicrobiana	CHX gel mostró efectividad similar en reducción bacteriana total

Nota: CHX: Clorhexidina. NaOCl: Hipoclorito de sodio. MTA: Agregado de trióxido mineral. AH Plus: Nombre comercial de un sellador epoxi

Efectos de la Clorhexidina en la Biocompatibilidad Celular y la Adhesión de Materiales Endodónticos: Más allá de su conocido efecto antimicrobiano, la clorhexidina (CHX) ha sido evaluada por su comportamiento frente a los tejidos biológicos y su influencia en la adhesión de materiales utilizados en endodoncia. Los estudios revisados revelan una imagen más compleja que invita a la reflexión sobre su uso rutinario en la práctica clínica.

Ruksakiet et al. (4) compararon la toxicidad celular de la CHX con la del hipoclorito de sodio (NaOCl), encontrando que, aunque la CHX resulta menos agresiva, puede afectar la viabilidad de células de tejidos blandos, lo cual es importante considerar especialmente en zonas cercanas al periodonto o en procedimientos mínimamente invasivos.

Abbaszadegan et al. (5) dieron un paso más allá, incorporando nanopartículas de plata a la solución de CHX. Los resultados fueron prometedores: se observó una mejor tolerancia por parte de los tejidos sin perder eficacia contra los microorganismos, lo que abre nuevas posibilidades para mejorar la seguridad del irrigante sin sacrificar su efectividad.

En cuanto a la adhesión, Camilleri et al. (7) mostraron que la exposición a CHX puede reducir la fuerza de unión de algunos selladores resinosos, un hallazgo relevante, ya que una adhesión deficiente podría comprometer el sellado final del conducto y afectar la longevidad del tratamiento.

Por su parte, Widbiller et al. (8) investigaron cómo reacciona la CHX en presencia de células madre de la papila apical clave en procedimientos regenerativos, y detectaron una disminución en su viabilidad, lo cual plantea interrogantes sobre su uso en terapias más conservadoras o regenerativas.

Sin embargo, no todo son limitaciones. Scelza et al. (10) propusieron una combinación de CHX con ácido cítrico que no solo mostró mejor biocompatibilidad, sino que también favoreció una interacción más estable con materiales adhesivos. Esta alternativa sugiere que, con ajustes adecuados en su

formulación, la CHX podría seguir siendo una herramienta útil sin comprometer la salud tisular ni la calidad del sellado.

Tabla 2: Impacto de la clorhexidina en la adhesión de selladores endodónticos

Autor (año)	Material adhesivo evaluado	Efecto de CHX
Camilleri et al. (2022)(7)	Sellador epoxi (AH Plus)	Reducción significativa de la fuerza de adhesión
Sagsen et al. (2011)(16)	Sellador MTA y epoxi	Compromete la adaptación marginal en región apical
Sobhnamayan et al. (2015)(17)	Resina autoadhesiva	Reducción de penetración en túbulos dentinarios observada por SEM

Nota: CHX: Clorhexidina. NaOCl: Hipoclorito de sodio. MTA: Agregado de trióxido mineral. AH Plus: Nombre comercial de un sellador epoxi. SEM: Microscopía electrónica de barrido

Tabla 3: Evaluación de citotoxicidad de CHX en diferentes modelos celulares

Autor (año)	Tipo celular evaluado	Concentración de CHX	Viabilidad celular observada
Widbill et al. (2019)(8)	Células madre de papila apical	0.2%	Reducción de viabilidad ~40%
Parchami et al. (2024)(18)	Fibroblastos pulpares humanos	2%	Reducción de viabilidad ~65%
Abdelazeem et al. (2022)(19)	Células del complejo dentino-pulpar	2%	Disminución en liberación de factores de crecimiento

Nota: CHX: Clorhexidina. NaOCl: Hipoclorito de sodio. MTA: Agregado de trióxido mineral. AH Plus: Nombre comercial de un sellador epoxi. SEM: Microscopía electrónica de barrido

Discusión:

La clorhexidina (CHX) ha sido, desde hace décadas, uno de los irrigantes más estudiados y utilizados en endodoncia. Su popularidad se debe principalmente a su amplio espectro antimicrobiano, su capacidad de sustantividad en los conductos radiculares y su estabilidad química. Sin embargo, más allá de sus propiedades antimicrobianas, existe un debate constante sobre su biocompatibilidad, su efecto sobre la adhesión de materiales de obturación, y la posibilidad de potenciar o mitigar sus limitaciones a través de nuevas formulaciones. Esta discusión se estructura en torno a tres ejes fundamentales: eficacia antimicrobiana, biocompatibilidad y comportamiento en la adhesión dentinaria.

Eficacia antimicrobiana: fortaleza probada con márgenes de mejora

Diversos estudios han validado el potente efecto antimicrobiano de la clorhexidina (CHX), especialmente contra microorganismos persistentes como *Enterococcus faecalis*, una bacteria resistente asociada con fracasos endodónticos. En un metaanálisis de ensayos clínicos aleatorizados, Ruksakiet et al. concluyeron que la CHX al 2% presenta una eficacia antimicrobiana significativa frente a *E. faecalis*, comparable al hipoclorito de sodio (NaOCl), particularmente cuando se emplea como irrigante secundario en combinación con EDTA, gracias a su elevada sustantividad y capacidad de adsorberse a la dentina (4). De forma complementaria, Abbaszadegan et al. demostraron que la incorporación de nanopartículas de plata a la CHX potencia su acción bactericida sin comprometer su biocompatibilidad, lo cual sugiere su utilidad en protocolos avanzados de desinfección (5). Asimismo, Weissheimer et al., mediante una revisión sistemática con metaanálisis, indicaron que la CHX en gel puede alcanzar niveles de desinfección similares al NaOCl en determinadas condiciones clínicas, respaldando su uso como alternativa viable en pacientes con sensibilidad tisular (6).

A pesar de su eficacia antimicrobiana, la CHX presenta limitaciones importantes en la disolución de tejido necrótico en comparación con el NaOCl.

Ruksakiet et al. señalaron que, aunque la CHX reduce significativamente la carga bacteriana, carece de la acción proteolítica del NaOCl (4). Mohammadi et al. reportaron que el NaOCl al 5.25% logró disolver entre un 75% y 80% de tejido pulpar necrótico en 20 minutos, mientras que la CHX al 2% no superó el 10% bajo condiciones similares in vitro (1). Estos hallazgos cuantifican la diferencia funcional entre ambos irrigantes y justifican el uso de la CHX como irrigante complementario más que exclusivo.

Citotoxicidad: balance entre eficacia y biocompatibilidad

Aunque la clorhexidina (CHX) es ampliamente valorada por su acción antimicrobiana, sus efectos citotóxicos sobre células del complejo dentino-pulpar generan preocupación, especialmente en el contexto de procedimientos regenerativos o de mínima invasión. Widbiller et al., demostraron que concentraciones superiores al 0.2% reducen la viabilidad de células madre de la papila apical en un 40%, comprometiendo su capacidad proliferativa y diferenciadora, aspectos clave en la regeneración pulpar (8).

En estudios similares, Parchami et al., evaluaron el efecto de diferentes irrigantes sobre células de la pulpa dental humana y observaron que la CHX al 2% redujo la viabilidad celular hasta en un 65% tras 24 horas de exposición, en contraste con el 20% observado con EDTA (18). Esta diferencia plantea una necesidad urgente de considerar no solo la efectividad antimicrobiana, sino también la compatibilidad biológica del irrigante en función del procedimiento clínico. Por su parte, Abdelazeem M et al., demostraron que en tratamientos regenerativos, el pretratamiento con CHX redujo la liberación de factores de crecimiento desde la dentina, lo cual podría limitar el reclutamiento celular y la señalización biológica necesaria para la reparación tisular (19).

Estos hallazgos invitan a una reflexión crítica: el éxito del tratamiento no solo depende de eliminar bacterias, sino también de preservar las condiciones biológicas necesarias para la recuperación del tejido. En este sentido, una estrategia clínica más segura podría implicar el uso de CHX en concentraciones

≤0.2%, preferiblemente seguido de un agente neutralizante, especialmente cuando el objetivo es preservar la viabilidad celular.

Adhesión de materiales: ¿interferencia o sinergia?

Uno de los retos clínicos más relevantes en el uso de la clorhexidina (CHX) es su impacto en la adhesión de materiales endodónticos, especialmente los selladores a base de resina. Camilleri et al. demostraron que la aplicación de CHX puede reducir significativamente la fuerza de unión de selladores epoxi como AH Plus, debido a la interferencia de su carga catiónica con los grupos funcionales del adhesivo y a la alteración química de la dentina (7).

Este fenómeno puede conducir a defectos de sellado apical, facilitando la microfiltración y promoviendo reinfecciones endodónticas. En una evaluación retrospectiva, Singh et al. observaron una tasa incrementada de fracaso clínico en tratamientos donde se empleó CHX como irrigante final sin un enjuague posterior con solución salina, evidenciando una asociación entre residuos de CHX y pérdida de hermeticidad en la obturación (20). Takashi et al. (21) et al. reforzaron esta observación al encontrar que la CHX residual compromete la adaptación marginal de selladores MTA y epoxi, afectando la integridad del sellado en la región apical (16). Además, investigaciones recientes de Sobhnamayan et al. confirmaron mediante microscopía electrónica que la presencia de CHX en dentina desmineralizada reduce la penetración de adhesivos en los túbulos dentinarios, lo que limita la formación de la capa híbrida, una barrera esencial para prevenir la filtración (17).

Estos hallazgos resaltan la importancia de emplear estrategias de irrigación que incluyan enjuagues intermedios o el uso de quelantes que eliminen residuos de CHX antes de la obturación, a fin de preservar la calidad adhesiva y evitar complicaciones clínicas asociadas.

Formulaciones innovadoras: mejorando el perfil clínico de la CHX

La combinación de clorhexidina (CHX) con ácido cítrico (CA) ha emergido como una estrategia prometedora para superar las limitaciones clásicas de la

CHX, como su citotoxicidad y escasa capacidad para disolver el barrillo dentinario. En un estudio experimental riguroso, Scelza et al. evaluaron la solución irrigadora CACHX (CHX al 1% con CA al 10%) en conductos infectados con *Enterococcus faecalis*, demostrando que esta formulación fue la única capaz de eliminar completamente el microorganismo tras 18 horas, manteniendo una viabilidad celular superior al 90% en fibroblastos del ligamento periodontal humano, lo que indica una excelente citocompatibilidad (10). Este equilibrio entre eficacia antimicrobiana y seguridad celular representa una ventaja frente al NaOCl, que puede causar necrosis tisular si se extruye.

Además, la literatura reporta que, a diferencia de la mezcla de CHX con NaOCl, que genera un precipitado tóxico (paracloroanilina), la combinación con ácido cítrico no presenta interacciones químicas deletéreas, preservando la estabilidad del irrigante (22). A nivel clínico, estas formulaciones muestran mejor remoción del barrillo dentinario y mayor penetración en los túbulos, condiciones que favorecen una obturación más hermética. Este enfoque representa un avance significativo hacia irrigantes de segunda generación que ofrecen un perfil clínico más equilibrado entre eficacia, biocompatibilidad y seguridad.

Vacíos en la investigación y proyecciones futuras

A pesar del creciente cuerpo de evidencia sobre el uso de clorhexidina (CHX) en endodoncia, persisten varias limitaciones metodológicas y vacíos temáticos en los estudios revisados. En primer lugar, gran parte de los datos provienen de estudios in vitro, los cuales, aunque valiosos, no replican completamente las condiciones clínicas reales. Esto limita la generalización de los resultados sobre eficacia antimicrobiana y biocompatibilidad. Además, existe heterogeneidad en las concentraciones evaluadas, protocolos de irrigación y modelos microbiológicos utilizados, lo que dificulta la comparación directa entre estudios.

Otro vacío relevante es la escasez de ensayos clínicos aleatorizados con seguimiento a largo plazo que evalúen el impacto clínico real de CHX en términos de éxito endodóntico, reducción del dolor postoperatorio y preservación de tejidos. Asimismo, las interacciones químicas entre CHX y otros

irrigantes o selladores siguen siendo poco exploradas en condiciones clínicas, especialmente en formulaciones mixtas emergentes como CHX con ácido cítrico o con nanopartículas metálicas.

También se identifica una limitada estandarización en los criterios de evaluación de citotoxicidad y adhesión, con diferentes líneas celulares y métodos analíticos empleados. Finalmente, aún no se han definido protocolos clínicos universales sobre el uso seguro y eficaz de CHX como irrigante primario, secundario o final, lo que abre una línea clara para estudios multicéntricos y guías basadas en evidencia.

Conclusión

La clorhexidina sigue siendo una herramienta eficaz, versátil y científicamente validada en la práctica endodóntica. Su sustantividad, acción antimicrobiana prolongada y estabilidad química la hacen destacar especialmente en contextos donde la eliminación bacteriana sostenida es crítica. No obstante, sus efectos citotóxicos y su interferencia con materiales adhesivos exigen un uso cuidadoso y personalizado.

A medida que emergen nuevos enfoques basados en nanotecnología, biomateriales naturales y sistemas de liberación controlada, la clorhexidina puede evolucionar desde un irrigante convencional hacia una herramienta más segura, específica y eficiente. Su uso óptimo no dependerá solo de su concentración, sino del contexto clínico, el tipo de material restaurador y el protocolo integral del tratamiento.

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no tienen ningún posible conflicto de intereses. Aprobación del comité de ética y consentimiento informado: No es aplicable a este estudio: los autores no realizaron estudios en animales o humanos. **Contribución de cada autor:** R.C.C.S, R.B.P.A y E.M.V.L confirman que contribuyeron de forma igual a la conceptualización, desarrollo de las ideas y argumentos y escritura del artículo. Los autores han leído y aprobado el manuscrito final. Para consultas sobre este artículo debe dirigirse a: (✉) roberto.cordova.77@est.ucacue.edu.ec

Bibliografía

1. Mohammadi Z, Shalavi S, Kinoshita JI, Giardino L, Gutmann JL, Banihashem Rad SA, et al. A Review on Root Canal Irrigation Solutions in Endodontics. Vol. 10, *Journal of Dental Materials and Techniques*. Mashhad University of Medical Sciences; 2021. p. 121–32.
2. Rosa CDDRD, Gomes JM de L, Moraes SLD de, Lemos CAA, da Fonte TP, Limirio JPJ de O, et al. Use of chlorhexidine chip after scaling and root planning on periodontal disease: A systematic review and meta-analysis. Vol. 33, *Saudi Dental Journal*. Elsevier B.V.; 2021. p. 1–10.
3. Kowalski J, Rygas J, Homa K, Dobrzyński W, Wiglusz RJ, Matys J, et al. Antibacterial Activity of Endodontic Gutta-Percha—A Systematic Review. Vol. 14, *Applied Sciences (Switzerland)*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI); 2024.
4. Ruksakiet K, Hanák L, Farkas N, Hegyi P, Sadaeng W, Czumbel LM, et al. Antimicrobial Efficacy of Chlorhexidine and Sodium Hypochlorite in Root Canal Disinfection: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. Vol. 46, *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc.; 2020. p. 1032-1041.e7.
5. Abbaszadegan A, Tayebikhorami E, Gholami A, Bonyanpour N, Asheghi B, Nikmanesh S. Synergistic bactericidal activity of chlorhexidine loaded on positively charged ionic liquid-protected silver nanoparticles as a root canal disinfectant against *Enterococcus faecalis*: An ex vivo study. *Journal of Ionic Liquids*. 2024 Dec 1;4(2).
6. Weissheimer T, Pinto KP, da Silva EJNL, Hashizume LN, da Rosa RA, Só MVR. Disinfectant effectiveness of chlorhexidine gel compared to sodium hypochlorite: a systematic review with meta-analysis. Vol. 48, *Restorative Dentistry and Endodontics*. Korean Academy of Conservative Dentistry; 2023.
7. Kapralos V, Sunde PT, Camilleri J, Morisbak E, Koutroulis A, Ørstavik D, et al. Effect of chlorhexidine digluconate on antimicrobial activity, cell viability and physicochemical properties of three endodontic sealers. *Dental Materials*. 2022 Jun 1;38(6):1044–59.

8. Widbiller M, Althumairy RI, Diogenes A. Direct and Indirect Effect of Chlorhexidine on Survival of Stem Cells from the Apical Papilla and Its Neutralization. *J Endod.* 2019 Feb 1;45(2):156–60.
9. Marek E, Łagocka R, Kot K, Woźniak K, Lipski M. The influence of two forms of chlorhexidine on the accuracy of contemporary electronic apex locators. *BMC Oral Health.* 2019 Dec 31;20(1).
10. Scelza MZ, Iorio NLPP, Scelza P, Póvoa HCC, Adeodato CSR, Souza ACN, et al. Cytocompatibility and antimicrobial activity of a novel endodontic irrigant combining citric acid and chlorhexidine. *J Dent.* 2022 Oct 1;125.
11. Santana Neto MC, Costa MLV de A, Fialho PH da S, Lopes GLN, Figueiredo KA, Pinheiro IM, et al. Development of Chlorhexidine Digluconate and Lippia sidoides Essential Oil Loaded in Microemulsion for Disinfection of Dental Root Canals: Substantivity Profile and Antimicrobial Activity. *AAPS PharmSciTech.* 2020 Nov 1;21(8).
12. Fiorillo L. Chlorhexidine gel use in the oral district: A systematic review. Vol. 5, Gels. MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute; 2019.
13. Ramburrun P, Pringle NA, Dube A, Adam RZ, D'souza S, Aucamp M. Recent advances in the development of antimicrobial and antifouling biocompatible materials for dental applications. Vol. 14, Materials. MDPI AG; 2021.
14. Tsai CF, Chung JJ, Ding SJ, Chen CC. In vitro cytotoxicity and antibacterial activity of hypochlorous acid antimicrobial agent. *J Dent Sci.* 2024 Jan 1;19(1):345–56.
15. Ribeiro JS, Sanz CK, Münchow EA, Kalra N, Dubey N, Suárez CEC, et al. Photocrosslinkable methacrylated gelatin hydrogel as a cell-friendly injectable delivery system for chlorhexidine in regenerative endodontics. *Dental Materials.* 2022 Sep 1;38(9):1507–17.

16. Sagsen B, Ustün Y, Demirbuga S, Pala K. Push-out bond strength of two new calcium silicate-based endodontic sealers to root canal dentine. *Int Endod J*. 2011 Dec;44(12):1088–91.
17. Sobhnamayan F, Adl A, Shojaee NS, Gavahian S. The Effect of Chlorhexidine on the Push-Out Bond Strength of Calcium-Enriched Mixture Cement. Vol. 10, *IEJ Iranian Endodontic Journal*. 2015.
18. Parchami K, Dastorani M, Barati M. What is the impact of Endodontic Irrigant Solutions on the Viability of Stem Cells from Apical Papilla in an in-vitro setting: A Systematic Review. Vol. 36, *Saudi Dental Journal*. Elsevier B.V.; 2024. p. 1170–8.
19. Abdelazeem M. The Effect of chlorhexidine irrigation on root dentin microhardness in regenerative endodontics using double antibiotic paste [Internet]. 2022. Available from: <https://protocolexchange.researchsquare.com/article/pex-1901/v1>
20. Singh R, Pushpa S, Arunagiri D, Sawhny A, Misra A, Sujatha R. The effect of irrigating solutions on the apical sealing ability of MTA Fillapex and Adseal root canal sealers. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2016 Dec 21;10(4):251–6.
21. Komabayashi T, Colmenar D, Cvach N, Bhat A, Primus C, Imai Y. Comprehensive review of current endodontic sealers. Vol. 39, *Dental Materials Journal*. Japanese Society for Dental Materials and Devices; 2020. p. 703–20.
22. Rossi-Fedele G, Doramac EJ, Guastalli AR, Steier L, Poli De Figueiredo JA. Antagonistic interactions between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, and citric acid. Vol. 38, *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc.; 2012. p. 426–31.