



Facultad de Ciencias de la Salud

Tema:

Tecnología láser en odontología: Aplicación clínica en la esterilización de conductos radiculares en endodoncia. Revisión de literatura.

Trabajo de titulación para la obtención del Título de Odontólogo

Presentado por:

Angela Carolina Pavón Chamorro

Tutor:

Karol Jazmin Carrillo Rengifo

Quito, marzo de 2026

Resumen

Introducción: La tecnología láser ha transformado los procedimientos endodónticos al ofrecer una alternativa precisa y eficaz para la descontaminación del sistema de conductos radiculares. Su capacidad para eliminar bacterias, biofilms y residuos orgánicos mediante energía lumínica ha demostrado mejorar la calidad del tratamiento y reducir la incidencia de reinfecciones. **Materiales y métodos:** Se realizó una búsqueda sistemática de artículos científicos publicados entre 2020 y 2025 en la base de datos PubMed. Se emplearon las palabras clave “láser en endodoncia”, “esterilización de conductos radiculares” y “laser disinfection”, combinadas mediante operadores booleanos. Los criterios de inclusión consideraron estudios en texto completo, en español o inglés, que evaluaran la eficacia clínica del láser en la descontaminación endodóntica. De los 93 artículos identificados, se seleccionaron 25 que cumplieran con los criterios metodológicos establecidos. **Resultados:** Los estudios analizados evidenciaron que los láseres Er:YAG, Nd:YAG y de diodo son altamente efectivos en la eliminación bacteriana, mostrando superioridad frente a los métodos convencionales. Se observó una mejora en la permeabilidad dentinaria, un aumento en la adhesión del material obturador y una reducción significativa de la carga microbiana intracanal. Los parámetros de potencia y tiempo de exposición fueron determinantes para garantizar la seguridad del procedimiento. **Conclusión:** El uso del láser en endodoncia representa un avance tecnológico relevante que optimiza la esterilización del sistema radicular, mejora la predictibilidad clínica y promueve tratamientos más conservadores y biocompatibles dentro de la práctica odontológica contemporánea.

Palabras clave: *láser, endodoncia, esterilización.*

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.

Angela Carolina Pavón Chamorro

C.I. 172384525-9

Dedicatoria

A mis padres, porque han sido mi mayor fortaleza en este camino. Gracias por creer en mí incluso cuando yo misma dudaba, por estar siempre ahí sin esperar nada a cambio, con una paciencia que no merecía pero que agradezco profundamente.

Gracias por los sacrificios que hicieron sin que yo los viera completamente, por apoyarme en cada decisión, aunque no siempre fuera fácil entenderlas. Por enseñarme que el esfuerzo y la dedicación tienen recompensa, pero que lo más importante es nunca perder la humanidad en el camino.

Gracias también por los momentos simples: por escucharme cuando necesitaba desahogarme, por confiar en mis capacidades cuando las dudas me invadían, por recordarme que está bien no ser perfecta, que está bien equivocarse y aprender.

Este logro no es solo mío. Es el resultado de todo lo que ustedes invirtieron en mí, de su amor incondicional y de esa presencia constante que me ha permitido llegar hasta aquí. Espero que se sientan tan orgullosos de este trabajo como yo misma.

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	10
Resultados	11
Fundamentos físicos y mecanismos de acción del láser en la desinfección endodóntica	11
Tipología de láseres empleados en endodoncia y sus parámetros clínicos	11
Aplicación clínica del láser en la esterilización del sistema de conductos radiculares .	12
Ventajas clínicas y limitaciones de la tecnología láser en endodoncia	13
Innovaciones y proyecciones de la tecnología láser en la endodoncia moderna	14
Discusión	15
Conclusión	17
Referencias	18

Tecnología láser en odontología: Aplicación clínica en la esterilización de conductos radiculares en endodoncia. Revisión de literatura.

Angela Carolina Pavón Chamorro

Angela.pavonch@hotmail.com

Resumen

Introducción: La tecnología láser ha transformado los procedimientos endodónticos al ofrecer una alternativa precisa y eficaz para la descontaminación del sistema de conductos radiculares. Su capacidad para eliminar bacterias, biofilms y residuos orgánicos mediante energía lumínica ha demostrado mejorar la calidad del tratamiento y reducir la incidencia de reinfecciones. **Materiales y métodos:** Se realizó una búsqueda sistemática de artículos científicos publicados entre 2020 y 2025 en la base de datos PubMed. Se emplearon las palabras clave “láser en endodoncia”, “esterilización de conductos radiculares” y “laser disinfection”, combinadas mediante operadores booleanos. Los criterios de inclusión consideraron estudios en texto completo, en español o inglés, que evaluaran la eficacia clínica del láser en la descontaminación endodóntica. De los 93 artículos identificados, se seleccionaron 25 que cumplían con los criterios metodológicos establecidos. **Resultados:** Los estudios analizados evidenciaron que los láseres Er:YAG, Nd:YAG y de diodo son altamente efectivos en la eliminación bacteriana, mostrando superioridad frente a los métodos convencionales. Se observó una mejora en la permeabilidad dentinaria, un aumento en la adhesión del material obturador y una reducción significativa de la carga microbiana intracanal. Los parámetros de potencia y tiempo de exposición fueron determinantes para garantizar la seguridad del procedimiento. **Conclusión:** El uso del láser en endodoncia representa un avance tecnológico relevante que optimiza la esterilización del sistema

radicular, mejora la predictibilidad clínica y promueve tratamientos más conservadores y biocompatibles dentro de la práctica odontológica contemporánea.

Palabras clave: *láser, endodoncia, esterilización.*

Abstract

Introduction: Laser technology has transformed endodontic procedures by offering a precise and effective alternative for root canal system decontamination. Its ability to eliminate bacteria, biofilms, and organic debris using light energy has been shown to improve treatment quality and reduce the incidence of reinfections. **Materials and methods:** A systematic search was conducted for scientific articles published between 2020 and 2025 in the PubMed database. The keywords “laser in endodontics,” “root canal sterilization,” and “laser disinfection” were used, combined with Boolean operators. Inclusion criteria considered full-text studies, in Spanish or English, that evaluated the clinical efficacy of lasers in endodontic decontamination. Of the 93 articles identified, 25 were selected that met the established methodological criteria. **Results:** The analyzed studies showed that Er:YAG, Nd:YAG, and diode lasers are highly effective in bacterial elimination, demonstrating superiority over conventional methods. Improvements in dentin permeability, increased adhesion of the obturation material, and a significant reduction in intracanal microbial load were observed. Power and exposure time parameters were crucial for ensuring the safety of the procedure. **Conclusion:** The use of lasers in endodontics represents a significant technological advancement that optimizes root system sterilization, improves clinical predictability, and promotes more conservative and biocompatible treatments within contemporary dental practice.

Key words: *laser, endodontics, sterilization.*

Introducción

La tecnología láser en odontología ha transformado los procedimientos clínicos al introducir métodos más precisos y eficaces en la práctica endodóntica. (Jeong et al., 2023) Su aplicación en la esterilización de conductos radiculares permite una desinfección profunda que complementa las técnicas convencionales. (Zaneva et al., 2025) La energía lumínica emitida por el láser actúa sobre los microorganismos eliminando bacterias y residuos orgánicos de manera controlada. (Usta, Erdem, et al., 2024)

En el ámbito endodóntico esta tecnología se ha convertido en una herramienta valiosa para mejorar la calidad de la limpieza de los conductos. (Balhaddad et al., 2023) Los láseres más empleados incluyen el de diodo, el nd:yag y el er:yag por su efectividad en la desinfección y compatibilidad con tejidos dentarios. (Alharbi et al., 2025) El principio de funcionamiento se basa en la interacción de la luz con los tejidos biológicos generando efectos térmicos y fotoquímicos. (Sachelarie et al., 2024) Estos efectos permiten alcanzar zonas inaccesibles para los instrumentos mecánicos tradicionales dentro del sistema de conductos. (Ribeiro et al., 2025)

La precisión del láser facilita la eliminación del biofilm bacteriano sin comprometer la estructura dentinaria. (Donnermeyer et al., 2024) Su uso contribuye a una mejor descontaminación y favorece el éxito clínico del tratamiento endodóntico. (Jena et al., 2025) La radiación controlada del láser evita el daño térmico excesivo y mantiene la integridad de los tejidos circundantes. (Botu et al., 2023) La combinación del láser con soluciones irrigadoras potencia la acción antimicrobiana y mejora la limpieza del sistema radicular. (Srivastava et al., 2024)

En procedimientos endodónticos complejos el láser ofrece ventajas al reducir el tiempo clínico y aumentar la efectividad de la desinfección. (Ruiz et al., 2023) El control de

los parámetros de potencia y frecuencia permite una aplicación segura en diferentes tipos de conductos. (Saluja et al., 2022) Esta tecnología representa una evolución importante en la práctica odontológica moderna al integrar precisión y biocompatibilidad.(Liu et al., 2022) La aplicación del láser en endodoncia continúa siendo objeto de investigación por su potencial para optimizar los resultados clínicos y reducir la recurrencia de infecciones. (Luchian et al., 2023)

Frente a lo expuesto, el presente estudio tiene como objetivo analizar y comparar la efectividad clínica de la tecnología láser en la esterilización de conductos radiculares durante el tratamiento endodóntico, evaluando su capacidad para reducir la carga bacteriana, mejorar la descontaminación de los túbulos dentinarios y optimizar las condiciones para la obturación, mediante una revisión sistemática de artículos científicos publicados exclusivamente en la base de datos PubMed entre los años 2020 y 2025.

Materiales y Métodos

Esta revisión de literatura se elaboró con el objetivo de analizar la aplicación clínica de la tecnología láser en la esterilización de conductos radiculares durante los tratamientos endodónticos, evaluando su eficacia en la reducción bacteriana, la descontaminación de los túbulos dentinarios y la preservación estructural de la dentina.

Se realizó una búsqueda sistemática de artículos científicos publicados entre los años 2020 y 2025, utilizando exclusivamente la base de datos PubMed.

Para identificar información relevante, se emplearon palabras clave en español e inglés relacionadas con el tema: “láser en endodoncia”, “esterilización de conductos radiculares”, “laser disinfection”, “endodontic treatment” y “root canal sterilization”. En PubMed, se aplicó la siguiente ecuación de búsqueda mediante operadores booleanos:

("laser disinfection" OR "laser sterilization") AND ("endodontics" OR "root canal")
AND ("bacterial reduction" OR "decontamination") NOT ("surgery" OR "implant").

Los criterios de inclusión contemplaron artículos disponibles en texto completo, publicados entre 2020 y 2025, en idioma español o inglés, que evaluaran directamente la eficacia clínica del láser en la descontaminación del sistema de conductos. Se excluyeron artículos duplicados, estudios in vitro sin aplicación clínica directa y publicaciones centradas en usos no endodónticos del láser.

El proceso de selección se desarrolló en tres fases: lectura de títulos, revisión de resúmenes y análisis completo de los textos elegidos. Se aplicó una metodología rigurosa para asegurar la validez y relevancia científica de los estudios incluidos. De los 93 artículos inicialmente identificados, se seleccionaron 25 que cumplieron con todos los criterios

establecidos, provenientes exclusivamente de la base de datos PubMed. Estos trabajos constituyeron la base científica y metodológica para la elaboración y análisis de la presente investigación.

Resultados

Fundamentos físicos y mecanismos de acción del láser en la desinfección endodóntica

El láser en endodoncia se basa en la emisión de radiación electromagnética coherente y monocromática, su interacción con los tejidos dentarios depende de la longitud de onda, la potencia aplicada y las propiedades ópticas del sustrato, al incidir sobre la dentina el haz produce absorción y reflexión de energía generando calor localizado, los efectos térmicos y fotoacústicos destruyen microorganismos mediante la desnaturalización de proteínas bacterianas y ruptura de membranas celulares, la energía lumínica penetra áreas inaccesibles para los irrigantes convencionales, la descontaminación del sistema de conductos se vuelve más efectiva, la carga bacteriana disminuye de manera notable y el pronóstico clínico mejora de forma significativa.(Kantor et al., 2025)

El efecto térmico del láser requiere control preciso para evitar alteraciones en la estructura dentinaria, la calibración de los parámetros de energía y tiempo de exposición determina la seguridad del procedimiento, el calor inducido favorece la vaporización del material orgánico y la destrucción del biofilm, la esterilización localizada mantiene la microdureza de la dentina, la emisión controlada de energía mejora la eliminación de bacterias resistentes, la combinación con instrumentación mecánica incrementa la eficacia del tratamiento, la integridad del conducto se conserva y el riesgo de reinfección disminuye de manera considerable.(Zhang & Wang, 2021)

Tipología de láseres empleados en endodoncia y sus parámetros clínicos

Los láseres utilizados en endodoncia incluyen el diodo, el Nd:YAG y el Er:YAG, cada uno presenta propiedades ópticas que determinan su desempeño clínico, el láser de diodo emite longitudes de onda entre 810 y 980 nanómetros, su absorción en pigmentos bacterianos permite la coagulación y descontaminación intracanal, el Nd:YAG

posee mayor penetración óptica y eficacia en la esterilización profunda del sistema radicular, la regulación de la potencia aplicada resulta fundamental para evitar sobrecalentamiento, la acción fototérmica contribuye a la eliminación de microorganismos en zonas apicales y curvas.(Bytyqi et al., 2021)

El láser Er:YAG presenta una interacción más superficial y controlada, su longitud de onda próxima a la absorción máxima del agua permite una ablación precisa del barro dentinario, la limpieza generada por microexplosiones elimina residuos orgánicos sin alterar la dentina, la temperatura intracanal se mantiene dentro de límites biológicos, el uso combinado con soluciones irrigantes incrementa la penetración del líquido en los túbulos dentinarios, la acción bactericida se potencia de manera significativa, el proceso de desinfección se optimiza y la preparación radicular alcanza una condición biológicamente favorable.(Usta, et al., 2024)

Aplicación clínica del láser en la esterilización del sistema de conductos radiculares

En la práctica clínica el láser se aplica posterior a la instrumentación mecánica, su función es eliminar microorganismos residuales que permanecen en el sistema de conductos, la energía emitida activa soluciones irrigadoras como el hipoclorito de sodio y el EDTA, la acción fotoacústica genera movimientos del líquido irrigante que mejoran la penetración en zonas apicales, la eliminación del biofilm se vuelve más eficiente, la carga microbiana disminuye y la descontaminación se completa, los resultados clínicos muestran mayor limpieza y mejor sellado radicular tras la irrigación láser asistida.(Gonçalves et al., 2025)

La energía distribuida de forma uniforme dentro del conducto asegura una desinfección profunda, la activación controlada promueve la evaporación bacteriana sin alterar la estructura dentinaria, la temperatura se mantiene estable y la arquitectura interna del conducto se conserva, los casos de infección persistente muestran mejor respuesta frente al

tratamiento, la permeabilidad dentinaria mejora y la adhesión del material sellador aumenta, el cierre hermético del sistema radicular se fortalece, los parámetros de potencia, frecuencia y duración determinan la eficacia y seguridad del procedimiento clínico.(Ma & Fei, 2021)

Ventajas clínicas y limitaciones de la tecnología láser en endodoncia

El láser ofrece una reducción significativa de la carga bacteriana en el sistema radicular, el control energético permite una esterilización efectiva sin alterar los tejidos, la inflamación postoperatoria disminuye y la recuperación del paciente mejora, la acción biostimulante del láser favorece la regeneración celular y la reparación tisular, la eliminación selectiva del tejido infectado preserva la estructura sana, los resultados clínicos muestran menor sintomatología posterior, el tratamiento se vuelve más predecible y la calidad de la terapia endodóntica aumenta de forma notable.(Parakh et al., 2024)

El uso del láser requiere capacitación profesional especializada, la calibración incorrecta puede provocar daño térmico en la dentina, la adquisición y mantenimiento de los equipos representan un costo elevado, la falta de protocolos estandarizados dificulta la comparación entre investigaciones clínicas, la aplicación inadecuada puede reducir la eficacia del tratamiento, la formación técnica del operador resulta determinante para garantizar resultados seguros, el control de los parámetros operativos debe ser preciso, la reproducibilidad clínica depende del manejo riguroso del dispositivo y la energía aplicada.(Alves et al., 2025)

Innovaciones y proyecciones de la tecnología láser en la endodoncia moderna

El desarrollo de fibras ópticas de menor diámetro mejora la maniobrabilidad dentro del conducto, el control digital de la energía aplicada aumenta la precisión y reduce los riesgos térmicos, la terapia fotodinámica antimicrobiana combina fotosensibilizadores con

láser de baja intensidad, la reacción fotoquímica resultante genera especies reactivas de oxígeno que destruyen microorganismos sin afectar tejidos circundantes, la eficacia bactericida se amplía a cepas resistentes y retratamientos, la tecnología emergente promueve una desinfección más biocompatible, la seguridad clínica incrementa y los procedimientos se simplifican.(Tripathi et al., 2025)

Las proyecciones de la endodoncia láser se orientan a técnicas mínimamente invasivas, la integración con sistemas de imagen tridimensional permite mayor exactitud en la aplicación de la energía, la combinación con tomografía computarizada mejora la planificación terapéutica, los parámetros óptimos de potencia y longitud de onda se ajustan a cada morfología radicular, los nuevos estudios buscan validar la efectividad bactericida en tiempo real, la tendencia clínica se centra en optimizar protocolos estandarizados, la precisión diagnóstica se incrementa y la eficiencia operativa se consolida dentro de la práctica odontológica moderna.(Rahhali & Bassim, 2025)

Discusión

Los resultados de esta revisión evidencian que la tecnología láser constituye una herramienta eficaz en la descontaminación del sistema de conductos radiculares, los estudios analizados demostraron una reducción considerable de la carga bacteriana y una mejora en la permeabilidad dentinaria, los hallazgos se relacionan con lo descrito por Kantor et al. (2025) y Zhang & Wang (2021) quienes destacaron la capacidad del láser para eliminar microorganismos en zonas inaccesibles a los irrigantes convencionales, la comparación entre diferentes longitudes de onda indicó que los láseres Er:YAG y Nd:YAG ofrecen mayor efectividad en la desinfección profunda, los resultados confirman la importancia del control térmico y la calibración adecuada como factores esenciales para lograr una esterilización segura y predecible dentro del sistema radicular.

Los estudios revisados muestran que el láser Er:YAG presenta una acción más controlada sobre la dentina y una alta eficiencia en la eliminación del barro dentinario, el láser de diodo alcanza resultados satisfactorios cuando se aplica en combinación con soluciones irrigantes activadas, la activación fotoacústica mejora el sellado radicular y optimiza la adhesión del material obturador, la reducción bacteriana obtenida refuerza la efectividad de la técnica en comparación con los métodos convencionales, los hallazgos de esta revisión coinciden con las observaciones reportadas por Bytyqi et al. (2021), Usta et al. (2024), Gonçalves et al. (2025) y Ma & Fei (2021) quienes evidenciaron beneficios clínicos similares en la descontaminación y sellado radicular tras la aplicación controlada del láser.

La limitada información encontrada en algunos estudios evidencia la necesidad de establecer parámetros clínicos estandarizados que permitan comparar resultados con mayor precisión, las diferencias en potencia, longitud de onda y tiempo de exposición dificultan la obtención de conclusiones homogéneas, la escasez de ensayos clínicos con muestras amplias

y seguimientos prolongados restringe la posibilidad de determinar con certeza la superioridad de un tipo de láser sobre otro, estos vacíos metodológicos limitan la generalización de los resultados y refuerzan la necesidad de investigaciones con diseño clínico controlado y reproducible.

Como odontólogos resulta fundamental reconocer la importancia de la evidencia científica sobre el uso del láser en la endodoncia moderna, esta tecnología potencia la eficacia terapéutica y favorece un enfoque más conservador en la descontaminación del sistema radicular, la comprensión de sus mecanismos de acción y la calibración adecuada de los parámetros clínicos permiten alcanzar resultados más precisos y seguros, la incorporación de esta herramienta a la práctica diaria contribuye al desarrollo de tratamientos mínimamente invasivos y con mayor control microbiológico, fortaleciendo la calidad de la atención y la predictibilidad clínica en los procedimientos endodónticos.

Conclusión

La evidencia analizada demuestra que la tecnología láser constituye un recurso eficaz y seguro en la esterilización de conductos radiculares, su aplicación mejora la eliminación bacteriana, optimiza la limpieza de los túbulos dentinarios y contribuye a un sellado radicular más hermético, la combinación con soluciones irrigantes potencia su acción antimicrobiana y favorece resultados clínicos superiores frente a los métodos convencionales, la precisión energética y el control térmico son factores determinantes para evitar daño estructural y garantizar la biocompatibilidad del procedimiento

Referencias

Büyükçavuş, M. H., Sari, Ö. F., & Findik, Y. (2023). Correction of late adolescent skeletal Class III using the Alt-RAMEC protocol and skeletal anchorage.

Korean Journal of Orthodontics, 53(1), 54. <https://doi.org/10.4041/KJOD21.337>

Caruso, S., Lisciotta, E., Caruso, S., Marino, A., Fiasca, F., Buttarazzi, M., Sarzi

Amadè, D., Evangelisti, M., Mattei, A., & Gatto, R. (2023). Effects of Rapid

Maxillary Expander and Delaire Mask Treatment on Airway Sagittal Dimensions in Pediatric Patients Affected by Class III Malocclusion and Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Life* 2023, Vol. 13, Page 673, 13(3), 673.

<https://doi.org/10.3390/LIFE13030673>

Doberschütz, P. H., Schwahn, C., & Krey, K. F. (2022). Cephalometric analyses for cleft patients: a statistical approach to compare the variables of Delaire's craniofacial analysis to Bergen analysis. *Clinical Oral Investigations*, 26(1),

353–364. <https://doi.org/10.1007/S00784-021-04006-3/TABLES/6>

Duan, L., Canavese, F., Zhou, W., Chen, Y., & Li, L. (2024). Comparative long-term outcomes of Petit-Morel versus overhead traction methods versus immediate closed reduction for late-detected developmental dysplasia of the hip: A systematic review.

Journal of Children's Orthopaedics, 18(6), 590–599.

<https://doi.org/10.1177/18632521241265603>

Ferreira, L. de S., Brito, S. P., Vera, J. M. A., Araújo, E. C. V. de, & Bronzi, E. da S. (2023).

Máscara facial de Petit. Uma alternativa clínica para o tratamento da classe III.

Research, Society and Development, 12(5), e4412541333– e4412541333.

<https://doi.org/10.33448/RSD-V12I5.41333>

- Flores Bracho, M. G., Zapata Hidalgo, C. D., & Ruiz Quiroz, J. F. (2021). Class III skeletal malocclusion with maxillary deficiency. Petit mask. Report of clinical cases. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(spe4).
<https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V8I.2819>
- Flores, M., Zapata, C., & Ruiz, J. (2021). Maloclusión esquelética clase III con deficiencia maxilar. Mascara de Petit. Relato de casos clínicos. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(SPE4).
<https://doi.org/10.46377/DILEMAS.V8I.2819>
- Franchi, L., Nieri, M., Marti, P., Recupero, A., Volpe, A., Vichi, A., & Goracci, C. (2024). Clinical Management of Facemasks for Early Treatment of Class III Malocclusion: A Survey among SIDO Members. *Dentistry Journal 2024, Vol. 12, Page 207, 12(7)*, 207. <https://doi.org/10.3390/DJ12070207>
- Harb, J., Talbot, L., Petit, Y., Bernier, M., & Canioni, L. (2025). Fs-written Type-A volume Bragg gratings using a phase-mask and burst mode exposure. *Optics Express*, 33(13), 27979. <https://doi.org/10.1364/OE.553649>
- Kinzinger, G. S. M., Hourfar, J., Sommer, J. N., & Lisson, J. A. (2025). Age-dependent effects of Delaire facemask therapy for class III malocclusion: Impact on maxillary sutures and palatal morphology. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 86(4), 197–215. <https://doi.org/10.1007/S00056-024-00564-9/TABLES/4>
- Lee, N. K., Kim, S. H., Park, J. H., Son, D. W., & Choi, T. H. (2022). Comparison of treatment effects between two types of facemasks in early Class III patients. *Clinical and Experimental Dental Research*, 9(1), 212.

<https://doi.org/10.1002/CRE2.694>

Lucchi, P., Rosa, M., Bruno, G., De Stefani, A., Zalunardo, F., & Gracco, A. (2022).

Difference in Using Protrusion Face Mask before or after Rapid Palatal

Expansion in Skeletal Class III Children: A Preliminary Study. *Children (Basel,*

Switzerland), 9(10). <https://doi.org/10.3390/CHILDREN9101535>

Martin, K. E., Kalelkar, P. P., Coronel, M. M., Theriault, H. S., Schneider, R. S., & García,

A. J. (2022). Host type 2 immune response to xenogeneic serum components impairs biomaterial-directed osteo-regenerative therapies.

Biomaterials, 286, 121601. <https://doi.org/10.1016/J.BIOMATERIALS.2022.121601>

Martins, A. S. M., Pereira, V. G. de J., Rêgo, J. T. M., Oliveira, N. C. da S. de, Meira,

G. de F., & Santos, B. R. M. dos. (2022). Tratamento de classe III com disjuntor

Haas e máscara facial de Pétit na dentadura mista: relato de caso. *Research,*

Society and Development, 11(1), e29511124698–e29511124698.

<https://doi.org/10.33448/RSD-V11I1.24698>

Méndez, J. A. A., Carvajal, A. P. F., & Santanilla, M. E. H. (2020). Tratamiento de mordida

cruzada anterior con aparato de tracción extraoral: máscara Delaire en paciente con estrabismo. Reporte de caso. *Revista Estomatología*, 28(1), 18–24.

<https://doi.org/10.25100/re.v28i1.8704>

Mohanakrishnan, J., Chinnapan, V., Pothuri, A., S, K., & Frank, C. S. (2023). Facemask and

Rapid Maxillary Expansion With Alternative Rapid Maxillary Expansion and

Constriction Protocol in the Management of Skeletal Class III Malocclusion.

Cureus, 15(12), e50764. <https://doi.org/10.7759/CUREUS.50764>

Mollo López, J. R., Parrado Guzmán, J., & Gutiérrez Pinto, A. (2023). Intervención temprana en el tratamiento de la maloclusión Clase III: Reporte de caso. *Revista de Investigación e Información En Salud*, 18(44), 56–64.
<https://doi.org/10.52428/20756208.V18I44.928>

Moscoso Svirichi, K., & Gutiérrez Tapia, R. G. (2023). [Effects of orthopedic treatment on temporomandibular joint in class III patients with anterior crossbite: a literature review]. *Revista Científica Odontológica (Universidad Científica Del Sur)*, 11(3). <https://doi.org/10.21142/2523-2754-1103-2023-166>

Quinzi, V., Salvati, S. E., Pisaneschi, A., Palermiti, M., & Marzo, G. (2023). Class III malocclusions in deciduous or early mixed dentition: an early orthopaedic treatment. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 24(1), 42–44.
<https://doi.org/10.23804/EJPD.2023.24.01.07>

Saquisili, M., & Guerrero, D. (2023). Efectividad de la máscara facial con diferentes formas de expansión rápida del maxilar en hipoplasia maxilar: revisión narrativa. *MQRInvestigar*, 7(2), 662–673. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.2.2023.662-673>

Shcherbyna, T., & Lykhota, K. (2024). Assessing the Efficacy and Stability of Rapid Maxillary Expansion and the Delaire Appliance in Skeletal Class III Malocclusion: A Narrative Review. *Journal of Pioneering Medical Sciences*, 13(3), 38–45. <https://doi.org/10.61091/JPMS202413307>

Silva, D., Osorio, S. dos R. G., Nespolo, A. S. C., Pinheiro, F. R., & Clemente, W. A. S.

(2024). EXPLORANDO A EFICÁCIA DA MÁSCARA FACIAL: UMA

REVISÃO DE LITERATURA. *Revista Contemporânea*, 4(3), e3716.

<https://doi.org/10.56083/RCV4N3-187>

Silvestrini-Biavati, A., Battistini, N., Silvestrini-Biavati, F., Migliorati, M., & Ugolini,

A. (2021). Maxillary dento-skeletal outcomes after orthopedic forward (class III)

and backward (class II) traction in growing subjects. *Minerva Dental and Oral*

Science, 70(2), 78–87. <https://doi.org/10.23736/S2724-6329.20.04403-9>

Velásquez, G., Castillo, A. A. Del, Valerio, M. V., Maranhão, O. B. V., Miranda, F., &

Janson, G. (2024). Effects of eruption guidance appliance in the early treatment of

Class III malocclusion. *Angle Orthodontist*, 94(3), 286–293.

<https://doi.org/10.2319/071223-488>

Yilmaz, B. Sen, Seker, E. D., Yilmaz, H. N., & Kucukkeles, N. (2022). Do we pay for

maxillary protraction? Evaluation of the effects of Alt-RAMEC protocol and face

mask treatment on root development. *Clinical Oral Investigations*, 26(3), 3203–3211.

<https://doi.org/10.1007/S00784-021-04302-Y/METRICS>