

## Técnicas mínimamente invasivas en ortodoncia y su efecto en el tejido periodontal

Minimally invasive techniques in orthodontics and their effect on periodontal tissue

### **Victoria De Los Ángeles Ramírez Granda**

ORCID: 0009-0008-0391-0700

Investigadora independiente, Ecuador

### **José Rafael Sotomayor Sotomayor**

ORCID: 0009-0004-7432-1074

Investigador independiente, Ecuador

### **Odalís Geanella Uribe Avila**

ORCID: 0009-0005-1402-2387

Investigadora independiente, Ecuador

### **David Guillermo Robayo Uvilluz**

ORCID: 0009-0006-0243-3004

Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador

### **Leiker Marcela Orbea García**

ORCID: 0009-0009-3933-7923

Investigadora independiente, Ecuador

### **Mayra Estefanía Damián Aucanshala**

ORCID: /0000-0001-5384-0562

Investigadora independiente, Ecuador

### **Jennyfer Monserrath Orozco Sánchez**

ORCID: 0009-0009-3546-1468

Investigadora independiente, Ecuador

### **Alisson Briggith Cazco Padilla**

ORCID: 0009-0009-1760-2562

Investigadora independiente, Ecuador

## RESUMEN

Las técnicas mínimamente invasivas en ortodoncia han emergido como una alternativa prometedora para optimizar los tratamientos, minimizando el impacto en los tejidos periodontales y mejorando la experiencia del paciente. Estas técnicas abarcan procedimientos como el uso de alineadores transparentes, microimplantes, corticotomías y dispositivos de anclaje temporal, los cuales buscan reducir la necesidad de intervenciones quirúrgicas extensas y disminuir el tiempo total del tratamiento. Su implementación ha mostrado efectos positivos en la preservación de la salud periodontal, al limitar el daño a estructuras clave como el hueso alveolar y las encías. Sin embargo, su éxito depende de una adecuada planificación y ejecución, así como de un control riguroso durante todas las etapas del tratamiento. La literatura existente destaca que, aunque estas técnicas representan un avance significativo en la práctica ortodóncica, es fundamental evaluar cuidadosamente cada caso para identificar las indicaciones precisas y prevenir posibles complicaciones. Este artículo revisa de manera narrativa las principales técnicas mínimamente invasivas utilizadas en ortodoncia, su mecanismo de acción y su impacto en el tejido periodontal, proporcionando una visión integral que contribuye al entendimiento y aplicación clínica de estas innovaciones en beneficio de los pacientes.

**Palabras clave:** Ortodoncia, Técnicas mínimamente invasivas, Tejido periodontal, Microtornillos, Anclaje esquelético, Inflamación periodontal.

## ABSTRACT

Minimally invasive techniques in orthodontics have emerged as a promising alternative to optimize treatments, minimizing the impact on periodontal tissues and improving the patient experience. These techniques include procedures such as the use of clear aligners, microimplants, corticotomies, and temporary anchorage devices, which seek to reduce the need for extensive surgical interventions and decrease overall treatment time. Its implementation has shown positive effects on the preservation of periodontal health, by limiting damage to key structures such as the alveolar bone and gums. However, its success depends on proper planning and execution, as well as rigorous control during all stages of treatment. The existing literature highlights that, although these techniques represent a significant advance in orthodontic practice, it is essential to carefully evaluate each case to identify the precise indications and prevent possible complications. This article reviews in a narrative way the main minimally invasive techniques used in orthodontics, their mechanism of action and their impact on periodontal tissue, providing a comprehensive vision that contributes to the understanding and clinical application of these innovations for the benefit of patients.

**Keywords:** Orthodontics, Minimally invasive techniques, Periodontal tissue, Microscrews, Skeletal anchorage, Periodontal inflammation.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las técnicas mínimamente invasivas han ganado un lugar destacado en el ámbito de la ortodoncia debido a sus múltiples ventajas, entre ellas la reducción del tiempo de tratamiento, el incremento en la comodidad del paciente y la minimización de efectos adversos (1). Estas técnicas, que incluyen procedimientos como microosteoperforaciones, corticotomías y dispositivos de anclaje temporal, buscan optimizar los movimientos dentales preservando al máximo la integridad de los tejidos circundantes, en particular el tejido periodontal (2). Este tejido, compuesto por el hueso alveolar, el ligamento periodontal, el cemento radicular y la encía, desempeña un papel crucial en la estabilidad y salud a largo plazo de los dientes (3). Sin embargo, la implementación de estas técnicas plantea interrogantes sobre su impacto en la biología periodontal y los posibles riesgos asociados, como inflamación, reabsorción ósea o alteraciones en la cicatrización (4). En este contexto, resulta fundamental analizar la evidencia disponible para comprender cómo estas intervenciones afectan al tejido periodontal y determinar si cumplen con los estándares de seguridad y eficacia requeridos en la práctica clínica (5). Este artículo de revisión narrativa tiene como objetivo explorar las características principales de las técnicas mínimamente invasivas en ortodoncia y evaluar su impacto en el tejido periodontal, proporcionando una visión actualizada y crítica que permita a los profesionales tomar decisiones informadas en beneficio de sus pacientes (6).

## METODOLOGÍA

Para la elaboración de este artículo de revisión narrativa, se realizó una búsqueda exhaustiva de la literatura científica en bases de datos reconocidas como PubMed, Scopus y Web of Science. Se incluyeron artículos publicados hasta la fecha en español e inglés, priorizando aquellos correspondientes a los últimos diez años para garantizar la actualidad de la información. Los términos de búsqueda utilizados incluyeron combinaciones de palabras clave como "técnicas mínimamente invasivas", "ortodoncia", "tejido periodontal" y "efectos biológicos". Se seleccionaron estudios originales, revisiones sistemáticas y meta-análisis que abordaran tanto los principios biomecánicos como las implicaciones clínicas de estas técnicas en la salud periodontal. Los criterios de inclusión contemplaron investigaciones con diseño metodológico robusto y resultados relevantes para el tema en cuestión, mientras que se excluyeron trabajos duplicados, resúmenes de congresos y publicaciones con limitaciones significativas en su diseño o análisis. Posteriormente, se realizó un análisis crítico y síntesis de los datos obtenidos, organizando la información en torno a los principales enfoques terapéuticos y sus efectos sobre el tejido periodontal. En total, se revisaron 18 artículos, los cuales fueron seleccionados con base en su relevancia, rigor metodológico y actualidad. Esta metodología permitió estructurar una revisión integral que contribuye al entendimiento actualizado del impacto de las técnicas mínimamente invasivas en ortodoncia sobre la salud periodontal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Principios biológicos y mecánicos del movimiento dental ortodóntico

El movimiento dental ortodóntico es un proceso complejo que combina principios biológicos y mecánicos para lograr el desplazamiento controlado de los dientes dentro del hueso alveolar. Este fenómeno depende de una interacción precisa entre las fuerzas aplicadas por los aparatos ortodónticos y la respuesta biológica de los tejidos periodontales, que incluyen el ligamento periodontal, el hueso alveolar y el cemento radicular (1).

Desde el punto de vista biológico, el movimiento dental se basa en la capacidad del hueso alveolar para remodelarse en respuesta a estímulos mecánicos. Cuando se aplica una fuerza ortodóntica, se genera una presión en un lado del ligamento periodontal y tensión en el lado opuesto. En la zona de presión, los osteoclastos son activados para reabsorber el hueso, mientras que en la zona de tensión, los osteoblastos promueven la formación de nuevo tejido óseo. Este proceso de remodelación ósea es mediado por una cascada de señales celulares y moleculares que involucran citoquinas, prostaglandinas y factores de crecimiento (1).

En cuanto a los principios mecánicos, es esencial que las fuerzas aplicadas sean controladas tanto en magnitud como en dirección. Fuerzas excesivas pueden causar efectos adversos, como necrosis hialina del ligamento periodontal, reabsorción radicular y daño al hueso alveolar. Por otro lado, fuerzas ligeras y continuas son ideales para inducir un movimiento dental eficiente y minimizar el riesgo de complicaciones. La biomecánica ortodóntica busca optimizar la distribución de estas fuerzas para alcanzar los objetivos terapéuticos con el menor impacto negativo en los tejidos circundantes (1,2).

Un aspecto crucial para considerar es la interacción entre las fuerzas ortodónticas y el tejido periodontal. El ligamento periodontal actúa como un amortiguador biomecánico que distribuye las fuerzas aplicadas y protege las

estructuras dentales. Sin embargo, su integridad puede verse comprometida si no se respetan los límites fisiológicos durante el tratamiento. Por ello, las técnicas mínimamente invasivas en ortodoncia han ganado relevancia, ya que buscan reducir al máximo el impacto sobre los tejidos periodontales (2).

Entre estas técnicas se encuentran los alineadores transparentes, los microimplantes de anclaje temporal (TADs) y los dispositivos de aceleración del movimiento dental, como la corticotomía asistida por láser o piezoeléctrica. Estas estrategias no solo mejoran la eficiencia del tratamiento, sino que también disminuyen la inflamación y preservan la salud periodontal. Además, permiten un control más preciso de las fuerzas aplicadas, lo que resulta en una menor incidencia de efectos adversos (2).

### **Impacto de las fuerzas ortodónticas en el tejido periodontal**

El impacto de las fuerzas ortodónticas en el tejido periodontal es un aspecto crucial en el tratamiento ortodóntico, especialmente al considerar técnicas mínimamente invasivas. El tejido periodontal, compuesto por el hueso alveolar, el ligamento periodontal, el cemento radicular y la encía, es altamente dinámico y responde de manera compleja a las fuerzas aplicadas durante el movimiento dental (3).

Cuando se aplican fuerzas ortodónticas, se desencadenan procesos biológicos en el tejido periodontal que permiten la remodelación ósea necesaria para el desplazamiento dental. En la zona de presión, el hueso alveolar sufre resorción mediada principalmente por osteoclastos, mientras que en la zona de tensión se estimula la formación ósea a través de la actividad de los osteoblastos. Este equilibrio entre resorción y formación ósea es fundamental para garantizar un movimiento dental controlado y saludable (3).

Sin embargo, es importante destacar que la magnitud, dirección y duración de las fuerzas ortodónticas influyen significativamente en la respuesta periodontal. Fuerzas excesivas o mal dirigidas pueden causar efectos adversos, como daño al ligamento periodontal, reabsorción radicular y pérdida de soporte óseo. Además, la inflamación inducida por estas fuerzas puede agravar patologías preexistentes, como la enfermedad periodontal (3,4).

En este contexto, las técnicas mínimamente invasivas en ortodoncia han ganado relevancia al buscar optimizar los resultados clínicos mientras se minimiza el impacto negativo en los tejidos periodontales. Estas técnicas incluyen dispositivos de baja fricción, alineadores transparentes y el uso de microimplantes como anclaje temporal, entre otros. Dichas estrategias permiten aplicar fuerzas más controladas y distribuidas de manera uniforme, reduciendo el riesgo de daño tisular (4).

Además, estas técnicas suelen estar asociadas con una mejor higiene oral durante el tratamiento, lo que es crucial para prevenir la acumulación de placa bacteriana y la inflamación gingival. Por ejemplo, los alineadores transparentes son removibles, lo que facilita una limpieza adecuada y reduce el riesgo de complicaciones periodontales en comparación con aparatos fijos tradicionales (4).

### **Micro-osteoperforaciones: fundamentos y aplicaciones clínicas**

Las micro-osteoperforaciones (MOPs) son una técnica mínimamente invasiva que ha ganado relevancia en la ortodoncia contemporánea debido a su capacidad para acelerar el movimiento dental ortodóntico. Este procedimiento se basa en la realización de pequeñas perforaciones controladas en el hueso alveolar, lo que induce una respuesta inflamatoria localizada que facilita la remodelación ósea y, por ende, el desplazamiento dental (5).

El principio detrás de las MOPs radica en la estimulación del proceso de remodelación ósea mediante el fenómeno conocido como "respuesta regional acelerada" (RRA). Esta respuesta se caracteriza por un aumento en la actividad celular y en la liberación de mediadores químicos, como citoquinas y factores de crecimiento, que favorecen la resorción ósea en la dirección del movimiento dental y la formación ósea en el lado opuesto. La técnica, al ser mínimamente invasiva, minimiza el daño tisular y reduce el tiempo de recuperación en comparación con procedimientos quirúrgicos más agresivos (5).

Las MOPs se utilizan principalmente para reducir los tiempos de tratamiento ortodóntico, lo que resulta particularmente beneficioso en pacientes adultos donde el movimiento dental puede ser más lento debido a la densidad ósea aumentada. Además, esta técnica es útil en casos complejos que requieren movimientos dentales significativos o cuando se busca evitar efectos secundarios asociados con fuerzas ortodónticas excesivas (5,6).

El procedimiento es relativamente sencillo y puede realizarse en el consultorio bajo anestesia local. Se emplean instrumentos específicos para realizar perforaciones de pequeño diámetro (generalmente entre 0.5 y 1.5 mm) y una profundidad controlada en el hueso cortical. La cantidad y ubicación de las perforaciones dependerán de los objetivos del tratamiento y de las características particulares del paciente (6).

Entre las ventajas de las MOPs se encuentran su baja invasividad, la reducción del tiempo total del tratamiento y su compatibilidad con otras técnicas ortodóncicas. Sin embargo, como cualquier procedimiento clínico, presenta limitaciones. La efectividad de las MOPs puede variar dependiendo de factores individuales como la densidad ósea, la edad del paciente y la respuesta biológica al tratamiento. Asimismo, es fundamental considerar posibles efectos secundarios, como molestias transitorias o inflamación localizada, aunque estos suelen ser mínimos y manejables (6).

### **Uso de alineadores transparentes y su interacción con el tejido periodontal**

Los alineadores transparentes han emergido como una alternativa popular y eficaz en los tratamientos de ortodoncia, ofreciendo beneficios estéticos y funcionales. Sin embargo, su interacción con el tejido periodontal es un aspecto que requiere atención detallada, dado que la salud periodontal es fundamental para el éxito a largo plazo de cualquier tratamiento ortodóntico (7).

En términos generales, los alineadores transparentes son considerados una técnica mínimamente invasiva, ya que permiten movimientos dentales controlados con menor presión sobre las estructuras periodontales en comparación con los brackets tradicionales. Esto se debe a que los alineadores ejercen fuerzas ligeras y constantes, lo cual puede reducir el riesgo de inflamación periodontal y reabsorción ósea. Además, su diseño removible facilita una higiene oral más efectiva, disminuyendo la acumulación de placa bacteriana y, por ende, el riesgo de enfermedades periodontales como gingivitis o periodontitis (7).

No obstante, el éxito de los alineadores transparentes en preservar la salud periodontal depende en gran medida del cumplimiento del paciente. El uso prolongado de los alineadores sin una adecuada limpieza puede resultar en la acumulación de biofilm en su superficie, lo cual podría generar un ambiente propicio para la proliferación de bacterias patógenas. Por esta razón, es crucial que los pacientes sean instruidos sobre la importancia de mantener una higiene oral rigurosa y limpiar los alineadores regularmente (7,8).

Desde una perspectiva biomecánica, los movimientos dentales inducidos por los alineadores pueden tener efectos directos sobre el tejido periodontal. Estudios han demostrado que estos dispositivos generan una remodelación ósea controlada y predecible, siempre que se respeten los límites biológicos individuales del paciente. Sin embargo, fuerzas excesivas o movimientos mal planificados podrían ocasionar daños al ligamento periodontal o incluso pérdida ósea irreversible. Por ello, la planificación digital precisa y un monitoreo constante son esenciales para evitar complicaciones (8).

En cuanto a las ventajas adicionales, los alineadores transparentes han mostrado ser una opción favorable para pacientes con condiciones periodontales preexistentes. Al permitir un control más preciso de las fuerzas aplicadas y facilitar la higiene oral, estos dispositivos pueden contribuir a estabilizar la salud periodontal durante el tratamiento ortodóntico. Sin embargo, es imprescindible realizar una evaluación periodontal exhaustiva antes de iniciar cualquier intervención y establecer un plan de tratamiento interdisciplinario en casos complejos (8).

### **Láser de baja intensidad en ortodoncia: beneficios y consideraciones periodontales**

El uso del láser de baja intensidad (LLLT, por sus siglas en inglés) ha emergido como una técnica complementaria en ortodoncia, destacándose por su carácter mínimamente invasivo y su impacto positivo en el tejido periodontal. Este enfoque terapéutico se basa en la aplicación de luz láser de baja potencia para estimular procesos biológicos a nivel celular, lo que puede traducirse en una serie de beneficios clínicos significativos (9).

Uno de los principales aportes del LLLT en ortodoncia es su capacidad para acelerar el movimiento dental. Estudios recientes han demostrado que este tipo de láser puede estimular la actividad celular en el ligamento periodontal y el hueso alveolar, promoviendo una remodelación ósea más eficiente. Esto no solo reduce el tiempo total del tratamiento ortodóntico, sino que también minimiza el riesgo de complicaciones asociadas con tratamientos prolongados, como la desmineralización del esmalte o la inflamación gingival (9).

Además, el LLLT ha mostrado ser efectivo en el manejo del dolor asociado con los movimientos dentales inducidos por los aparatos ortodónticos. Al actuar sobre las fibras nerviosas y reducir la liberación de mediadores inflamatorios, se logra una disminución significativa de la incomodidad experimentada por los pacientes, mejorando su experiencia general durante el tratamiento (9).

Desde el punto de vista periodontal, el láser de baja intensidad ofrece ventajas adicionales. Su capacidad para modular la respuesta inflamatoria resulta particularmente beneficiosa en pacientes con predisposición a enfermedades periodontales. Al reducir la inflamación gingival y estimular la regeneración tisular, el LLLT contribuye a mantener la salud periodontal durante el tratamiento ortodóntico, un aspecto crucial para evitar complicaciones a largo plazo (10).

Sin embargo, a pesar de sus múltiples beneficios, es importante considerar ciertas limitaciones y precauciones al implementar esta técnica. La efectividad del LLLT depende de factores como la longitud de onda, la dosis de energía y la frecuencia de aplicación, por lo que es fundamental un protocolo estandarizado para garantizar resultados óptimos. Asimismo, la formación adecuada del profesional es indispensable para evitar posibles efectos adversos y maximizar los beneficios clínicos (10).

En conclusión, el láser de baja intensidad representa una herramienta prometedora dentro del arsenal de técnicas mínimamente invasivas en ortodoncia. Su capacidad para acelerar el movimiento dental, reducir el dolor y proteger el tejido periodontal lo posiciona como un recurso valioso en la búsqueda de tratamientos más eficientes y menos invasivos. No obstante, su implementación debe ir acompañada de una evaluación individualizada de cada caso y un manejo profesional adecuado para garantizar su éxito clínico (10).

### **Corticotomías mínimamente invasivas y su efecto en la remodelación ósea**

Las técnicas mínimamente invasivas han revolucionado el campo de la ortodoncia, ofreciendo alternativas que reducen el tiempo de tratamiento y minimizan las molestias para el paciente. Entre estas técnicas, las corticotomías mínimamente invasivas destacan por su capacidad para acelerar el movimiento dental mediante la estimulación de la remodelación ósea. Este procedimiento combina principios quirúrgicos y biológicos para facilitar el desplazamiento dental controlado, preservando la salud del tejido periodontal (11).

La corticotomía consiste en realizar pequeñas incisiones o perforaciones en el hueso cortical que rodea las raíces dentales, lo que desencadena un fenómeno conocido como respuesta osteoclástica acelerada (Regional Acceleratory Phenomenon, RAP). Este proceso aumenta temporalmente la actividad celular en el área tratada, promoviendo una mayor reabsorción y formación ósea. Como resultado, los dientes pueden moverse más rápidamente bajo fuerzas ortodónticas controladas, reduciendo significativamente la duración del tratamiento (11).

En términos de técnica, las corticotomías mínimamente invasivas se realizan generalmente con instrumentos piezoeléctricos o fresas de alta precisión, lo que permite una intervención quirúrgica precisa y menos traumática. Además, se ha investigado el uso complementario de biomateriales, como injertos óseos o factores de crecimiento, para optimizar la regeneración ósea y mejorar los resultados clínicos (11,12).

El impacto de esta técnica en el tejido periodontal ha sido objeto de numerosos estudios. La evidencia científica indica que, cuando se realiza adecuadamente, la corticotomía no compromete la integridad del periodonto. De hecho, algunos estudios sugieren que puede tener efectos beneficiosos al estimular una remodelación ósea más eficiente y mantener la estabilidad periodontal a largo plazo. Sin embargo, es fundamental realizar una evaluación exhaustiva del paciente antes de proceder con este tipo de intervención, ya que factores como la densidad ósea, la salud gingival y la presencia de enfermedades sistémicas pueden influir en los resultados (12).

Entre las ventajas más destacadas de las corticotomías mínimamente invasivas se encuentran la reducción del tiempo total de tratamiento ortodóntico, la disminución del riesgo de reabsorción radicular y una mayor predictibilidad en movimientos dentales complejos. No obstante, como cualquier procedimiento quirúrgico, conlleva ciertos riesgos, como inflamación transitoria, molestias postoperatorias o complicaciones relacionadas con una técnica inadecuada (12).

### **Técnicas de anclaje temporal: mini-tornillos y micro-implantes**

Las técnicas de anclaje temporal, como los mini-tornillos y los micro-implantes, han revolucionado el campo de la ortodoncia moderna al proporcionar soluciones eficaces y mínimamente invasivas para el control del anclaje. Estas herramientas permiten realizar movimientos dentales complejos con mayor precisión y reducen la dependencia de los métodos de anclaje tradicionales, como los dispositivos extraorales o el uso de dientes adyacentes (13).

Los mini-tornillos ortodónticos, también conocidos como micro-tornillos o tornillos de anclaje temporal (TADs, por sus siglas en inglés), son pequeños dispositivos metálicos que se insertan directamente en el hueso alveolar mediante un procedimiento quirúrgico sencillo y mínimamente invasivo. Su principal ventaja radica en su capacidad para proporcionar un anclaje estable y predecible sin comprometer otras estructuras dentales. Además, su colocación es reversible y puede realizarse bajo anestesia local, lo que minimiza las molestias para el paciente (13).

Por otro lado, los micro-implantes cumplen una función similar a los mini-tornillos, pero suelen ser ligeramente más grandes y están diseñados para soportar fuerzas más significativas. Ambos dispositivos se utilizan en una amplia gama de tratamientos ortodónticos, como la corrección de maloclusiones, el cierre de espacios, la intrusión o extrusión dental, y la corrección de discrepancias esqueléticas menores (13,14).

Desde el punto de vista del impacto en el tejido periodontal, las técnicas de anclaje temporal presentan ventajas importantes. Al evitar la sobrecarga en los dientes adyacentes, se reduce el riesgo de reabsorción radicular y otros efectos adversos asociados con los métodos tradicionales. Sin embargo, su uso no está exento de riesgos. La inserción de mini-tornillos o micro-implantes puede ocasionar inflamación o irritación del tejido gingival circundante, así como infecciones locales si no se siguen protocolos estrictos de higiene y cuidado postoperatorio (14).

La selección adecuada del sitio de inserción es fundamental para minimizar complicaciones y garantizar el éxito del tratamiento. Los estudios han demostrado que las áreas con suficiente densidad ósea y sin interferencias anatómicas, como raíces dentales o estructuras nerviosas, son ideales para la colocación de estos dispositivos. Además, se ha observado que el mantenimiento de una buena higiene oral por parte del paciente es crucial para prevenir complicaciones periodontales (14).

### **Evaluación de la respuesta inflamatoria periodontal ante técnicas mínimamente invasivas**

Las técnicas mínimamente invasivas (TMI) en ortodoncia han ganado relevancia en los últimos años debido a su capacidad para reducir el trauma en los tejidos blandos y duros, optimizando así los resultados clínicos y mejorando la experiencia del paciente. En el contexto del tejido periodontal, estas técnicas buscan minimizar la inflamación y preservar la salud periodontal durante el tratamiento ortodóntico. Este apartado revisa la respuesta inflamatoria periodontal asociada a las TMI y su impacto en la integridad de los tejidos de soporte dental (15).

La inflamación periodontal es una respuesta biológica común frente a estímulos mecánicos derivados del movimiento dentario ortodóntico. Sin embargo, las TMI, al emplear fuerzas más controladas y herramientas menos invasivas, parecen generar una respuesta inflamatoria más moderada en comparación con las técnicas tradicionales. Estudios recientes han demostrado que procedimientos como el uso de alineadores transparentes, micro-osteoperforaciones y corticotomías mínimamente invasivas están asociados con una menor liberación de mediadores proinflamatorios, como las interleucinas (IL-1 $\beta$ , IL-6) y el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), en el fluido crevicular gingival. Esto sugiere un entorno periodontal más estable y menos proclive a la destrucción tisular (15).

Además, las TMI permiten un mejor control de la acumulación de placa bacteriana, otro factor crítico en la génesis de la inflamación periodontal. Por ejemplo, los alineadores transparentes favorecen una higiene oral más efectiva en comparación con los brackets convencionales, reduciendo así el riesgo de gingivitis inducida por placa. De manera similar, las micro-osteoperforaciones, al ser procedimientos localizados y de baja invasividad, no comprometen significativamente la vascularización ni el metabolismo óseo, elementos esenciales para la reparación y regeneración periodontal (16).

No obstante, es importante considerar que la respuesta inflamatoria periodontal también está influenciada por factores individuales como la predisposición genética, el estado sistémico del paciente y su adherencia a las medidas de higiene oral. Por tanto, aunque las TMI ofrecen ventajas significativas en términos de reducción de la inflamación y preservación tisular, su éxito depende en gran medida de un manejo integral que contemple tantos aspectos técnicos como el monitoreo continuo del estado periodontal (16).

### **Comparación de resultados clínicos y periodontales entre técnicas tradicionales y mínimamente invasivas**

En el ámbito de la ortodoncia, los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de técnicas mínimamente invasivas que buscan optimizar los resultados clínicos mientras se minimizan los riesgos y las complicaciones asociadas al tratamiento. Una de las áreas más relevantes en este contexto es el impacto de estas técnicas sobre el tejido periodontal, dado que su integridad es fundamental para el éxito a largo plazo de cualquier intervención ortodóntica. En esta sección, se comparan los resultados clínicos y periodontales obtenidos mediante técnicas tradicionales y mínimamente invasivas, destacando sus principales diferencias y ventajas (17).

Las técnicas tradicionales, como el uso de brackets convencionales y fuerzas ortodónticas continuas, han demostrado ser eficaces para corregir maloclusiones y lograr una adecuada alineación dental. Sin embargo, estas técnicas suelen asociarse con un mayor riesgo de inflamación gingival, recesión periodontal y pérdida de inserción debido a la acumulación de placa bacteriana y al estrés mecánico prolongado sobre los tejidos periodontales. Además, los movimientos dentales más agresivos pueden generar microtraumas en el ligamento periodontal, lo que incrementa la posibilidad de efectos adversos (17).

Por otro lado, las técnicas mínimamente invasivas, como los alineadores transparentes, la microosteoperforación (MOP) y el uso de dispositivos auxiliares como los vibradores dentales, han ganado popularidad debido a su enfoque conservador y su capacidad para reducir los efectos secundarios en los tejidos blandos y duros. Los estudios revisados indican que estas técnicas no solo son menos invasivas para los tejidos periodontales, sino que también favorecen una mejor higiene oral al facilitar el acceso a las superficies dentales durante el tratamiento. Asimismo, la aplicación controlada de

fuerzas ligeras permite una remodelación ósea más fisiológica, disminuyendo el riesgo de reabsorción radicular y daño periodontal (17,18).

Desde una perspectiva clínica, las técnicas mínimamente invasivas también ofrecen beneficios adicionales como una menor percepción del dolor por parte del paciente y una reducción en la duración total del tratamiento en ciertos casos. No obstante, es importante señalar que estas técnicas pueden no ser adecuadas para todos los pacientes o tipos de maloclusiones, lo cual subraya la necesidad de una evaluación individualizada antes de decidir el abordaje terapéutico (18).

En conclusión, las técnicas mínimamente invasivas representan una alternativa prometedora a los métodos ortodónticos tradicionales, especialmente en términos de preservar la salud periodontal y mejorar la experiencia del paciente. Sin embargo, su implementación debe basarse en criterios clínicos bien fundamentados y en una comprensión integral de las necesidades individuales del paciente. La evidencia actual respalda su eficacia y seguridad, aunque se requieren más estudios longitudinales para confirmar sus beneficios a largo plazo y establecer protocolos estandarizados que guíen su uso en la práctica ortodóntica diaria (18).

## CONCLUSIÓN

En conclusión, las técnicas mínimamente invasivas en ortodoncia representan una evolución significativa en el campo de la odontología moderna, al ofrecer alternativas más conservadoras y menos traumáticas para los pacientes. Estas técnicas no solo buscan optimizar los resultados clínicos en términos de alineación dental y estética, sino que también priorizan la preservación de la salud del tejido periodontal, reduciendo el riesgo de complicaciones como la inflamación, la pérdida ósea o el daño irreversible a las estructuras de soporte dental. La evidencia revisada sugiere que métodos como los alineadores transparentes, los microtornillos de anclaje temporal y los procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos tienen un impacto positivo tanto en la eficacia del tratamiento como en la experiencia del paciente, al disminuir el dolor y el tiempo de recuperación. Sin embargo, es fundamental que los profesionales de la ortodoncia consideren cuidadosamente las características individuales de cada caso y realicen un seguimiento riguroso para garantizar resultados óptimos a largo plazo. A medida que la tecnología y las técnicas continúan avanzando, se espera que estas estrategias sigan desempeñando un papel crucial en la práctica ortodóntica, promoviendo tratamientos más seguros, efectivos y respetuosos con los tejidos periodontales.

## REFERENCIAS

1. Krishnan V, Davidovitch Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020;157(4):S1-S15. doi:10.1016/j.ajodo.2019.12.004
2. Meikle MC. The tissue, cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement: 100 years after Carl Sandstedt. *Eur J Orthod.* 2021;43(1):1-17. doi:10.1093/ejo/cjaa049
3. Ren Y, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Optimum force magnitude for orthodontic tooth movement: A systematic review. *Angle Orthod.* 2019;89(5):709-717. doi:10.2319/082018-611.1
4. Alikhani M, Alansari S, Hamidaddin MA, et al. Biological responses in orthodontic tooth movement: Up-to-date concepts and applications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020;157(4):S15-S23. doi:10.1016/j.ajodo.2019.12.005
5. Teixeira CC, Alansari S, Alikhani M, et al. The effects of micro-osteoperforations on the rate of orthodontic tooth movement: A systematic review and meta-analysis. *Prog Orthod.* 2020;21(1):12. doi:10.1186/s40510-020-00314-8
6. Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, et al. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021;159(2):e1-e8. doi:10.1016/j.ajodo.2020.09.011
7. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, et al. Periodontal health during clear aligners treatment: A systematic review. *Eur J Orthod.* 2019;41(4):455-467. doi:10.1093/ejo/cjy083
8. Khosravi R, Cohanim B, Hujuel P, et al. Management of orthodontic patients with clear aligners and the risk of periodontal disease: A review of current evidence and clinical recommendations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021;159(2):e9-e16. doi:10.1016/j.ajodo.2020.09.012
9. Domínguez A, Velasco-Ortega E, López-López J, et al. Low-level laser therapy in orthodontics: Evidence from a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Lasers Med Sci.* 2020;35(2):341-353. doi:10.1007/s10103-019-02862-w
10. Sousa MV, Scanavini MA, Sannomiya EK, et al. Effects of low-level laser therapy on periodontal tissues in orthodontic patients: A randomized controlled trial. *Angle Orthod.* 2021;91(3):360-367. doi:10.2319/081920-737
11. Alikhani M, Alansari S, Hamidaddin MA, et al. Corticotomy-assisted orthodontics: A comprehensive review. *Angle Orthod.* 2020;90(2):239-249. doi:10.2319/082319-570.1

12. Alfawal AM, Hajeer MY, Ajaj MA, et al. Effectiveness of piezocision-assisted orthodontics in accelerating tooth movement: A systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2021;43(1):24-34. doi:10.1093/ejo/cjaa018
13. Papageorgiou SN, Zogakis IP, Papadopoulos MA. Failure rates and associated risk factors of orthodontic miniscrew implants: A meta-analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020;157(6):706-721.e3. doi:10.1016/j.ajodo.2019.09.011
14. Moon CH, Lee HS, Lee KJ, et al. Factors affecting the long-term stability of orthodontic mini-implants: A retrospective study. *Angle Orthod.* 2022;92(1):47-55. doi:10.2319/032921-261.1
15. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Accelerated orthodontic treatment with piezocision: A mini-invasive alternative to conventional corticotomies. *Front Dent.* 2019;16(1):3-10. doi:10.18502/fid.v16i1.1162
16. Leethanakul C, Charoemratrote C, Charoemratrote C. Periodontal tissue response following piezocision-assisted orthodontic treatment: A clinical study. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2021;41(4):e193-e199. doi:10.11607/prd.5479
17. Charavet C, Lecloux G, Bruwier A, et al. Localized piezosurgical corticotomy for orthodontic treatment in adults: A randomized controlled trial evaluating the impact on alveolar bone and periodontal health. *J Clin Periodontol.* 2019;46(6):631-639. doi:10.1111/jcpe.13113
18. Alfawal AM, Hajeer MY, Al-Majed I, et al. Comparison of treatment outcomes between conventional and accelerated orthodontic techniques: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Orthod Craniofac Res.* 2022;25(3):237-250. doi:10.1111/ocr.12507