



UNIVERSITAT DE  
BARCELONA

Facultat de Medicina  
i Ciències de la Salut

---

# Aceleración del movimiento dental durante el tratamiento de ortodoncia: revisión sistemática de métodos invasivos y no invasivos

---

Trabajo de Final de Grado

Anna Monill González

Universidad de Barcelona  
Facultad de Medicina i Ciències de la Salut  
Grado en Odontología

Convocatoria Junio 2019

## Índice

---

1. Resumen .....	2
2. Abstract (Versión en inglés) .....	3
3. Introducción .....	4
3.1. Métodos invasivos .....	5
3.2. Métodos no invasivos .....	7
3.2.1. Fotobiomodulación .....	7
3.2.2. Microvibración .....	8
3.3. Objetivo e hipótesis .....	9
3.4. Diseño del estudio .....	9
4. Materiales y métodos .....	10
4.1. Estrategia de búsqueda .....	10
4.2. Selección de estudios .....	10
4.3. Extracción de resultados .....	11
4.4. Riesgo de sesgo en estudios individuales .....	11
5. Resultados .....	12
5.1. Selección de estudios .....	12
5.2. Criterios de inclusión y exclusión .....	12
5.3. Evaluación del riesgo de sesgo .....	13
5.4. Extracción de datos: síntesis cualitativa .....	14
5.5. Efectos de las intervenciones .....	19
5.5.1. Corticotomías .....	19
5.5.2. Láser de baja potencia .....	20
5.5.3. Laser de baja intensidad con diodos emisores de luz .....	21
5.5.4. Microvibración .....	21
6. Discusión .....	22
7. Conclusiones .....	26
8. Conclusions (Versión en inglés) .....	27
9. Bibliografía .....	28
10. Anexo: Protocolo Clínico .....	34

## 1. Resumen

---

**Objetivos:** Evaluar, de forma descriptiva, la evidencia disponible sobre la efectividad del movimiento ortodóntico acelerado de los dientes mediante abordajes invasivos y no invasivos en pacientes de ortodoncia. Extraer, de los resultados obtenidos, un protocolo clínico para aplicar en los pacientes del Hospital Odontológico Universidad de Barcelona que quieran someterse a un tratamiento de ortodoncia en el que se utilice alguna técnica de aceleración del movimiento dentario.

**Materiales y métodos:** Se realizaron búsquedas en la base de datos MEDLINE (via PubMed), entre noviembre de 2018 y marzo de 2019, de ensayos clínicos aleatorizados centrados en la velocidad del movimiento dental durante el tratamiento de ortodoncia. Además, se realizaron búsquedas manuales para identificar estudios potencialmente relevantes en las listas de referencias de todos los artículos seleccionados. Fueron excluidos los artículos escritos en cualquier idioma que no fuera inglés, español o catalán. Las publicaciones se evaluaron cualitativamente para determinar su elegibilidad.

**Resultados:** Dieciocho estudios cumplieron los criterios de inclusión. Se encontraron artículos con valores de evidencia moderados y bajos. Todas las publicaciones informaron un movimiento dental acelerado tras la aplicación de láser de baja intensidad, cinco estudios respaldan la eficacia del tratamiento ortodóntico facilitado quirúrgicamente y sólo un artículo, de cinco, refiere diferencias estadísticamente significativas entre la aplicación de microvibración durante el tratamiento ortodóntico y el tratamiento convencional. No se reportaron efectos perjudiciales sobre el periodonto, pérdida de vitalidad dental ni reabsorción radicular grave en ningún estudio.

**Conclusiones:** La evidencia de baja calidad sugiere que el láser de baja intensidad y la corticotomía son efectivos para acelerar el movimiento de los dientes, al menos a corto plazo. Sin embargo, se requiere realizar más investigación, con estudios bien diseñados, en el campo de la aceleración del movimiento dentario durante la ortodoncia, con atención adicional a los protocolos óptimos de aplicación, la duración general del tratamiento, los efectos adversos y el análisis de costo-beneficio en función de las características específicas de cada método.

## 2. Abstract

---

**Aim:** To assess, in a descriptive way, the available evidence on the effectiveness of accelerated orthodontic tooth movement through surgical and non-surgical approaches in orthodontic patients. To extract, from the results obtained, a clinical protocol to apply in patients of the University of Barcelona Dental Hospital who want to undergo an orthodontic treatment in which some technique of acceleration of the dental movement is used.

**Materials and methods:** MEDLINE (via PubMed) database was searched, between November 2018 and March 2019, for randomized clinical trials that focused on acceleration of dental movement during orthodontic treatment. In addition, the reference lists of all selected articles were also manual checked to identify additional potentially relevant studies. Articles written in any language other than English, Spanish or Catalan were excluded. The publications were evaluated qualitatively to determine their eligibility.

**Results:** Eighteen studies met the inclusion criteria. There were found articles with moderate and low evidence values. All the publications reported an accelerated dental movement after low level laser therapy, five studies support the efficacy of the surgically facilitated orthodontic treatment and only one study, in five, reports statistically significant differences between the application of microvibration during the orthodontic treatment and the conventional treatment. No harmful effects were reported on the periodontium, loss of dental vitality or serious root resorption in any study.

**Conclusions:** Low quality evidence suggests that low intensity laser and corticotomy are effective in accelerating tooth movement, at least in a short term. Further research is required on the field of accelerated orthodontics with additional attention paid to application protocols, overall treatment duration, adverse effects and cost–benefit analysis, based on the specific characteristics of each method.

### 3. Introducción

---

La demanda y accesibilidad a los tratamientos ortodónticos ha aumentado significativamente durante las últimas décadas, así como el número de pacientes con problemas estéticos y limitaciones de tiempo para tratamientos largos.<sup>1</sup> Simultáneamente, los avances sustanciales en el campo de la ortodoncia han ampliado la gama de movimientos dentales posibles y han incrementado la eficacia de la terapéutica, que en términos prácticos, impulsan la evolución de los métodos clásicos.<sup>2</sup>

El desplazamiento dental durante la ortodoncia se produce como consecuencia de un proceso biológico, caracterizado por una remodelación del hueso alveolar y del ligamento periodontal en respuesta a una fuerza, que promueve cambios celulares y moleculares extensos en el periodonto.<sup>3</sup> Los procesos de remodelación ósea se inician cuando se aplica una fuerza ortodóntica sobre el periodonto que, a su vez, genera una respuesta inflamatoria aséptica. Esta inflamación altera la homeostasis y la microcirculación del ligamento periodontal, creando áreas de isquemia y vasodilatación, hecho que resulta en la liberación de varios mediadores biológicos, como citoquinas, quimiocinas, factores de crecimiento, neurotransmisores, metabolitos del ácido araquidónico y hormonas. Dichas moléculas desencadenan una serie de respuestas celulares que promueven la reabsorción ósea por parte de los osteoclastos en los sitios de presión y la formación ósea por parte de los osteoblastos en los sitios de tensión.<sup>4</sup> La remodelación ósea renueva el contenido interno del hueso sin cambiar su tamaño o forma.<sup>3</sup> Los osteoclastos son las células responsables de degradar el tejido óseo mineralizado. La diferenciación específica de los osteoclastos se debe a la activación de la proteína transmembrana RANK (activador del receptor del factor nuclear- $\kappa$ B) por la proteína RANKL (activador del receptor del ligando del factor nuclear- $\kappa$ B), la cual es expresada por células mesenquimales y osteoblastos.<sup>5</sup> A nivel celular, el predominio de la actividad de los osteoclastos sobre los osteoblastos es responsable de la reabsorción ósea, que ocurre como resultado de la intensificación del proceso inflamatorio en el tejido periodontal<sup>4</sup>.

La duración del tratamiento de ortodoncia, que se ve afectada por numerosos factores, como la gravedad del caso, el plan de tratamiento, la capacidad clínica del profesional, la necesidad de realizar extracciones y el cumplimiento del paciente, suele oscilar entre 24 y 36 meses en situaciones clínicas actuales.<sup>6,7</sup> La reducción de la duración de la terapia es, sin lugar a duda, una meta a conseguir tanto para los profesionales, como

para los pacientes de ortodoncia. Los tratamientos que consumen mucho tiempo no solo disminuyen la calidad de vida de los pacientes, sino que también acumulan efectos colaterales como la desmineralización del esmalte, la aparición de caries, la enfermedad periodontal, las recesiones gingivales y las reabsorciones radiculares, entre otras.<sup>2,8,9</sup>

Dado que la mejor manera de acortar el tiempo de tratamiento es acelerar el movimiento de los dientes, se han ideado modalidades terapéuticas con este fin, que pueden ser categorizadas, en base al nivel de invasividad, como intervenciones quirúrgicas, o invasivas, y no quirúrgicas, o no invasivas.

La bibliografía muestra diversos métodos que se han desarrollado para inducir la remodelación y disminuir la duración del tratamiento, como son las inyecciones de medicamentos, la estimulación eléctrica, la fotobiomodulación, la microvibración y la combinación de tratamiento ortodóntico con cirugía ósea y/o periodontal.<sup>6,9</sup>

Sin embargo, ¿existe suficiente evidencia científica que respalde la efectividad de las técnicas mencionadas en la reducción del tiempo del tratamiento de ortodoncia? El propósito de este trabajo es intentar responder a esta pregunta.

### 3.1 Métodos invasivos

A pesar de las diversas técnicas descritas en la literatura, la evidencia señala los métodos quirúrgicos como los medios más eficaces para acelerar el movimiento dental en el tratamiento ortodóntico.<sup>9</sup> Las corticotomías que cumplen con este propósito dan lugar al llamado Tratamiento Ortodóntico Asistido por Corticotomías (CAOT) que fue descrito por primera vez por L. C. Bryran en 1893.<sup>10</sup>

Una corticotomía se define como un procedimiento quirúrgico mediante el cual solo el hueso cortical es cortado, perforado o alterado mecánicamente.<sup>11</sup> Köle utilizó, en 1959, el término "bloqueo óseo" para describir el hipotético modo de movimiento que se produce tras la corticotomía.<sup>12</sup> Sin embargo, los posteriores estudios de Frost<sup>13</sup> lo asociaron al Fenómeno de Aceleración Regional (del inglés: *Regional Accelerated Phenomenon* - RAP). El RAP es un proceso fisiológico que incrementa el recambio óseo (*turnover*) de la superficie del hueso trabecular en respuesta a un trauma quirúrgico. Este brote localizado de remodelación de tejidos duros es reversible y da lugar a una osteopenia transitoria.<sup>13</sup> El número de osteoblastos disminuye en el hueso medular y se incrementa la porosidad del hueso cortical, siendo menos denso pero manteniendo el volumen. El término "regional" se refiere a que la desmineralización solo ocurre en el lugar del estímulo y en el hueso adyacente al mismo.<sup>14</sup>

Se sugiere que RAP se inicia a los pocos días de la cirugía<sup>15</sup> y remite a los 3-4 meses del trauma inicial.<sup>13</sup> El punto máximo se encuentra entre la segunda y la cuarta semana y su magnitud depende de la invasividad y del diseño del corte.<sup>10,13</sup>

Años después, gracias al avance de las técnicas diagnósticas, Wilcko y cols.<sup>10</sup> introdujeron la técnica conocida como Ortodoncia Osteogénica Periodontalmente Acelerada (OOPA), que combina la corticotomía, donde se produce el fenómeno de aceleración regional, con procesos de regeneración ósea en las tablas vestibulares.<sup>10</sup> Se sugiere que con la técnica OOPA se consigue más estabilidad a largo plazo, la cual se explica por la pérdida de memoria y el posterior *turnover* celular al inducir una regeneración ósea a través de la lesión con las corticotomías.<sup>10</sup> El aumento simultáneo de hueso, ofrece mayor soporte óseo, y por tanto, una disminución de complicaciones periodontales tardías como dehiscencias, fenestraciones y menor probabilidad de reabsorción radicular.<sup>10</sup>

Originalmente, las corticotomías eran intervenciones invasivas muy agresivas para el paciente. Los cortes segmentales se realizaban con fresas, discos, minisierras o cinceles, e implicaban la elevación de colgajos extensos. La mayoría de autores recomendaban realizar un surco vertical de 2-3 mm en el espacio interdental, a medio camino entre las prominencias de la raíz en el hueso alveolar.<sup>10</sup> Posteriormente, estos cortes se conectaban con una corticotomía circular horizontal, que aumentaba el riesgo de lesión radicular.<sup>16</sup> En 2006, Vercellotti y Podesta<sup>17</sup> introdujeron un nuevo método para preservar la integridad del periodonto: levantar un colgajo de grosor completo y realizar corticotomías interproximales con dispositivos piezoeléctricos. A pesar de que el objetivo era conseguir un procedimiento más seguro, la elevación del colgajo aumenta el riesgo de suscitar complicaciones y molestias postoperatorias. Park y Kim<sup>18</sup> sugirieron la corticisión como una alternativa menos traumática: las corticotomías se realizaban por vía transmucosa y se utilizaba un bisturí reforzado como un cincel delgado para separar las corticales interproximales sin elevar un colgajo.

Persiguiendo la filosofía de una odontología menos invasiva, Dibart y cols. presentaron en 2009 una nueva técnica quirúrgica, la Piezocisión<sup>TM</sup>.<sup>16</sup> Se realiza un abordaje transmucoso por vestibular, interradicular,<sup>16,19</sup> que permite la inserción del instrumento piezoeléctrico para realizar una corticotomía de 3 mm de profundidad.

La piezocisión está especialmente indicada en pacientes con biotipos finos ya que respeta los tejidos blandos y favorece su cicatrización.<sup>16</sup> Además permite que se agreguen injertos de tejido duro y/o blando a través de un procedimiento de tunelización.<sup>16</sup>

Otro grupo de técnicas quirúrgicas, son aquellas que se basan en los principios de distracción. La osteogénesis por distracción es un proceso biológico de formación de hueso nuevo entre las superficies de los segmentos óseos que se separan gradualmente por tracción incremental. En la distracción del ligamento periodontal<sup>20</sup> y

en la distracción dentoalveolar,<sup>21</sup> se reduce quirúrgicamente la resistencia ósea, permitiendo que se genere nuevo hueso en la zona de la osteotomía o de la corticotomía. Un uso reciente e innovador de la osteogénesis por distracción aplicada al movimiento dental ortodóncico es mover segmentos dentales individuales rápidamente, hecho que puede reducir el tiempo del tratamiento ortodóncico.

### 3.2 Métodos no invasivos

La literatura describe diferentes técnicas no invasivas que han sido desarrolladas con el objetivo de disminuir la duración del tratamiento ortodóncico, como las inyecciones de medicamentos,<sup>22</sup> la estimulación eléctrica,<sup>23</sup> los campos electromagnéticos pulsados,<sup>24</sup> la terapia con láser de baja intensidad,<sup>25</sup> y la aplicación de estímulos vibratoriales.<sup>27</sup>

Actualmente, existen escasos ensayos clínicos en humanos que evalúen la eficacia de las terapias con estimulación eléctrica y campos electromagnéticos pulsados sobre la aceleración del movimiento dental, y los estudios existentes presentan una metodología no confiable.<sup>23,24</sup>

Por otro lado, se ha hipotetizado sobre que las inyecciones locales de diversos agentes, como la vitamina D3, prostaglandinas, interleucinas, entre otros, podrían acelerar el movimiento dental ortodóncico, pero simultáneamente han surgido preocupaciones con respecto a los múltiples efectos secundarios locales y sistémicos que pueden producir. Asimismo, los medicamentos más comúnmente recetados, como antidepresivos, antiinflamatorios no esteroideos y antibióticos de amplio espectro, podrían estar relacionados con efectos secundarios no deseados en los tratamientos de ortodoncia, según lo revisado por Krishnan y Davidovitch,<sup>4</sup> pero no se conoce ningún efecto sobre la tasa de movimiento dentario. Desafortunadamente, gran parte de la información sobre el efecto de la medicación en el curso del movimiento dentario proviene de estudios en animales, y no se puede confiar únicamente en los resultados de estos para precisar los efectos en los seres humanos.

#### 3.2.1 *Fotobiomodulación*

Esta modalidad terapéutica se caracteriza por presentar una invasividad muy limitada. Implica la exposición de los tejidos a los efectos de la luz roja con una longitud de onda terapéutica de 600 a 1200 nm. El tratamiento con luz se puede dividir en 2 tipos básicos: láseres de baja intensidad (LLLT), que producen luz coherente, y diodos emisores de luz (LED), que son fuentes de luz incoherente, definiendo la coherencia como la capacidad de enfocarse en un punto limitado, mantenerse estrechos en largas distancias o tener un espectro muy estrecho.<sup>28</sup> Por otro lado, los láseres pueden



clasificarse como láseres de alta y baja intensidad, cuyas principales diferencias son su potencia y mecanismo de acción. Los láseres de alta intensidad actúan aumentando la temperatura, mostrando un potencial destructivo y se usan generalmente en procedimientos quirúrgicos. Por contraste, el láser de baja intensidad no tiene un potencial destructivo.<sup>29,30</sup> Se ha estudiado que la terapia con luz estimula la proliferación de osteoclastos, osteoblastos y fibroblastos a través de la expresión de RANK y RANKL.<sup>31,32</sup> El aumento de la actividad de las células conduce a una estimulación del metabolismo óseo *in situ*, que crea condiciones favorables para el movimiento de los dientes.

Cruz y cols.<sup>33</sup> realizaron por primera vez una investigación sobre sujetos humanos, y los resultados mostraron que el LLLT podría aumentar la velocidad del tratamiento ortodóntico y disminuir el riesgo de reabsorción radicular consecuente.

La mayoría de los autores están de acuerdo en que la respuesta celular depende principalmente de la longitud de onda y la dosis de luz, no de su fuente.<sup>32</sup> La simplicidad de la técnica y el hecho de que la terapia con LLLT no es invasiva ni dolorosa se consideran sus principales ventajas.<sup>36</sup>

Los láseres de baja intensidad con diodos emisores de luz (LED) son ligeros y rentables. Los LED pueden fabricarse para producir múltiples longitudes de onda y pueden construirse fácilmente en función del campo a irradiar. Este tipo de láser de baja energía intenta utilizar diodos emisores de luz para modificar la biología celular mediante la exposición a la luz en el rango de rojo a infrarrojo cercano (600–1000 nm). La razón principal para usar las fuentes que irradian en la región espectral del infrarrojo rojo es el hecho de que la hemoglobina no se absorbe en esta región y la luz puede penetrar profundamente en el tejido vivo.<sup>28</sup>

### 3.2.2 Microvibración

La remodelación del hueso alveolar se explica mediante dos hipótesis: la presión-tensión que se genera en el ligamento periodontal tras aplicar una fuerza ortodóntica y la piezoelectricidad generada en el hueso alveolar.<sup>40</sup> En la piezoelectricidad, las fuerzas aplicadas generan una carga eléctrica que induce la respuesta osteogénica. Dado que las cargas piezoeléctricas se crean solo cuando se aplica y libera el estrés, Shapiro y cols.<sup>41</sup> sugirieron que las fuerzas de ortodoncia aplicadas para mejorar la velocidad de movimiento de los dientes no deberían ser continuas. Por lo tanto, los dispositivos vibratorios pueden ser adecuados para iniciar cargas inducidas por estrés mediante la aplicación de una fuerza intermitente. También se ha sugerido que los dispositivos

vibratorios podrían mejorar el movimiento de los dientes al reducir la resistencia de fricción al deslizamiento (fenómenos de adherencia) entre los brackets y los arcos de alambre.<sup>42</sup> Otra ventaja del uso de dispositivos de vibración que se ha propuesto es la reducción del dolor después del ajuste ortodóntico.<sup>43</sup>

### 3.3 Objetivo e hipótesis

Antes de iniciar la exploración bibliográfica se plantea la pregunta PICO: “¿Son las técnicas de aceleración del movimiento dentario efectivas, en comparación con la ortodoncia convencional, en la reducción del tiempo terapéutico de los pacientes que deciden someterse a un tratamiento de ortodoncia?”

En esta revisión se pretende evaluar, de forma descriptiva, la evidencia disponible sobre la efectividad del movimiento ortodóntico acelerado de los dientes mediante abordajes invasivos y no invasivos en pacientes de ortodoncia. Y, a partir de los resultados obtenidos, extraer un protocolo de actuación clínica para los pacientes del Hospital Odontológico Universidad de Barcelona que quieran someterse a un tratamiento de ortodoncia en el que se utilice alguna técnica de aceleración del movimiento dentario.

### 3.4 Diseño del estudio

Se trata de una revisión sistemática.

## 4 Materiales y métodos

---

En esta revisión se consideran los criterios PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses).<sup>44</sup> Se realizó una búsqueda piloto en MEDLINE (via Pubmed) para preparar el protocolo de estudio. Los formularios de extracción de datos se construyeron después de los resultados iniciales de la búsqueda piloto.

### 4.1 Estrategia de búsqueda

La búsqueda de literatura electrónica se realizó por una autora (A.M.G), y fue supervisada por el tutor (N.C.O), en la base de datos MEDLINE/PubMed entre Noviembre de 2018 y Marzo de 2019.

Se introdujo una combinación específica de palabras por tal de completar una búsqueda concreta y reproducible, que se expone en la tabla (Tabla 1). Además, se realizaron rastreos manuales para identificar estudios adicionales potencialmente relevantes en las listas de referencias de los artículos seleccionados.

### 4.2 Selección de estudios

En primer lugar, los resultados de los motores de búsqueda se evaluaron según su relevancia en función del título y del resumen. Los estudios, cuyos títulos o resúmenes muestran información diferente a la pregunta de estudio, fueron excluidos.

Se determinó una restricción de 10 años, desde enero de 2009 hasta abril de 2019.

Se consideraron ensayos clínicos aleatorizados (ECA) con tamaño muestral de 10 o más pacientes, que informen sobre resultados o parámetros de tratamiento relacionados con la aceleración del movimiento dental durante el tratamiento de ortodoncia y que comparen la aplicación de una técnica para reducir el tiempo terapéutico con el tratamiento de ortodoncia convencional.

Fueron excluidos del presente trabajo estudios *in vitro* y en animales, meras descripciones de técnicas o protocolos, editoriales, opiniones, reseñas, series de casos, ensayos clínicos controlados y artículos sin muestra reportada, así como se rechazaron registros referentes al movimiento acelerado de los dientes como resultado de cirugía ortognática, procedimientos con campos eléctricos o electromagnéticos y enfoques farmacológicos. Solo se consideraron los artículos completos. Todas las publicaciones relevantes y los estudios cuyos resúmenes no proporcionaron información suficiente para justificar una decisión de exclusión se obtuvieron en texto completo para determinar su elegibilidad. Fueron descartados los artículos escritos en cualquier idioma que no sea inglés, español o catalán.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda de literatura electrónica

Base de datos	Palabras clave	Periodo de tiempo	Filtros en la base de datos	Resultados	Artículos incluidos
MEDLINE ® Pubmed	(Orthodontics [Mesh] OR orthodontic*) AND (Tooth Movement [Mesh]) AND (rapid OR accelerat*)	Enero 2009 – Abril 2019	ECA Texto completo Humanos 10 años	21	6

ECA: Ensayo clínico aleatorizado

#### 4.3 Extracción de resultados

Se creó una tabla (Tabla 2) para recopilar la información seleccionada de los estudios incluidos. Se extrajeron, de los artículos, el tipo de método de aceleración del movimiento dental, el número de participantes del estudio, y su género, la maloclusión que presentaban los sujetos, el tiempo total de tratamiento (si se indica), la incidencia de complicaciones (reabsorción de la raíz, pérdida de vitalidad dental, problemas periodontales, dolor, etc), la duración del estudio y la satisfacción clínica y del paciente.

#### 4.4 Riesgo de sesgo en estudios individuales

Los estudios fueron evaluados para determinar su elegibilidad y fueron calificados por dos observadores (A. M. G y N. C. O). El riesgo de sesgo de los estudios seleccionados se determinó utilizando la herramienta de colaboración de Cochrane para evaluar el riesgo de sesgo, sugerida en el manual Cochrane para revisiones sistemáticas de intervenciones (versión 5.1.0).<sup>45</sup> Se evaluaron los siguientes ítems: (1) generación de la secuencia aleatoria (sesgo de selección); (2) ocultación de la asignación (sesgo de selección); (3) cegamiento del examinador y del paciente (sesgo de realización); (4) enmascaramiento de la medida de resultados (sesgo de detección); (5) seguimiento de los participantes y análisis de los datos perdidos durante el seguimiento (sesgo de desgaste); (6) resultados descritos de los estudios (sesgo de descripción selectiva de los resultados); (7) otras fuentes de sesgo como el conflicto de intereses. Las publicaciones se agruparon en las siguientes categorías: (A) bajo riesgo de sesgo (posible sesgo que no afecte seriamente los resultados) si se cumplen todos los criterios; (B) alto riesgo de sesgo (posible sesgo que debilita seriamente la confiabilidad de los resultados) si no se cumple uno o más criterios; (C) riesgo de sesgo incierto cuando había muy pocos detalles disponibles para la clasificación como riesgo "alto" o "bajo".<sup>46</sup>

## 5 Resultados

---

### 5.1 Selección de estudios

El diagrama de flujo de la selección de estudios se muestra en la figura (Fig. 1). La búsqueda electrónica de la literatura inicialmente arrojó 475 registros, y no hubo ninguna referencia duplicada. Tras la revisión de los títulos y los resúmenes, se decidió examinar 347 estudios con más detalle. 128 artículos fueron excluidos por no estar disponibles en texto completo. Se descartaron 341 registros por no cumplir los criterios de selección y se hallaron 12 estudios adicionales mediante la búsqueda manual de referencias. Finalmente, la aplicación de los criterios de inclusión dio como resultado 18 publicaciones elegibles en la revisión de síntesis cualitativa. Hubo un completo consenso entre los evaluadores sobre el proceso de selección de literatura y la clasificación de las publicaciones.

De los 18 estudios incluidos en esta revisión sistemática, 6 evaluaron el tratamiento ortodóntico asistido por corticotomía y 4 probaron el efecto del láser de baja intensidad. La efectividad del láser de baja potencia con diodos emisores de luz (LED) sobre el movimiento dentario durante el tratamiento ortodóntico fue examinada en 3 artículos y 5 registros se seleccionaron para evaluar los efectos de la microvibración en la reducción de tiempo del tratamiento de ortodoncia.

### 5.2 Criterios de inclusión y exclusión

Se consideran las investigaciones realizadas en pacientes sanos sin hábitos tóxicos, que requieren un tratamiento de ortodoncia por primera vez. Los sujetos de estudio deben estar exentos de enfermedad periodontal (profundidad de sondaje  $\leq 3$  mm y sin evidencia radiológica de pérdida ósea) y no presentar caries, agenesias dentarias ni alteraciones en la articulación temporomandibular.

Fueron excluidos los estudios que incluyen pacientes que reciben, o han recibido, cualquier tipo de medicación que pueda afectar el metabolismo óseo, tal como bifosfonatos y terapia con corticoesteroides a largo plazo. No se tienen en cuenta en esta revisión pacientes sindrómicos, pacientes con labio y paladar hendido o cualquier otra enfermedad sistémica o incapacitante.

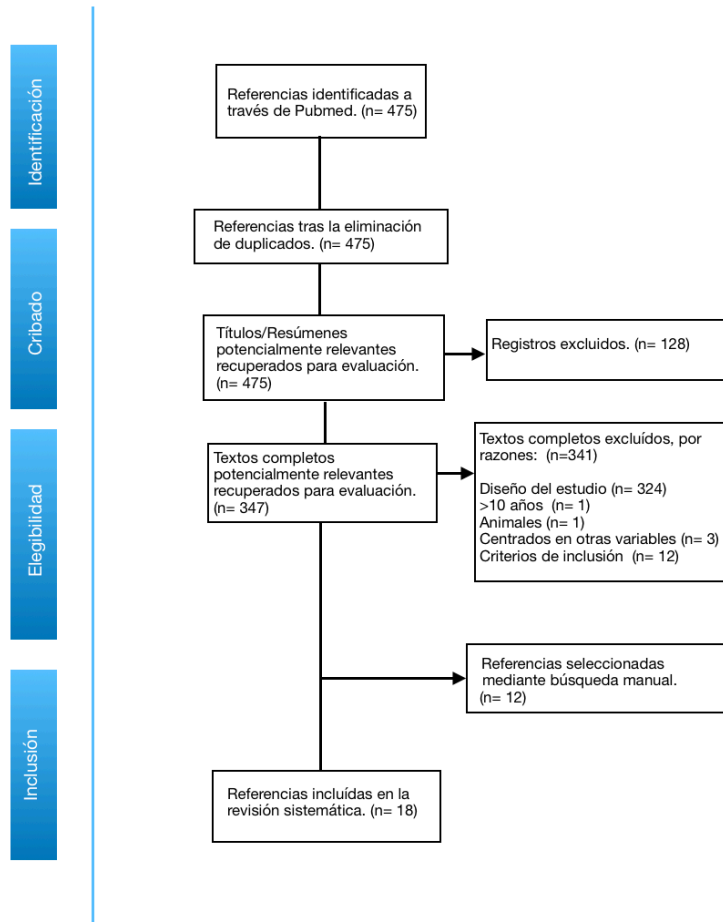


Fig. 1. Diagrama de flujo del artículo. Proceso de selección para la revisión sistemática de acuerdo con las pautas de PRISMA.

### 5.3 Evaluación del riesgo de sesgo

La figura (Fig. 2.) muestra el resumen de la evaluación del riesgo de sesgo de los estudios incluidos en la revisión sistemática, de acuerdo con la herramienta sugerida en el manual Cochrane para revisiones sistemáticas de intervenciones (versión 5.1.0).<sup>45</sup> Se considera, según se muestra en la tabla, que el símbolo de la cruz indica bajo riesgo de sesgo, el interrogante indica riesgo de sesgo poco claro y el menos alto riesgo. De acuerdo con la herramienta Colaboración Cochrane para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios incluidos, seis estudios<sup>38,47-51</sup> se consideran de alto riesgo de sesgo y once<sup>5,26,27,52-59</sup> de riesgo poco claro.

	Generación de la secuencia aleatoria (sesgo de selección)	Ocultación de la asignación (sesgo de selección)	Cegamiento del examinador y del paciente (sesgo de realización)	Enmascaramiento de la medida de resultados (sesgo de detección)	Seguimiento de los participantes y análisis de los datos perdidos durante el seguimiento (sesgo de desgaste)	Resultados descritos de los estudios (sesgo de descripción selectiva de los resultados)	Otros sesgos
Alkebsi A, y cols. <sup>47</sup> 2018	+	?	-	+	?	+	?
Gibreal O, y cols. <sup>48</sup> 2018	+	+	-	+	+	+	+
Bhattacharya P, y cols. <sup>49</sup> 2014	+	?	-	?	?	+	+
Charavet C, y cols. <sup>59</sup> 2016	+	+	?	?	?	+	+
Alikhani M, y cols. <sup>53</sup> 2013	?	?	?	+	+	+	+
Aboul-Ela SM, y cols. <sup>54</sup> 2011	+	?	?	?	?	+	?
Sousa MV, y cols. <sup>56</sup> 2011	?	?	+	?	+	+	+
Qamruddin I, y cols. <sup>57</sup> 2017	+	+	+	?	+	+	?
Doshi-Mehta G, y cols. <sup>25</sup> 2012	+	?	+	+	+	+	+
Üretürk S, y cols. <sup>58</sup> 2017	+	+	+	?	+	+	+
Al-Okla N, y cols. <sup>26</sup> 2018	+	?	+	+	+	+	?
Shaughnessy T, y cols. <sup>38</sup> 2016	-	?	+	+	?	+	?
Kau CH, y cols. <sup>39</sup> 2013	+	?	?	?	?	+	?
Katchooi M, y cols. <sup>52</sup> 2017	+	?	+	+	+	+	?
Woodhouse NR, y cols. <sup>27</sup> 2015	+	+	?	+	+	+	+
Miles P y Fisher E. <sup>50</sup> 2016	?	+	-	?	?	+	?
Dibiase AT, y cols. <sup>55</sup> 2017	+	+	?	+	+	+	+
Pavlin D, y cols. <sup>51</sup> 2015	+	?	+	?	+	+	-

Fig. 2. Evaluación del riesgo de sesgo. De acuerdo con el Manual Cochrane para Revisiones Sistemáticas de Intervenciones, versión 5.1.0. (+): bajo riesgo de sesgo; (-): alto riesgo de sesgo; (?): riesgo de sesgo incierto.

#### 5.4 Extracción de datos: síntesis cualitativa

Los datos extraídos de los artículos seleccionados en esta revisión, así como el diseño del estudio, las características de los participantes, la descripción de la técnica de aceleración del movimiento dentario empleada y los principales resultados analizados se recogen en la tabla (Tabla 2).

De las 18 publicaciones incluidas, siete<sup>47-49,53,54,59</sup> evalúan el tratamiento de ortodoncia asistido por corticotomía, cuatro artículos<sup>25,56-58</sup> testan el efecto del laser de baja intensidad en el movimiento dentario ortodóntico, se estudia el efecto de la aplicación de láser de baja potencia con diodo emisor de luz en tres registros<sup>26,38,39</sup> y cinco

estudios<sup>27,50-52,55</sup> describen los efectos de la aplicación diaria de un dispositivo vibratorio sobre la velocidad del movimiento dentario.

Once publicaciones presentan un diseño clásico con dos grupos de pacientes seguidos en paralelo<sup>26,27,38,39,48-52,55,59</sup>. El primer grupo, conocido como el grupo experimental, se beneficia del tratamiento de ortodoncia junto a la terapia de aceleración del movimiento dentario y el segundo grupo, el grupo control, se somete solo a un tratamiento de ortodoncia convencional. Siete estudios presentan un diseño con comparación intraindividual:<sup>25,47,53,54,56-58</sup> un sector de la cavidad bucal, considerado como lado experimental, es sujeto del tratamiento de ortodoncia junto a la terapia de aceleración del movimiento dentario y en el otro sector, el lado control, se emplea únicamente el tratamiento de ortodoncia estándar. Este tipo de estudio se denomina en "boca partida".



ACELERACIÓN DEL MOVIMIENTO DENTAL DURANTE EL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA:  
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE MÉTODOS INVASIVOS Y NO INVASIVOS

Tabla 2. Características de los artículos incluidos en la revisión sistemática con respecto a los pacientes, intervenciones y resultados. ECA: ensayo clínico aleatorizado, ECA BP: ensayo clínico aleatorizado en boca partida, MOP: micro-osteoperforaciones, OC: ortodoncia convencional, NM: no mencionado, H: hombres, M: mujeres, PIE: piezocisión, COR: corticotomía, INJ: injerto, LLLT: láser de baja intensidad, AsGaAl: Galio-Aluminio-Arsenio, LED: láser de baja potencia con diodo emisor de luz, MV: microvibración, INV: alineadores invisibles.

Autor Origen Año	Método		Objetivo	Participantes Total (H/M) Edad Grupo Control Maloclusión	Intervención		Resultados  Primarios Secundarios Complicaciones	Satisfacción
	Diseño del estudio	Comparación			Protocolo	Duración del estudio		
Alkebsi, y cols. <sup>47</sup> Jordania 2018	ECA BP	MOP + OC vs. OC	Valoración del efecto de las micro-osteoperforaciones sobre la velocidad de movimiento dental en la retracción canina en pacientes adultos.	- 32 (8/24) - 16 – 25 años - 16 - Clase II/1 que requieren extracción terapéutica de 1.4 y 2.4	- Fase ortodóntica inicial. - Extracción de 1.4 y 2.4. Anclaje posterior con microtomillos. - Anestesia local. - Sin elevación de colgajo. Micro-osteoperforaciones: 1.5 mm ancho y 3-4 mm profundo con microtomillos, a 3 mm distal del canino y 6 mm de margen gingival, a 5 mm del primer punto y a 5 mm del segundo punto. - Instrumento: Microtomillos de diámetro 1.5 mm. - Activación ortodóntica: inmediatamente después de la intervención. - Prescripción de antiinflamatorios y enjuagues de clorhexidina 0.12% durante 5 días.	NM	- Primarios: sin diferencias estadísticamente significativas entre el lado de MOP y grupo control. - Secundarios: - Dolor y disconfort leve las primeras 24h estadísticamente no significativo.	Clínica: alta Paciente: alta
Gibreal, y cols. <sup>48</sup> Siria 2018	ECA	PIE + OC vs. OC	Estudio de la eficacia de la piezocisión en la aceleración de la alineación de los dientes anteriores inferiores con apiñamiento severo.	- 36 (H/M) - 16 – 25 años - 18 - Apiñamiento anterior severo en mandíbula que requiere extracción terapéutica de 3.4 y 4.4	- Fase ortodóntica inicial - Extracción de 3.4 y 4.4 - Anestesia local. - Sin elevación de colgajo. Incisiones verticales en la cortical entre 3.3-3.2, 3.2-3.1, 3.1-4.1, 4.1-4.2 y 4.2-4.3, de 5-8 mm de largo y 3 mm de ancho, 4 mm debajo de la papila. - Instrumento: Piezotomo punta BS1. Sin sutura. - Activación ortodóntica: inmediatamente después de la intervención. - Prescripción de antiinflamatorio: acetaminofen 500mg.	65 días	- Primarios: - PIE + OC reduce al 59% el tiempo de tratamiento. - Secundarios: sin complicaciones.	Clínica: alta Paciente: NM
Bhattacharya, y cols. <sup>49</sup> India 2014	ECA	COR + INJ + OC vs. OC	Evaluar la variación de tiempo para completar la retracción del sector anterior superior entre el tratamiento ortodóntico asistido por corticotomía y la ortodoncia convencional y comparar el grosor del hueso alveolar antes y después de la corticotomía con injerto.	- 20 (18/2) - 16 – 25 años - 10 - Maloclusiones de clase III que requieren retracción de sector anterior superior y extracción de 1.4 y 2.4	- Fase ortodóntica inicial. - Anestesia local. - Elevación de colgajo mucoperióstico de espesor completo. - Extracción de 1.4 y 2.4, relleno del alvéolo con un aloinjerto de hueso liofilizado desmineralizado (DFDBA). - Incisiones verticales interradiculares en la cortical 2mm encima de la cresta ósea hasta 2mm debajo de los ápices. Incisiones horizontales en la cortical para unir los cortes verticales. - Instrumento: fresa redonda de 2mm de diámetro. - Sutura - Activación ortodóntica: inmediatamente después de la intervención. - Sin prescripción farmacológica.	234 días	- Primarios: - reducción significativa del tiempo de tratamiento en COR + OC en comparación con el grupo control. El grosor del hueso en COR + INJ es significativamente mayor en comparación con el grupo control. - Secundarios: NM	Clínica: alta Paciente: NM
Charavet, y cols. <sup>50</sup> Bélgica 2016	ECA	PIE + OC vs. OC	Evaluar los beneficios y resultados clínicos de la piezocisión en los tratamientos de ortodoncia.	- 24 (9/15) - Media 30 años - 12 - Apiñamiento medio de 2.5 ±1,4 mm en el maxilar superior y 3 ±1,6mm en la mandíbula.	- Fase ortodóntica inicial con brackets de autoligado. - Anestesia local - Sin elevación de colgajo. Micro-incisiones interproximales verticales debajo de cada papila interdental. - Incisiones verticales en la cortical con de 5mm de largo y 3mm profundidad. - Instrumento piezoeléctrico - Sin sutura - Enjuagues de clorhexidina al 0.12% durante 5 días. - Sin prescripción farmacológica.	NM	- Primarios: - PIE + OC reduce un 43% el tiempo de tratamiento. - Secundarios: dolor ligeramente mayor tras la piezocisión	Clínica: alta Paciente: alta
Alikhani, y cols. <sup>53</sup> Estados Unidos 2013	ECA BP	MOP + OC vs. OC	Valoración del efecto de las micro-osteoperforaciones sobre la velocidad del movimiento dentario.	- 20 (8/12) - 18 – 45 años - 10 - Clase II/ 1 que requieren extracción terapéutica de 1.4 y 2.4	- Fase ortodóntica inicial. - Extracción de 1.4 y 2.4. - Anestesia local. - Sin elevación del colgajo. Tres micro-osteoperforaciones, de 1.5mm de ancho y 2-3mm de profundidad, en el espacio de extracción a distancias iguales del canino y del segundo premolar. - Instrumento: Dispositivo para este uso, Propel Orthodontics ® - Activación ortodóntica inmediatamente después de la intervención. - Sin prescripción farmacológica.	NM	- Primarios: - MOP + OC 2.3 veces más rápido que OC - Secundarios: - Dolor y disconfort mayor en MOP + OC los primeros 7 días.	Clínica: alta Paciente: NM

ACELERACIÓN DEL MOVIMIENTO DENTAL DURANTE EL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA:  
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE MÉTODOS INVASIVOS Y NO INVASIVOS

Aboul-Ela, y cols. <sup>54</sup> Egipto 2011	ECA BP	COR + OC vs OC.	Evaluar la retracción del canino maxilar soportado por microtornillos con ortodondia facilitada por corticotomía.	- 13 (5/8) - Media 19 años - 13 - Clase II/1. Overjet aumentado que requiere extracción terapéutica de 1.4 y 2.4 para la retracción de 1.3 y 2.3 con microtornillos.	- Fase ortodóntica inicial y uso de microtornillos de 1.3 mm de diámetro y 8 mm de longitud para el anclaje. - Anestesia local. - Colgajo submarginal de espesor total. - Incisiones en la cortical con fresa redonda nº 2, por encima de la raíz canina desde incisivo lateral hasta primer premolar. - Reposición del colgajo y sutura no reabsorbible con seda 4-0. - Sin prescripción farmacológica.	NM	- Primarios: COR + OC 2 veces más rápido que OC - Secundarios: dolor y discomfort	- Clínica: alta - Paciente: NM
Sousa, y cols. <sup>56</sup> Brazil 2011	ECA BP	LLLT + OC vs. OC	Estudiar la influencia del láser de baja intensidad en la velocidad del movimiento ortodóntico.	- 10 (4/8) - 10 – 20 años - 10 - Apilamiento o biprotusión que requiera la extracción de los primeros premolares.	- Fase ortodóntica inicial. - Extracción de primeros premolares. - Láser semiconductor de baja potencia AsGaAl ( <i>Twin Laser MMOptics®</i> ), de onda continua, de 780nm de longitud de onda, 0.04cm <sup>2</sup> de área de irradiación, y potencia de 20 mW. Aplicado en un total de 10 puntos, 5 en bucal y 5 en palatino, alrededor de los caninos, 10 segundos en cada punto con una energía de 5 $\frac{J}{cm^2}$ . - Cada 30 días, durante 3 visitas. - Sin prescripción farmacológica.	90 días	- Primarios: LLLT + OC 2 veces más rápido que OC - Secundarios: sin complicaciones.	- Clínica: moderada - Paciente: moderada
Qamruddin, y cols. <sup>57</sup> Malasia 2017	ECA BP	LLLT + OC vs. OC	Analizar los efectos de la irradiación con láser de baja potencia sobre la velocidad del movimiento dental y el dolor asociado.	- 22 (11/11) - 12 – 25 años - 22 - Clase II/1 que requiere extracción de 1.4 y 2.4	- Fase ortodóntica inicial con brackets de autoligado. - Extracción de 1.4 y 2.4 - Láser semiconductor de baja potencia AsGaAl ( <i>ILas; Biolase®</i> ), de onda continua, de 940nm de longitud de onda, 0.04cm <sup>2</sup> de área de irradiación, y potencia de 100 mW. Aplicado en un total de 10 puntos, 5 en bucal y 5 en palatino, alrededor de los caninos, 3 segundos en cada punto con una energía de 7.5 $\frac{J}{cm^2}$ . - Cada 3 semanas, durante 3 visitas. - Sin prescripción farmacológica.	450 días	- Primarios: LLLT + OC 2.02 veces más rápido que OC - Secundarios: dolor significativamente menor en lado irradiado con láser.	- Clínica: alta - Paciente: NM
Doshi-Mehta, y cols. <sup>25</sup> India 2012	ECA BP	LLLT + OC vs- OC	Valorar la eficacia de la terapia con láser de baja intensidad para reducir el tiempo de tratamiento y el dolor ortodóntico.	- 20 (8/12) - 12 – 23 años - 20 - Maloclusiones que requieren extracción ortodóntica de 1.4 y 2.4	- Fase ortodóntica inicial, 7 días después de extracción de 1.4 y 2.4. Se inicia la retracción canina con ortodondia fija. - Láser semiconductor de baja potencia AsGaAl ( <i>LA3D0001.1; LAMDA®</i> ), de onda continua, de 800nm de longitud de onda y potencia de 0.25 mW. Aplicado en un total de 10 puntos, 5 en bucal y 5 en palatino, alrededor de los caninos, 10 segundos en cada punto con una energía de 8 $\frac{J}{cm^2}$ . - Aplicación los días 0, 3, 7 y 14 en el primer mes. A partir de entonces, irradiaciones cada 15 días, durante 4 visitas. - Sin prescripción farmacológica.	92 días	- Primarios: LLLT + OC 1.3 veces más rápido que OC - Secundarios: dolor significativamente menor en lado irradiado con láser	- Clínica: alta - Paciente: NM
Üretürk, y cols. <sup>58</sup> Turquia 2017	ECA BP	LLLT + OC vs. OC	Determinar el efecto de la terapia con láser de baja intensidad sobre el movimiento de los dientes durante la distalización canina.	- 15 (7/8) - 12 – 19 años - 15 - Clase II/1 que requieren extracción de 1.4 y 2.4	- Fase ortodóntica inicial, 2 días después de realizar las extracciones. Se inicia la retracción canina con ortodondia fija. - Láser semiconductor de baja potencia AsGaAl ( <i>Doris CTL 1106MX®</i> ), de onda continua, de 820nm de longitud de onda y potencia de 20 mW. Aplicado en un total de 10 puntos, 5 en bucal y 5 en palatino, alrededor de los caninos, 10 segundos en cada punto con una energía de 5 $\frac{J}{cm^2}$ . - Aplicación en los días 0, 3, 7, 14, 21, 30, 33, 37, 44, 51, 60, 63, 67, 74, 81, 84, 90 días. - Sin prescripción farmacológica.	90 días	- Primarios: LLLT + OC 20-40% más rápido que OC - Secundarios: dolor significativamente menor en lado irradiado con láser	NM
Al-Okla N, y cols. <sup>26</sup> Dubai 2018	ECA	LED + OC vs. OC	Examinar el efecto de la fotobiomodulación sobre el apilamiento maxilar.	- 38 (H/M) - 12 – 40 años - 21 - Clase I o II, con apilamiento anterior, que no requiere extracciones terapéuticas.	- Fase ortodóntica inicial. - Láser de baja potencia con diodo emisor de luz ( <i>OrthoPulse®</i> ) de 850 nm de longitud de onda, onda continua, con una energía de 0.065 $\frac{J}{cm^2}$ , 5 minutos por arco cada día hasta 6 meses. - Sin prescripción farmacológica.	180 días	- Primarios: LED + OC 35.2% más rápido que OC - Secundarios: NM	NM

ACELERACIÓN DEL MOVIMIENTO DENTAL DURANTE EL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA:  
REVISIÓN SISTEMÁTICA DE MÉTODOS INVASIVOS Y NO INVASIVOS

Shaughnessy, y cols. <sup>38</sup> Estados Unidos 2016	ECA	LED + OC vs. OC	Valoración del efecto de fotobiomodulación sobre la velocidad de alineación de los dientes y reducción del tiempo requerido para resolver el apiñamiento dental anterior.	- 19 (6/13) - 11 – 18 años - 11 - Clase I o II con apiñamiento anterior, que no requieren extracciones.	- Fase ortodóntica inicial. - Láser de baja potencia con diodo emisor de luz (OrthoPulse®) de 850 nm de longitud de onda, onda continua, con una energía de $9.3 \frac{J}{cm^2}$ . 3.8 minutos por arco cada día hasta 48 días. - Sin prescripción farmacológica.	48 días	- Primarios: LED + OC 54% más rápido que OC - Secundarios: NM	NM
Kau CH, y cols. <sup>39</sup> Estados Unidos 2013	ECA	LED + OC vs. OC	Determinar si la fotobiomodulación reduce el tiempo de tratamiento en la fase de alineación del tratamiento de ortodoncia.	- 93 (21/69) - 10 – 36 años - 17 - Clase I, con apiñamiento anterior, que requieren tratamiento de ortodoncia fija sin necesidad de realizar extracciones	- Fase ortodóntica inicial. - Láser de baja potencia con diodo emisor de luz (OrthoPulse®) de 850 nm de longitud de onda. La superficie de la mejilla se irradió con una densidad de potencia de 60 mW / cm <sup>2</sup> durante 20 o 30 min / día o 60 min / semana para alcanzar densidades de energía totales de 72, 108 o 216 J / cm <sup>2</sup> , respectivamente hasta 161 días. - Sin prescripción farmacológica.	161 días	- Primarios: LED + OC 2.29 veces más rápido que OC - Secundarios: NM	- Clínica: alta - Paciente: NM
Katchooi, y cols. <sup>52</sup> Canada 2017	ECA	MV + INV vs. INV	Analizar los efectos de un dispositivo vibratorio suplementario durante el tratamiento con alineadores transparentes en pacientes adultos.	- 13 (6/7) - Media 33 años - 13 - Apiñamiento anterior. Clase I molar	- Alineadores invisibles Invisalign®, movimiento de 0.25 mm por alineador. - Aplicación diaria del dispositivo vibratorio suplementario de 30 Hz y 0.25 N, Acceledent®, durante 20 min. - Cambio de alineador cada 7 días hasta 6 alineadores. Se excluyen los sujetos con falta de ajuste adecuado del alineador. - Sin prescripción farmacológica.	50 días	- Primarios: sin diferencias estadísticamente significativas entre el uso del dispositivo y el grupo control. - Secundarios: Diferencias no significativas de dolor entre grupo de estudio y grupo control.	NM
Woodhouse, y cols. <sup>27</sup> Inglaterra 2015	ECA	MV + OC vs. OC	Evaluar los efectos de un dispositivo vibratorio suplementario durante el tratamiento ortodóntico.	- 81 (40/41) - Media 14.1 años - 52 - Maloclusiones que requieren extracción ortodóntica de 1.4 y 2.4	- Extracción de 1.4 y 2.4 - Ortodoncia fija - Aplicación diaria del dispositivo vibratorio suplementario de 30 Hz y 0.25 N, Acceledent®, durante 20 min. - Durante 10 semanas. - Sin prescripción farmacológica.	400 días	- Primarios: sin diferencias estadísticamente significativas entre el uso del dispositivo y el grupo control. - Secundarios: Diferencias no significativas de dolor entre grupo de estudio y grupo control	NM
Miles y Fisher. <sup>50</sup> Australia 2016	ECA	MV + OC vs. OC	Evaluar los efectos del dispositivo vibratorio sobre el tratamiento ortodóntico del sector anterior mandibular y la cantidad de incomodidad durante la alineación con ortodoncia fija.	- 40 (14/26) - Media 12.8 años - 20 - Clase II molar que requiere extracción de premolares maxilares.	- Ortodoncia fija con brackets de autoligado. - Aplicación diaria del dispositivo vibratorio suplementario de 30 Hz y 0.25 N, Acceledent®, durante 20 min. - Durante 10 semanas. - Sin prescripción farmacológica.	70 días	- Primarios: sin diferencias estadísticamente significativas entre el uso del dispositivo y el grupo control. - Secundarios: Diferencias no significativas de dolor entre grupo de estudio y grupo control.	NM
Dibiase, y cols. <sup>55</sup> Inglaterra 2018	ECA	MV + OC vs. OC	Analizar el efecto de la fuerza vibratoria suplementaria en el cierre de espacio y el resultado del tratamiento ortodóntico con aparatos fijos.	- 61 (40/41) - Media de 14.1 años - 22 - Maloclusiones que requieren extracción ortodóntica de 1.4 y 2.4	- Extracción de 1.4 y 2.4 - Ortodoncia fija - Aplicación diaria del dispositivo vibratorio suplementario de 30 Hz y 0.25 N, Acceledent®, durante 20 min. - Durante 10 semanas. - Sin prescripción farmacológica.	172 días	- Primarios: sin diferencias estadísticamente significativas entre el uso del dispositivo y el grupo control. - Secundarios: Diferencias no significativas de dolor entre grupo de estudio y grupo control.	NM
Pavlin, y cols. <sup>51</sup> Estados Unidos 2015	ECA	MV + OC vs. OC	Evaluar el efecto de una carga cíclica de bajo nivel definida en la velocidad del movimiento dental ortodóntico.	- 45 - 12 – 40 años - 22 - Maloclusiones que requieren extracción ortodóntica de 1.4 y 2.4	- Extracción de 1.4 y 2.4 - Ortodoncia fija inicial - Retración canina con microtornillo aplicación de 180 g de fuerza - Aplicación diaria del dispositivo vibratorio suplementario de 30 Hz y 0.25 N, Acceledent®, durante 20 min. - Durante 10 semanas. - Sin prescripción farmacológica.	NM	- Primarios: reducción significativa del tiempo de tratamiento en MV + OC en comparación con el grupo control. - Secundarios: NM	- Clínica: alta - Paciente: NM

## 5.5 Efectos de las intervenciones

### 5.5.1 Corticotomías

Teniendo en cuenta los 6 artículos seleccionados, un total de 145 pacientes con una edad de entre 16 a 45 años en el momento de la cirugía fueron tratados con ortodoncia fija facilitada por corticotomía. Los hallazgos se refieren a diferentes tipos de maloclusiones, incluida la clase I esquelética<sup>48,59</sup>, clase II división 1<sup>47,53,54</sup> y clase III.<sup>49</sup>

Todos los pacientes tratados con corticotomías recibieron anestesia local. La elevación del colgajo de espesor total se realizó en 33 sujetos,<sup>49,54</sup> en zonas bucales o labiales.

Las corticotomías se realizaron con fresa redonda del nº2,<sup>49,54</sup> microtornillos de 1.5 mm<sup>47</sup> o utilizando dispositivos piezoeléctricos.<sup>48,59</sup> En un estudio<sup>53</sup> se realizó la intervención con un dispositivo diseñado para este uso: *Propel Orthodontics*®.

Sólo el hueso cortical fue cortado o perforado<sup>53,60</sup> en todos los casos. En general, las corticotomías se realizaron como un procedimiento de una etapa y sin prescripción farmacológica posterior, excepto en dos ensayos<sup>47,48</sup> en los que se recomendó el seguimiento de una pauta medicamentosa con antiinflamatorios.

Una publicación<sup>49</sup> informó aumento de hueso simultáneo a la corticotomía, con hueso cortical particulado desmineralizado de origen alogénico (DFDBA).

En comparación con el tratamiento de ortodoncia convencional, los grupos en los que se realizó el tratamiento ortodóntico asistido por corticotomía tuvieron un tiempo de tratamiento más corto. Excepto para Alkebsi, y cols.,<sup>47</sup> que no observaron diferencias estadísticamente significativas entre la duración del tratamiento de los pacientes tratados con ortodoncia convencional, respecto a los pacientes sometidos a ortodoncia facilitada por corticotomía.

No se reportó ningún daño periodontal o pérdida de vitalidad dental. Cuatro estudios<sup>47,53,54,59</sup> informaron dolor y discomfort leve desde las primeras 24 horas hasta los primeros 7 días postoperatorios.

Los seis artículos refieren una satisfacción clínica alta, y dos autores<sup>47,59</sup> reportaron la satisfacción del paciente tras la intervención quirúrgica, y en relación con los resultados, esta fue también alta.

El riesgo de sesgo se consideró alto en tres publicaciones y medio en tres estudios. No se recuperaron artículos de bajo riesgo. Los principales criterios de calidad ausentes fueron la aleatorización de la muestra, la evaluación ciega, la comparación entre los tratamientos y el informe de seguimiento.

### 5.5.2 Láser de baja potencia (LLLT)

Se incluyen cuatro artículos<sup>25,56-58</sup> que testan la eficacia de la terapia con láser semiconductor de baja potencia de Galio-Aluminio-Arsenio (AsGaAl), de onda continua, en la reducción del tiempo de tratamiento de ortodoncia. Los 4 estudios seleccionados incluyen un total de 67 pacientes de 10 a 25 años que recibieron un tratamiento de ortodoncia fija junto a la aplicación de un láser semiconductor de baja potencia (AsGaAl) de onda continua, de longitudes de onda 780 nm,<sup>56</sup> 940 nm,<sup>57</sup> 800 nm<sup>25</sup> y 820 nm,<sup>58</sup> y potencias 20 mW,<sup>56,58</sup> 100 mW<sup>57</sup> y 0.25 mW<sup>25</sup>. Los hallazgos se refieren a diferentes tipos de maloclusiones, incluida la clase I molar<sup>56</sup> y la clase II/1,<sup>25,57,58</sup> que requieren la extracción de los primeros premolares superiores (1.4 y 2.4). Los 4 estudios presentan un diseño con comparación intraindividual, o en boca partida.

En todos los ensayos se aplicó el láser de baja potencia durante 10 segundos, hasta un total de 10 puntos situados alrededor de los dientes (5 puntos vestibulares y 5 linguales),<sup>25,56,58</sup> menos en un artículo,<sup>57</sup> en el que se empleó el láser en los mismos puntos durante solo 3 segundos.

El riesgo de sesgo fue considerado moderado en tres publicaciones<sup>56-58</sup> y bajo en un estudio.<sup>25</sup> No se recuperaron artículos de alto riesgo de sesgo. Los principales criterios de calidad ausentes fueron la aleatorización de la muestra, la evaluación ciega, la comparación entre los tratamientos y el informe de seguimiento.

En comparación con el tratamiento de ortodoncia convencional, todos los grupos que fueron sometidos a un tratamiento ortodóntico junto a la terapia de láser de baja potencia obtuvieron los mismos resultados en menos tiempo. En el ensayo de menor riesgo de sesgo<sup>25</sup> se utilizó un láser de 800 nm de longitud de onda y 0.25 mW de potencia, y se determinó que con la exposición de dicho láser se consigue completar la alineación dentaria 1,3 veces más rápidamente que con la terapia ortodóntica convencional.

Qamrrudin, y cols.<sup>57</sup> y Doshi-Mehta, y cols.<sup>25</sup> reportaron que el dolor durante el tratamiento ortodóntico era significativamente menor en lado irradiado con láser. No fueron reportados daños periodontales o pérdida de vitalidad dental en ninguno de los estudios.

Dos publicaciones<sup>25,57</sup> refieren una satisfacción clínica alta, y un autor<sup>56</sup> informó sobre la satisfacción del paciente tras la terapia adyuvante con láser durante el tratamiento ortodóntico, y en relación con los resultados, esta fue moderada.

### 5.5.3 Láser de baja potencia con diodo emisor de luz (LED)

Los efectos de la terapia con láser de bajo nivel con diodo de emisión de luz (LED), usando el dispositivo *Biolux OrthoPulse®*, se evaluaron en tres artículos<sup>26,38,39</sup> para detectar diferencias entre dicha terapia y la ortodoncia convencional. Los 3 estudios seleccionados incluyen un total de 150 pacientes de 10 a 40 años en los que se aplica un láser de baja potencia con diodo emisor de luz con una longitud de onda continua de 850 nm. Los hallazgos se refieren a maloclusiones de clase I o II con apiñamiento anterior, que no requieren extracciones.

El dispositivo fue aplicado 3.8,<sup>38</sup> 5,<sup>26</sup> o 20-30<sup>39</sup> minutos al día, a lo largo del tratamiento. Y no se realizó ninguna prescripción farmacológica adyuvante.

Los resultados primarios de los tres estudios indican que el tratamiento ortodóntico junto a la aplicación diaria de un dispositivo láser de baja intensidad con diodo emisor de luz es notablemente más corto que el tratamiento ortodóntico convencional. Sin embargo, los artículos presentan un moderado<sup>26,39</sup> o alto<sup>38</sup> riesgo de sesgo.

### 5.5.4 Microvibración

Se incluyen cinco ensayos clínicos randomizados<sup>27,50-52,55</sup> que investigan los efectos del estímulo vibratorio durante el tratamiento de ortodoncia. En todos los artículos se utilizó *AcceleDent®* (OrthoAccel Technologies, Inc., Bellaire, TX), que ofrece una fuerza vibratoria de 0.25N con una frecuencia de 30 Hz. Los hallazgos se refieren a maloclusiones de clase I o II con apiñamiento anterior, en las que se requiere la extracción de los primeros premolares maxilares (1.4 y 2.4).

El dispositivo se aplicó 20 minutos al día, durante 10 semanas en todos los estudios. Y no se realizó ninguna prescripción farmacológica adyuvante.

No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo tratado con ortodoncia y microvibración y el grupo control.<sup>27,50,52,55</sup> Excepto Pavlin, y cols.<sup>51</sup> que reportaron una reducción significativa del tiempo de tratamiento con el uso del dispositivo vibratorio con respecto al grupo control.

El riesgo de sesgo fue considerado alto en dos<sup>50,51</sup> estudios y moderado<sup>27,52,55</sup> en tres artículos. No se recuperaron publicaciones de bajo riesgo. Los principales criterios de calidad ausentes fueron la aleatorización de la muestra, la evaluación ciega, la comparación entre los tratamientos y el informe de seguimiento.

## 6 Discusión

---

En esta revisión sistemática se analizan dieciocho estudios de cuatro tipos de intervenciones para la aceleración del movimiento dentario ortodóntico. La heterogeneidad en las técnicas, las indicaciones clínicas, la metodología, y la no comparabilidad de las medidas de resultado entre las publicaciones recuperadas impidieron que se realizara una síntesis cuantitativa o meta-análisis. De modo que se recopilan, evalúan y sintetizan cualitativamente las publicaciones con el objetivo de proporcionar información de calidad con respecto a las principales técnicas invasivas y no invasivas de aceleración del movimiento dentario durante la ortodoncia.

En los últimos años, los ortodoncistas y los pacientes se han vuelto cada vez más receptivos a las terapias que podrían reducir la duración del tratamiento ortodóntico.<sup>61</sup> Si bien se han recomendado numerosas innovaciones en el diseño y la construcción de aparatos fijos, hay poca evidencia que sugiera que el diseño del soporte o la secuencia de arcos pueden influir significativamente en la rapidez con la que se mueven los dientes.<sup>62</sup>

Más recientemente, se han descrito una serie de técnicas quirúrgicas y no quirúrgicas, diseñadas para reducir el tiempo del tratamiento ortodóntico. Las técnicas quirúrgicas incluyen la corticotomía alveolar (con o sin aumento local) y diferentes formas de distracción,<sup>63</sup> mientras que las intervenciones no quirúrgicas abarcan la suplementación farmacológica,<sup>4</sup> los campos electromagnéticos pulsados,<sup>24</sup> la terapia con láser de baja intensidad,<sup>33</sup> el láser de baja potencia con diodos emisores de luz<sup>26</sup> y la microvibración.<sup>27</sup> Existe cierta evidencia de que la corticotomía alveolar selectiva como coadyuvante del tratamiento ortodóntico puede aumentar las tasas de movimiento de los dientes y la estabilidad del resultado del tratamiento ortodóntico.<sup>64</sup> No obstante, la cirugía puede asociarse a molestias, morbilidad e incomodidades para el paciente, hecho que favorece que esta técnica no sea la primera opción para algunos pacientes. Y su efecto en la duración general del tratamiento se ve limitado por la indicación del procedimiento, el momento de la cirugía y la habilidad del profesional. Además, es posible que la cantidad de citas y el tiempo de la silla necesarios para finalizar el tratamiento no disminuyan debido a los intervalos más cortos recomendados entre los controles. Por lo tanto, es difícil determinar si cualquier reducción en la duración del tratamiento superaría el costo adicional del procedimiento quirúrgico.<sup>64</sup>

Sin embargo, la experiencia clínica ha llevado a la afirmación de que la recidiva después del tratamiento facilitado por la corticotomía es mínima debido al aumento del soporte

en la raíz tras la cicatrización y la pérdida de la memoria tisular por los procesos de recambio óseo y remodelación.<sup>64</sup>

El incremento en el recambio óseo y la disminución de la densidad ósea transitoria, además de aumentar la velocidad del movimiento, también son responsables de la disminución de la reabsorción de las superficies radiculares.<sup>66</sup> El movimiento dental mediante fuerzas ortodónticas ligeras perpetúa la descalcificación en el alveolo sano y los macrófagos remueven el tejido hialino del ligamento periodontal que impide la reabsorción; esto ofrece una ventana de entre 3-4 meses para mover los dientes más rápidamente antes de que el hueso se remineralice.<sup>10</sup> Mientras el movimiento dental continúe, el RAP se perpetúa. Y, aunque podría pensarse que el hecho de realizar una segunda corticotomía pasadas 4 semanas podría mantener la velocidad del movimiento por más tiempo, las diferencias obtenidas en cuanto al movimiento dental no parecen justificar una segunda cirugía.<sup>14</sup>

Por otro lado, el efecto del tratamiento con láser de baja intensidad parece prometedor y los resultados informados son generalmente consistentes. Sin embargo, la calidad general de la evidencia que apoya esta intervención es moderada.

Este tipo de intervención parece ser menos propensa a los efectos adversos. Por el contrario, hay un efecto paralelo favorable con respecto a la reducción del dolor<sup>58</sup> secundario al tratamiento ortodóntico, logrado con el uso de láser de baja intensidad, no obstante se requiere más investigación en este campo.

Según los resultados de esta revisión, el láser de bajo nivel podría acelerar 1.3 veces la velocidad de los movimientos ortodónticos si se usa a intervalos de dos semanas, hasta 4 visitas.<sup>25</sup> La radiación tiene un efecto acumulativo, lo que significa que se puede acumular una parte de la dosis administrada en la próxima radiación.<sup>36</sup> Por lo tanto, los investigadores deben tener cuidado de no exceder el rango de dosis bioestimulante o alcanzar el rango de inhibición. La aplicación de esta intervención en la práctica diaria podría sugerirse en pacientes que estén dispuestos a asistir a la clínica varias veces y en intervalos cortos, y no deseen someterse a un tratamiento quirúrgico.<sup>65</sup> Aún así, la configuración ideal del láser, la frecuencia de uso y el lapso de tiempo entre las aplicaciones de láser en serie aún no se han determinado con suficiente evidencia, por lo que resulta muy difícil establecer un único protocolo clínico.

Los resultados demuestran, también, una tasa significativamente mayor de movimiento dental cuando se emplea el laser de baja intensidad con diodos emisores de luz junto al tratamiento ortodóntico, lo que sugiere que el impacto biológico de la luz acelera el movimiento dental ortodóntico en humanos.



El uso de láseres por parte de un operador experto requiere mucho tiempo y visitas de ortodoncia adicionales. Esto podría ser un inconveniente en la práctica clínica diaria, donde no siempre se dispone de tiempo para citas adicionales o más largas. El dispositivo láser con diodos emisores de luz de auto-tratamiento evita la necesidad de más tiempo de silla.

Sin embargo, un aspecto importante que no se evaluó en el estudio fue la efectividad y la penetración de la luz desde el dispositivo láser de baja intensidad con diodos emisores de luz de prueba. Esto presenta un área importante en la investigación para comparar varias modalidades terapéuticas.

De los cinco estudios incluidos que evalúan el efecto de la microvibración sobre la tasa de movimiento dental durante el tratamiento de ortodoncia, solo uno<sup>51</sup> informa que el uso del dispositivo vibratorio podría aumentar la velocidad del movimiento de los dientes durante la alineación. Por el contrario, Katchooi, y cols.,<sup>52</sup> Woodhouse, y cols.,<sup>27</sup> Miles y Fisher<sup>50</sup> y Dibiase, y cols.<sup>55</sup> afirman que las diferencias entre la tasa de movimiento dentario entre el grupo tratado con ortodoncia y microvibración y el grupo control, tratado sólo con ortodoncia convencional, no son estadísticamente significativas. Según la información actual,<sup>27</sup> la evidencia débil sugiere que el estímulo vibratorio es eficaz para acelerar el movimiento de los dientes en la retracción canina, pero no en la fase de alineación. Los efectos de la vibración en la intensidad del dolor y la reabsorción de la raíz durante el tratamiento de ortodoncia no son concluyentes.

La eficacia del tratamiento de ortodoncia inicial para la alineación de los dientes no se ha estudiado ampliamente en ensayos clínicos sobre la aceleración del movimiento dentario. No está claro en este punto si el grado de apiñamiento y la mayor necesidad de superar los desplazamientos de la maloclusión inicial desempeñaron un papel importante en las tasas de movimiento de los dientes.

Es evidente la escasez de estudios de larga duración y de alta calidad que investiguen técnicas de aceleración de movimiento dentario durante los tratamientos de ortodoncia. En la mayoría de los casos, los estudios incluidos tienen un grado de heterogeneidad metodológica relacionada con los participantes, las intervenciones y los resultados, que hace que las comparaciones sean desafiantes. Aún así, aunque estos estudios solo puedan contribuir a un nivel bajo de evidencia científica, pueden proporcionar información clínica valiosa. Esta consistencia puede apoyar la confiabilidad de los hallazgos, pero también se debe reconocer el posible sesgo de publicación.

La mayoría de los estudios evalúan una parte de la terapia y no se investigan los efectos en todo el tratamiento. Los efectos adversos se reportan en un número limitado de artículos y no se informa de ningún intento de evaluar las intervenciones en términos de análisis de costo-beneficio.

También las restricciones de idioma podrían ser una limitación adicional.

La calidad científica de las publicaciones incluidas en esta revisión es moderada o baja, lo que da lugar a un elevado riesgo de sesgo. Por ende, sería conveniente la realización de estudios a largo plazo para poder evaluar cualitativa y cuantitativamente las ventajas y desventajas de los procedimientos, así como para determinar las diferencias entre las distintas técnicas descritas y valorar, en ese caso, cuál de ellas sería la de elección para cada paciente en particular.

## 7 Conclusiones

---

1. La evidencia de baja calidad sugiere que el láser de baja intensidad y la corticotomía son efectivos para acelerar el movimiento de los dientes, al menos a corto plazo.
2. Queda por determinar los parámetros de láser de baja potencia que producen efectos bioestimulantes, efectos bioinhibidores o resultados no significativos.
3. Según la información actual, una evidencia débil sugiere que el estímulo vibratorio es eficaz para acelerar el movimiento de los dientes en la retracción canina, pero no en la fase de alineación.
4. Se requiere realizar más investigación, con estudios bien diseñados, en el campo de la aceleración del movimiento dentario durante la ortodoncia, con atención adicional a los protocolos óptimos de aplicación, la duración general del tratamiento, los efectos adversos y el análisis de costo-beneficio, en función de las características específicas de cada método.

## 8 Conclusions

---

1. Low quality evidence suggests that low intensity laser and corticotomy are effective in accelerating tooth movement, at least in a short term.
2. It remains to determine the low-level laser parameters that produce biostimulatory effects, bioinhibitory effects or nonsignificant results.
3. Based on current information, weak evidence suggests that vibrational stimulus is effective for accelerating tooth movement in canine retraction but not in the alignment phase.
4. Further research is required on the field of accelerated orthodontics with additional attention paid to application protocols, overall treatment duration, adverse effects and cost–benefit analysis, based on the specific characteristics of each method.

## 9 Bibliografía

---

1. Hernández-Alfaro F, Guijarro-Martínez R. Endoscopically assisted tunnel approach for minimally invasive corticotomies: a preliminary report. *J Periodontol*. 2011;83:574-80.
2. Alfawal AMH, Hajeer MY, Ajaj MA, Hamadah O, Brad B. Effectiveness of minimally invasive surgical procedures in the acceleration of tooth movement: a systematic review and meta-analysis. *Prog Orthod*. 2016;17:33-45
3. Huang H, Williams RC, Kyrkanides S. Accelerated orthodontic tooth movement: molecular mechanisms. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2014;146:620-32.
4. Krishnan V, Davidovitch Z. On a path to unfolding the biological mechanisms of orthodontic tooth movement. *J Dent Res*. 2009;88:597-608.
5. Nimeri G, Kau CH, Abou-Kheir NS, Corona R. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment. A frontier in orthodontics. *J Pharm Sci Res*. 2017;9:741-4.
6. Yi J, Xiao J, Li H, Li Y, Li X, Zhao Z. Effectiveness of adjunctive interventions for accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review of systematic reviews. *J Oral Rehabil*. 2017;44:636-54.
7. Mavreas D, Athanasiou AE. Factors affecting the duration of orthodontic treatment: a systematic review. *Eur J Orthod*. 2008;30:386-95.
8. Yi J, Xiao J, Li Y, Li X, Zhao Z. Efficacy of piezocision on accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review. *Angle Orthod*. 2017;87:491-8.
9. Long H, Pyakurel U, Wang Y, Liao L, Zhou Y, Lai W. Interventions for accelerating orthodontic tooth movement: a systematic review. *Angle Orthod*. 2013;83:164-71.
10. Wilcko WM, Wilcko T, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2001;21:9-19.
11. Murphy KG, Wilcko MT, Wilcko WM, Ferguson DJ. Periodontal accelerated osteogenic orthodontics: a description of the surgical technique. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009;67:2160-6.
12. Fleming PS, Fedorowicz Z, Johal A, El-Angbawi A, Pandis N. Surgical adjunctive procedures for accelerating orthodontic treatment. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;30:CD010572.
13. Cassetta M, Di Carlo S, Giansanti M, Pompa V, Pompa G, Babrato E. The impact of osteotomy technique for corticotomy-assisted orthodontic treatment (CAOT) on oral health-related quality of life. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2012;16:1735-40.

14. Stober EK, Genestra P, Molina A, Puigdollers A. La corticotomía alveolar selectiva como coadyuvante al tratamiento de ortodoncia: revisión de literatura. *Rev Española Ortod.* 2010;40:215-30.
15. Gil APS, Haas OL, Méndez-Manjón I, Masiá-Gridilla J, Valls-Ontañón A, Hernandez-Alfaro F, y cols. Alveolar corticotomies for accelerated orthodontics: a systematic review. *J Cranio-Maxillofacial Surg.* 2018;46:438-45.
16. Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007;27:324-31.
17. Bertossi D, Vercellotti T, Podesta A, Noicini PF. Orthodontic micro-surgery for rapid dental repositioning in dental malpositions. *J Oral Maxillofac Surg.* 2011;69:747-53
18. Kim SJ, Park YG, Kang SG. Effects of corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 2008;79:284-91.
19. Cassetta M, Pandolfi S, Giansanti M. Minimally invasive corticotomy in orthodontics: a new technique using a CAD/CAM surgical template. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2015;44:830-3.
20. Liou EJ, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114:372-82.
21. Kharkar VR, Kotrashetti SM, Kulkarni P. Comparative evaluation of dento-alveolar distraction and periodontal distraction assisted rapid retraction of the maxillary canine: A pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010;39:1074-9.
22. Bartzela T, Türp JC, Motschall E, Maltha JC. Medication effects on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic literature review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009;135:16-26.
23. Kim DH, Park YG, Kang SG. The effects of electrical current from a micro-electrical device on tooth movement. *Korean J Orthod.* 2008;38:337-45.
24. Showkatbakhsh R, Jamilian A, Showkatbakhsh M. The effect of pulsed electromagnetic fields on the acceleration of tooth movement. *World J Orthod.* 2010;11:52-6.
25. Doshi-Mehta G, Bhad-Patil WA. Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: a clinical investigation. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2012;141:289-97.
26. Al-Okla N, Bader DM, Makki L. Effect of photobiomodulation on maxillary decrowding and root resorption: a randomized clinical trial. *APOS Trends Orthod.* 2019;8:200-3.

27. Woodhouse NR, DiBiase AT, Johnson N, Slipper C, Grant J, Alsaleh M, y cols. Supplemental vibrational force during orthodontic alignment: a randomized trial. *J Dent Res.* 2015;94:682-9.
28. Vladimirov YA, Osipov AN, Klebanov GI. Photobiological principles of therapeutic applications of laser radiation. *Biochem.* 2004;69:81-90.
29. Patil S, Reddy SN, Maheshwari S. Low-level laser therapy as a solution in the dental clinic: a review and case report. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol.* 2014;42:59-62.
30. Walsh LJ. The current status of low level laser therapy in dentistry. Part 2. Hard tissue applications. *Aust Dent J.* 1997;5:302-5
31. Ozawa Y, Shimizu N, Kariya G, Abiko Y. Low-energy laser irradiation stimulates bone nodule formation at early stages of cell culture in rat calvarial cells. *Bone.* 1998;22:347-54.
32. Fujita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthod Craniofacial Res.* 2008;11:143-55.
33. Cruz DR, Kohara EK, Ribeiro MS, Wetter NU. Effects of low-intensity laser therapy on the orthodontic movement velocity of human teeth: a preliminary study. *Lasers Surg Med.* 2004;35:117-20.
34. Kawasaki K, Shimizu N. Effect of low-energy laser irradiation on bone formation during experimental tooth movement in rats. *J Japan Soc Laser Surg Med.* 2014;20:215-22.
35. Limpanichkul W, Godfrey K, Srisuk N, Rattanayatikul C. Effects of low-level laser therapy on the rate of orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofacial Res.* 2006;9:38-43.
36. Carvalho-Lobato P, Garcia VJ, Tallón-Walton V, Ustrell-Torrent JM, Manzanares-Céspedes MC, Kasem K. Tooth movement in orthodontic treatment with low-level laser therapy: a systematic review of human and animal studies. *Photomed Laser Surg.* 2014;32:302-9.
37. Nahas AZ, Samara SA, Rastegar-Lari TA. Decrowding of lower anterior segment with and without photobiomodulation: a single center, randomized clinical trial. *Lasers Med Sci.* 2017;32:129-35.
38. Shaughnessy T, Kantarci A, Kau CH, Skrenes D, Skrenes S, Ma D. Intraoral photobiomodulation-induced orthodontic tooth alignment: a preliminary study. *BMC Oral Health.* 2016;16:1-9.

39. Kau CH, Kantarci A, Shaughnessy, Vachiramom A, Santiwong P, De la Fuente A y cols. Photobiomodulation accelerates orthodontic alignment in the early phase of treatment. *Prog Orthod*. 2013;14:1-9.
40. Proffit W, Fields H, Larson B, Sarver D. *Contemporary Orthodontics*. 6 ed. St Louis: Mosby; 2007.331-8
41. Shapiro E, Roeber FW, Klempner LS. Orthodontic movement using pulsating force-induced piezoelectricity. *Am J Orthod*. 1979;76:59-66.
42. Olson JE, Liu Y, Nickel JC, Walker MP, Iwasaki LR. Archwire vibration and stick-slip behavior at the bracket-archwire interface. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2012;142:314-22.
43. Aljabaa A, Almoammar K, Aldrees A, Huang G. Effects of vibrational devices on orthodontic tooth movement: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2018;154:768-79.
44. Welch V, Petticrew M, Tugwell P, Moher D, O'Neil J, Waters E, White H. Extensión PRISMA-Equidad 2012 : guías para la escritura y la publicación de revisiones sistemáticas enfocadas en la equidad en salud. *PLoS Med*. 2012;34:60-7.
45. Higgins J, Altman D, Gøtzsche P, Jüni P, Moher D, Oxman AD y cols. The Cochrane collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *Br Med J*. 2011;343:5928.
46. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent*. 2009;30:342-6.
47. Alkebsi A, Al-Maaitah E, Al-Shorman H, Alhaija EA. Three-dimensional assessment of the effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement during canine retraction in adults with class II malocclusion: a randomized controlled clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2018;153:771-85.
48. Gibreal O, Hajeer MY, Brad B. Efficacy of piezocision-based flapless corticotomy in the orthodontic correction of severely crowded lower anterior teeth: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod*. 2018;41:188-95.
49. Bhattacharya P, Bhattacharya H, Anjum A, Bhandari R, Agarwal DK, Gupta A y cols. Assessment of corticotomy facilitated tooth movement and changes in alveolar bone thickness. A CT scan study. *J Clin Diagnostic Res*. 2014;8:26-30.
50. Miles P, Fisher E. Assessment of the changes in arch perimeter and irregularity in the mandibular arch during initial alignment with the AcceleDent Aura appliance vs no appliance in adolescents: a single-blind randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2016;150:928-36.



51. Pavlin D, Anthony R, Raj V, Gakunga PT. Cyclic loading (vibration) accelerates tooth movement in orthodontic patients: a double-blind, randomized controlled trial. *Semin Orthod*. 2015;21:187-94.
52. Katchooi M, Tai S, Cohanin B, Spiekerman C, Huang G, Bayirli B. Effect of supplemental vibration on orthodontic treatment with aligners: a randomized trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2018;153:336-46.
53. Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B y cols. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2013;144:639-48.
54. Aboul-Ela SM, El-Beialy AR, El-Sayed KMF, Selim EMN, El-Mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139:252-9.
55. DiBiase AT, Woodhouse NR, Papageorgiou SN, Johnson N, Slipper C, Grant J y cols. Effects of supplemental vibrational force on space closure, treatment duration, and occlusal outcome: a multicenter randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2018;153:469-80.
56. Sousa MVS, Scanavini MA, Sannomiya EK, Velasco LG, Angelieri F. Influence of low-level laser on the speed of orthodontic movement. *Photomed Laser Surg*. 2011;29:191-6.
57. Qamruddin I, Husein A, Alam MK, Mahroof V, Fida M, Khamis MF. Effects of low-level laser irradiation on the rate of orthodontic tooth movement and associated pain with self-ligating brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2017;152:622-30.
58. Üretürk SE, Saraç M, Fıratlı S, Can ŞB, Güven Y, Fıratlı E. The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization. *Lasers Med Sci*. 2017;32:757-64.
59. Charavet C, Lecloux G, Bruwier A, Rompen E, Maes N, Limme M y cols. Localized piezoelectric alveolar decortication for orthodontic treatment in adults: a randomized controlled trial. *J Dent Res*. 2016;95:1003-9.
60. AlGhamdi AST. Corticotomy facilitated orthodontics: review of a technique. *Saudi Dent J*. 2010;22:1-5.
61. Uribe F, Padala S, Allareddy V, Nanda R. Patients', parents', and orthodontists' perceptions of the need for and costs of additional procedures to reduce treatment time. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2014;145:65-73.

62. Papageorgiou SN, Konstantinidis I, Papadopoulou K, Jager A BC. Clinical effects of pre-adjusted edgewise orthodontic brackets: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2014;36:350-63.
63. Uzuner FD, Darendeliler N. Dentoalveolar surgery techniques combined with orthodontic treatment: a literature review. *Eur J Dent.* 2013;7:257-65.
64. Hoogeveen EJ, Jansma J, Ren Y. Surgically facilitated orthodontic treatment: a systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2014;145:51-64.
65. Gkantidis N, Mistakidis I, Kouskoura T, Pandis N. Effectiveness of non-conventional methods for accelerated orthodontic tooth movement: a systematic review and meta-analysis. *J Dent.* 2014;42:1300-19.
66. Goldie RS, King GJ. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *Am J Orthod.* 1984;85:424-30.

## 10 Anexo: Protocolo Clínico

ACELERACIÓN DEL MOVIMIENTO DENTARIO DURANTE EL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO



# PROTOCOLO CLÍNICO

## INTRODUCCIÓN

La duración del tratamiento de ortodoncia, que se ve afectada por numerosos factores, como la gravedad del caso, el plan de tratamiento, la capacidad clínica del profesional, la necesidad de realizar extracciones y el cumplimiento del paciente, suele oscilar entre 24 y 36 meses en situaciones clínicas actuales.<sup>6,7</sup> La reducción de la duración del tratamiento es, sin lugar a duda, una meta a conseguir tanto para los profesionales, como para los pacientes de ortodoncia.

Dado que la mejor manera de acortar el tiempo de tratamiento es acelerando el movimiento de los dientes, se han ideado modalidades terapéuticas con este fin, como la aplicación de láser de baja intensidad, de la microvibración y la combinación de tratamiento ortodóntico con cirugía ósea y periodontal.<sup>6,9</sup> De las consideraciones mencionadas en esta revisión puede extraerse el presente protocolo.

## ESTUDIOS PREVIOS

Todo paciente que, por motivos estéticos, funcionales o psicológicos desee someterse a un tratamiento de ortodoncia que utilice alguna técnica de aceleración del movimiento dentario en el Hospital Odontológico de la Universidad de Barcelona deberá ser evaluado mediante una minuciosa historia médica y exploración clínica que incluya:

- Motivo de consulta:
  - Problemas funcionales
  - Problemas estéticos
  - Problemas psicológicos
- Historial médico:
  - Antecedentes médicos
  - Antecedentes quirúrgicos
  - Antecedentes fisiológicos
  - Antecedentes odontológicos

- Antecedentes farmacológicos
- Antecedentes familiares
- Antecedentes laborales
- Antecedentes de traumatismos maxilares o dentales
- Hábitos tóxicos
- Exploración clínica
  - Piel y labios
  - Tejidos blandos: mucosa, vestíbulos, paladar duro, paladar blando, suelo de la boca, frenillos, amígdalas.
  - Periodonto: medida de bolsas, furcas, sangrado, movilidad, proporción corono-radicular, higiene.
  - Dientes: caries, restauraciones, dientes ausentes.
  - Estudio del crecimiento.
  - Análisis oclusal: clase esquelética, clase molar, clase canina, interferencias, contactos en lateroclusión y protrusiva, facetas de desgaste, plano de oclusión.
  - Valoración estética: análisis de las proporciones, equilibrio entre los tercios faciales, asimetrías, mentón, perfil, línea de la sonrisa.
  - Valoración funcional: ATM y músculos masticatorios, respiración oral, deglución.

Tras una exhaustiva exploración clínica, para completar el estudio del caso, es necesario disponer de:

- Fotografías intraorales y extraorales
- Exploración radiográfica
  - Ortopantomografía
  - Radiografías de aletas de mordida
  - Radiografías periapicales
  - Radiografía lateral de cráneo
- Modelos de estudio montados en articulador
  - Análisis de las arcadas i de las malposiciones dentarias
  - Cálculo de la discrepancia
- Análisis cefalométrico
- Definición de los objetivos del tratamiento ortodóntico y elaboración de un minucioso plan de tratamiento.

## INDICACIONES DEL TRATAMIENTO DE ACELERACIÓN DEL MOVIMIENTO DENTARIO DURANTE LA ORTODONCIA

La principal indicación de la terapéutica de aceleración del movimiento dentario es la necesidad de acortar el tiempo de tratamiento, bien sea a demanda del paciente o del odontólogo. Los tratamientos de ortodoncia que consumen mucho tiempo pueden acumular efectos colaterales como la desmineralización del esmalte, la aparición de caries, la enfermedad periodontal, las recesiones gingivales y las reabsorciones radiculares.<sup>2,8,9</sup>

Se podrá optar por la abstención terapéutica en los pacientes que presenten:

- Enfermedad sistémica grave.
- Incapacidad para colaborar con las medidas postoperatorias, en el caso de las corticotomías, o de cumplimiento en las técnicas de estimulación física que requieren la participación activa del paciente.
- Anquilosis.
- Signos de patología periodontal activa.
- Problemas endodónticos tratados de forma inadecuada.
- Problemas esqueléticos graves, principalmente en clases III.
- Malformación craneofacial o maloclusión grave que requiera una solución mediante cirugía ortognática.

Las corticotomías no se indican en pacientes que reciben suplementos de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), como por ejemplo durante el tratamiento de la osteoporosis, o medicación a largo plazo como bifosfonatos, inmunosupresores, esteroides, así como los pacientes que toman antiinflamatorios no esteroideos (AINE) a largo plazo (frecuentes para el tratamiento de artritis reumatoide).<sup>10,20</sup>

## CONSIDERACIONES PREVIAS AL TRATAMIENTO

Antes de iniciar el tratamiento de ortodoncia es necesario programar la técnica de aceleración que se va a efectuar en función del movimiento a realizar y, en lo posible, elegir la menos invasiva. Si se precisa de aumento y remodelado óseo, deben emplearse técnicas de corticotomía que lo permitan, tales como la Piezocisión,<sup>48</sup> la de Vercellotti y Podesta<sup>16,17</sup> o la de los hermanos Wilcko.<sup>10</sup>

Si se decide usar la terapia con láser de baja potencia, se recomienda optar por un láser con una baja densidad de energía.<sup>25</sup>

Si se requieren extracciones para conseguir espacio en la arcada, deberán llevarse a cabo antes de empezar la terapia de aceleración del movimiento dental.<sup>40</sup>

La mayoría de autores aconsejan realizar una fase ortodóntica inicial, previa a la terapia de aceleración del movimiento dentario. La aparatología fija debe estar colocada durante el tratamiento, ya bien se realicen corticotomías, estimulación con láser o microvibración. En el caso de la cirugía es necesario retirar el arco para facilitar el procedimiento quirúrgico.<sup>47,48,49</sup>

#### TÉCNICA ANESTÉSICA

La aplicación de anestesia local solo será necesaria durante el procedimiento quirúrgico, si se decide realizar una corticotomía.

#### CONSIDERACIONES POSTERIORES AL TRATAMIENTO

- No es imprescindible la prescripción de una pauta medicamentosa con antiinflamatorios durante los procedimientos de aceleración del movimiento dentario, y, dada la escasa incidencia de patología infecciosa asociada al tratamiento ortodóntico asistido por corticotomías, tampoco es necesario iniciar un tratamiento con antibióticos. Sin embargo, se aconseja la realización de enjuagues con clorhexidina al 0.12 % durante 7 días tras el procedimiento quirúrgico de corticotomía.<sup>47,48,49,53,54</sup>
- En el tratamiento de ortodoncia asistido por corticotomías se recomienda iniciar la aplicación de fuerzas ortodónticas entre 1-7 días una vez finalizada la intervención quirúrgica, manteniendo un ritmo de activaciones cada 2 semanas, durante 4 meses.<sup>14</sup>
- El láser de baja intensidad de luz coherente deberá aplicarse, durante el tratamiento ortodóntico, los días 0, 3, 7 y 14 en el primer mes. Y, a partir de entonces, se realizarán irradiaciones cada 15 días, durante 4 visitas.<sup>25</sup>
- En cambio, el empleo de láser de baja intensidad con diodos emisores de luz y el uso de dispositivos de vibración se llevará a cabo a lo largo de todo el tratamiento ortodóntico.
- Durante el tratamiento ortodóntico asistido por cualquier técnica de aceleración del movimiento dentario, si se utilizan alineadores estéticos removibles en vez de ortodoncia fija, se realizarán las activaciones, es decir, el cambio de alineadores, cada 3-4 días en lugar de cada 2 semanas, tal como se realiza convencionalmente.<sup>52</sup>
- La fase de acabado y detallado del tratamiento ortodóntico se completará de forma convencional tras los procedimientos de corticotomía y láser de baja intensidad, a fin de dejar que la osificación siga su curso durante el proceso de curación y favorecer así la estabilidad de los movimientos realizados.