



UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Facultad de Odontología

MECANISMOS DE ACELERACIÓN
DEL MOVIMIENTO DENTARIO

Trabajo Fin de Grado realizado por: Juan Carlos Silva Montero
Tutor: D. José María Barrera Mora
Cotutor: D. Eduardo Espinar Escalona



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR/DRA. Dr. José María Barrera Mora, PROFESOR/A
Ayudante Doctor ADSCRITO AL DEL DEPARTAMENTO DE Estomatología,
COMO DIRECTOR/A DEL TRABAJO FIN DE GRADO.

CERTIFICA: QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO
" "Mecanismos de aceleración del movimiento dentario" "

HA SIDO REALIZADO POR Juan Carlos Silva Montero BAJO MI
DIRECCIÓN Y CUMPLE A MI JUICIO, TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y
DEFENDIDO COMO TRABAJO DE FIN DE GRADO.

Y PARA QUE ASI CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMO EL PRESENTE CERTIFICADO,
EN SEVILLA A DÍA 20 DE Mayo DE 2021.

D/D^a José María Barrera Mora

TUTOR/A

D/D^a Eduardo Espinar Escalona
COTUTOR/A



Facultad de Odontología



D/Dña. (Apellidos y Nombre)

.....

con DNI.....alumno/a del Grado en Odontología de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Grado titulado:

.....

.....

.....

DECLARO:

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso, es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

APERCIBIMIENTO:

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de **NO APTO** y que **asumo las consecuencias legales** que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla.....de.....de 20.....

(Firma del interesado)

Fdo.:

Índice

1. Resumen	- 2 -
2. Introducción	- 3 -
I. Técnicas quirúrgicas	- 4 -
a) Corticotomías.....	- 4 -
b) Microosteoperforaciones	- 7 -
c) Piezocisión	- 9 -
II. Técnicas no quirúrgicas	- 10 -
a) Vibración	- 11 -
b) Láser.....	- 13 -
c) Vitamina D	- 15 -
d) Relaxina.....	- 16 -
3. Objetivos	- 17 -
4. Material y método	- 17 -
5. Resultados	- 19 -
6. Discusión	- 25 -
7. Conclusiones	- 29 -
8. Bibliografía	- 30 -

1. Resumen

Objetivos: El presente trabajo pretende realizar una revisión bibliográfica sobre los diversos procedimientos que han sido estudiadas para acelerar el movimiento dentario ortodóncico, tanto en procedimientos quirurgicos como no quirurgicos. **Material y Metodología de la búsqueda:** la búsqueda se realizó en Pubmed, Cochrane y Scopus con distintas palabras claves, obteniendo inicialmente 150 artículos. **Resultados:** Tras aplicar los criterios de inclusión, leer los títulos y los resúmenes, se seleccionaron 24 artículos. Las técnicas buscan aportar un nuevo enfoque al tratamiento ortodóncico actual, para acortar así los tiempos en la finalización de los casos. **Conclusiones:** Existen mecanismos que aceleran el tratamiento ortodóncico, pero suele coincidir la máxima efectividad con aquellos procedimientos más invasivos, destacando las corticotomías y la piezocisión. Dentro de las técnicas no quirúrgicas, destaca la efectividad del láser. Además, el propio láser o técnicas como las MOP son técnicas baratas que no aumentan el costo del tratamiento.

Palabras clave: Aceleración, movimiento dentario, ortodoncia, láser, corticotomía, vibración, piezosición, relaxina, vitamina D.

Abstract

Objectives: The present work aims to carry out a literature review on the various procedures that have been studied to accelerate orthodontic tooth movement, both in surgical and non-surgical procedures. **Material and Methodology of the search:** The search was carried out in Pubmed, Cochrane and Scopus with different keywords, initially obtaining 150 articles. **Results:** After applying the inclusion criteria, reading the titles and abstracts, 24 articles were selected. The techniques seek to bring a new approach to current orthodontic treatment, thus shortening times in the completion of cases. **Conclusions:** There are mechanisms that accelerate orthodontic treatment, but maximum effectiveness usually coincides with those procedures that are more invasive, highlighting corticotomies and piezocision. Among the non-surgical techniques, the effectiveness of the laser stands out. In addition, the laser itself or techniques such as MOP are inexpensive techniques that do not increase the cost of treatment.

Key words: Acceleration, tooth movement, orthodontics, laser, corticotomy, vibration, piezovision, relaxin, vitamin D.

2. Introducción

El movimiento de los dientes debido a la ortodoncia, según el modelo clásico, es fruto de la aplicación de determinadas fuerzas que actúan sobre cada una de las piezas dentales y provocan una combinación de reabsorción ósea en el sitio donde hay compresión (donde el ligamento periodontal se encuentra presionado) y neoformación ósea en el sitio donde hay tensión (el ligamento periodontal se encuentra traccionando), dando lugar a una nueva posición del diente en la arcada (1). Así, la tasa de movimiento dental en respuesta a una fuerza mecánica óptima es de 1 – 1,5 mm cada cuatro o cinco semanas (2), siendo por ello necesario en casos de extracciones al menos 1,5 - 2 años de tratamiento.

La duración del tratamiento de ortodoncia es una de las preocupaciones para el paciente más relevantes a la hora de someterse a éste, y que por regla general suelen esperar que se lleve a cabo en aproximadamente en 1 – 1'5 años, siendo especialmente destacada esta expectativa en adultos (3).

Sin embargo, no solo es importante por la paciencia y satisfacción del paciente; sino que la duración prolongada del tratamiento ortodóncico se considera como uno de los mayores retos a los que se enfrentan los profesionales, ya que la elevada duración de éste tiene multitud de efectos secundarios nocivos, tales como reabsorción radicular, dolor, cambios pulpares, enfermedad periodontal, disfunción temporomandibular, etc. (4). De esta manera, el estudio de diversos mecanismos para acelerar el movimiento de los dientes, es convenientemente de gran interés.

Por ello, se han propuesto varios procedimientos, tanto quirúrgicos como no quirúrgicos, con el fin de promover la aceleración del movimiento dental, y con ello reducir el tiempo de tratamiento lo máximo posible. Dentro del los procedimientos no quirúrgicos, encontramos el uso de vibración a distintas frecuencias, el uso de ondas de

choque extracorpóreas, el empleo de vitamina D de forma local sobre la zona del diente a movilizar o la utilización de dispositivos láser.

Por otra parte, se han descrito a su vez, procedimientos quirúrgicos tales como corticotomías, microosteoperforaciones, piezocisión, o la reducción de hueso interseptal.

Diferentes técnicas dentro de la aceleración dentaria:

I. Técnicas quirúrgicas

Existe una etapa temporal en la remodelación de tejidos duros denominada como “fenómeno de aceleración regional” (RAP) y se debe a una reacción ante un estímulo nocivo que aumenta la capacidad de respuesta defensiva del hueso. A nivel del hueso alveolar, se caracteriza por un mayor reclutamiento de osteoblastos y osteoclastos a través de mediadores intercelulares (especialmente de la vía de la Prostaglandina E2 y de la vía de RANK/RANKL) que involucran a precursores celulares, células de soporte, capilares sanguíneos o linfa. En el hueso alveolar, el RAP ocurre típicamente en el proceso de curación de las cavidades alveolares después de la extracción del diente, en la enfermedad periodontal, después de la cirugía y el trauma y durante el movimiento dental de ortodoncia; por lo que suele comenzar a los pocos días de recibir la agresión, y por lo general alcanza su punto máximo en uno o dos meses, no durando mucho más allá de este tiempo. (5)

Así pues, el objetivo de las técnicas quirúrgicas dentro de la ortodoncia acelerada es, por un lado, disminuir la resistencia ósea al movimiento de los dientes; y por otro aprovechar tanto esta tormenta de citoquinas como el mayor reclutamiento celular para promover un movimiento dental con mayor rapidez.

a) Corticotomías

La corticotomía o decortización simplemente se refiere al corte intencional de hueso cortical con la idea de provocar una agresión que conduzca al RAP y con ello reducir el tiempo de tratamiento de una forma notable. Además, se ha afirmado que la ortodoncia facilitada mediante corticotomías reduce efectos nocivos tales como reabsorción radicular o daño periodontal (6).

Por ello, hemos seleccionado una serie de artículos con la intención de comprobar y comparar el efecto de dicho procedimiento en relación a los tiempos normales del tratamiento ortodóncico, con la idea de valorar si son realmente efectivos.

Leethanakul et al (7) realizaron un estudio con el objetivo de proponer un abordaje quirúrgico novedoso mínimamente traumático, para con ello acelerar el movimiento dental tras las extracciones. De esta manera presentaron un estudio de boca dividida con una muestra de dieciocho pacientes de entre dieciocho y veinticinco años, cuyos primeros premolares superiores fueron extraídos bilateralmente con motivo ortodóncico para realizar la retracción canina. En el lado experimental, se combinó dicha exodoncia con la reducción de hueso interseptal bajo anestesia local, hasta la longitud del ápice canino y el hueso interseptal se redujo aproximadamente a 1´5 mm, utilizando para ellos fresas de carburo de tungsteno redondas y cilíndricas (**Ilustración 1**).

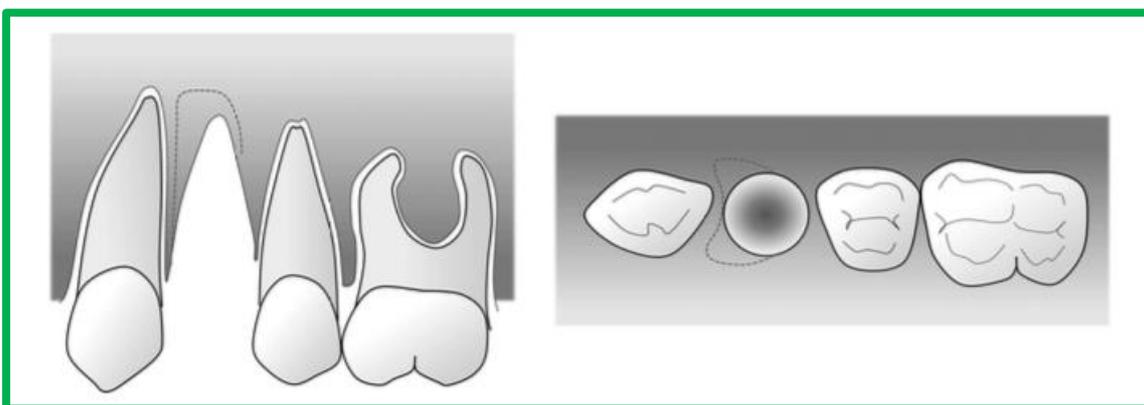


Ilustración 1, tomada de: *Leethanakul C, Kanokkulchai S, Pongpanich S, Leepong N, Charoemratrote C. Interseptal bone reduction on the rate of maxillary canine retraction. Angle Orthod. 2014 Sep;84(5):839-45. doi: 10.2319/100613-737.1. Epub 2014 Mar 4. PMID: 24592904*

Para la distalización canina se utilizó un soporte canino y una cadena elastomérica unida a un miniimplante para su retracción. Además, se usaron botones palatinos tanto en la superficie del canino como del primer molar, aplicando tanto por vestibular como por palatino una fuerza de 150 g.

La duración del estudio fue de tres meses, y tras este tiempo se observó que la extensión total del movimiento canino en el primer y segundo mes fue significativamente mayor en el lado experimental que en el lado control. La tasa de movimiento canino por mes, fue del mismo modo mayor en el lado experimental que en el lado control, con valores de 1´8 y 1´1mm, respectivamente (**Ilustración 2 y 3**).

Además, no hubo diferencias significativas ni en la rotación ni en la inclinación canina.

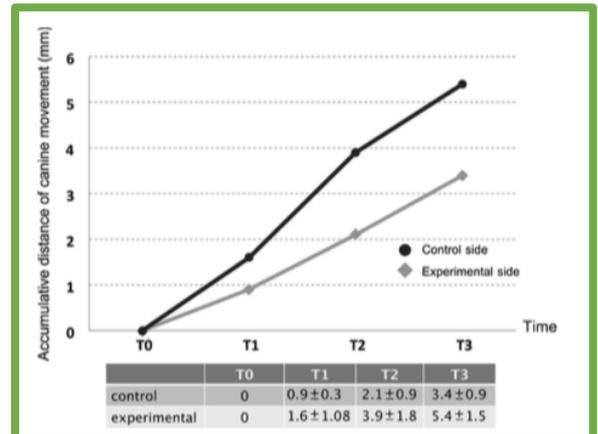
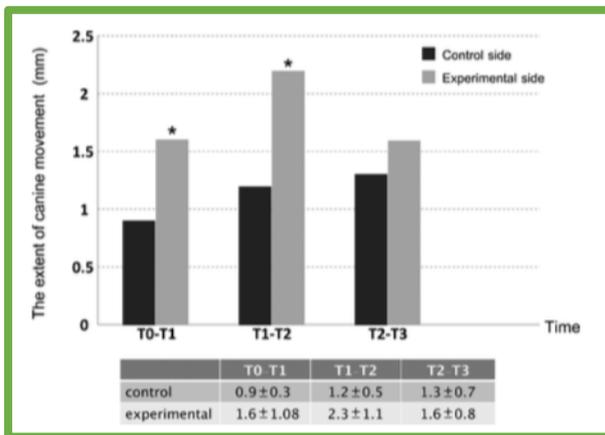


Ilustración 2 y 3, tomadas de: Leethanakul C, Kanokkulchai S, Pongpanich S, Leepong N, Charoemratrote C. *Interseptal bone reduction on the rate of maxillary canine retraction.* *Angle Orthod.* 2014 Sep;84(5):839-45. doi: 10.2319/100613-737.1. Epub 2014 Mar 4. PMID: 24592904

Al-Naoum F et col (8) realizaron un estudio con treinta pacientes cuya variable predictora fue evaluar si el uso de corticotomía facilitaba o no el movimiento dentario midiendo la distancia entre el canino y el primer molar a las dos, cuatro, ocho y doce semanas tras dicho procedimiento. Llegaron a los resultados de que la velocidad del movimiento dental fue significativamente mayor en el lado experimental durante todo el experimento, siendo ésta aproximadamente entre tres y cuatro veces superior al lado control.

Tanto en este artículo como en el llevado a cabo por *Cassetta M et col* (9) los pacientes presentaron dolor muy alto entre los días uno y tres tras las corticotomías, llegando a la semana con una recuperación casi completa en cuanto a la calidad de vida.

Dentro de las corticotomías, es necesario hablar además de la ortodoncia osteogénica periodontalmente acelerada (PAOO). Esta técnica implica la combinación de procedimientos quirúrgicos facilitados por decortización, con el aumento de hueso alveolar facilitados por injertos.

Así, en el estudio de *Bahammam M* (10), se buscaba evaluar la efectividad de un xenoinjerto de origen bovino en un procedimiento de corticotomía modificada, tomando para ello una muestra de treinta y tres pacientes adultos. Se llegó a los resultados de que dicho xenoinjerto no mejoraba la profundidad de sondaje a los nueve meses con respecto a la propia corticotomía modificada, pero sí que provocaba una menor reducción de la

densidad ósea, y una recuperación más rápida. Por último, tampoco hubo diferencia significativa en usar o no este material en cuanto a la reabsorción de raíces.

b) Microosteoperforaciones

De los diversos métodos quirúrgicos discutidos, la corticotomía y la piezocisión requieren de los servicios de un cirujano oral o maxilofacial, lo que se traduce en una mayor carga de costos para el paciente. De esta manera, la gran ventaja que a priori presentan las microosteoperforaciones (MOP), es que son procedimientos mucho menos invasivos, ya que no es necesario levantar siquiera un colgajo. De esta forma, tiene más aceptación por parte del paciente; y además es el propio ortodoncista el que puede realizar el MOP de una forma fácil y sin necesidad de atención médica adicional, reduciendo la carga general de costos para el paciente.

Sin embargo, encontramos que la bibliografía sobre la capacidad de las MOP para acelerar el movimiento dentario no es del todo concluyente. Para estudiarla con mayor profundidad, hemos seleccionado una serie de artículos.

Alikhani et col (11) presentaron un estudio con el objetivo de estudiar el efecto de este procedimiento quirúrgico sobre la velocidad de movimiento de los dientes y sobre la expresión de los marcadores inflamatorios. Para ello, tomaron una muestra de veinte pacientes, y seis meses tras las extracciones correspondientes se procedió a realizar las MOP y al distalamiento canino, utilizando para ello un resorte níquel-titanio con una fuerza de 100 g conectado a un dispositivo de anclaje temporal.

En promedio, las MOP aumentaron la tasa de retracción canina en 2'3 veces en comparación con el grupo control y el lado contralateral del grupo experimental, lo cual fue clínicamente significativo, aumentando también el nivel de citoquinas en las primeras veinticuatro horas. Además, no se observaron diferencias en la magnitud de la retracción canina entre el grupo control y el lado contralateral del grupo experimental, dando idea de que el fenómeno RAP en este procedimiento es de carácter local.

Attri S et col (12) investigaron la influencia de las MOP sobre la tasa de movimiento dental y la percepción del dolor. Se realizaron tres pequeñas MOP a la misma distancia del canino y del segundo premolar, cada una de 1'5 mm de ancho y 2-3 mm de profundidad directamente a través del tejido gingival, realizándose estas cada veintiocho

días hasta completar el cierre del espacio. La tasa media de cierre de espacio en el grupo experimental fue de 0´88 mm/mes de media en el maxilar y 0´76 mm/mes de media en la mandíbula. En el caso del grupo control fue de 0´58 mm/mes de media en el maxilar y de 0´51 mm/mes en la mandíbula, siendo la diferencia estadísticamente significativa. Además, defiende que no hubo diferencias significativas en cuanto al dolor padecido entre ambos grupos.

Aboalnaga AA et col (13) por su parte también presentaron un estudio con MOP de 1,8 mm de ancho y 8 mm de profundidad, tres meses después de las exodoncias. Se aplicó una fuerza de retracción de 150 g durante cuatro meses en una muestra de dieciocho pacientes, sin diferencias significativas ni en la distancia total media movida por los caninos, ni en la tasa media de retracción en ambos lados. Además, tampoco se detectó diferencias significativas en la reabsorción de las raíces entre ambos lados; y parecía que la MOP no era un procedimiento especialmente doloroso.

En la misma línea *Alkebsi et col* (14), también se procedió a realizar tres MOP de 1´5 mm de ancho y 5 mm de profundidad, utilizando como unidad de anclaje para retraer los caninos minitornillos y aplicando una fuerza de 150 g a través de un resorte niquel-titanio (**Ilustración 4**). A pesar de que muchos pacientes consideraron las MOP como un procedimiento sencillo al que volverían a someterse, la conclusión del estudio fue que las tres MOP realizadas no fueron efectivas para acelerar el movimiento de los dientes.

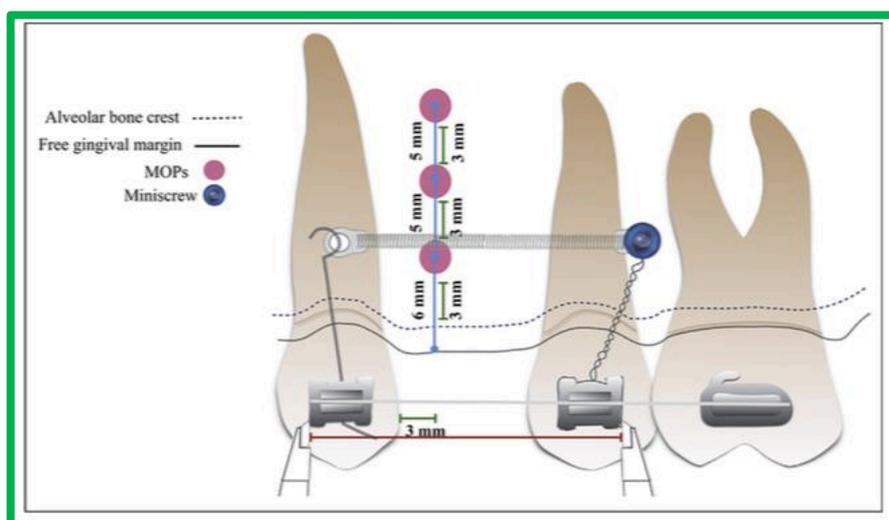


Ilustración 4, Protocolo MOP

Tomada de: Alkebsi A, Al-Maaitah E, Al-Shorman H, Abu Alhaija E. 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* [Internet]. 2018;153(6):771–85.

c) Piezocisión

Como adelantábamos antes en las MOP, la corticotomía no ha sido ampliamente aceptada ni por la comunidad ortodóncica, ni por los propios pacientes como un buen método para reducir el tiempo de tratamiento debido concretamente a su naturaleza agresiva (levantamiento de colgajo, remoción extensa de hueso cortical, dolor postquirúrgico, hematomas, hinchazón, etc.) (9).

Por ello, se han desarrollado procedimientos mínimamente invasivos, que no requieran la elevación del colgajo, y además utilicen instrumentos para reducir el trauma quirúrgico (15). De esta forma, la idea es inducir la expresión de marcadores inflamatorios (RAP) que conlleve a un movimiento acelerado de los dientes, pero provocando el menor trauma quirúrgico posible, y es por ello, que lo englobamos en una categoría distinta a la decortización tradicional.

Chavaret et col (16) propuso que la piezosición parecía ser un método eficaz para acelerar el tratamiento de ortodoncia en casos de apiñamiento leve, siendo este efecto más eficiente en el maxilar y sólo durante la fase de alineamiento. Para ello obtuvo una muestra de veinticuatro pacientes, de los cuales, el 66% de los casos quedó con cicatrices leves debido al procedimiento, por lo que habría que tener en cuenta el tipo de sonrisa antes de llevarlo a cabo.

El procedimiento consistió en microincisiones interproximales respetando cada papila interdental, para luego realizar corticotomías de 5 mm de largo y 3 mm de profundidad, utilizando para ello un dispositivo piezoeléctrico. También se suturó individualmente, lo que no evitó la presencia de cicatrices. El tiempo de tratamiento total fue 1'6 veces más rápido asistido por piezosición, lo que produjo una reducción del 36% del tiempo de tratamiento, no difiriendo en ello la fase de terminación.

Abbas NH et col (17) por su parte compararon el uso de las corticotomías tradicionales con la piezosición en un estudio de boca dividida. Tras las cirugías, se comenzó la retracción canina y en un periodo de tres meses la tasa de movimiento en ambos grupos experimentales fue mayor que en los respectivos controles. Además, no se observaron diferencias en lo relativo a inclinación canina, rotación, volcamiento molar o reabsorción radicular entre ambos grupos.

Alfawal et col (18) hicieron lo propio comparando la piezosición con la corticotomía asistida por láser en una muestra de treinta y seis pacientes, llegando a los resultados de que la tasa de retracción canina fue significativamente mayor en ambos lados experimentales, sin diferencias significativas entre ellos (**Ilustración 5**).



Ilustración 5, Retracción del canino utilizando muelles de espiral cerrada de NiTi inmediatamente después de la corticotomía sin colgajo. a: Grupo de piezosición. b: Grupo de corticotomía sin colgajo asistida por láser.

Tomada de: Alfawal AMH, Hajeer MY, Ajaj MA, Hamadah O, Brad B. Evaluation of piezosition and laser-assisted flapless corticotomy in the acceleration of canine

En lo concerniente a dientes anteriores mandibulares, *Gibreal O et col* (19) estudiaron en una muestra de treinta y seis pacientes si las corticotomías asistidas por piezosición eran eficaces para acelerar el movimiento dental. Tras las extracciones de los primeros premolares, se realizaron cinco microincisiones y las correspondientes corticotomías entre los seis dientes anteriores, llegando a la conclusión de que sí que era eficaz para reducir el tiempo total de tratamiento de ortodoncia.

II. Técnicas no quirúrgicas

Hay una evidencia conflictiva en relación a la efectividad de los métodos no quirúrgicos para acelerar el movimiento de los dientes, por lo que hemos decidido hacer una selección de aquellos procedimientos más relevantes y valorarlos, con la idea de obtener unas conclusiones sobre la efectividad o no de los mismos.

a) Vibración

Como decía al principio de mi trabajo, el movimiento dental por ortodoncia es el resultado de una respuesta biológica inducida mecánicamente mediante la interferencia externa del equilibrio fisiológico del complejo dentofacial. De manera que, un diente se puede mover dentro de su espacio periodontal, generando un lado de compresión y un lado de tensión.

Sin embargo, estos sistemas de fuerzas en la inmensa mayoría de los tratamientos son de naturaleza estática; siendo bastante desconocidas, la correspondiente respuesta biológica en sistemas de fuerzas dinámicas (fuerzas vibratorias o cíclicas).

Como base del posible beneficio de la vibración en la ortodoncia, se han encontrado resultados positivos en relación al aumento de la masa ósea en mujeres postmenopáusicas, así como en otras personas susceptibles a la pérdida ósea, como discapacitados. (20) (21).

Es por ello, que he decidido escoger varios artículos que hicieran referencia a este tema en concreto y así, estudiar su efectividad a la hora de promover el movimiento dental acelerado.

Liao Z et col (22) presentó una investigación con el fin de investigar la biomecánica del movimiento dental tras ser sometido a una vibración simultánea de 50 Hz. Reclutó a 13 pacientes y se realizó la retracción distal de los caninos con una fuerza de 150 g durante 12 semanas aplicando dicha vibración en el lado bucal del canino estudiado.

Los resultados mostraron que tanto el grado de cierre del espacio como la distalización canina en el grupo de vibración fue significativamente más alto que en el grupo control. Además, se calculó que la tensión hidrostática promedio en volumen en el ligamento periodontal era mayor con la vibración para los dientes maxilares. Una particularidad muy interesante de este estudio, fue la relación entre las frecuencias vibratorias y la presión hidrostática promedio, llegando a los resultados que en el rango de 200-400 Hz estas presiones aumentaron de forma gradual, y a partir de ella lo hicieron de forma exponencial hasta los 2000Hz, donde comenzaron a descender de la misma forma.

Taha K et col (23) por el contrario, no encontraron diferencias significativas en la retracción canina, así como tampoco en la percepción del dolor. Su estudio se llevó a cabo durante tres meses y con una muestra de veintiuna personas, lo que el propio artículo muestra como insuficiente.

Katchooi M et col (24) basó su estudio en las vibraciones producidas por el dispositivo AcceleDent Aura asociadas a alineadores Invisalign®, llegando a los resultados de que no producía una mejora en la velocidad de recambio de los propios alineadores. Además, tampoco tuvo efecto sobre la reducción de los niveles de dolor o en la mejora de la calidad de vida de las personas, en relación a la cavidad oral.

En el caso de *Shiriphan N et col* (25), buscaban investigar los efectos de los estímulos vibratorios de 30 y 60 Hz sobre la distalización canina. Para ello, se aplicaba la vibración sobre el canino diariamente en torno a unos veinte minutos, hasta el día siete en la clínica, y hasta el día noventa en casa (**Ilustración 6**). Se llegó a los resultados de que las tasas de movimiento canino no fueron significativamente diferentes entre los grupos de 30 Hz, 60 Hz y control.

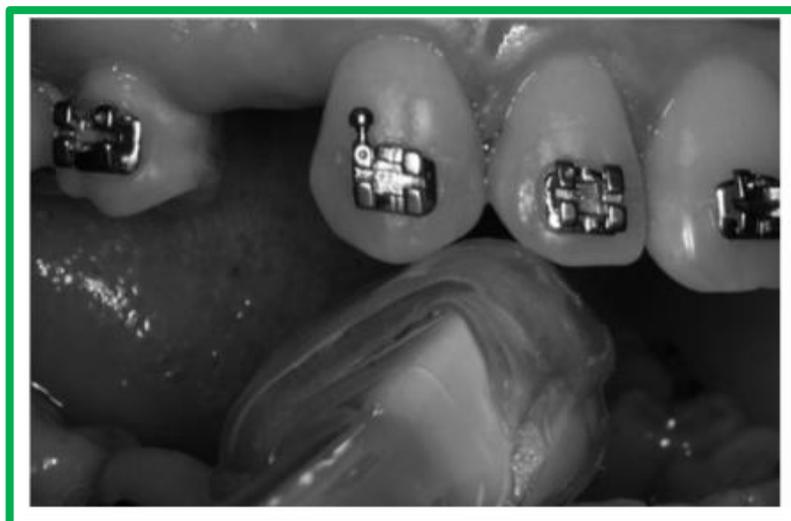


Ilustración 6, aplicación del estímulo vibratorio.

Imagen tomada de: *Siriphan N, Leethanakul C, Thongudomporn U. Effects of two frequencies of vibration on the maxillary canine distalization rate and RANKL and OPG secretion: A randomized controlled trial. Orthod Craniofac Res. 2019;22(2):131–8.*

Falkensammer F et col (26) en esta investigación utilizaron las ondas de choque extracorpóreas, pero al ser un tipo de vibración, la introduje dentro de este subapartado. En este caso, ellos determinaron que no existían diferencias en el movimiento de dientes con la aplicación de ondas de choque $0'19 \text{ mJ/mm}^2$ a una velocidad de cinco pulsos por segundo.

Lo que sí es cierto, es que el grupo de tratamiento mostró una disminución significativa en el índice de placa en comparación con el grupo control, aunque no se mostraran cambios en la profundidad de sondaje ni en el índice gingival, quizás por el corto periodo de estudio.

b) Láser

Como hemos visto en los métodos anteriores, muchos de éstos proponen aumentar la tasa de movimiento dental a expensas de determinados efectos secundarios como dolor o malestar físico, como en el caso de las técnicas quirúrgicas.

Se ha informado que la irradiación láser de bajo nivel induce una reacción fotoquímica (bioestimulación) a nivel celular en la que la energía luminosa es absorbida por los fotorreceptores celulares y convertida de trifosfato de adenosina por las mitocondrias. Esto, posteriormente aumenta la actividad celular manifestándose sobretodo en la síntesis de proteínas. Esta energía, aumenta la temperatura local del tejido causando vasodilatación, que finalmente induce la proliferación celular, la diferenciación y la curación de los tejidos (27) (28).

Además, también se ha demostrado que el láser a baja frecuencia tiene efectos analgésicos en diversas aplicaciones clínicas y terapéuticas, minimizando la percepción del dolor al inhibir la liberación de ácido araquidónico, lo que disminuye los niveles de PGE2 (29). Y por otra parte, también estabiliza el potencial de membrana e inhibe la activación y transmisión de la señal de dolor (28).

Ya con respecto a la aplicación del laser en el ámbito de la ortodoncia, artículos como el de *Saito y Shimizu* (30) sirvieron de base, al demostrar que la terapia con láser a baja frecuencia puede estimular la regeneración ósea en la sutura media palatina tras su expansión, así como estimular la síntesis de colágeno.

Por todo lo mencionado, creemos conveniente incluir dentro de nuestro estudio los procedimientos que conlleven la utilización de instrumentos láser, que puedan resultar que aceleren el movimiento dentario.

Doshi-Metha G et col (31) buscaron evaluar el efecto de la terapia laser de baja intensidad sobre la tasa de movimiento de los dientes, así como su efecto analgésico durante el mismo. La muestra estaba compuesta por veinte pacientes sanos y mediante un estudio de boca dividida, realizaron extracciones de premolares.

Posteriormente, se colocó un resorte cerrado de Ni-Ti para que ejerza una fuerza de retracción de 150 g. Se utilizó el láser configurado a modo de onda continua con una longitud de onda de 800 nm en torno a unos treinta segundos y a una potencia de salida de 0'7 mW para los fines analgésicos; mientras que para la bioestimulación se usó una potencia de salida de 0'25 mW y durante diez segundos.

Se realizaron un total de diez irradiaciones, cinco en el lado palatino, y cinco en el lado vestibular. Se aplicó los días cero, tres, siete y catorce, y posteriormente cada quince días. Se llegó a los resultados de que hubo gran diferencia en la cantidad de movimiento en comparación de ambos grupos (56% de diferencia a los tres meses). Y que además, promovía una bajada importante del dolor en el lado experimental en los primeros días.

Qamruddin I et col (32) en sus resultados mostraron que había una gran diferencia en las tasas de retracción canina entre los grupos experimental y placebo en todos los intervalos, dentro de los quince meses que duró el estudio, siendo el movimiento general del canino 2'02 veces mayor que en el lado control. Además, se llegó a la conclusión de que el dolor era menor en el lado experimental.

Üretürk SE et col (33) obtuvieron la misma conclusión, y publicaron que la cantidad de movimiento en el grupo láser fue un 40 % mayor que en el lado control (**Ilustración 7**), sin mostrar además, ningún signo de inflamación gingival durante el estudio.

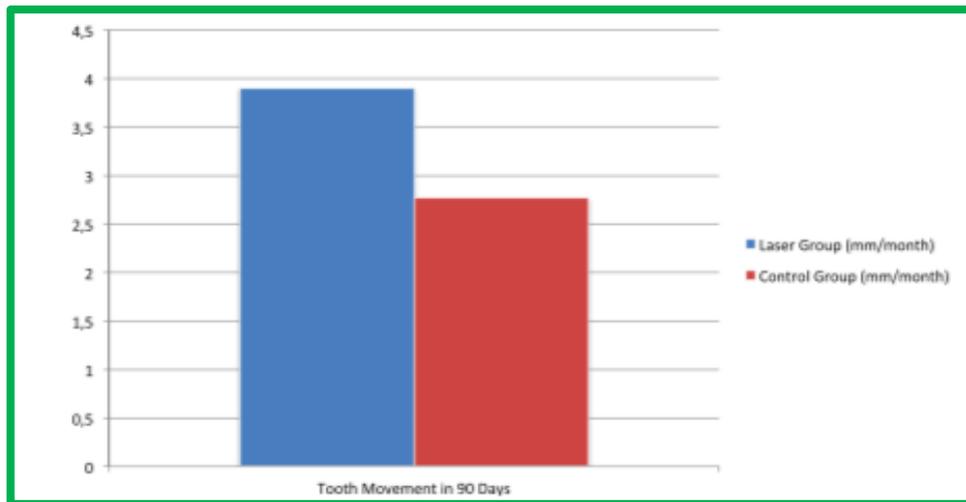


Ilustración 7, cantidad de movimiento dentario en 90 días.

Imagen tomada de: 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(4):757–64.

Sin embargo, la fotobioterapia se puede administrar además de con láseres de baja intensidad, con diodos emisores de luz (LED). La diferencia fundamental entre las dos fuentes es que los láseres producen luz coherente, mientras que la luz de los LED es incoherente (34), siendo únicamente la respuesta celular dependiente de la longitud de onda y de la dosis de luz (35). No obstante, hay literatura que defiende el láser por encima de los LED (36).

En el estudio publicado por *Nahas AZ et col* (37) donde se investigaba el efecto de la terapia con luz de bajo nivel mediante LED sobre la velocidad de los movimientos dentales, se llegó a los resultados que el uso de la fotobiomodulación durante veinte minutos diarios a una longitud de onda de 850 nm podría reducir el tiempo necesario para resolver el apiñamiento anterioinferior.

c) Vitamina D

La forma activa de la vitamina D (1,25-Dihidroxicocalciferol) es un potente estimulador de la actividad osteoclástica, ya que induce la diferenciación de sus precursores y estimula su actividad (38). Por ello, es lógico pensar que los agentes que provocan una menor resistencia por parte del hueso alveolar al movimiento dentario, son

aquellos que favorecen dicho movimiento, y por consecuencia lo hacen en un menor tiempo.

Atendiendo a este pensamiento y en función de los criterios de inclusión que hemos elegido para nuestro trabajo, sólo hemos podido destacar uno de los artículos.

Varughese ST et col (39) mostraron un aumento estadísticamente significativo en la cantidad de retracción canina, así como una disminución de la densidad del hueso esponjoso en el lado experimental en comparación con el lado control, administrando para ello, una dosis de 50 pg de calcitriol (1'25 DHC) por cada 0'2 ml en forma de inyección intraligamentosa.

d) Relaxina

La relaxina se trata de un péptido asociado recientemente con funciones fisiológicas como el recambio de colágeno, la angiogénesis y la acción antifibrótica (40). Precisamente debido a su papel en la remodelación de tejidos blandos, se ha estudiado el uso de relaxina en modelos dentarios; concretamente en células del ligamento periodontal como en el caso de *Takano y col.(41)*. Dichos investigadores encontraron que dicha molécula regula el metabolismo del colágeno, especialmente del tipo I y a la metaloproteinasas-1 de la matriz. Estos resultados sugieren que el uso de relaxina podría ser beneficioso en el movimiento dental y en la estabilidad del tratamiento ortodóncico, debido a que la resistencia a las fuerzas ortodóncicas tanto del hueso como del tejido blando podría reducirse; por lo que nos decidimos a incluir este tipo de procedimientos dentro de nuestro trabajo.

En este caso solo hemos podido acceder a un artículo debido a los criterios de inclusión marcados dentro del trabajo. *McGorray SP et col (42)* publicó un artículo con una muestra de treinta y nueve personas en la cual, se aplicaron ocho inyecciones locales de 400 µg en plazos de una semana cada uno. Se llegó a la conclusión de que no había diferencias en el movimiento dental entre los dos grupos estudiados. Tampoco se determinaron problemas de salud a partir de exámenes físicos, electrocardiograma, análisis de orina o hematología atribuidos a la relaxina, aunque sí que aumentaron los niveles séricos de la misma.

3. Objetivos

- Establecer si existen mecanismos de aceleración del movimiento dentario que sean efectivos para acortar el tiempo de tratamiento ortodóncico mediante procedimientos tanto quirúrgicos como no quirúrgicos
- Determinar las principales diferencias entre los procedimientos quirúrgicos y no quirúrgicos, en cuanto a su efectividad y a la comodidad del paciente
- Tener en cuenta la relación costo/beneficio de los procedimientos, para con ello poder mejorar la calidad de vida del paciente y su salud bucodental, con unos gastos que el propio paciente pueda asumir

4. Material y método

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica en bases de datos biomédicas como Pubmed, Cochrame y Scopus de artículos publicados en relación a la aceleración del movimiento dentario mediante ortodoncia.

Para ello se utilizaron distintas búsquedas con diversas palabras claves como: “Acceleration” AND “Orthodontic” OR “Tooth movement” AND “Corticotomy” AND “laser” OR “laser therapy” AND “Piezocision” AND “Vibration” AND “Vitamin D” AND “Electricity” AND “Pulsed magnetic field” AND “Prostaglandin” AND “Relaxin”

Es conveniente decir que los criterios de inclusión que usaron para permitir de estudios a nuestro trabajo fueron:

- Todos aquellos artículos que hablen de diversos procedimientos que puedan sugerir la disminución del tiempo de tratamiento de ortodoncia
- Estudios en humanos
- Ensayo clínico controlado
- Ensayo controlado aleatorio

- Estudios basados en diseño de boca dividida o en varios brazos
- Desde el año dos mil

Por otro lado, y marcando como criterios de exclusión, tenemos

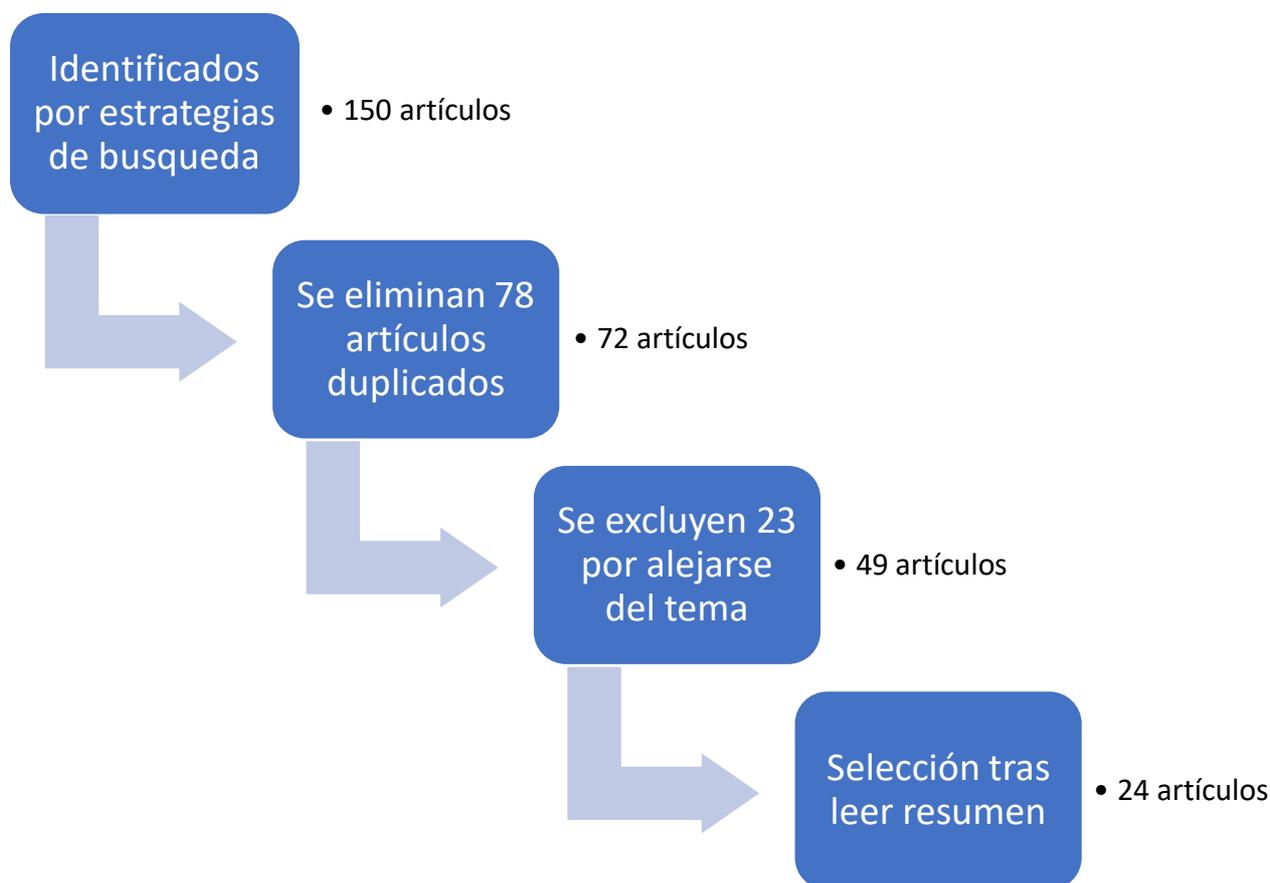
- Todos aquellos artículos que no hablen de diversos procedimientos que puedan sugerir la disminución del tiempo de tratamiento de ortodoncia
- Estudios en animales
- Otros tipos de estudios diferentes a los señalados anteriormente
- Estudios que no sean de habla inglesa

Aplicando los filtros que designamos como criterios de inclusión obtuvimos entre todas las estrategias de búsquedas un total de ciento cincuenta artículos. Al eliminar los duplicados de las distintas búsquedas quedaron setenta y dos artículos, de los cuales excluimos veintitrés por alejarse del tema en concreto (tras leer resumen). De los cuarenta y nueve restantes, escogemos para que formen parte de mi trabajo un total de veinticuatro artículos (tras leer su resumen).

La revisión se realizó de forma independiente de los títulos, resúmenes y textos completos (en los casos en los que no había resumen) teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

Las revistas consultadas para acceder a los artículos fueron las siguientes: “American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics”, “Journal of Orthodontics”, “Journal of Biomechanics”, “Progress in Orthodontics”, “Clinical Oral Investigations”, “Odontology”, “The Journal of Contemporary Dental Practice”, “European Journal of Orthodontics”, “Angle Orthodontist”, “Journal of Oral and Maxillofacial Surgery”, “Bahammam BMC Oral Health”, “European Review for Medical and Pharmacological Sciences”, “Head & Face Medicine”, “Lasers in Medical Science” y “Orthodontics & Craniofacial Research”.

DIAGRAMA DE FLUJOS DE LA BÚSQUEDA



5. Resultados

En base a las estrategias de búsquedas que se muestran a continuación, se han identificado:

- Acceleration AND “tooth movement”: se encontraron 46 resultados
- Acceleration AND (“tooth movement” OR Orthodontic): se encontraron 63 resultados
- (Orthodontic OR “tooth movement”) AND Corticotomy AND acceleration: se encontraron 13 resultados
- "tooth movement" AND Prostaglandin: se encontraron 4 resultados
- Laser therapy AND Orthodontic AND acceleration: se encontraron 18 resultados
- "tooth movement" AND Electricity: se encontraron 4 resultados
- "tooth movement" AND acceleration AND Pulsed magnetic field: se encontró 1 resultado

- Relaxin AND Orthodontic: se encontró 1 resultado

A continuación, se resumen los artículos elegidos para esta revisión bibliográfica:

Título	Autor	Muestra	Objetivos	Resultados	Año
Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement	Alikhani, Mani Raptis, Markos Zoldan, Billie Sangsuwon, Chinapa Lee, Yoo B. Alyami, Bandar	20 personas	Estudiar el efecto de las microosteoperforaciones (MOP) sobre la velocidad de movimiento de los dientes y la expresión de los marcadores inflamatorios.	Las MOP aumentaron significativamente la velocidad de movimiento de los dientes	2013
Comparison of rate of tooth movement and pain perception during accelerated tooth movement associated with conventional fixed appliances with micro-osteoperforations—a randomised controlled trial	Attri, Sonal Mittal, Rashmi Batra, Puneet Sonar, Saurabh Sharma, Karan Raghavan, Sreevatsan Rai, Kriti Sharma	60 personas	Investigar la influencia de la micro-osteoperforación (MOP) en la tasa de movimiento dental ortodóntico y la percepción del dolor con aparatos fijos.	La MOP parece mejorar la velocidad de movimiento de los dientes sin que haya diferencias en la percepción del dolor.	2018
Computational and clinical investigation on the role of mechanical vibration on orthodontic tooth movement	Liao, Zhipeng Elekdag-Turk, Selma Turk, Tamer Grove, Johnathan Dalci, Oyku Chen, Junning Zheng, Keke Ali Darendeliler, M. Swain, Michael Li, Qing	13 personas	Investigar la biomecánica del movimiento dental ortodóntico (OTM) sometido a la vibración simultánea de un solo diente (50 Hz) con la aplicación de fuerza ortodóntica convencional, mediante un estudio clínico y una simulación computacional.	Tanto el grado de cierre del espacio como la distalización canina del grupo experimental fue mas alto que en el grupo control, por lo tanto, está indicado que una vibración de un solo diente de 50 Hz y 20 g puede acelerar la retracción del canino maxilar.	2017
Effect of micro-osteoperforation on the rate of canine retraction: a split-mouth randomized controlled trial	Aboalnaga, Amira A. Salah Fayed, Mona M. El-Ashmawi, Noha A. Soliman, Sanaa A.	18 personas	Investigar los efectos de los MOP en la tasa de velocidad de movimiento dental ortodóntico.	Las micro-osteoperforaciones no fueron capaces de acelerar la tasa de retracción del canino; sin embargo, pareció facilitar el movimiento de la raíz.	2019

Impact of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) on orthodontic tooth movement—a randomized clinical trial	Falkensammer, Frank Arnhart, Christoph Krall, Christoph Schaden, Wolfgang Freudenthaler, Josef Bantleon, Hans Peter	26 personas	Investigar el efecto de las ondas de choque extracorpóreas sobre la cantidad de movimiento dental ortodóntico y los parámetros periodontales.	La aplicación única del tratamiento con ondas de choque extracorpóreas no se asoció a una aceleración estadísticamente significativa del movimiento dental ni a una alteración del estado periodontal in vivo.	2014
Effects of mechanical vibrations on maxillary canine retraction and perceived pain: a pilot, single-center, randomized-controlled clinical trial	Taha, Khaled Conley, R. Scott Arany, Praveen Warunek, Stephen Al-Jewair, Thikriat	21 personas	Investigar el efecto de la estimulación vibratoria mecánica sobre la retracción del canino maxilar y la percepción del dolor en adolescentes sometidos a un tratamiento de ortodoncia con extracción	No hay diferencias estadísticamente significativas en la retracción canina y la percepción del dolor entre los grupos experimental y de control	2020
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	Alkebsi, Amal Al-Maaitah, Emad Al-Shorman, Hisham Abu Alhaija, Elham	32 personas	Investigar el efecto de las micro-osteoperforaciones (MOPs) en la tasa de movimiento de los dientes	Tres MOP no fueron eficaces para acelerar el movimiento de los dientes en ningún momento. Otros parámetros secundarios evaluados no fueron diferentes entre el lado MOP y el de control	2018
Efecto de la vitamina D en la distalización canina y la densidad ósea alveolar mediante tomografía computarizada en espiral multicorte: ensayo controlado aleatorio	Varughesel, Sanju T Shamanna, Pavithra U Goya, Neeraj Thomas, Beenu S Lakshmanan, Lakshmi Pulikkottii, Venith Ahmed, Mohammed G	15 personas	Evaluar los efectos clínicos y radiográficos del 1'25 dihidroxicolecalciferol administrado localmente sobre la cantidad de distalización canina.	Los resultados mostraron un aumento significativo en la cantidad de distalización canina y una disminución de la densidad del hueso esponjoso en el lado experimental	2019

Piezocision-assisted orthodontic treatment using CAD/CAM customized orthodontic appliances: a randomized controlled trial in adults.	Charavet, Carole Lecloux, Geoffrey Jackers, Nastasia Albert, Adelin Lambert, France	24 personas	Investigar los efectos de la piezocisión (protocolo quirúrgico con suturas) en el tratamiento de ortodondia mediante aparatos de ortodondia personalizados CAD/CAM (diseño asistido por ordenador y fabricación asistida por ordenador)	La piezocisión parece ser un método eficaz para acelerar el tratamiento ortodóntico en casos de apiñamiento leve. Sin embargo, el efecto sólo se observó durante la fase de alineación y se encontró una mayor eficacia en el maxilar. Existe el riesgo de que se produzcan ligeras cicatrices	2019
Effect of supplemental vibration on orthodontic treatment with aligners: A randomized trial	Katchooi, Mina Cohanim, Bobby Tai, Sandra Bayirli, Burcu Spiekerman, Charles Huang, Greg	27 personas	Investigar los efectos de AcceleDent en el tratamiento Invisalign	No se encontraron pruebas de que el dispositivo AcceleDent Aura afecte a la capacidad de completar una serie de alineadores con un régimen de cambio de 1 semana o a la alineación final conseguida en pacientes adultos.	2018
Interseptal bone reduction on the rate of maxillary canine retraction	Leethanakul, Chidchanok Kanokkulchai, Surat Pongpanich, Settakorn Leepong, Narit Charoemratrote, Chairat	18 personas	Proponer y evaluar un nuevo enfoque quirúrgico con un traumatismo mínimo, denominado reducción ósea interseptal, combinado con el uso de un aparato fijo de ortodondia convencional para acelerar la retracción de los caninos	La reducción ósea interseptal puede mejorar la tasa de movimiento de los caninos cuando el hueso interseptal se reduce lo suficiente tanto en grosor como en profundidad siguiendo criterios quirúrgicos.	2014
Does alveolar corticotomy accelerate orthodontic tooth movement when retracting upper canines? A split-mouth design randomized controlled trial	Al-Naoum, Fadi Hajeer, Mohammad Y. Al-Jundi, Azzam	30 personas	Evaluar la eficacia de la corticotomía alveolar en el movimiento dental ortodóntico al retraer los caninos superiores en comparación con la técnica convencional y evaluar los niveles de dolor y malestar de los pacientes tras la corticotomía	La corticotomía alveolar aumentó el movimiento dental ortodóntico y se acompañó de grados moderados de dolor y molestias.	2014

Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction	Abbas, Noha Hussein Sabet, Noha Ezzat Hassan, Islam Tarek	20 personas	Evaluar la eficacia de la ortodoncia facilitada por la corticotomía y la piezocisión en la retracción rápida de los caninos	La ortodoncia facilitada por la corticotomía y la piezocisión son modalidades de tratamiento eficaces para acelerar la retracción de los caninos.	2016
Efficacy of piezocision-based flapless corticotomy in the orthodontic correction of severely crowded lower anterior teeth: A randomized controlled trial	Gibreal, Omar Hajeer, Mohammad Y. Brad, Bassel	36 personas	Evaluar la eficacia de las corticotomías asistidas por piezocisión sin colgajo para acelerar la alineación de los dientes anteriores inferiores	La técnica de piezocisión sin colgajo fue muy eficaz para acelerar el movimiento dental ortodóntico.	2019
Effectiveness of bovine-derived xenograft versus bioactive glass with periodontally accelerated osteogenic orthodontics in adults: A randomized, controlled clinical trial	Bahammam, Maha A.	33 personas	Comparar la eficacia de un xenoinjerto de origen bovino con la del vidrio bioactivo cuando se combina con PAOO para el tratamiento de pacientes adultos con apiñamiento moderado de los dientes	La combinación de tratamiento ortodóntico y cirugía periodontal es un tratamiento eficaz para pacientes adultos que disminuye la duración del tratamiento activo y reduce el riesgo de reabsorción radicular.	2016
The impact of osteotomy technique for corticotomy-assisted orthodontic treatment (CAOT) on oral health-related quality of life	Cassetta, M. Di Carlo, Stefano Giansanti, M. Pompa, V. Pompa, G. Barbato, E.	12 personas	Comparar el uso de la cirugía piezoeléctrica y la técnica de osteotomía rotatoria convencional para la CAOT, determinando la duración de la cirugía y la calidad de vida relacionada con la salud oral	El uso del tratamiento de ortodoncia asistido por corticotomía, debe ser consciente de la disminución esperada en la calidad de vida relacionada con la salud oral, tanto si se utiliza la cirugía piezoeléctrica como la técnica de osteotomía rotativa.	2012
Evaluation of piezocision and laser-assisted flapless corticotomy in the acceleration of canine retraction: A randomized controlled trial	Alfawal, Alaa M.H. Hajeer, Mohammad Y. Ajaj, Mowaffak A. Hamadah, Omar Brad, Bassel	36 personas	Evaluar la eficacia de dos procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos en la aceleración de la retracción canina: piezocisión y corticotomía sin colgajo asistida por láser	La piezocisión y la corticotomía sin colgajo asistida por láser parecen ser métodos de tratamiento eficaces para acelerar la retracción del canino sin ningún efecto adverso.	2018

Efficacy of low-intensity laser therapy in reducing treatment time and orthodontic pain: A clinical investigation	Doshi-Mehta, Gauri Bhad-Patil, Wasundhara A.	20 personas	Evaluación de la eficacia de la terapia láser de baja intensidad para reducir la duración del tratamiento de ortodoncia y el dolor	La terapia láser de baja intensidad es una buena opción para reducir la duración del tratamiento y el dolor.	2012
Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement: A randomized controlled clinical trial	AlSayed Hasan, Mohammad Moaffak A. Sultan, Kinda Hamadah, Omar	26 personas	Evaluar la eficacia de la terapia con láser de baja intensidad (LLLT) para acelerar el movimiento dental ortodóntico de los incisivos maxilares apiñados	La LLLT es un método eficaz para acelerar el movimiento de los dientes en ortodoncia	2017
Effects of low-level laser irradiation on the rate of orthodontic tooth movement and associated pain with self-ligating brackets	Qamruddin, Irfan Alam, Mohammad Khursheed Mahroof, Verda Fida, Mubassar Khamis, Mohd Fadhli Husein, Adam	22 personas	Evaluar el efecto de la irradiación láser de bajo nivel aplicada a intervalos de 3 semanas sobre el movimiento dental ortodóntico y el dolor asociado al movimiento dental ortodóntico con brackets de autoligado	La irradiación láser de baja intensidad aplicada a intervalos de 3 semanas puede acelerar el movimiento dental ortodóntico y reducir el dolor asociado a él.	2017
The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization	Üretürk, Sevin Erol Saraç, Müyesser Fıratlı, Sönmez Can, Şule Batu Güven, Yegane Fıratlı, Erhan	15 personas	Determinar los efectos de la terapia con láser de baja intensidad en el movimiento de los dientes durante la distalización del canino mediante la evaluación de los niveles de IL-1 β , TGF- β 1 en el líquido crevicular gingival	El láser acelera el movimiento de los dientes y podría acortar la duración del tratamiento	2017
Decrowding of lower anterior segment with and without photobiomodulation: a single center, randomized clinical trial	Nahas, Amer Z. Samara, Said A. Rastegar-Lari, Tannaz A.	20 personas	Evaluar el efecto de la terapia de luz de bajo nivel mediante diodos emisores de luz (LED) sobre la velocidad de los movimientos dentales que se requerían para la nivelación y alineación del segmento anterior inferior durante el tratamiento de ortodoncia sin extracción.	El uso de la fotobiomodulación durante 20 minutos diarios a una longitud de onda de 850 nm podría reducir el tiempo necesario para resolver el apiñamiento anterior inferior	2017
Effects of two frequencies of vibration on the maxillary canine distalization rate and RANKL and OPG secretion: A randomized controlled trial	Siriphan, Natchanon Leethanakul, Chidchanok Thongudomporn, Udom	60 personas	Investigar los efectos del estímulo vibratorio de 30 y 60 Hz sobre la distalización canina y la secreción de RANKL y OPG	En la clínica, los estímulos vibratorios de 30 y 60 Hz no tienen un efecto aditivo sobre la tasa de distalización canina, la secreción de RANKL y OPG o la relación RANKL/OPG.	2019

<p>A randomized, placebo-controlled clinical trial on the effects of recombinant human relaxin on tooth movement and short-term stability</p>	<p>McGorray, Susan P. Dolce, Calogero Kramer, Susan Stewart, Dennis Wheeler, Timothy T.</p>	<p>40 personas</p>	<p>Comparar la relaxina y un placebo con respecto al movimiento y la estabilidad de los dientes en sujetos humanos</p>	<p>No se detectaron diferencias en el movimiento de los dientes a lo largo de 8 semanas de tratamiento ni en la recaída a las 4 semanas después del tratamiento al comparar los sujetos que recibieron inyecciones semanales de relaxina con los que recibieron un placebo.</p>	<p>2012</p>
--	---	--------------------	--	---	-------------

6. Discusión

La mayoría de los pacientes de ortodoncia, especialmente los adultos, están interesados en reducir el tiempo de su tratamiento de ortodoncia. Debido a ello, los ortodontistas han buscado cada vez más formas para reducirlo, sin que ello perjudique a los resultados finales.

Con respecto a las corticotomías, el enfoque novedoso de la reducción de hueso interseptal permitió una tasa de movimiento de 5´4 mm en tres meses (7), casi el doble que en el lado control, lo que se explica por la inducción de RAP. Además, coincide que los datos del lado experimental son similares a los respectivos de otros estudios de corticotomías, que defienden el aumento de la velocidad de movimiento dental de tres a cuatro veces (8) (10). Las diferencias entre ellos, puede ser debido a la diferencia en la técnica de la reducción del tejido óseo, que induce de diferente forma al RAP, pero que al fin y al cabo reducen el tiempo de tratamiento.

Es conveniente decir que, la calidad de vida disminuye considerablemente (8) (9), especialmente en los días uno a tres después de la cirugía; y que se recupera casi por completo a los siete días, no variando la calidad de vida en la diferencia de corticotomía convencional o piezocisión (9).

Con respecto a otras técnicas que pueden inducir al RAP mediante la agresión al tejido óseo, encontramos artículos que defienden la validez de las MOP (11) (12), frente a otras

que no lo hacen (13) (14). A pesar de ello, cabe destacar que en uno de los artículos que defienden la no validez de la técnica, sí que admiten la mayor facilidad para el movimiento radicular (13).

Las diferencias entre ambas posturas pueden deberse a la diferencia entre los métodos, ya que los que defienden dicha técnica utilizaron dispositivos PROPEL para realizar las MOP, mientras que los que no lo hacen, utilizaron dispositivos de anclaje temporal como minitornillos (TAD).

Alikhani et col (11) llegaron a los resultados de que con las MOP, el canino podía moverse 2'3 veces más rápido que en el grupo control. Sin embargo, encontramos como principales limitaciones el poco tiempo de seguimiento (un mes), la medición directa sobre los modelos y tomando como referencia el incisivo lateral (punto inestable); y el uso para retracción de un alambre de 0.016 sobre una ranura de 0.022, lo que puede llevar a una falsa retracción por medio de un volcamiento.

En contraposición, tenemos a *Alkebsi et col* (14) y a *Alboalnaga et col* (13) quienes con una duración de cuatro y tres meses respectivamente, y usando el escáner 3D tomando como referencia de mediciones las rugas palatinas (punto estable), llegaron a la conclusión de que las MOP no eran un proceso eficaz para acelerar el movimiento dentario. Además, se controlaron con CBCT la inclinación radicular para evitar volcamientos incontrolados de los dientes a estudiar.

El dolor o malestar sufrido por las MOP no muestra diferencia entre los grupos experimental y control, y además se ha comprobado más agudo a los siete días del procedimiento (11) (12), lo que hace pensar en que el dolor es fruto de la técnica ortodóncica más que de la técnica quirúrgica, a diferencia de las corticotomías.

En relación a la piezocisión, el estudio de *Chavaret et col* (16) estudió el empleo de brackets personalizados y llegó a la conclusión de que el tratamiento general fue de 1'6 veces más rápido cuando se combina con piezocisión. En otras indicaciones, *Alfawal et col* (18) evaluaron la efectividad de esta técnica en la retracción canina y demostraron que la tasa de retracción fue significativamente mayor que en el grupo control. Este estudio es comparable con el presentado por *Abbas et col* (17), quienes también informaron de una aceleración de la retracción canina de 1'5 a 2 veces. *Gibreal et col*

(19), a su vez encontraron una reducción del tiempo de alineación general en el grupo experimental en el caso de la corrección de dientes anteriores inferiores muy apiñados.

El grado de reabsorción radicular fue medido en dos de los estudios escogidos, llegando ambos a la conclusión de que el procedimiento estudiado no promovía la reabsorción radicular, siendo incluso un factor protector frente a ésta (16) (17).

Algo a tener en cuenta del artículo de *Chavaret et col* (16) es que compara la corticotomía tradicional con la piezosición, pero realiza las exodoncias el mismo día de ambos procedimientos quirúrgicos, pudiendo afectar al RAP el propio hecho de las extracciones, provocando un sesgo importante en cuanto a la técnica.

Dentro ya de las técnicas no quirúrgicas, la primera de las que vamos a hablar es el uso de vibración como posible técnica que promueve la aceleración dental. Encontramos literatura con resultados bastante contradictorios, y las inconsistencias entre los estudios pueden deberse a variaciones en los protocolos de vibración, la mecánica de ortodoncia o los resultados medidos. Sin embargo, poniendo en común varios de ellos, encontramos que todos de ellos a excepción de uno, defienden que no hay diferencias significativas en la aceleración dentaria entre el grupo experimental y control (26) (23) (24) (25). En cambio, el artículo publicado por *Liao Z et col* (22) sí que muestra una asociación significativa entre la vibración mecánica y la tasa de retracción canina. Este último artículo aplica una vibración de 50 Hz sobre los caninos maxilares durante 10 min/día en un tiempo de tres meses. No obstante, con condiciones muy similares (30-60 Hz durante 20 min/día en un tiempo de tres meses y aplicando la vibración solo sobre los caninos), *Shiriphan et col* (25) llegan a unos resultados opuestos, aportando pruebas también a la no diferencia en cuanto a los niveles de citoquinas albergados en el surco crevicular; resultados que también se contradicen con los de *Liao Z et col*, quien parece defender que sus resultados parecen tener una base más biológica que mecánica. Por otra parte, otros artículos como los de *Taha K et col* (23) y los de *Katchooi et col* (24) presentan condiciones muy similares en cuanto al uso del dispositivo *Acceledent Aura*, llegando a los resultados conjuntos de que no es un dispositivo eficaz. Como diferencia fundamental con los artículos revisados anteriormente, señalamos la aplicación de la vibración en toda la boca, no siendo únicamente en el canino. Además, tampoco reducía el dolor de forma estadísticamente significativa entre los grupos estudiados.

En relación a la efectividad de la aplicación de ondas de choque tenemos también resultados negativos (26), aunque es conveniente decir como limitación de éste, la alta edad media de la muestra, con la menor vascularización y celularidad que ello implica (43); y que el diente a movilizar es un segundo molar inferior.

La fotomodulación tiene un impacto potencial en la producción de ATP (44), y es precisamente este aumento en un sitio localizado el que induce a las células a sufrir un proceso de remodelación debido a la elevada actividad metabólica (45); pudiendo dar con ello lugar a la mejora en la proliferación y diferenciación celular, y por consiguiente al movimiento dental. En cuanto a la tasa de retracción canina y al dolor, los artículos publicados por *Doshi-Mehta G et col* (31), *AlSayed Hasan MMA et col* (46), *Qamruddin I et col* (32) y *Ütetürk SE et col* (33) encontraron resultados positivos, según los cuales se aceleraba el movimiento dentario y se reducía el dolor. Todos ellos compartían características similares, como láser Ar-Ga-Al con longitud de onda en torno a los 830 nm en modo continuo, y su aplicación de forma directa en la zona en intervalos desde los tres días hasta las tres semanas. Sin embargo, encontramos una limitación importante dentro de estos estudios, y es que las exodoncias se realizaron entre una y dos semanas antes del distalamiento canino, pudiendo afectar al RAP y con ello sesgar los resultados. Por el contrario, el estudio publicado por *Nahas AZ et col* (37) con características muy similares pero con luz LED (longitud de 850 nm) y sin exodoncias, también mostraron resultados positivos en cuanto al movimiento dental. Además, la aplicación de láser a estas longitudes de onda parece reducir la reabsorción radicular en lo relativo a las fuerzas ortodóncicas, como demuestra *Doreen Ng et col* (47) (**Ilustración 8**).



Ilustración 8, ubicación de la LLLT o del láser placebo. LLLT, terapia láser de bajo nivel.

Imagen tomada de: Ng D, Chan AK, Papadopoulou AK, Dalci O, Petocz P, Darendeliler MA. The effect of low-level laser therapy on orthodontically induced root resorption: A pilot double blind randomized controlled trial. *Eur J Orthod.* 2018;40(3):317–25.

Por todo lo comentado, debemos tener en cuenta la aplicación del láser para aliviar el dolor en ortodoncia, pudiendo desplazar con ello el uso de los medicamentos (antiinflamatorios no esteroideos), debido a que también pueden reducir la velocidad del movimiento dental (48).

En el caso de la relaxina (42), el grupo control y el experimental muestran una tasa de movimiento dental sin diferencias significativas y que además, se aproxima a la realidad, porque coincide con resultados del grupo control de artículos ya citados anteriormente, lo que indica la baja efectividad de estas pruebas.

Y por último, técnicas como la inyección local de vitamina D (49) pareció ser efectiva para la retracción canina, aunque aún existe un déficit importante de resultados en humanos como para poder comparar los resultados con otros estudios científicos.

7. Conclusiones

- Existen mecanismos efectivos para reducir el tiempo de tratamiento, pero suelen coincidir con aquellos procedimientos más cruentos, como las corticotomías o la piezocisión.
- Dentro de las técnicas quirúrgicas, las corticotomías y la piezocisión parecen mostrar una gran efectividad. Por su parte, las MOP muestran resultados contradictorios, aunque en estos casos sí que la molestia es mínima, por lo que podría ser una buena línea donde investigar. Las técnicas no quirúrgicas son

menos invasivas, pero parecen ser menos efectivas. De estas últimas destaca especialmente la fotobiomodulación (láser y LED), ya que en todos los artículos incluidos sí que aceleran el movimiento dentario.

- En relación al precio/beneficio, algunos procedimientos como las MOP o la aplicación local de láser, son procesos rutinarios que cualquier ortodoncista puede incorporar en el desarrollo de sus funciones (sin necesitar otro personal cualificado), y que por ello no supone una subida importante en el precio del tratamiento.

8. Bibliografía

1. K. R. Clinical and histologic observations on tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod.* 53(10):721–45.
2. Pilon JJ, Kuijpers-Jagtman AM MJ. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement. An experimental study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 110(1):16–23.
3. 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* [Internet]. 2014;145(4 SUPPL.):S65–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.12.015>
4. Talic NF. Adverse effects of orthodontic treatment: A clinical perspective. *Saudi Dent J* [Internet]. 2011;23(2):55–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sdentj.2011.01.003>
5. Verna C. Regional Acceleratory Phenomenon. 2016;18:28–35.
6. Orthodontics C, Rathbun E. the Periodontium Following Case Reports * on. :234–8.
7. Leethanakul C, Kanokkulchai S, Pongpanich S, Leepong N, Charoemratrote C. Interseptal bone reduction on the rate of maxillary canine retraction. *Angle Orthod.* 2014;84(5):839–45.
8. Al-Naoum F, Hajeer MY, Al-Jundi A. Does alveolar corticotomy accelerate orthodontic tooth movement when retracting upper canines? A split-mouth design randomized controlled trial. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2014;72(10):1880–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2014.05.003>
9. Cassetta M, Di Carlo S, Giansanti M, Pompa V, Pompa G, Barbato 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(12):1735–40.
10. Bahammam MA. Effectiveness of bovine-derived xenograft versus bioactive glass with periodontally accelerated osteogenic orthodontics in adults: A randomized, controlled clinical trial. *BMC Oral Health* [Internet]. 2016;16(1):1–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s12903-016-0321-x>
11. Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, et al. Effect

- of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2013;144(5):639–48. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.06.017>
12. Attri S, Mittal R, Batra P, Sonar S, Sharma K, Raghavan S, et al. Comparison of rate of tooth movement and pain perception during accelerated tooth movement associated with conventional fixed appliances with micro-osteoperforations—a randomised controlled trial. *J Orthod* [Internet]. 2018;45(4):225–33. Available from: <https://doi.org/10.1080/14653125.2018.1528746>
 13. Aboalnaga AA, Salah Fayed MM, El-Ashmawi NA, Soliman SA. Effect of micro-osteoperforation on the rate of canine retraction: a split-mouth randomized controlled trial. *Prog Orthod*. 2019;20(1).
 14. Alkebsi A, Al-Maaitah E, Al-Shorman H, Abu Alhaija E. 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* [Internet]. 2018;153(6):771–85. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.11.026>
 15. Wallace SS, Mazor Z, Froum SJ, Cho S-C, Tarnow DP. Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: clinical results of 100 consecutive cases. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2007 Oct;27(5):413–9.
 16. Charavet C, Lecloux G, Jackers N, Albert A, Lambert F. Piezocision-assisted orthodontic treatment using CAD/CAM customized orthodontic appliances: a randomized controlled trial in adults. *Eur J Orthod*. 2019 Sep;41(5):495–501.
 17. Abbas NH, Sabet NE, Hassan IT. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2016;149(4):473–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.09.029>
 18. Alfawal AMH, Hajeer MY, Ajaj MA, Hamadah O, Brad B. Evaluation of piezocision and laser-assisted flapless corticotomy in the acceleration of canine retraction: A randomized controlled trial. *Head Face Med*. 2018;14(1):1–12.
 19. 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*. 2019;41(2):188–95.
 20. Rubin C, Recker R, Cullen D, Ryaby J, McCabe J, Al RET. Prevention of Postmenopausal Bone Loss by a Low-Magnitude, High-Frequency Mechanical Stimuli: A Clinical Trial Assessing Compliance, Efficacy, and Safety. 2004;19(3).
 21. Ward K, Alsop C, Caulton J, Rubin C, Adams J, Mughal Z. Low Magnitude Mechanical Loading Is Osteogenic in Children With Disabling Conditions. 2004;19(3):360–9.
 22. Liao Z, Elekdag-Turk S, Turk T, Grove J, Dalci O, Chen J, et al. Computational and clinical investigation on the role of mechanical vibration on orthodontic tooth movement. *J Biomech* [Internet]. 2017;60:57–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.06.012>
 23. Taha K, Conley RS, Arany P, Warunek S, Al-Jewair T. Effects of mechanical vibrations on maxillary canine retraction and perceived pain: a pilot, single-center, randomized-controlled clinical trial. *Odontology* [Internet]. 2020;108(2):321–30. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10266-019-00480-0>
 24. Katchooi M, Cohanim B, Tai S, Bayirli B, Spiekerman C, Huang G. Effect of

- supplemental vibration on orthodontic treatment with aligners: A randomized trial. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2018;153(3):336–46. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.10.017>
25. Siriphan N, Leethanakul C, Thongudomporn U. Effects of two frequencies of vibration on the maxillary canine distalization rate and RANKL and OPG secretion: A randomized controlled trial. *Orthod Craniofac Res*. 2019;22(2):131–8.
 26. Falkensammer F, Arnhart C, Krall C, Schaden W, Freudenthaler J, Bantleon HP. Impact of extracorporeal shock wave therapy (ESWT) on orthodontic tooth movement—a randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2014;18(9):2187–92.
 27. Wangsrimonkol T, Manosudprasit M, Pisek P CP. Laser accelerated tooth movement. *Thai Assoc Orthod*. 2015;(5):27–37.
 28. Sonesson M, De Geer E, Subraian J, Petrés S. Efficacy of low-level laser therapy in accelerating tooth movement, preventing relapse and managing acute pain during orthodontic treatment in humans: a systematic review. *BMC Oral Health*. 2016 Jul;17(1):11.
 29. Mizutani K, Musya Y, Wakae K, Kobayashi T, Tobe M, Taira K, et al. A clinical study on serum prostaglandin E2 with low-level laser therapy. *Photomed Laser Surg*. 2004 Dec;22(6):537–9.
 30. Saito S, Shimizu N. Stimulatory effects of low-power laser irradiation on bone regeneration in midpalatal suture during expansion in the rat. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod*. 1997 May;111(5):525–32.
 31. 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* [Internet]. 2012;141(3):289–97. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.09.009>
 32. Qamruddin I, Alam MK, Mahroof V, Fida M, Khamis MF, Husein A. 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* [Internet]. 2017;152(5):622–30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.03.023>
 33. 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(4):757–64.
 34. Vladimirov YA, Osipov AN, Klebanov GI. Photobiological principles of therapeutic applications of laser radiation. *Biochemistry (Mosc)*. 2004 Jan;69(1):81–90.
 35. Enwemeka CS. Light is Light. *Photomed Laser Surg* [Internet]. 2005 Apr 1;23(2):159–60. Available from: <https://doi.org/10.1089/pho.2005.23.159>
 36. Fujita S, Yamaguchi M, Utsunomiya T, Yamamoto H, Kasai K. Low-energy laser stimulates tooth movement velocity via expression of RANK and RANKL. *Orthod Craniofac Res*. 2008 Aug;11(3):143–55.
 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* [Internet]. 2017;32(1):129–35. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10103-016-2094-5>
 38. Collins MK, Sinclair PM. The local use- of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1988;108(4):278–84.

39. Varughesel ST, Shamanna PU, Goya N, Thomas BS, Lakshmanan L, Pulikkottii V, et al. Efecto de la vitamina D en la distalización canina y la densidad ósea alveolar mediante tomografía computarizada en espiral multicorte : ensayo controlado aleatorio. (2019).
40. Madan MS, Liu ZJ, Gu GM, King GJ. Effects of human relaxin on orthodontic tooth movement and periodontal ligaments in rats. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod*. 2007 Jan;131(1):8.e1-10.
41. Takano M, Yamaguchi M, Nakajima R, Fujita S, Kojima T, Kasai K. Effects of relaxin on collagen type I released by stretched human periodontal ligament cells. *Orthod Craniofac Res*. 2009 Nov;12(4):282–8.
42. McGorray SP, Dolce C, Kramer S, Stewart D, Wheeler TT. A randomized, placebo-controlled clinical trial on the effects of recombinant human relaxin on tooth movement and short-term stability. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2012;141(2):196–203. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2011.07.024>
43. Beckwith FR, Ackerman RJJ, Cobb CM, Tira DE. An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod*. 1999 Apr;115(4):439–47.
44. Eells JT, Henry MM, Summerfelt P, Wong-Riley MTT, Buchmann E V, Kane M, et al. Therapeutic photobiomodulation for methanol-induced retinal toxicity. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2003 Mar;100(6):3439–44.
45. Tuby H, Maltz L, Oron U. Low-level laser irradiation (LLLI) promotes proliferation of mesenchymal and cardiac stem cells in culture. *Lasers Surg Med*. 2007 Apr;39(4):373–8.
46. AlSayed Hasan MMA, Sultan K, Hamadah O. Low-level laser therapy effectiveness in accelerating orthodontic tooth movement: A randomized controlled clinical trial. *Angle Orthod*. 2017;87(4):499–504.
47. Ng D, Chan AK, Papadopoulou AK, Dalci O, Petocz P, Darendeliler MA. The effect of low-level laser therapy on orthodontically induced root resorption: A pilot double blind randomized controlled trial. *Eur J Orthod*. 2018;40(3):317–25.
48. Arias OR, Marquez-Orozco MC. Aspirin, acetaminophen, and ibuprofen: their effects on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop Off Publ Am Assoc Orthod its Const Soc Am Board Orthod*. 2006 Sep;130(3):364–70.
49. Varughese ST, Shamanna PU, Goyal N, Thomas BS, Lakshmanan L, Pulikkottii VJ AM. Effect of Vitamin D on Canine Distalization and Alveolar Bone Density Using Multi-slice Spiral CT: A Randomized Controlled Trial. *J Contemp Dent Pr* 2019 Dec 1;20(12)1430-1435 PMID 32381845. 20(12):1430–5.