

Trabajo Fin de Grado

Grado en Odontología

Técnicas de aceleración del movimiento ortodóncico. Revisión de la literatura.

Autor:

Ana Gaja

Director/a:

Dra. María Begoña Nerea Gorricho Gil

© 2020, Ana Gaja

Leioa, 25 de Mayo de 2020

1. RESUMEN

El sueño de obtener una sonrisa perfecta en la actualidad es alcanzable debido al tratamiento interdisciplinario. La ortodoncia es una herramienta que posibilita alcanzar el éxito tanto estético como funcional en la mayoría de los casos. Sin embargo, este método tiene una desventaja fundamental: el prolongado tiempo de tratamiento. Éste a su vez se ve afectado por numerosos factores, como la complejidad del caso, el plan de tratamiento, la competencia clínica y el cumplimiento del paciente, el cual generalmente varía de 24 a 36 meses en situaciones clínicas actuales. Los tratamientos que requieren mucho tiempo no solo disminuyen la calidad de vida de los pacientes sino que también acarrearán efectos secundarios dependientes del tiempo.

A la luz de la literatura contemporánea, se desaconseja el uso de una mayor fuerza para acelerar el movimiento ortodóncico debido principalmente al riesgo de la hialinización de las fibras periodontales, entre otras complicaciones iatrogénicas, que se traducen en un retraso en el movimiento. Por lo tanto, se evidencia la necesidad de perturbar el entorno del diente que asegura su posición estable en la zona neutral: hueso alveolar.

Los métodos para acelerar el movimiento de los dientes se basan en la estimulación de la respuesta biológica del tejido, obteniendo un metabolismo mejorado y un hueso con una remodelación acelerada. Los métodos encontrados en la literatura científica actual se pueden dividir en base al nivel de invasividad, de este modo, se encuentran los métodos conservadores y los quirúrgicos.

Palabras Clave: movimiento dental; aceleración del movimiento de ortodoncia; corticotomías; piezoincisión; corticotomía

1.1. ABSTRACT

The dream of obtaining a perfect smile is currently achievable due to interdisciplinary treatment. Orthodontics is a tool that enables both aesthetic and functional success to be achieved in most cases. However, this method has a fundamental disadvantage: the long treatment time. This in turn is affected by numerous factors, such as the severity of the case, the treatment plan, clinical competence and patient compliance, which generally varies from 24 to 36 months in current clinical situations. Time-consuming treatments not only decrease patient's quality of life but also lead to time-dependent side effects.

In the light of contemporary literature, the use of greater force to accelerate orthodontic movement is discouraged mainly due to the risk of hyalinization of periodontal fibers, among other iatrogenic complications, which result in delayed movement. Therefore, the need to disturb the environment of the tooth that ensures its stable position in the neutral zone: alveolar bone is evident.

The methods to accelerate the movement of the teeth are based on the stimulation of the biological response of the tissue, obtaining an improved metabolism and a bone with an accelerated remodeling. The methods found in the current scientific literature can be divided based on the level of invasiveness, thus, conservative and surgical methods are found.

Key Words: tooth movement; orthodontic movement acceleration; corticotomies; piezoincision; corticotomy

2. ÍNDICE

1. RESUMEN	I
1.1. ABSTRACT	II
2. ÍNDICE	III
3. INTRODUCCIÓN.....	1
3.1. PERSPECTIVA HISTÓRICA.....	3
4. OBJETIVOS	8
5. MATERIAL Y MÉTODOS	9
6. RESULTADOS.....	10
7. DISCUSIÓN.....	22
8. CONCLUSIONES.....	28
9. BIBLIOGRAFÍA.....	29

3. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el aspecto dental es considerado como una de las características más importantes al definir el atractivo facial, ya que juega un papel fundamental en las interacciones humanas y la estética, es una de las principales razones por las que ha aumentado la demanda del tratamiento ortodóntico en el paciente adulto. (Vannala *et al.* 2019)

Se encuentran diferencias psicológicas, biológicas y clínicas entre el perfil del adulto y adolescente, al solicitar tratamiento ortodóntico, debido a que los primeros, tienen unos objetivos más definidos y unas inquietudes específicas, relacionadas con la estética facial y dental, con el tipo de aparato de ortodoncia pero, sobre todo, con la duración del tratamiento.

Dependiendo del tipo y gravedad del problema ortodóntico, además del estado general del paciente, el promedio del tiempo de tratamiento ortodóntico en adultos es considerablemente más largo. Esto es debido a una movilización celular y conversión de fibras de colágeno mucho más lenta en adultos con una mayor posibilidad de hialinización añadida, haciendo que la ortodoncia del adultos sea diferente y desafiante. (Dab *et al.* 2019)

Esta mayor duración del tratamiento en los pacientes adultos repercute tanto en su aceptación como en cumplimiento de las indicaciones en cuando a su alimentación, higiene oral o asistencia regular a las citas. Aspectos estos, sin embargo, muy importantes, ya que si no se cumplen, pueden derivar en caries dental y/o inflamación gingival además de las posibles complicaciones iatrogénicas, desmineralización del esmalte, daño periodontal, recesiones o reabsorción radicular. (Kacprzak *et al.* 2018)

El movimiento dental es el resultado de la compresión del ligamento periodontal (LPD) que produce modificaciones histológicas y biomoleculares, donde hay una actividad dinámica de aposición y reabsorción del hueso. Por esta razón, preservar la integridad del periodonto es más difícil cuanto más se prolonga el periodo de tratamiento.

Debido a la fragilidad del tejido periodontal, las fuerzas realizadas con la ortodoncia tradicional afectan tanto al ligamento como a las raíces.

La teoría clásica del movimiento dental sostiene que el estímulo para la diferenciación celular, y en última instancia para el movimiento dental, depende más de las señales químicas que eléctricas. Al aplicarse una fuerza ortodoncia comienzan los procesos de remodelación ósea sobre el periodonto que reaccionan generando una respuesta inflamatoria aséptica. Dicha inflamación altera la homeostasis y la microcirculación del ligamento periodontal, se crea isquemia y vasodilatación liberando mediadores biológicos como citocinas, quimiocinas, factores de crecimiento, neurotransmisores, metabolitos del ácido araquidónico y hormonas. Estas moléculas serán las responsables de orquestrar una respuesta inflamatoria seguida de osteoclastogénesis y resorción ósea por los osteoclastos en los sitios de presión, mientras que en los sitios de tensión se producirá la formación de hueso por los osteoblastos. Otro de los fenómenos que ocurren es la disminución del flujo sanguíneo donde el ligamento periodontal queda comprimido y se mantiene o aumenta en los puntos de tensión del ligamento periodontal. Las alteraciones del flujo sanguíneo inducen rápidos cambios en el entorno químico, por ejemplo, los niveles de oxígeno disminuirán en la zona comprimida y los de dióxido de carbono aumentarán; mientras que en el lado sometido a tensión podría suceder lo contrario.

En esencia, este concepto del movimiento dental comprende tres fases: 1) comprensión inicial de los tejidos y las alteraciones del flujo sanguíneo asociadas con la presión en el seno del LPD, 2) la formación y liberación de mensajeros químicos y 3) la activación celular.

Por todo ello, el aspecto de la longevidad de los tratamientos ortodóncicos ha sido objeto de investigación y desarrollo, con el objetivo de aumentar la eficacia terapéutica disminuyendo el tiempo y los efectos secundarios de la ortodoncia convencional.

Actualmente es posible utilizar distintas modalidades terapéuticas capaces de actuar o aumentar la expresión de citocinas, quimiocinas y factores de crecimiento específicos (Andrade *et al.* 2014).

En los últimos años, se han propuesto distintas técnicas de aceleración del movimiento ortodóncico tanto invasivo como más conservadoras. De éstas últimas podemos destacar el láser de bajo nivel (LLLT), las fuerzas vibratorias

ligeras, la corriente eléctrica, los campos electromagnéticos pulsados, la fotobiomodulación, la onda de choque extracorpórea o la inyección de relaxina, entre otros. De todos estos procedimientos, el láser de bajo nivel (LLLT) es el que parece tener mayor evidencia científica. Esta técnica se realiza a través de un dispositivo láser desde el cual se emite un haz de luz con una energía entre 5 y 8 Julios / cm² sobre las áreas de mucosa deseada.

Sin embargo, los métodos con mayor aplicación clínica y a los que nos vamos a referir en esta revisión son los quirúrgicos, debido a que presentan mayor potencial de disminuir significativamente el tiempo de tratamiento.

Veremos corticotomías con y sin colgajo, o técnicas menos invasivas, como la piezoincisión (Alfawal *et al.* 2016).

La mayor aceptabilidad y desarrollo actual de estos procedimientos han posibilitado ofrecer otras alternativas a aquellos pacientes en búsqueda de un enfoque terapéutico más rápido (Dab *et al.* 2019).

3.1. PERSPECTIVA HISTÓRICA

Siendo el componente fundamental del movimiento ortodóncico de los dientes la remodelación del hueso alveolar y sabiendo que éste se acelera durante la cicatrización de las heridas, la idea de que los dientes pudieran moverse más rápido tras una lesión local del proceso alveolar surgió muy pronto en la historia de la ortodoncia.

Las técnicas quirúrgicas para la aceleración del movimiento ortodóncico tienen más de 100 años.

La primera referencia histórica que encontramos del uso de las corticotomía como adyuvante de los tratamientos para la corrección de maloclusiones, fue descrita por Bryan en 1892, quién presentó dos casos en la sociedad Dental Americana. Posteriormente, Cuningham presenta en 1893 la posibilidad de corrección inmediata de los dientes con posiciones irregulares. (Oliveira *et al.* 2010)

Técnica de bloques óseos: En 1959 Köle presentó una técnica quirúrgica consistente en la separación de pequeños bloques de hueso para acelerar el movimiento ortodónico, mediante el levantamiento de un colgajo mucoperióstico por vestibular y por lingual o palatino y la realización de osteotomías interradiculares y supraapicales de 10 mm por encima de cada ápice empleando un corte perpendicular (horizontal) consiguiendo de esta forma la separación de pequeños bloques de hueso para acelerar el movimiento ortodónico. Esta técnica al ser muy invasiva fue poco aceptada, teniendo además en cuenta las limitaciones biomecánicas de la aparatología disponible en la época. (Köle *et al.* 1959)

Unos años más tarde, la **técnica de ortodoncia rápida** propuesta por Chung entre 1975 y 1978 combinaba osteotomías en forma de C, en distintos tiempos quirúrgicos, con fuerzas ortopédicas a través de anclajes intraóseos, como miniplacas o implantes.

Las anteriores técnicas se consideraban muy agresivas e invasivas, por lo que distintos autores comenzaron a modificarlas, cambiando las osteotomías por corticotomías, ya que la osteotomía consiste en hacer incisiones quirúrgicas a través de la cortical y traspasar el hueso medular y la corticotomía es la técnica quirúrgica en la que únicamente el hueso cortical es cortado, perforado o mecánicamente alterado hasta alcanzar el hueso medular, el cual se deja intacto.

La técnica alveolar selectiva; surge de la modificación de la técnica de Köle planteada por Generson en 1978, cambiando la osteotomía supraapical por corticotomía supraapical y describe un método para el tratamiento de mordida abierta utilizando la corticotomía alveolar selectiva junto con la ortodoncia. Hasta este momento se pensaba que el movimiento dental acelerado se debía el desplazamiento del segmento óseo de manera individual. (Stöber *et al.* 2010)

La Ortodoncia Osteogénica Acelerada (AOO); aparece de la mano de Wilcko, quién demostró en el año 2001, mediante tomografía computarizada en pacientes tratados con corticotomía, que la velocidad del movimiento dental se debe a una desmineralización y remineralización local y transitoria en el hueso alveolar, compatible con el fenómeno regional acelerado (RAP) descrito por Frost en 1983 quien observó un patrón de curación óseo como mecanismo biológico subyacente a la ortodoncia osteogénica asistida por corticotomía, acelerando el proceso de curación. Dicho mecanismo, se entiende como la

activación y concentración de células precursoras en el lugar de la lesión, aumentando el recambio óseo y disminuyendo la densidad ósea para promover la cicatrización en el hueso. Estas respuestas tisulares varían según la duración, la fuerza y el tamaño del estímulo dañino. Frost describió que el RAP alcanzó su punto máximo en 1 a 2 meses después de la lesión y el efecto comenzó a desvanecerse gradualmente hasta los 2 años (Dab *et al.* 2019). La técnica de AOO a pesar de presentar buenos resultados fue considerada muy invasiva. (Robles *et al.* 2011)

Wilcko junto con su hermano modificó su técnica anteriormente descrita, añadiendo al movimiento dental por corticotomía (AOO) un injerto óseo para aumentar el hueso alveolar denominando a esta nueva **técnica de Ortodoncia Osteogénica Acelerada Periodontalmente (PAOO) o Wilckodontics** la cual se desarrolla en tres fases quirúrgicas.

En la primera fase se realiza un colgajo mucoperióstico de espesor total para posteriormente realizar las corticotomías verticales interradiculares vestibulares y linguales o palatinas a 2-3 mm de la cresta ósea y sobrepasando 2 mm el ápice. Estas incisiones se unen entre sí. También se hacen perforaciones sobre la raíz de 0.5 mm de profundidad en vestibular y lingual siguiendo la anatomía radicular con el fin de maximizar el sangrado. En la siguiente fase se procede a colocar el material de injerto óseo estimulando la actividad osteoblástica y de este modo, se consigue aumentar el volumen alveolar. Posteriormente se suturan los colgajos y se pasa a la tercera fase, en la que se realiza la activación ortodóncica aproximadamente cada dos semanas.

Esta técnica se ha propuesto para aumentar el volumen del proceso alveolar, facilitar el desarrollo del arco, prevenir o incluso tratar fenestraciones y maximizar la respuesta metabólica durante el tratamiento de ortodoncia.

Estos mismos autores explicaron que el movimiento dental facilitado se atribuye a los fenómenos de desmineralización-remineralización secundarios a la lesión por corticotomía. Se produjo un aumento en el recambio óseo y una disminución de la densidad ósea. La remineralización del hueso fue de la matriz ósea colágena flexible restante alrededor de los dientes después de la corticotomía, y describieron el movimiento dental facilitado como una teoría del "transporte de la matriz ósea", debido a que los dientes se mueven con el segmento óseo dentoalveolar que se desplaza en totalidad durante su estado

desmineralizado, a diferencia del movimiento dental a través del segmento óseo dentoalveolar del tratamiento ortodóncico convencional (Zimmo *et al.* 2017). Observaron que en casos de adultos, la remineralización no fue suficiente, por lo que se realizó injerto óseo en el sitio donde el diente se movería para proporcionar alojamiento alveolar durante el movimiento dental.

Germec en el año 2006 presenta su **técnica de corticotomía modificada** que reduce el tiempo quirúrgico, ya que es una técnica monocortical lo que implica la eliminación del colgajo lingual o palatino. La técnica quirúrgica se realiza mediante anestesia local infiltrativa, haciéndose un colgajo mucoperiostico por vestibular más allá de los ápices dentales. Se llevan a cabo cortes verticales con una fresa de bola de acero inoxidable de 0.5 mm de diámetro a baja velocidad desde el margen gingival hasta dos o tres milímetros más allá de los ápices dentales profundizando de 1,5 a 2 mm sobre la cortical ósea (Germec *et al.* 2006).

Vercelotti y Podestá en 2007 presentan la **técnica por dislocación dental monocortical y distracción del ligamento periodontal MTDLD**, en la que el abordaje para la corticotomía se realiza por vestibular con el uso de bisturí piezoeléctrico, con lo que se consigue una movilidad mínima ya que se activan las mitocondrias y la capacidad reproductiva celular hace que los tejidos se recuperen rápidamente y el daño sea mínimo. Esta técnica es una variación de la descrita por los hermanos Wilcko, pero ésta es únicamente monocortical realizando incisiones en forma de Y preservando la cresta alveolar (Stöber *et al.* 2010).

En el año 2009 Divar, presenta la **técnica de piezocisión** la cual es considerada menos traumática e invasiva que las anteriores con resultados semejantes. La técnica quirúrgica consiste en la realización de microincisiones verticales con una micro hoja de bisturí o una hoja de bisturí número 15 en los espacios interradiculares vestibulares a partir de la base de la papila y finalmente se realizan las corticotomías transmucosas a través de las incisiones efectuadas a una profundidad de 2 a 3 mm sin necesidad de suturar. Al suprimir el colgajo de espesor total, el procedimiento quirúrgico es mínimamente traumático, reduciéndose el tiempo, el dolor y la inflamación. El bisturí piezoeléctrico debido a su microvibración permite un corte selectivo de las estructuras

mineralizadas sin dañar los tejidos blandos con una acción de corte muy precisa (Robles *et al.* 2011).

El procedimiento mínimamente invasivo por túnel asistido con endoscopia

se dio a conocer en el año 2012. El procedimiento quirúrgico se lleva a cabo mediante abordaje por vestibular con una incisión vertical de 5 a 10 mm de espesor total en la línea media para tratar el segmento anterior o bien detrás del canino superior si lo que queremos es tratar el segmento posterior. Con un elevador perióstico afilado se realiza la disección subperióstica sobre las raíces de los dientes con una técnica en túnel. Seguidamente se introduce una microsierra piezoeléctrica en el túnel creado y se realizan corticotomías verticales por interproximal siguiendo la longitud de la raíz sin tocar la cresta alveolar. Mediante la ayuda del endoscopio a través de una fibra óptica se puede controlar el corte sobre la cortical y cuando la sierra alcanza el hueso esponjoso se observa el sangrado. Por último, se suturan las incisiones. Esta técnica es la más conservadora de todas las vistas, requiere muy poco tiempo quirúrgico, preserva el periodonto y disminuye al máximo la inflamación postoperatoria. Sin embargo, para poder llevarla a cabo, es necesario evaluar previamente al paciente, mediante tomografía computarizada y definir claramente que dientes se van a mover y cuales servirán como anclaje, el estado periodontal, la morfología y posición de las raíces así como la anchura de las corticales óseas.

4. OBJETIVOS

- Analizar la evidencia científica, existente actualmente, sobre la existencia de una disminución del tiempo de tratamiento usando distintas técnicas de corticotomía respecto al tratamiento ortodóncico convencional.

5. MATERIAL Y MÉTODOS

Con el fin de determinar el objetivo y definir los términos de la búsqueda bibliográfica, se revisaron distintos libros (Proffit, W. R., Fields, J. H. W., & Sarver, D. M. (2008). *Ortodoncia Contemporanea*. Elsevier Mosby; Lindhe, J., & In Lang, N. P. (2015). *Clinical periodontology and implant dentistry*.) y artículos relacionados con el movimiento ortodóncico, cirugía y periodoncia. Para la búsqueda de los estudios primarios se ha utilizado el motor de búsqueda electrónica PubMed, correspondiente a la base de datos de Medline (*Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line*). Dicha base de datos recoge los artículos y revistas de la Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos.

Utilizamos la siguiente estrategia de búsqueda:

((tooth movement OR orthodontic movement acceleration)) AND (corticotomies OR piezoincisions OR corticotomy).

La elección de los artículos se determinó por su título y resumen y se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: artículos de texto completo en inglés y castellano centrados en el objetivo de esta revisión, Controlled Clinical Trial (CCT), Randomized Controlled Trial (RCT), Review, Systematic Reviews y Meta-Analysis, sin restricción sobre la fecha de publicación

Se obtuvieron un total de 186 artículos. Por título se eliminaron 124 artículos. Tras analizar los *abstracts* de los artículos, se excluyeron 26 artículos. Finalmente, se incluyeron un total de 36 artículos para su lectura y análisis a texto completo.

6. RESULTADOS

En todos los estudios analizados (Fernández-Ferrer *et al.* 2016, Zimmo *et al.* 2017, Patterson *et al.* 2016, Cano *et al.* 2012, Viwattanatip *et al.* 2018, Uzuner *et al.* 2013) independientemente de la técnica utilizada, se ha encontrado que la corticotomía con ortodoncia produce una disminución significativa del tiempo de tratamiento activo respecto a las técnicas convencionales de ortodoncia.

En concreto, Gil *et al.* 2018 indican que en la corticotomía tiempo medio de tratamiento fue de 8,85 meses mientras que en el lado control fueron 16,4 meses. Cano *et al.* 2012 además señalaron el aumento de la estabilidad post ortodóncica tras este procedimiento. Dos autores (Zimmo *et al.* 2017 y Long *et al.* 2013) destacan la efectividad y la seguridad de la corticotomía.

Respecto a los procedimientos de corticotomía en retracción o distalización de caninos, su variable principal fue la reducción en el tiempo de tratamiento o cambios en la velocidad del movimiento ortodóncico. Todos los artículos analizados resultan en una velocidad 2-3 veces superior a la conseguida con un tratamiento convencional (Abbas *et al.* 2016, Al Naoum *et al.* 2014, Alfawal *et al.* 2018)

Al-Naoum *et al.* 2014 afirmaron que se produjo una ganancia de movimiento de 0,54 mm adicionales cada semana versus al tratamiento convencional. Este autor expone que la velocidad de retracción en las siguientes semanas de la corticotomía pasa de ser 4 veces más rápida a 3.

Por otro lado, Leethanakul *et al.* 2014, obtuvieron una ganancia total de 2 mm en el movimiento mesio-distal en 3 meses. Zimmo *et al.* 2018, también observaron una reducción en un 50% en el tiempo de distalización canina maxilar usando ortodoncia asistida por corticotomía (CAO) en comparación con ortodoncia convencional.

Fu *et al.* 2019, observó que después de los procedimientos de corticotomía sin colgajo (CMI), se identificaron tasas de aumento del movimiento del canino superior mediante diferencias medias ponderadas de 0,63 mm (intervalo de confianza [IC] del 95% = 0,22, 1,03, P = 0,003) y 0,64 mm (IC del 95%, -25 a 1,53; P = 0.16) para 1 y 2 meses, respectivamente. El tiempo medio de

tratamiento fue de 68.42 días (IC 95%, -113,19 a -23,65; $P = 0,003$) menos que para la cirugía mínimamente invasiva en comparación con los que recibieron tratamiento de ortodoncia fija convencional.

Alfwal *et al.* 2016 encontraron una mayor tasa de movimiento de los dientes con los procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos (CMI) con una diferencia de medias ponderada de 0,65 mm durante el primer mes de retracción canina (DMP = 0,65: IC 95% (0,54, 0,76), $p < 0,001$) y con una diferencia de medias ponderada de 1,41 mm durante el 2º mes (DMP = 1,41: IC 95% (0,81, 2,01), $p < 0,001$).

En tres de los estudios (Shoreibah *et al.* 2012, Charavet *et al.* 2016, Gibreal *et al.* 2019) en los que se llevaron a cabo procedimientos de corticotomía o piezoincisión para acelerar el tiempo de alineamiento en casos de apiñamiento anterior obtuvieron una menor duración del tratamiento en los grupos test en comparación con los grupos control con los que se compararon. Concretamente Shoreibah *et al.* 2012, obtuvieron 17,5 semanas de duración de tratamiento con corticotomía usando injerto óseo en comparación con las 49 semanas de tratamiento convencional. Por otro lado Charavet *et al.* 2016 y Yi *et al.* 2017, Viwattanatip *et al.* 2018 observaron una reducción total del tiempo de tratamiento del 43% (2 veces más rápido) en el grupo de piezoincisión en comparación a la ortodoncia convencional. Y por último Gibreal *et al.* 2019, exponen que el tiempo de alineación general (OAT) se redujo en un 59% en el grupo experimental, con una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos.

En cuanto a las modalidades de tratamiento, corticotomía convencional o piezoincisión, autores como Cassetta *et al.* 2012, afirmaron que no había diferencias estadísticamente significativas entre ambos procedimientos respecto a la reducción en el tiempo de tratamiento. Mientras que Abbas *et al.* 2016, afirman que en la corticotomía se observan mayores tasas de distalización canina que con la piezocisión.

Miles *et al.* 2017 postulan que el movimiento alcanzó su punto máximo a los 22-25 días tras la corticotomía para luego desacelerarse, hecho que concuerda con la teoría del RAP. Esta misma idea sobre la velocidad máxima conseguida en una etapa temprana postoperatoria además de ser temporal, es evidenciado por otros estudios (Liem *et al.* 2015, Hoogeveen *et al.* 2014)

Respecto al dolor e incomodidad de las técnicas quirúrgicas, Al-Naoum *et al.* 2014 afirmaron la presencia de dolor e incomodidad de grado moderado en corticotomía respecto a la ortodoncia convencional durante la retracción canina. Sin embargo, tres estudios (Charavet *et al.* 2016, Gibreal *et al.* 2019, Yi *et al.* 2017a) evaluaron los niveles de dolor, molestias y satisfacción del paciente tras la piezoincisión en comparación con la ortodoncia convencional. No encontraron diferencias estadísticamente significativas (DES) entre los dos grupos, excepto la percepción de inflamación al día siguiente de la intervención. Señalan un alto nivel de aceptación y satisfacción por parte del paciente. En la corticotomía convencional se informaron complicaciones como dolor, hinchazón e hipersensibilidad a la dentina. (Gil *et al.* 2018)

Respecto a los efectos adversos de las técnicas quirúrgicas, varios estudios (Alfawal *et al.* 2018, Abbas *et al.* 2016) exponen que no observó ningún efecto adverso significativo sobre el anclaje o la rotación canina en la corticotomía. Otros estudios, (Fernández- Ferrer *et al.* 2016, Zimmo *et al.* 2018, Hassan *et al.* 2015, Patterson *et al.* 2016) postularon la ausencia de efectos adversos en la condición periodontal a corto plazo en la corticotomía. A esta misma conclusión llegó Abbas *et al.* 2016, pero éste además, señaló mayor resorción radicular en el lado control durante la retracción canina usando la corticotomía. Ellos lo asociaron a que los procedimientos de aceleración ortodóncica incrementaban la actividad osteoclástica y disminuían la densidad ósea, creando una disminución de la osteopenia y de la probabilidad de reabsorción radicular. El problema con la mayoría de los estudios que evaluaron la reabsorción radicular fue que generalmente eran vagos en sus métodos de diagnóstico respecto al método de tomar radiografías y los criterios de evaluación. Además, la mayoría de los estudios proporcionaron solo evaluaciones cualitativas de la resorción de raíces.

Autores como Shoreibah *et al.* 2012 exponen que el grupo test mostró menor incidencia de reabsorción radicular y problemas periodontales debido al acortamiento del tratamiento. También señalan que no hubo DES entre las densidades óseas entre ambos grupos.

Otros autores (Fu *et al.* 2019, Alfawal *et al.* 2016, Charavet *et al.* 2016, Yi *et al.* 2017a) tampoco observaron afectación de algún parámetro periodontal, reabsorción radicular o pérdida de anclaje en la piezoincisión. Según Charavet *et al.* 2016 el 50% de los pacientes sometidos a la piezocisión presentaron cicatrices residuales.

Sólo un estudio (Haugland *et al.* 2018) observaron una resorción radicular inflamatoria inducida por ortodoncia (OIIRR) usando la corticotomía. Éstos mismos autores señalan el riesgo de daño iatrogénico a la raíz relacionado con la corticotomía.

Respecto a la corticotomía modificada con injerto óseo, estudios como Shoreibah *et al.* 2012 concluyen que dicha técnica dio como resultado unos hallazgos clínicos y radiográficos favorables. La técnica modificada con injerto óseo resultó en una reducción significativa en el tiempo total de tratamiento, aumentó la densidad ósea alveolar y redujo la incidencia de resorción radicular y problemas periodontales asociados con el movimiento de los dientes respecto a la técnica de ortodoncia convencional. Estos mismos autores señalan que el grupo de corticotomía sola demostró una disminución neta en la densidad ósea de -17,59%, mientras que el grupo de corticotomía con injerto óseo demostró un aumento neto en la densidad ósea de 25,85%. La disminución promedio de la longitud radicular no fue estadísticamente significativa entre ambos grupos. Dab *et al.* 2019, estudiaron los efectos cuantificados tras la ortodoncia osteogénica acelerado por corticotomía (CAOOT) usando injerto óseo, llegando a la conclusión que se aprecia un aumento en el grosor óseo de 0,68 mm y un tiempo de retracción reducido en 2,80 meses. Hubo diferencias estadísticamente insignificantes para la reabsorción radicular de 0,24 mm, pérdida de anclaje 0,49 mm, empeoramiento de los parámetros periodontales (índice gingival) en 0,30 y aumento medio en la densidad ósea del 7,07% en el lado de la corticotomía a los 6 meses. Aunque exponen que la evidencia tiene un nivel de certeza de muy bajo a bajo.

Kamal *et al.* 2019, tras realizar corticotomía usando injerto óseo, concluyen que hay una diferencia no significativa entre el resultado de una corticotomía convencional y una corticotomía empleando injerto óseo, pero esto no elimina la posible aplicación de este procedimiento en pacientes adultos de ortodoncia

con posibilidades de deterioro de la salud periodontal y para proporcionar estabilidad a largo plazo, ya que sí encuentran una mejor salud periodontal y una disminución de tiempo en esos pacientes.

Así mismo, Vannala *et al.* 2019, Wilcko *et al.* 2013, Amit *et al.* 2012, y Uzuner *et al.* 2013 que realizaron la ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente (PAOO) indicaron que el volumen alveolar había aumentado significativamente, mejorando el volumen óseo alveolar mientras corrige dehiscencias y fenestraciones preexistentes.

Han encontrado una disminución del tiempo de tratamiento hasta en $\frac{1}{4}$ en comparación con la ortodoncia convencional.

Gkantidis *et al.* 2014 y Yi *et al.* 2017 utilizaron el láser de baja intensidad para acelerar el movimiento de ortodoncia, obtuvieron unos resultados estadísticamente significativos a favor del grupo test con respecto a la aceleración del movimiento:

En concreto, Yi *et al.* 2017, observaron que usando una energía de entre 5 y 8 Julios/cm², considerada como baja, podría mejorar la distancia media recorrida entre 0,74 mm a 1,49 mm desde el primer mes al tercero respectivamente.

Aunque no se haya probado en suficientes estudios, parece ser que existe un efecto favorable con LLLT respecto a la reducción del dolor ortodóntico con menos efectos adversos, aunque se requiere más investigación en este campo (Gkantidis *et al.* 2014, Camacho *et al.* 2014). Por otro lado, Long *et al.* postularon que la magnitud y la importancia clínica de la implementación de LLLT, es cuestionable.

Tabla de resultados 1 (Meta-análisis)

ESTUDIO	TRATAMIENTO	DISEÑO	OBJETIVO PRINCIPAL	VARIABLES PRINCIPALES	RESULTADOS
Kamal et al. 2019	La ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente (PAOO) vs Corticotomía sola	Meta-análisis	Comparar el resultado periodontal y duración del tratamiento de los pacientes sometidos a PAOO	Duración del tratamiento, resorción radicular, densidad ósea y profundidades de bolsa	No DES respecto a la profundidad de bolsa, reabsorción radicular y densidad ósea. En PAOO mejor salud periodontal y disminución del tiempo
Fu et al. 2019	Piezoincisión vs micro-osteoperforación vs corticotomía sin colgajo	Meta-análisis	Evaluar la evidencia del movimiento dental acelerado y efectos adversos en la cirugía mínimamente invasiva (CMI)	Tasa de movimiento canino superior, tiempo de tratamiento, tiempo de retracción en masa, efectos adversos.	Mayores tasas de movimiento dental tras corticotomías sin colgajo. En CMI 68.42 días menos de tratamiento. No se mostró dolor adicional, parámetro periodontal o reabsorción radicular
Dab et al. 2019	Ortodoncia osteogénica acelerado por corticotomía (CAOOT)	Meta-análisis	Comprender los posibles efectos tras tratamiento de ortodoncia osteogénico acelerado por corticotomía (CAOOT).	La densidad ósea, grosor óseo bucal, pérdida de anclaje, escala visual analógica, reabsorción radicular y tiempo de retracción a los 6 meses	Aumento en grosor del hueso en 0.68 mm; 2.80 meses menos en retracción; reabsorción radicular de 0.24 mm; pérdida de anclaje 0.49 mm; empeoramiento de parámetros periodontales 0.30; aumento medio de la densidad ósea del 7.07%
Zimmo et al. 2018	Ortodoncia asistida por corticotomía (CAO) vs ortodoncia convencional	Meta-análisis	Diferenciar la tasa de movimiento canino y el tiempo necesario en el tratamiento convencional vs cuando se utiliza CAO	Influencia negativa en el periodonto como resultado de la cirugía CAO	Reduce el tiempo de distalización canina maxilar en un 50% mediante CAO. Se muestra seguro para el periodonto y las estructuras dentales
Haugland et al. 2018	Los factores biológicos y las terapias complementarias	Meta-análisis	Evaluar los efectos sobre OIIRR (resorción radicular inflamatoria inducida por ortodoncia) de factores biológicos y terapias complementarias en humanos y animales	Grado de reabsorción radicular	El fluoruro, tiroxina y esteroides disminuyeron la OIIRR, mientras que la corticotomía la aumentó. Efecto dosis y / o tiempo de exposición dependiente.

Alfawal et al. 2016	Procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos (CMI) sin colgajo vs ortodoncia convencional	Meta-análisis	Evaluar la eficiencia CMI para acelerar el movimiento dental ortodóncico y los efectos adversos asociados	La tasa de movimiento dental, efectos secundarios adversos (molestias, afectación periodontal, pérdida de anclaje, movimiento no deseado, iatrogenia, estabilidad	Mayor tasa de movimiento con CMI por una DMP = 0,65: IC 95% (0,54, 0,76), p <0,001) y por una DMP = 1,41: IC 95% (0,81, 2,01), p <0,001). No se informaron efectos adversos
Fernández-Ferrer et al. 2016	Corticotomía	Meta-análisis	Examinar la efectividad de la corticotomía como un procedimiento quirúrgico de aceleración dental ortodóncica y posibles efectos adversos.	La velocidad del movimiento dental, tiempo de tratamiento de ortodoncia, efectos secundarios	La corticotomía acelera la OTM. Además, no se encontraron efectos adversos periodontales a corto plazo. La relación eficiencia-seguridad no es concluyente
Gkantidis et al. 2014	Láser de baja intensidad (LLLT); Corticotomía; Reducción ósea interseptal; Campos electromagnéticos pulsados; Fotobiomodulación	Meta-análisis	Evaluar la efectividad del movimiento acelerado dental a través de enfoques quirúrgicos y no quirúrgicos en pacientes de ortodoncia	Distancia acumulada de movimiento, calidad de vida de los pacientes, efectos adversos	Corticotomía: mayor tasa de movimiento en 0.73 mm en 1 mes. LLLT 0,42 mm / mes. Las demás técnicas tienen evidencia muy baja

Tabla de resultados 2 (RCTs)

ESTUDIO	TRATAMIENTO	DISEÑO	MUESTRA	OBJETIVO PRINCIPAL	VARIABLES PRINCIPALES	RESULTADOS
Gibreal et al. 2019	Piezoincisión vs Ortodoncia convencional	RCT	N= 36	Comparar en piezoincisión y ortodoncia convencional la resolución del apiñamiento antero-inferior tras extracción de premolares	Los niveles de dolor, molestias y satisfacción	No DES entre los dos grupos, excepto la percepción de inflamación al día siguiente de la intervención. alto nivel de aceptación y satisfacción con piezoincisión.
Gibreal et al. 2018	Piezoincisión sin colgajo	RCT	N = 34	Evaluar la efectividad de las corticotomías asistidas por piezoincisión sin colgajo para acelerar la alineación de los dientes anteriores inferiores	El tiempo de alineación general (OAT)	Técnica muy efectiva para acelerar el movimiento. La OAT se redujo en un 59% en el grupo experimental, con una DES entre los dos grupos (P <0,001). No se encontraron daños.
Alfawal et al. 2018	Piezoincisión y la corticotomía sin colgajo asistida por láser (LAFC)	RCT	N = 36	Evaluar la efectividad de dos procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos en la aceleración de la retracción canina	Cantidad de movimiento, reducción de tiempo	DES en grado de retracción canina en grupo test en ambas técnicas. x2 en el primer mes; x1,5 en el segundo mes. DES de 25% en reducción de tiempo en lado test. Ningún efecto adverso significativo sobre el anclaje o la rotación canina
Charavet et al. 2016	Piezoincisión vs tratamiento convencional	RCT	N = 24	Efecto en la reducción de la duración total del tratamiento ortodóntico	Tiempo de tratamiento y efectos adversos	Reducción total del tiempo de tratamiento del 43% en el grupo de piezoincisión. No efectos adversos. Cicatriz en 50% de pacientes test.
Al Naoum et al. 2014	Corticotomía Vs ortodoncia convencional	RCT	N = 30	Evaluar la eficacia de la corticotomía en retracción canina en comparación con ortodoncia convencional	Tiempo de tratamiento y niveles de dolor e incomodidad tras corticotomía	Velocidad de retracción: diferencia de 4 veces más rápido en grupo test y las siguientes semanas 3 veces más rápido. Grados moderados de dolor e incomodidad. No hay diferencias de sexo.

Leethanakul et al. 2014	Reducción interseptal con tracción ortodóncica Vs ortodoncia convencional	RCT	N = 18	Demostrar eficacia de reducción interseptal combinado con el uso de un aparato fijo de ortodoncia convencional para acelerar la retracción canina	Velocidad y cantidad de movimiento	Puede mejorar la velocidad del movimiento canino cuando el hueso interseptal se reduce lo suficiente en grosor y profundidad siguiendo criterios quirúrgicos.
--------------------------------	---	-----	--------	---	------------------------------------	---

Tabla de resultados 3 (Revisiones sistemáticas)

ESTUDIO	TRATAMIENTO	DISEÑO	OBJETIVO PRINCIPAL	VARIABLES PRINCIPALES	RESULTADOS
Vannala et al.2019	Ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente (PAOO)	Rev. Sistemática	Analizar la evidencia científica disponible sobre la ortodoncia acelerada periodontalmente	La reducción del tiempo de tratamiento, la variación en las técnicas quirúrgicas y la satisfacción del paciente	PAOO reduce el tiempo de tratamiento con pocas complicaciones periodontales. Aún son necesarias las pruebas aleatorias en humanos a largo plazo
Kacprzak et al. 2018	Métodos conservadores vs quirúrgicos	Revisión	Analizar los métodos para acelerar el movimiento dental y reducir la duración de la fase activa de la terapia	Eficacia de los métodos y su evidencia científica	Los métodos quirúrgicos son actualmente los más evidentes y más eficaces. Los conservadores tienen baja evidencia científica o aplicación clínica diaria difícil.
Viwattanatipa et al. 2018	Corticotomía y piezoincisión	Rev. Sistemática	Evaluar la efectividad y complicaciones de la corticotomía y piezoincisión en la retracción canina	Cantidad de movimiento dental, tasa de movimiento dental	La corticotomía mostró 2- 4 veces más rapidez que el método convencional. La piezoincisión fue 2 veces más rápidos tanto el movimiento acumulativo del diente como la tasa de movimiento del diente y mostró mayor satisfacción por parte del paciente.
Gil et al. 2018	Corticotomías alveolares	Rev. Sistemática	Validar las corticotomías alveolares como un enfoque confiable para la ortodoncia acelerada	El tiempo de tratamiento, trauma quirúrgico y resultados, morbilidad, satisfacción del paciente y clínico	En corticotomía tiempo medio de tratamiento fue de 8.85 meses vs 16.4 meses control. Se informaron complicaciones como dolor, hinchazón e hipersensibilidad a la dentina
Yi et al. 2017 (a)	Piezoincisión	Rev. Sistemática	Evaluar el efecto de la piezoincisión como procedimiento complementario para acelerar OTM	Velocidad de movimiento del diente, parámetros periodontales, control de anclaje, reabsorción radicular, dolor y discomfort, satisfacción	Movimiento dental acelerado, reducción significativa del tratamiento. No efectos nocivos en periodonto. No dolor, reabsorción radicular o pérdida de anclaje. Satisfacción alta

Yi et al. 2017 (b)	Láser de bajo nivel (LLLT), corticotomía, fuerzas vibratorias ligeras, corriente eléctrica, campos electromagnéticos pulsados, reducción ósea interseptal, fotobiomodulación, onda de choque extracorpórea, inyección de relaxina y distracción dentoalveolar	Rev. Sistemática	Evaluar los efectos de las intervenciones complementarias sobre la aceleración del movimiento de los dientes de ortodoncia (OTM)	Tasa de movimiento de los dientes o la distancia acumulada recorrida	LLLT y la corticotomía son efectivos para promover el movimiento dental. Los demás procedimientos tienen una evidencia disponible de muy baja calidad.
Miles et al. 2017	Métodos conservadores vs quirúrgicos	Revisión	Analizar la evidencia de los métodos disponibles y examinar la plausibilidad mecánica y biológica de las opciones propuestas	Tiempo de movimiento, eficacia, invasividad	Corticotomía con elevación de colgajo el movimiento alcanzó su punto máximo a los 22-25 días y luego se desaceleró. Evidencia limitada sobre LLLT. Se necesitan más estudios
Zimmo et al. 2017	Corticotomía	Revisión	Revisar críticamente la evidencia disponible y resumir los pros y los contras de CAO	Diseño del colgajo, necesidad de aumento óseo, efectos adversos, indicaciones y contraindicaciones	CAO es una técnica segura y efectiva para acelerar el movimiento en un promedio de 3 veces más rápido en comparación con el enfoque tradicional
Fernández-Ferrer et al. 2016	Corticotomía	Rev. Sistemática	Examinar la efectividad de la corticotomía como procedimiento quirúrgico que acelera el movimiento del diente de ortodoncia	Velocidad del movimiento dental, tiempo de tratamiento, efectos secundarios	La corticotomía acelera la OTM. No se encontraron efectos adversos en la condición periodontal a corto plazo. La relación eficiencia-seguridad no es concluyente
Patterson et al. 2016	Corticotomía Vs ortodoncia tradicional	Rev. Sistemática	Examinar la evidencia de la efectividad y seguridad de la ortodoncia facilitada por corticotomía	Tasa de movimiento de los dientes y sus efectos sobre el periodonto, la resorción radicular y la vitalidad dental	Se observa aumento temporal estadísticamente y clínicamente significativos en la tasa de movimiento. No se aprecian efectos adversos en el periodonto, reabsorción radicular o la vitalidad dental
Abbas et al. 2016	Corticotomía y piezoincisión	Revisión	Efecto en la retracción (distalización de caninos)	Reabsorción radicular, pérdida ósea marginal y evolución periodontal	Mayores tasas de movimiento canino en piezoincisión que en el lado de control. La corticotomía mostró mayor tasas de distalización canina que la piezoincisión. La resorción de la raíz canina fue mayor en los lados de control. No hubo diferencias en inclinación o rotación canina, pérdida de anclaje o parámetros periodontales entre test y control.

Hassan et al. 2015	Corticotomía vs ortodoncia convencional	Rev. Sistemática	Evaluar la evidencia relacionada con el tratamiento de ortodoncia asistida por corticotomía (CAOT) como tratamiento complementario en ortodoncia	Tasa de movimiento dental, cierre de espacios, tracción de caninos, resolución de apiñamientos de incisivos, efectos adversos	Seguro para la salud periodontal y exhibe riesgo nulo de reabsorción radicular. No hay evidencia del movimiento de dientes anquilosados, cierre los alveolos post- extracción antiguos, la estabilidad post-ortodoncia o la expansión transversal.
Liem et al. 2015	Corticotomía y osteogénesis por distracción	Rev. Sistemática	Determinar si la corticotomía y la osteogénesis por distracción dental aumentan significativamente el movimiento dental	Tasa de movimiento dental, complicaciones y resultados histológicos o inmunohistoquímicos, o ambos	Mayor movimiento dental. Velocidad máxima siempre en una etapa postoperatoria temprana en ambas técnicas. Densidad de volumen óseo reducida en la zona afectada. Complicaciones mínimas.
Hoogveen et al. 2014	Corticotomía y osteogénesis por distracción Vs ortodoncia convencional	Rev. Sistemática	Verificar efectividad de los procedimientos quirúrgicos en la aceleración del movimiento ortodóncico	Tasa de movimiento dental, vitalidad pulpar, reabsorción radicular, afectación periodontal	Movimiento dental acelerado temporalmente tras la cirugía. No se encontraron efectos nocivos sobre el periodonto, vitalidad y reabsorción radical.
Camacho et al. 2014	Mediadores celulares; estímulos físicos; técnicas relacionadas con RAP	Revisión	Analizar los métodos más efectivos y determinar su evidencia científica	Tasa de movimiento dental, nivel de evidencia científica	La cirugía tiene el nivel de evidencia mas alto, seguida del láser de bajo nivel. Se requieren más estudios con seguimiento a largo plazo
Wilcko et al. 2013	Ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente	Revisión	Demostrar la eficacia de PAOO	Tiempo de tratamiento, efectos adversos, limitaciones y aplicaciones	Volumen alveolar aumentado, sostiene los dientes mientras corrige dehiscencias y fenestraciones preexistentes. Disminución del tiempo de tratamiento hasta en 1/4
Uzuner et al. 2013	Cirugía dentoalveolar combinada con tratamiento ortodóncico	Revisión	Revisa la práctica clínica en el tratamiento de ortodoncia asistido por cirugía	Perspectiva histórica, indicaciones, principios biológicos, limitaciones y riesgos de las técnicas quirúrgicas dento-óseas	Menor tiempo de tratamiento, evitan posibles complicaciones periodontales, dirección favorable del crecimiento y envoltura extensa del movimiento.
Amit et al. 2012	Ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente (PAOO)	Revisión	Describir la biología y el procedimiento clínico	Tiempo de tratamiento, efectos adversos, limitaciones y aplicaciones	Movimiento 2- 3 veces más en 1/3 a 1/4 del tiempo vs ortodoncia tradicional. Eficaz en el tratamiento del apiñamiento moderado-severo, Clase II que requieren expansión o extracciones, y maloclusiones de Clase III leves

Long et al. 2013	Láser de baja intensidad (LLLT); Corticotomía; Estimulación eléctrica; Campo electromagnético pulsado (CEP); Distracción dentoalveolar (DD) vs. Distracción periodontal (DP)	Rev. Sistemática	Evaluar la efectividad de las intervenciones para acelerar el movimiento de los dientes de ortodoncia.	Distancia acumulada de movimiento, velocidad de movimiento y efectos adversos	LLLT no DES. Corticotomía es efectiva y segura. La evidencia actual no revela si la corriente eléctrica y los CEP son efectivos. DD menor tiempo que DP
Cano et al. 2012	Corticotomía vs ortodoncia convencional	Revisión	Analizar los antecedentes históricos, fundamentos biológicos y aplicaciones clínicas	Tiempo de tratamiento, estabilidad post tratamiento	Se basa en la osteopenia transitoria. Reducción del tiempo de tratamiento y aumento de estabilidad postortodóntica. Necesidad de más estudios prospectivos e histológicos.
Cassetta et al. 2012	Piezoeléctrico vs. tratamiento de ortodoncia asistida por corticotomía (CAOT)	Revisión	Valorar diferencia en tiempo y evaluar la calidad en términos de salud oral.	Tiempo de realización de ambas técnicas y percepción del paciente	No DES entre ambas técnicas. (p=0.35)
Shoreibah et al. 2012	Corticotomía modificada con injerto óseo vs corticotomía convencional	Revisión	Evaluar el efecto del injerto óseo en combinación con la corticotomía modificada	Tiempo de tratamiento	Corticotomía 17.5 semanas vs 49 semanas de tratamiento convencional. Además aumentó la densidad ósea alveolar, redujo la incidencia de resorción radicular y problemas periodontales

7. DISCUSIÓN

Se han desarrollado y utilizado varios procedimientos para acelerar el movimiento ortodóncico y de este modo, disminuir el tiempo de tratamiento disminuyendo el riesgo de los efectos secundarios. Las técnicas más empleadas son aquellas que disminuyen la densidad ósea, porque los aparatos de ortodoncia permiten que los dientes se muevan más, cuando la resistencia del hueso a las raíces dentales es menor.

En el área de ortodoncia, existen muchos obstáculos para alcanzar los resultados deseados, tales como caninos retenidos, anquilosis dental, discrepancias dentales, biprotrusión maxilar, apiñamiento, deficiencias de desarrollo esquelético, entre muchos otros. Hay un incremento en la investigación para resolver este tipo de problemas, se han desarrollado diversos protocolos a partir de estos puntos y hay muchos estudios que se centran en los movimientos facilitados por otros procedimientos aparte de la ortodoncia (Mota-Rodríguez *et al.* 2019).

Considerando que el material y método de los estudios analizados es muy diverso, tanto en la técnica, como en los parámetros y los tiempos de evaluación, se encuentra una heterogeneidad que complica la posibilidad de realizar un análisis cuantitativo de los resultados.

Con respecto a los tratamientos quirúrgicos, en una revisión de Alfawal *et al.* 2016 se analizaron diferentes tipos de tratamientos quirúrgicos mínimamente invasivos en la aceleración del movimiento de ortodoncia, obteniendo unos resultados favorables en la retracción canina (diferencia en la media de 0,65mm a 1 mes y 1,41 mm a los 2 meses ($p < 0,001$)). Además, no se registró efecto secundario alguno. No obstante, en las conclusiones destacan que la literatura disponible sobre este tema es de baja calidad, encontrando que la mayoría de los estudios presentan un alto nivel de sesgo por su metodología.

En otra revisión sistemática de Viwattanatipa N *et al.* 2018 se incluyen 5 RCTs acerca de corticotomía y piezoincisión, obteniendo unos resultados favorables para ambos tratamientos. El ratio de movimiento ortodóncico tras el tratamiento de corticotomía fue de 1,5 a 4 veces más rápido que con la ortodoncia

convencional. Así mismo, la piezoincisión obtuvo unos resultados de 1,5 a 2 veces más rápidos que la ortodoncia convencional. Al comparar ambas técnicas, se vio que la técnica de piezoincisión obtenía mejores resultados de satisfacción de los pacientes, puesto que presentaban menor dolor post-operatorio.

Abbas *et al.* 2016, indica que las corticotomías en tratamientos cuya biomecánica incluye la extracción del primer premolar maxilar y la posterior retracción canina rápida, son auxiliares de tratamientos efectivos que reducen el tiempo requerido para la retracción canina y disminuyen la reabsorción de raíces en adultos.

La ortodoncia facilitada por la corticotomía es 1,5 a 2 veces más rápida que la ortodoncia convencional, mientras que con la piezoincisión fue 1,5 veces más rápida que la ortodoncia convencional.

En varios estudios (Alfawal *et al.* 2018, Al Naoum *et al.* 2014, Liem *et al.* 2015, Hoogeveen *et al.* 2014) se muestra que la aceleración es más rápida en los primeros meses de tratamiento, disminuyendo la velocidad de forma progresiva durante los siguientes meses.

Gibreal *et al.* 2018 informaron una aceleración significativa después de implementar lesiones significativas (cinco incisiones corticales en el hueso labial entre los seis dientes anteriores con 5 a 8 mm de longitud y 3 mm de profundidad). Con un diseño de grupo paralelo, Charavet *et al.* 2016 usando piezoincisión en todos los espacios interproximales con una longitud de 5 mm y una profundidad de 3 mm describen la aceleración en el período de tratamiento de ortodoncia total. Los estudios que no informaron una aceleración significativa realizaron una menor cantidad de lesiones óseas, lo que evidencia que la cantidad de RAP producido es proporcional a la aceleración conseguida. No hubo consenso entre los resultados de los que evaluaron la resorción de la raíz después de la piezoincisión. En principio, la disminución de la densidad ósea reduciría una posible acumulación de presión excesiva en el ligamento periodontal y la posterior aparición de resorción de la raíz. Por lo tanto, se deben realizar investigaciones adicionales para confirmar esta hipótesis.

Todos los estudios revisados han registrado pocas o nulas incidencias de complicaciones post-operatorias. Hasta ahora, los efectos adversos sobre el uso de CAO hacia el periodonto circundante pueden ser desde ninguna a una leve

perdida de hueso interdental, pérdida de encía adherida o defectos periodontales en los casos de corta distancia interdental (Amit *et al.* 2012).

Por otro lado, se ha demostrado que CAO realmente redujo la profundidad de la bolsa en aproximadamente 0,2 mm a 1,5 mm en comparación con los sitios que no recibieron tratamiento. No hay suficiente evidencia sobre el posible aumento del riesgo de reabsorción radicular. Por el contrario, se ha demostrado una correlación positiva entre el aumento de la reabsorción radicular y duración de la fuerza aplicada. La reducción del tiempo de tratamiento mediante el uso de CAO en realidad puede reducir el riesgo de reabsorción radicular evitando la hialinización del ligamento periodontal (Zimmo *et al.* 2017). Tampoco se han informado de ningún efecto sobre la vitalidad pulpar de los dientes afectados. Se espera algo de hinchazón y dolor postoperatorio durante varios días, incluso se han notificado algún caso de hematomas subcutáneo tras corticotomías intensivas (Amit *et al.* 2012, Patterson *et al.* 2016, Hoogeveen *et al.* 2014).

Aun así, hay que tener en consideración que estos procedimientos son más invasivos que los tratamientos no-quirúrgicos/tratamiento de ortodoncia convencional, por lo que será imprescindible informar a los pacientes de todos los posibles riesgos y complicaciones.

Yi *et al.* 2017 destacan la mayor protección periodontal de la piezoincisión pero no queda evidenciado si la piezoincisión supera a la corticotomía convencional en la protección de la salud periodontal.

Charavet *et al.* 2016 señalaron que la presencia de cicatrices derivadas del procedimiento de piezoincisión requieren especial atención adicional en pacientes con una línea de sonrisa alta, incluso cuando se implementan suturas. Otro de los parámetros revisados es la pérdida de anclaje, la cual no mostraron diferencias entre los grupos experimentales y de control (Dab *et al.* 2019, Alfawal *et al.* 2016, Alfawal *et al.* 2018, Yi *et al.* 2017, Abbas *et al.* 2016). En principio, la osteopenia transitoria inducida por RAP disminuiría la densidad ósea alveolar cerca del diente a mover y, por lo tanto, requeriría menos esfuerzo del componente de anclaje no corticotomizado y reduciría su pérdida. Sin embargo, no hubo consenso para confirmar esta hipótesis.

El orden cronológico de las etapas del tratamiento y el momento en que se inician la cirugía y la ortodoncia también son decisivos. Una posible explicación es que tres meses después de la extracción, por ejemplo, la cavidad del diente se llena con tejido óseo regenerado y se opone a una mayor resistencia al movimiento a pesar de la RAP. Las extracciones también elevan el nivel de marcadores de inflamación y por lo tanto, debe retrasarse tanto como sea posible hasta alcanzar el momento de mayor movimiento dental (Fernández Ferrer *et al.* 2016). Es por esta teoría, que la mayor parte del tratamiento de ortodoncia significativo debe intentarse completarse en los primeros 3 a 4 meses después de la cirugía de corticotomía. Los ajustes deben realizarse cada 1-2 semanas, ya que se espera que los dientes logren un movimiento más rápido de lo normal durante este período (Zimmo *et al.* 2017).

La principal indicación es la aceleración del tratamiento de ortodoncia. Este acortamiento, está recogido en la literatura en casos de apiñamiento tanto con como sin extracción. Otra indicación es para el tratamiento de la cirugía ortognática limítrofe. Estos casos fueron tratados con éxito mediante el uso de ortodoncia acelerada por corticotomía (CAO) debido a que el volumen óseo dentoalveolar podría mejorarse permitiendo que los dientes se muevan más allá de los límites fisiológicos típicos. CAO también se ha utilizado en el tratamiento de la mordida abierta anterior severa junto al anclaje esquelético. Se ha encontrado que esta combinación resultó en una intrusión de 3 mm de los molares maxilares en 2 meses, sin que se informara la reabsorción radicular o problemas con el cumplimiento del paciente. Se ha demostrado que la CAO acelera significativamente el tiempo de tratamiento (dos o tres veces) de retracción canina en comparación con los sitios sin CAO. La CAO también se puede utilizar en muchas otras situaciones clínicas potenciales, como la extrusión de dientes anquilosados, la retracción incisiva y la tracción de terceros molares impactados. Sin embargo, estas aplicaciones requieren una validación adicional. (Zimmo *et al.* 2017).

Estas indicaciones pueden ser ampliadas mediante el uso de injertos óseos. De este modo, se pueden corregir fenestraciones y dehiscencias mejorando el volumen óseo alveolar y el periodonto, consiguiendo también, una mejora del perfil facial. Con ambas técnicas se reduce la recaída post ortodóncica (Amit *et*

al. 2012, Miles *et al.* 2017, Zimmo *et al.* 2017, Charavet *et al.* 2016, Hoogeveen *et al.* 2014). Sin embargo, PAOO no debe considerarse como una alternativa para la expansión palatina asistida quirúrgicamente en el tratamiento de la mordida cruzada posterior severa. Tampoco debe usarse en casos donde la protrusión bimaxilar se acompaña de una sonrisa gingival. (Amit *et al.* 2012, Vannala *et al.* 2019).

La decisión de colocar un injerto óseo debe estar influenciada por la dirección y la cantidad de movimiento dental necesario, el grosor del tratamiento previo del hueso alveolar y la edad del paciente. La razón más importante para el injerto es poder cambiar el forma y volumen del hueso alveolar según sea necesario para que el movimiento no esté restringido por la arquitectura ósea disponible. Además, se ha demostrado que el injerto de hueso alveolar corrige con éxito las dehiscencias óseas existentes en el momento de la cirugía. Si el grosor del hueso alrededor de las raíces es más de 1,5 mm, entonces el injerto puede no ser necesario. En el caso de la fenestración y / o dehiscencia alrededor de las raíces, si no se realiza un aumento alveolar en la dirección del movimiento del diente donde el hueso dentoalveolar preexistente es delgado, puede producirse una mayor pérdida ósea. Esto pone de relieve la necesidad de considerar el uso de una membrana de barrera para prevenir tales secuelas adversas. (Zimmo *et al.* 2017).

Dentro de las contraindicaciones de la corticotomía se encuentra la ausencia de hueso alveolar que proporcione adecuada vascularización, enfermedad periodontal activa, una cresta ósea delgada o dientes con tratamiento de endodoncia inadecuados o con reacción periapical previa a la cirugía, enfermedades sistémicas como diabetes no controlada, discrasias sanguíneas o coagulopatías, así como en pacientes que toman medicamentos que modifican el metabolismo óseo como bifosfonatos o AINES ya que estos inhiben las prostaglandinas y por tanto la actividad osteoclástica.

En la revisión de Yi *et al.* 2017 se determinó que la magnitud del efecto del láser de baja intensidad era de pequeña a moderada; además se concluyó que no

había evidencia clara acerca de su beneficio sobre el dolor durante el tratamiento de ortodoncia.

Para valorar de una forma más precisa el efecto de láser de baja intensidad sería necesario un seguimiento a más largo plazo, como podría ser el de la duración del tratamiento completo de ortodoncia. Además queda por determinar cuáles son los ajustes ideales del láser. Cabe destacar que su uso en la práctica clínica diaria requiere citas con cortos intervalos de tiempo y un coste elevado, por tanto, aún está sin determinar la relación coste-beneficio.

8. CONCLUSIONES

- Todos los estudios analizados refieren disminución del tiempo en el tratamiento ortodóncico coadyuvado de técnicas de corticotomía.
- La piezoincisión como procedimiento menos invasivo, tiene mejor aceptabilidad por parte del paciente y ha obtenido resultados prometedores con menor dolor post-operatorio.
- No se recoge mayor prevalencia en estos procedimientos respecto a la reabsorción radicular, parámetros periodontales o vitalidad dental comparado con la ortodoncia convencional.
- La heterogeneidad de los estudios con respecto al tipo de movimiento de ortodoncia utilizado y el protocolo quirúrgico adoptado no permitió una comparación equilibrada, por ello, se requiere realizar más investigación en el campo de la aceleración ortodóncica.
- Los estudios futuros deberían estar encaminados a analizar la cantidad de trauma mínimo necesario para la activación de un RAP estadísticamente significativo y determinar unos protocolos quirúrgicos eficaces con el fin de incluir las técnicas de corticotomía como una práctica de rutina.

9. BIBLIOGRAFÍA

Abbas NH, Sabet NE, Hassan IT. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016; 149(4): 473-80.

Ahn HW, Seo DH, Kim SH, Park YG, Chung KR, Nelson G. Morphologic evaluation of dentoalveolar structures of mandibular anterior teeth during augmented corticotomy-assisted decompensation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016; 150(4): 659-669.

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.* 2014; 72(10): 1880.

Alfawal AM, 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(1): 33.

Alfawal AMH, Hajeer MY, Ajaj MA, Hamadah O, Brad B. Evaluation of piezocisión and laser-assisted flapless corticotomy in the acceleration of canine retraction: a randomized controlled trial. *Head Face Med.* 2018; 14(1):4.

Amit G, Jps K, Pankaj B, Suchinder S, Parul B. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) - a review. *J Clin Exp Dent.* 2012; 4(5): e292.

Andrade I Jr, Sousa AB, da Silva GG. New therapeutic modalities to modulate orthodontic tooth movement. *Dental Press J Orthod.* 2014; 19(6): 123-33.

Camacho AD, Velásquez Cujar SA. Dental movement acceleration: Literature review by an alternative scientific evidence method. *World J Methodol.* 2014; 4(3): 151-62.

Cano J, Campo J, Bonilla E, Colmenero C. Corticotomy-assisted orthodontics. *J Clin Exp Dent*. 2012; 4(1): e54-9.

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.

Charavet C, Lecloux G, Bruwier A, Rompen E, Maes N, Limme M, Lambert F. Localized Piezoelectric Alveolar Decortication for Orthodontic Treatment in Adults: A Randomized Controlled Trial. *J Dent Res*. 2016; 95(9): 1003-9.

Dab S, Chen K, Flores-Mir C. Short- and long-term potential effects of accelerated osteogenic orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res*. 2019; 22(2): 61-68.

Dab S, Chen K, Flores-Mir C. Short- and long-term potential effects of accelerated osteogenic orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res*. 2019; 22(2): 61-68.

Fernández-Ferrer L, Montiel-Company JM, Candel-Martí E, Almerich-Silla JM, Peñarrocha-Diago M, Bellot-Arcís C. Corticotomies as a surgical procedure to accelerate tooth movement during orthodontic treatment: A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2016; 21(6): e703-e712.

Fu T, Liu S, Zhao H, Cao M, Zhang R. Effectiveness and Safety of Minimally Invasive Orthodontic Tooth Movement Acceleration: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res*. 2019; 98(13): 1469-1479.

Germec D, Giray B, Kocadereli I, Enacar A. Lower incisor retraction with a modified corticotomy. *Angle Orthod*. 2006; 76(5): 882-890.

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(2): 188-195.

Gibreal O, Hajeer MY, Brad B. Evaluation of the levels of pain and discomfort of piezocision-assisted flapless corticotomy when treating severely crowded lower anterior teeth: a single-center, randomized controlled clinical trial. *BMC Oral Health.* 2019; 19(1): 57.

Gil APS, Haas OL Jr, Méndez-Manjón I, Masiá-Gridilla J, Valls-Ontañón A, Hernández-Alfaro F, et al. Alveolar corticotomies for accelerated orthodontics: A systematic review. *J Craniomaxillofac Surg.* 2018; 46(3): 438-445.

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(10): 1300-19.

Hassan AH, Al-Saeed SH, Al-Maghlouth BA, Bahammam MA, Linjawi AI, El-Bialy TH. Corticotomy-assisted orthodontic treatment. A systematic review of the biological basis and clinical effectiveness. *Saudi Med J.* 2015; 36(7): 794-801.

Haugland L, Kristensen KD, Lie SA, Vandevska-Radunovic V. The effect of biologic factors and adjunctive therapies on orthodontically induced inflammatory root resorption: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2018; 40(3): 326-336.

Hoffmann S, Papadopoulos N, Visel D, Visel T, Jost-Brinkmann PG, Präger TM. Influence of piezotomy and osteoperforation of the alveolar process on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic review. *J Orofac Orthop.* 2017; 78(4): 301-311.

Hoogeveen EJ, Jansma J, Ren Y. Surgically facilitated orthodontic treatment: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014; 145 (Suppl 4).

Kacprzak A, Strzecki A. Methods of accelerating orthodontic tooth movement: A review of contemporary literature. *Dent Med Probl.* 2018; 55(2):197-206.

Kamal AT, Malik DES, Fida M, Sukhia RH. Does periodontally accelerated osteogenic orthodontics improve orthodontic treatment outcome? A systematic review and meta-analysis. *Int Orthod.* 2019; 17(2): 193-201.

Khlef HN, Hajeer MY, Ajaj MA, Heshmeh O. En-masse Retraction of Upper Anterior Teeth in Adult Patients with Maxillary or Bimaxillary Dentoalveolar Protrusion: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Contemp Dent Pract.* 2019; 20(1): 113-127.

Köle H. Surgical operations of the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1959; 12(5): 515-529.

Lee W. Corticotomy for orthodontic tooth movement. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* 2018 Dec; 44(6): 251-258.

Liem AM, Hoogeveen EJ, Jansma J, Ren Y. Surgically facilitated experimental movement of teeth: systematic review. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2015; 53(6): 491-506.

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(1): 164-71.

Miles P. Accelerated orthodontic treatment - what's the evidence? *Aust Dent J.* 2017; 62 (Suppl 2): 63-70.

Nowzari H. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics combined with autogenous bone. *Compend Contin Educ Dent.* 2008; 29.

Oliveira D, Oliveira BF, Soares RV. Alveolar corticotomies in orthodontics: Indications and effects on tooth movement. *Dental Press J Orthod.* 2010; 15(4): 144-157.

Patterson BM, Dalci O, Darendeliler MA, Papadopoulou AK. Corticotomies and Orthodontic Tooth Movement: A Systematic Review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2016; 74(3): 453-73.

Robles MS, Guerrero C, Hernández C. Ortodoncia acelerada periodontalmente: fundamentos biológicos y técnicas quirúrgicas. *Revi Mex Periodontol.* 2011; 2(1): 12-16.

Shoreibah EA, Salama AE, Attia MS, Abu-Seida SM. Corticotomy-facilitated orthodontics in adults using a further modified technique. *J Int Acad Periodontol.* 2012; 14(4): 97-104.

Stöber E, Genestra-Villalonga P, Molina A, Puigdollers A. La corticotomía alveolar selectiva como coadyuvante al tratamiento de ortodoncia. *Rev. Esp. Orto.* 2010; 40(4): 215-230.

Uzuner FD, Darendeliler N. Dentoalveolar surgery techniques combined with orthodontic treatment: A literature review. *Eur J Dent.* 2013; 7(2): 257-265.

Vannala V, Katta A, Reddy MS, Shetty SR, Shetty RM, Khazi SS. Periodontal Accelerated Osteogenic Orthodontics Technique for Rapid Orthodontic Tooth Movement: A Systematic Review. *J Pharm Bioallied Sci.* 2019; 11 (Suppl 2): S97-S106.

Vercellotti T. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007; 27.

Viwattanatipa N, Charnchairerk S. The effectiveness of corticotomy and piezocision on canine retraction: A systematic review. *Korean J Orthod.* 2018; 48(3): 200-211.

Wilcko W, Wilcko MT. Accelerating tooth movement: the case for corticotomy-induced orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 144(1): 4-12.

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(8): 636-654.

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(4): 491-498.

Zimmo N, Sal MHA, Sinjab K, Wang CW, Mandelaris G, Wang HL. Corticotomy-Assisted Orthodontics for Canine Distalization: A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical Controlled Trials. *J Int Acad Periodontol.* 2018; 20(4): 153-162.

Zimmo N, Saleh MH, Mandelaris GA, Chan HL, Wang HL. Corticotomy Accelerated. Orthodontics: A Comprehensive Review and Update. *Compend Contin Educ Dent.* 2017; 38(1): 17-25.