

Corticotomía: mayor rapidez en el tratamiento ortodóntico

Jennifer Saavedra Vargas ^{1,a}, Yéssica Chahuara Ramírez ^{1,a}, Arturo Quispe Prado ^{1,a}, Jessica Arieta Miranda ^{1,b}

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología. Lima, Perú.

^a Cirujano Dentista

^b Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

Correspondencia:

Jessica Arieta Miranda

Correo electrónico: jessicaarietamiranda@gmail.com

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología. Calle Germán Amé- zaga 375. Lima 1, Perú.

Coautores:

Jennifer Saavedra Vargas

jennsaavedrav@gmail.com

Yéssica Chahuara Ramírez

yessica_6_10@hotmail.com

Arturo Quispe Prado

Artur_pratt18@hotmail.com

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Fuente de financiamiento: Autofinanciado

Fecha de recepción: 12/12/17

Fecha de aceptación: 13/03/18

Corticotomy: greater speed in orthodontic treatment

Resumen

El propósito de esta revisión es contribuir a la optimización de la toma de decisiones basada en evidencia científica que explique cómo la corticotomía ayuda en la aceleración del movimiento dentario y determinar si las ventajas son mayores que los riesgos quirúrgicos al que conlleva la técnica. La corticotomía es definida como la intervención quirúrgica limitada a la porción cortical del hueso alveolar por lo que a diferencia de una osteotomía el procedimiento de corticotomía apenas penetra el hueso medular, tanto por la zona bucal y lingual; no obstante, es un método invasivo que requiere la selección correcta del paciente y a su vez informarlo de las condiciones post operatorias y los potenciales riesgos de la cirugía debido a que estimula el proceso de regeneración ósea a través de injurias quirúrgicas controladas, lo que conlleva a acelerar el movimiento dentario durante el tratamiento ortodóntico con activaciones menos prolongadas. También es una técnica que puede reducir el tiempo del tratamiento ortodóntico de un tercio a un cuarto de la duración típicamente requerida, acelerando el movimiento dentario durante los dos primeros meses después de la intervención y los efectos a largo plazo indican estabilidad.

Palabras clave: Movimiento dentario; Procedimientos quirúrgicos orales; Procedimiento quirúrgico mínimamente invasivo.

Abstract

The aim of the review is to contribute to the optimization of decision-making based on scientific evidence that explains how the corticotomy contributes to the acceleration of dental movement and whether the advantages are greater than the surgical risks associated with the technique. Corticotomy is defined as the surgical intervention limited to the cortical portion of the alveolar bone. Therefore, unlike an osteotomy, the corticotomy procedure only penetrates the medullary bone, either buccally or lingually. But it is an invasive method in which the patient needs to be correctly selected and informed of the post-operative conditions and the potential risks of surgery. Because it stimulates the process of bone regeneration through controlled surgical injuries, which leads to accelerate tooth movement in orthodontic treatment; with less prolonged activations. It can reduce the time of orthodontic treatment from a third to a quarter of the time typically required. Accelerating tooth movement during the first 2 months after the intervention and long-term effects indicate stability.

Keywords: Minimally invasive surgical procedure; Oral surgical procedures; Tooth movement.

Introducción

En los últimos 10 años se han desarrollado métodos y estrategias que permiten acelerar el movimiento ortodóntico de las piezas dentarias, las cuales se pueden clasificar en tres categorías: (1) administración local de químicos (prostaglandinas, leucotrienos, vitamina D), (2) estimulación física o mecánica del hueso alveolar a través de pulsaciones electromagnéticas y laser de baja intensidad, y (3) cirugía, que incluye a la distracción del ligamento periodontal, decorticalización alveolar, distracción dentoalveolar y la corticotomía ¹⁻⁴.

Teniendo en cuenta que el promedio de duración de un tratamiento ortodóntico es de dos años, el cual puede variar significativamente por influencia de varios factores incluyendo la severidad del caso, terapia con extracción versus sin extracción, necesidad de cirugía ortognática, experiencia clínica y cooperación del paciente ¹. Se han planteado alternativas para acelerar la velocidad del movimiento dentario debido a que un tratamiento ortodóntico extenso ha sido asociado al incremento del riesgo de inflamación gingival, descalcificación, caries dental y especialmente resorción radicular ^{2,3}.

En la presente revisión bibliográfica se explica cómo la corticotomía contribuye en la aceleración de movimiento dentario y las ventajas que presenta la técnica quirúrgica.

Tratamiento Ortodóntico acelerado

El tratamiento ortodóntico acelerado por cirugía data desde hace 100 años y fue introducida en la Ortodoncia, por primera vez en 1959 por Köle, como una técnica que permitía acelerar el movimiento dentario. Basándose en que la principal resistencia del movimiento eran las corticales del hueso y la solución era la disrupción de las mismas ⁵.

Posteriormente, a propuesta de Cunningham ⁶ se la denominó “Terapia de Ortodoncia facilitada quirúrgicamente”; consistió en una progresión de intervenciones quirúrgicas diseñadas y refinadas para acelerar el movimiento dentario ortodóntico, mejorar la estabilidad y reducir la morbilidad de las alternativas ortognáticas. Suya ⁷ publica un artículo en el que utiliza por primera vez el término “corticotomía”.



Figura 1. Perforaciones en el hueso cortical. (Tomado de Medeiros et al. ⁸)

Buschang *et al.* ³ consideran a las corticotomías como fracturas estables, no desplazadas, que dañan el periostio y el hueso y son similares a los procesos asociados con la cicatrización normal de la fractura, que incluyen una fase reactiva, una fase reparativa y una fase de remodelación (Tabla 1).

Tabla 1. Tres fases del proceso de cicatrización. (Modificado de Buschang *et al.* ³)

FASE REACTIVA	Se Presenta una respuesta Inflamatoria con formación de tejido de granulación.
FASE REPARATIVA	Formación de callos de cartilago y deposición ósea laminar
FASE REMODELADORA	Reorganización/remodelación de hueso

Es así, considerando el tiempo de tratamiento ortodóntico, el cual oscila entre 21-27 y 25-35 meses para un tratamiento sin extracción y con extracción, respectivamente (Tabla 2). La reducción del tiempo de tratamiento ortodóntico con corticotomía según Mostafa *et al.* ⁹, Strippoli y Akinin ¹⁰ y Kalemaj *et al.* ¹¹, es el doble de rápido en la mandíbula y cuatro veces más rápido en el maxilar superior después de la corticotomía.

Buschang *et al.* ³ Compara el tiempo de tratamiento ortodóntico con extracciones y sin extracciones citando a diferentes autores como O’Brien *et al.* ¹², Alger ¹³, Fink y Smith ¹⁴, Popovich *et al.* ¹⁵, Skidmore *et al.* ¹⁶ y Vu *et al.* ¹⁷, en promedio el tiempo de tratamiento sin extracciones fue de 4 a 6 meses más corto a excepción de Popovich *et al.* ¹⁵ que muestra tiempos de tratamiento iguales. La media de los tratamientos sin extracción total fue de 23,8 meses y de los tratamientos con extracción fue de 28,1 meses.

Sin embargo, según Vijayashri *et al.* ¹⁸ ningún patrón en particular de injuria ha sido preconcebido para la técnica; tanto un corte, puntos o la combinación de ambos, el objetivo es que apenas penetren la médula ósea tanto por vestibular como por lingual. Incluso utilizando la piezocisión, Abbas *et al.* ¹⁹ concluyeron que la Ortodoncia facilitada por corticotomía es de 1,5 a 2 veces más rápida que la Ortodoncia convencional y la piezocisión fue 1,5 veces más rápida que la Ortodoncia convencional en caso de retracción canina.

Además, Verna *et al.* ²⁰ han demostrado que la disminución de la densidad ósea inducida por la cirugía para facilitar el movimiento de los dientes no solo influye en la cantidad sino también en el modo de movimiento de los dientes. Como sugerencia clínica, la planificación del sistema biomecánico a aplicar, fijo o removible, tiene que ser modificado en consecuencia. Por lo que para Casseta *et al.* ²¹, el procedimiento es seguro y acelera el movimiento dental sin complicaciones o molestias periodontales.

Ventajas

Durante las investigaciones en relación a la corticotomía se han señalado muchas ventajas al realizarla durante el tratamiento ortodóntico.

- Resolver el apiñamiento dentario y disminuir el tiempo de tratamiento^{22,23} (Tabla 2). Lee *et al.*²⁴ en base a un estudio quirúrgico comparativo (corticotomía asistida, segmentada) señalan la culminación del tratamiento ortodóntico en el grupo quirúrgico ocho veces más rápido que en el convencional.

Además, Makki *et al.*²⁵, quienes evaluaron la estabilidad del índice de irregularidad mandibular luego de un tratamiento de Ortodondia facilitado por corticotomía alveolar e injerto óseo de aumento, encontraron puntajes del índice de irregularidad mandibular significativamente más bajos a los 5 años (1,5 mm versus 4,2 mm) y 10 años (2,1 mm versus 4,1 mm) en comparación con los pacientes tratados convencionalmente. Sugieren que también mejora la estabilidad post-ortodóntica durante al menos 10 años.

- Manipulación del anclaje^{1,26}. Ajmera *et al.*²⁷ destacan una respuesta biomecánica favorable luego de corticotomías.
- Protracción maxilar inferior con anclaje esquelético²⁸. A menudo puede ser más práctico en el tratamiento de las maloclusiones dentales graves, reduciendo de un tercio a un cuarto el tiempo nor-

malmente requerido para tratar la mayoría de las maloclusiones dentales²⁹.

- Menor costo biológico³⁰. Machado *et al.*³¹ indican que la reabsorción radicular que se presentó era menor utilizando la corticotomía. Se logra un menor riesgo de aparición de descalcificaciones del esmalte al disminuir el tiempo de tratamiento³².

Según Ahn *et al.*³³ la corticotomía proporciona un patrón de descompensación favorable de los incisivos mandibulares, preservando las estructuras periodontales que rodean a los dientes antero-inferiores para pacientes esqueléticos Clase III. Gantes *et al.*³⁴ observaron una disminución del 20% de recesiones gingivales y ausencia de bolsas periodontales.

- Mayor rango de movimientos³². La decorticalización selectiva aumenta el doble o el triple los límites del movimiento dentario descritos por Proffit *et al.*³⁵, de esta manera se puede resolver casos de discrepancia óseo-dentarias de hasta 10-12 mm sin extracciones.
- Aplicable a cualquier técnica ortodóntica³⁶. Se pueden realizar combinando técnicas de brackets vestibulares, linguales e incluso, tal como propone Owen, con Invisalign³⁶.

Tabla 2. Tabla comparativa de los diferentes estudios que analizan el tiempo de tratamiento ortodóntico con o sin corticotomía alveolar en función del movimiento a realizar. (Modificado de Stober *et al.*²²)

Autores	Movimiento	Tiempo de tratamiento (T tto) Ortodondia + corticotomía	T tto Ortodondia
Kole ⁵		6 – 12 semanas	
Anholm <i>et al.</i> ³⁷		11 meses	
Gantes <i>et al.</i> ³⁴		14,8 meses	28,3 meses
Suya ⁷		3 – 4 meses	6 – 12 meses
Hajji ³⁸		6,1 meses	18,7 meses (sin exodoncias) 26,2 meses (con exodoncias)
Germec <i>et al.</i> ³⁹	Retracción (caso de exodoncias de Clase III)	16 meses	31 meses
Vercelloti <i>et al.</i> ⁴⁰	Media 43 – 149 días Expansión maxilar. 2 meses Intrusión mandibular. 3,5 meses	60 – 70%	
Spena <i>et al.</i> ⁴¹	Distalización molar, 2 meses	11 meses	
Fischer. ⁴²	Caninos incluidos	28 – 33% 1,06 mm/7mes	0,75 mm/mes
Oliveira <i>et al.</i> ⁴³	Intrusión molares maxilares	4 mm – 2,5 – 4 meses	4 mm – 7,5 – 8,5 meses
Nowzari <i>et al.</i> ⁴⁴	Clase II/2 apiñamiento moderado	8 meses	24 meses
Wilcko <i>et al.</i> ^{32,45}	6 -12 semanas	30 – 50% Apiñamiento moderado: 4 – 6 meses Cierre de espacios : 6 – 8 semanas Clase II/1 con exodoncias: 9 a 12 meses	
Mostafa <i>et al.</i> ⁹	Cierre mordida abierta anterior	Media 6 semanas (4 -12)	
Dibart <i>et al.</i> ⁴⁶	17 semanas	T _{1/2} . 3 veces menos Clase II con apiñamiento	

Desventajas

La realización o no de las corticotomías como elementos favorables para la evolución de pacientes en Ortodoncia es controversial. Eso se evidencia a través de múltiples publicaciones de autores al respecto sin llegar a ser unánimes en sus conclusiones.

- Según Patterson *et al.*⁴⁷ el procedimiento de piezocisión que inicia el “Fenómeno Regional de Aceleración” (con sus siglas en inglés RAP) puede aumentar la reabsorción iatrogénica de la raíz cuando se usa junto con las fuerzas ortodónticas. Por lo tanto, aplicar ésta técnica cerca de las raíces puede causar daño iatrogénico a las raíces vecinas y debe utilizarse con cuidado.
- Buschang *et al.*³ destacan el incremento significativo del movimiento dentario con las corticotomías, pero estos efectos están limitados a periodos máximos de dos meses. Resultados similares son destacados por Cho *et al.*⁴⁸ luego de ocho semanas de observación. Aunque Stober *et al.*²² a su vez destaca una significativa respuesta catabólica postquirúrgica con normalización tardía hasta de dos años.

Indicaciones

Si bien los datos bibliográficos disponibles no permiten concluir una recomendación absoluta de las corticotomías, existe evidencia de su utilización para ciertos procedimientos tales como:

- Retracción en Masa. En relación al tema mencionado: Jin-Kyung *et al.*⁴⁹ destacan la reducción del tiempo del tratamiento ortodóntico asistido por la corticotomía en pacientes con proinclinación severa de incisivos superiores y de hueso alveolar. Vijayashri *et al.*¹⁸ también coinciden con los resultados de Jin-Kyung *et al.*⁴⁹ Obteniendo drástica reducción del tiempo total del tratamiento ortodóntico en particular en los casos de anclajes máximos con decorticalización selectiva.
- Retracción de caninos^{25,26}. Se reportan resultados de tres autores en cirugía experimental. Yang *et al.*⁵⁰ recomiendan la corticotomía distal como óptima opción para la retracción del canino. Abbas *et al.*¹⁹ por su parte señalan mayor tasa de movimiento del canino postquirúrgico y con reabsorción radicular significativa en los casos de control. Jahanbakhshi *et al.*⁵¹ también coinciden en el significativo incremento de la retracción de canino postcorticotomía.
 - Facilitar la erupción de un diente impactado¹.
 - Intrusión molar y corrección de mordida abierta^{1,9}.

Contraindicaciones

- Diabetes mellitus no controlada²⁸.
- Pacientes con enfermedad cardíaca y de alto riesgo de endocarditis infecciosa o haber recibido irradiación terapéutica en la cabeza y cuello^{1,10}.

- Pacientes fumadores¹⁰.
- Individuos con problemas de tratamiento endodóntico inadecuado, pacientes que han tomado corticoesteroides prolongadamente^{1,30}.
- Personas que estén tomando bifosfonatos y AINES^{1, 28,30}.
- Aquellos pacientes con enfermedad periodontal activa (periodontitis, gingivitis), enfermedad ósea local o sistémica^{1,28, 30}.
- Anquilosis⁹.
- Biprotusiones bimaxilares acompañadas de sonrisa gingival⁹.

Si bien la Ortodoncia asistida con corticotomía ha demostrado su eficacia sobre la rapidez del movimiento dental^{6,24,42,51}, al ser invasivo, existe cierto rechazo por los pacientes; sin embargo, los estudios actuales en animales parecen validar clínicamente los efectos de una decorticalización mínimamente invasiva^{52,53}. Como por ejemplo, la técnica de piezocisión de Dibart *et al.*⁴⁶ la cual consiste en realizar incisiones interproximales de tamaño pequeño sin circunscribir los dientes; no requiere de un colgajo y, por lo tanto, se minimizan los riesgos de efectos adversos periodontales. Con este proceso también reciben una respuesta de Tipo RAP y aceleración del movimiento dental. El principio biológico que subyace a esta observación puede ser que la inducción quirúrgica de una RAP se caracteriza por osteopenia transitoria, reclutamiento de osteoclastos, desmineralización, recambio óseo acelerado y el mantenimiento de la RAP por la estimulación mecánica debida al movimiento dental; sin embargo, la duración de este fenómeno permanece aun completamente comprendida. Además, ésta fase quirúrgica se acompaña de riesgos inherentes aun contemplando el protocolo mínimo de piezocisión. Las cicatrices en forma de puntos o líneas se observaron en el 50% de los pacientes y pueden causar problemas estéticos para aquellos con líneas de sonrisa gingival alta; en consecuencia, piezocisión podría estar contraindicado para tales pacientes.

Asimismo, Gkantidis *et al.*¹ refieren que la efectividad de esta intervención es cuestionable a lo largo del tiempo, ya que después del segundo mes se observa una fuerte disminución de la velocidad del movimiento del diente. Esta naturaleza transitoria de la intervención podría superarse si se realizara una segunda cirugía. No se encontraron estudios para evaluar esta estrategia de tratamiento. Sin embargo, este procedimiento se asociaría con mayores costos y mayor incomodidad y morbilidad para el paciente. Se informa que la intervención tiene un impacto negativo en la calidad de vida de la salud oral, con una recuperación parcial después de siete días. Lo cual se contradice con Wilcko *et al.*⁴⁵ quienes indican que el RAP existe probablemente por alrededor de cuatro meses. La evidencia anecdótica muestra que cuando los dientes se extraen justo antes de comenzar el cierre del espacio, este tiende a ser más rápido, debido a la resistencia ósea reducida ofrecida por el sitio de extracción⁴⁵.

Para superar las insuficiencias de estos procedimientos anteriores, Kim *et al.*⁵² concibieron un procedimiento novedoso para la activación cortical a la cual llamaron “piezopuntura”. En este procedimiento utiliza una herramienta ultrasónica, un piezotomo, para crear múltiples punciones corticales a través de la encía superpuesta. Pero este enfoque para minimizar el daño tisular y la intensidad y la duración del fenómeno acelerador regional, lo hace aún más insuficiente para funcionar a lo largo de todo el tratamiento de ortodoncia. Sin embargo, este problema podría eliminarse mediante repetidas aplicaciones a intervalos regulares; siendo más favorable para la conveniencia de los pacientes que los métodos más agresivos. Solo la activación cortical puede aumentar la actividad osteoclástica alrededor del ligamento periodontal, facilitando el recambio óseo hacia un estado osteoporótico con menos resistencia del tejido al movimiento dental.

Por otro lado, existen investigaciones como técnicas no invasivas para desencadenar este RAP las cuales parecen ser interesantes, que implican, por ejemplo, la adición de moléculas específicas, como PgE₁, que se había encontrado que estaba asociada con la inflamación y la curación de los huesos. Sin embargo, la aplicación local de tales moléculas en los humanos no ha ganado mucha popularidad. Una posible explicación podría ser su asociación con un mayor riesgo de reabsorción de la raíz y un aumento de los niveles de dolor. Además, estos enfoques están actualmente lejos desde la aplicación clínica en la práctica cotidiana debido a la aplicabilidad, efectividad, salud general y problemas relacionados con la seguridad¹.

Existen otras investigaciones como los efectos de la fotobiomodulación o de los campos electromagnéticos pulsados sobre la velocidad del movimiento dental. El autor encontró que la fotobiomodulación aumentaba la tasa de alineación dental, mientras que la aplicación de campos electromagnéticos pulsados aumentaba la tasa de retracción canina. La importancia clínica de esta última en relación con el tiempo total de tratamiento es cuestionable¹.

El mismo autor investigó la efectividad del láser de baja intensidad. La mayoría de los estudios informa un efecto favorable sobre el tratamiento de ortodoncia (reducción del 30% de la duración total del tratamiento) o el aumento del índice de movimiento dental. Sin embargo, no se ha llegado a un consenso sobre los regímenes de aplicación de láser más efectivos y las dosis de irradiación.

Conclusiones

La corticotomía como procedimiento complementario en Ortodoncia consigue acortar el tiempo total del tratamiento ortodóntico.

La elección de pacientes para la corticotomía es mucho más estricta que los procedimientos actuales de Ortodoncia por limitaciones locales y sistémicas.

Los procedimientos ortodónticos de manera convencional siguen manteniendo vigencia preferencial ante las limitaciones y desventajas de la cirugía a largo plazo a pesar de sus logros favorables iniciales.

Referencias bibliográficas

- 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.
- Andrade I, Dos Santos AB, Gonçalves G. New therapeutic modalities to modulate orthodontic tooth movement. *Dental Press J Orthod.* 2014;19(6):123-33.
- Buschang PH, Campbell PH, Ruso S. Accelerating Tooth Movement With Corticotomies: Is It Possible and Desirable? *Semin Orthod.* 2012;18(4):286-94.
- Oliveira DD, De Oliveira DF, Villamarim R. Alveolar corticotomies in orthodontics: Indications and effects on tooth movement. *Dental Press J Orthod.* 2010;15(4):144-57.
- Kole H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1959;12(5):515-29.
- Cunningham G. Methode sofortiger regulierung von Anomalenz. *Oesterreichisch-Ungarische. Vierteljahrsschrift Zahnheilkd.* 1894;10:455-7.
- Suya H. Corticotomy in orthodontics. In: Baldauf A, Hosl E. *Mechanical and biological basics in orthodontic therapy.* Berlin: Huethig publishing; 1991.
- Medeiros RB, Pires FR, Kantarci A, Capelli J Jr. Tissue repair after selective alveolar corticotomy in orthodontic patients: A preliminary study. *Angle Orthod.* 2018;88:179-186.
- Mostafa YA, El-Mangoury NH, Abou-El-Ezz AM, Heider AM. Maximizing tissue response in selected subjects with anterior open bites. *World J Orthod.* 2009;10:187-95.
- Strippoli J, Akin J. Le concept du déplacement dentaire accéléré par corticotomie ou par piézocision. *Orthod Fr.* 2012;83:155-64.
- Kalemaj Z, Debernard CL, Buti J. Efficacy of surgical and non-surgical interventions on accelerating orthodontic tooth movement: A systematic review. *Eur J Oral Implantol.* 2015;8(1):9-24.
- O'Brien KD, Robbins R, Vig KW, Vig PS, Shnorhokian H, Weyant R. The effectiveness of Class II, division 1 treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995;107:329-34.
- Alger DW. Appointment frequency vs. treatment time. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1988;94(3):436-9.
- Fink DF, Smith RJ. The duration of orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1992;102(4):45-51.
- Popowich K, Nebbe B, Heo G, Glover KE, Major PW. Predictors for Class II treatment duration. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2005;127(5):293-300.
- Skidmore KJ, Brook KJ, Thomson WM, Harding WJ. Factors influencing treatment time in ortho-

- dontic patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2006;129(6):230-8.
17. Vu CQ, Roberts WE, Hartsfield JK Jr, Ofner S. Treatment complexity index for assessing the relationship of treatment duration and outcomes in a graduate orthodontics clinic. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133:9,e1-9,e13.
 18. Vijayashri S, Vikraman B, Shobana VR, Kavitha S, Krishnaswamy NR. Corticotomy assisted retraction: An outcome assessment. *Indian J Dental Res.* 2014;25(6):748-54.
 19. Abbas NH, Sabet NE, Hassan IT. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;149:473-80.
 20. Verna CA, Cattaneo PM, Dalstra M. Corticotomy affects both the modus and magnitude of orthodontic tooth movement. *Eur J Orthod.* 2018;23;40(1):107-12.
 21. Cassetta M, Giansanti A, Di Mambro S, Calasso E, Barbato. Minimally invasive corticotomy in orthodontics using a three-dimensional printed CAD/CAM surgical guide. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2016;45(9):1059-64.
 22. Stober EK, Genestra P, Molina A, Puigdollers A. La corticotomía selectiva como coadyuvante al tratamiento de Ortodoncia: Revisión de literatura. *Rev Esp Ortod.* 2010;40:215-30
 23. Makhoul F, Jafo MH, Ajai M. Evaluation of the effectiveness of Alveolar Corticotomy on reducing orthodontic root resorption. *J Indian Dent Assoc.* 2014;8(10):31-9.
 24. Lee JK, Chung KR, Baek SH. Treatment outcomes of orthodontic treatment, corticotomy-assisted orthodontic treatment, and anterior segmental osteotomy for bimaxillary dentoalveolar protrusion. *Plast Reconstr Surg.* 2007;120(4):1027-36.
 25. Makki L, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM, Bjerklind K, Stapelberg R. Mandibular irregularity index stability following alveolar corticotomy and grafting: A 10-year preliminary study. *Angle Orthod.* 2015;85(5):743-9.
 26. Kawakami T, Nishimoto M, Matsuda Y, Deguchi T, Eda S. Histological suture changes following retraction of the maxillary anterior bone segment after corticotomy. *Endod Dent Traumatol.* 1996;12:38-43.
 27. Ajmera DH, Singh P, Wang C, Song J, Xiao S, Fan Y. Analysis of dentoalveolar structures with novel corticotomy-facilitated mandibular expansion: A 3-dimensional finite element study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151(4):767-78.
 28. Nuray H, Garip H, Satilmis T, Kucukkeles N. Corticotomy-assisted maxillary protraction with skeletal anchorage and Class III elastic. *Angle Orthod.* 2015;85(1):48-57.
 29. Wilcko W, Wilcko MT. Accelerating tooth movement: The case for corticotomy-induced orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2013;144(1):4-12.
 30. Casseta M, Pandolfi S, Giasanti M. Minimally invasive corticotomy in orthodontics: a new technique using a CAD /CAM surgical template. *Int j Oral Maxillofac Surg.* 2015;44(7):830-3.
 31. Machado IM, Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko WM. Reabsorción radicular. Después del tratamiento ortodóncico con o sin corticotomía alveolar. *Rev Venez Orthod.* 2002;19(1):647-53.
 32. Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF. An evidence – based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: a synthesis of scientific perspectives. *Semin Orthod.* 2008;14(4):305-16.
 33. Ahn H, Seo D, Kim S, Park Y, Chung K, Nelson G, et al. Morphologic evaluation of dentoalveolar structures of mandibular anterior teeth during augmented corticotomy-assisted decompensation. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;150:659-69.
 34. Gantes B, Rathbun E, Anholm M. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. *J Periodontol.* 1990;61(4):234-8.
 35. Proffit WR, Field HW, Sarver DM. *Ortodoncia Contemporánea.* 5ta Edición. Madrid: Elsevier; 2013.
 36. Owen AH. Accelerated invisalign treatment. *J Clin Orthod.* 2001;35(6):381-5.
 37. Anholm JM, Crites Da, Hoff R, Rathbun WE. Corticotomy – facilitated orthodontics. *CDA J.* 1986;14(12):7-11.
 38. Hajji S. The influence of accelerated osteogenic response on mandibular de – crowding [master thesis]. [St. Louis]: St. Louis University; 2000.
 39. Germec D, Giray B, Kocadereli DL, Enacar A. Lower incisor retraction with a modified corticotomy. *Angle orthod.* 2006;76(5): 882–90.
 40. Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *Int J Periodontic Restorative Dent.* 2007;27(4):325-31.
 41. Spena R, Caiazzo A, Gracco A, Siciliani G. The use of segmental corticotomy to enhance molar distalization. *J Clin Orthod.* 2007;41(11):693-9.
 42. Fischer TJ. Orthodontic treatment acceleration with corticotomy – assisted exposure of palatally impacted canines. *Angle Orthod.* 2007;77(3):417–20.
 43. Oliveira DD, De Oliveira BF, De Araujo Brito HH, De Souza MM, Medeiros PJ. Selective alveolar corticotomy to intrude overerupted molars. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133(6):902-8.
 44. Nowzari H, Yorita FK, Chang HC. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics combined with autogenous bone grafting. *Compend Contin Educ Dent.* 2008;29(4):200-6.
 45. Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF, Pulver JJ, Bouquot JE. Accelerated osteogenic orthodontic technique: A 1 stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(10):2149- 59.
 46. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: A minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent.* 2009;30(6):342–4.
 47. Patterson B, Dalci O, Papadopoulou A, Madukuri S, Mahon J, Petocz P, et al. Effect of piezocision on root

- resorption associated with orthodontic force: A micro-computed tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151:53-62.
48. Cho KW, Cho SW, Oh CO, Ryu YK, Ohshima H, Jung HS. The effect of cortical activation on orthodontic tooth movement. *Oral Dis.* 2007;13:314-9.
 49. Jin-Kyung L, Kyu-Rim C, Seung-Hak B. Treatment Outcomes of Orthodontic Treatment, Corticotomy-Assisted Orthodontic Treatment, and Anterior Segmental Osteotomy for Bimaxillary Dentoalveolar Protrusion. *Plast Reconstr Surg.* 2007;120(4):1027-36.
 50. Yang C, Wang CH, Deng F, Fan Y. Biomechanical effects of corticotomy approaches on dentoalveolar structures during canine retraction: A 3-dimensional finite element analysis. *Am J orthod Dentofac Orthop.* 2015;148(3):457-65.
 51. Jahanbakhshi MR, Motamedi AM, Feizbakhsh M, Mogharehabed A. The effect of buccal corticotomy on accelerating orthodontic tooth movement of maxillary canine. *Dent Rest J.* 2016;13(4):303-8.
 52. Kim YS, Kim SJ, Yoon HJ, Lee PJ, Moon W, Parke YG. Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(1):23-31.
 53. Cheung T, Park J, Lee D, Kim C, Olson J, Javadi S, Lawson G, McCabe J, et al. Ability of mini-implant-facilitated micro-osteoperforations to accelerate tooth movement in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;150(6):958-67.

