

La corticotomía alveolar selectiva como coadyuvante al tratamiento de ortodoncia: revisión de la literatura



E.K. Stöber

EVA K. STÖBER BLÁZQUEZ¹
 PATRICIA GENESTRA VILLALONGA^{1,2}
 ANA MOLINA CORAL²
 ANDREU PUIGDOLLERS PÉREZ²

RESUMEN

La efectividad de la corticotomía alveolar selectiva en la aceleración del tratamiento ortodóncico ha sido demostrada, siendo los factores más importantes para el éxito de la técnica la selección apropiada del caso, un procedimiento quirúrgico cuidadoso y un tratamiento ortodóncico adecuado. Las diferentes técnicas de corticotomía alveolar selectiva recomiendan el uso de aparatología fija integral en conjunción con la elevación de colgajos mucoperiosticos de espesor total y corticotomías vestibulares y linguales alrededor de los dientes que se desea mover. Los injertos de hueso (si son necesarios) se aplican directamente sobre los cortes y se suturan los colgajos. El movimiento dentario debe iniciarse tras la cirugía y reactivarse cada 2 semanas mediante las activaciones propias de la aparatología ortodóncica utilizada. La corticotomía alveolar selectiva como coadyuvante del tratamiento ortodóncico es un procedimiento prometedor pero hay muy pocos casos descritos en la literatura y se desconoce la efectividad de las técnicas entre sí y en relación con el tipo de movimiento deseado. Se necesitan más estudios clínicos e histológicos para entender la biología del movimiento dentario mediante esta técnica, su efecto sobre los dientes y hueso, y evaluar la estabilidad posretención, el volumen de hueso formado, así como el estado periodontal y radicular tras el tratamiento de ortodoncia.

Palabras clave: Corticotomía alveolar selectiva. Fenómeno acelerador regional. Ortodoncia osteogénica periodontalmente aceleradaTM. Piezocision.

Selective alveolar corticotomy as an adjunct to orthodontic treatment: a literature review

E.K. Stöber Blázquez, P. Genestra Villalonga, A. Molina Coral, A. Puigdollers Pérez

ABSTRACT

Corticotomy has been found to be effective in accelerating orthodontic treatment. The most important factors in the success of this technique are proper case selection and careful surgical and orthodontic treatment. Corticotomy facilitated orthodontics techniques advocate for comprehensive fixed orthodontic appliances in conjunction with full thickness flaps and labial and lingual corticotomies around teeth to be moved. Bone graft (if necessary) should be applied directly over the bone cuts and the flap sutured in place. Tooth movement should be initiated two weeks after the surgery, and every two weeks thereafter by activation of the orthodontic appliance. Corticotomy facilitated orthodontics is a promising procedure but only few cases are reported in the literature. The effectiveness of the different techniques compared to each other in relation to the desired orthodontic movement remains unknown. Controlled clinical and histological studies are needed to understand the biology of tooth movement with this procedure, the effect on teeth and bone, post-retention stability, measuring the volume of mature bone formation, and determining the status of the periodontium and roots after treatment (Rev Esp Ortod. 2010;40:215-30).

Corresponding author: Ana Molina Coral, amc@comb.es

Key words: Selective alveolar corticotomy. Regional accelerated phenomenon. Periodontally accelerated osteogenic orthodonticsTM. Piezocision.

Correspondencia:
 Ana Molina Coral
 Universitat de Catalunya
 17907 Sant Cugat del Vallès, Barcelona
 E-mail: amc@comb.es

¹Posgrado. Máster de Ortodoncia y ortopedia dentofacial
²Departamento de Ortodoncia y ortopedia dentofacial
 Universitat Internacional de Catalunya

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el diagnóstico y planificación de los tratamientos de ortodoncia han tomado un nuevo rumbo, dando más énfasis a la estética facial cuando antes lo era exclusivamente la oclusión, lo que ha condicionado el enfoque terapéutico.

La ortodoncia en general ha variado gracias a dicho cambio de paradigma y a las técnicas de cirugía ortognática y los cambios en la mecánica con la aparición de los dispositivos de anclaje óseo temporal, brackets autoligables, fuerzas ligeras..., que actualmente están muy asentados y parecen ser imprescindibles¹.

A pesar de los avances, muchos pacientes que requieren tratamiento de ortodoncia rechazan el tratamiento por la necesidad de realizar extracciones o cirugía ortognática para llevarlo a cabo y, principalmente, por la duración del mismo: entre 18-31 meses en función de las opciones terapéuticas y las características individuales del paciente²⁻⁶.

Se han descrito tres métodos para aumentar la velocidad del movimiento dental⁷⁻¹⁰: la administración sistémica de fármacos como prostaglandinas, interleucinas, leucotrienos, adenosina monofosfato cíclico y vitamina D; la estimulación física o mecánica mediante corrientes eléctricas, campos electromagnéticos pulsátiles, imanes de samario-cobalto, láser de baja potencia; y, por último, procedimientos de cirugía oral incluyendo fibrotomías gingivales (cuya efectividad es controvertida), la cirugía alveolar y la utilización de corticotomías y osteotomías. En este último apartado hablamos bien de debilitar la interfase hueso-diente con los fenómenos de remodelado óseo que ocurren derivados del procedimiento, o bien realizar una distracción osteogénica, técnica que promueve formación ósea al traccionar un segmento con una fuerza mecánica (no recomendada para evitar reabsorciones radiculares graves).

Teniendo en cuenta los efectos adversos derivados de la administración de fármacos y de la aplicación de terapias físicas, así como los ritmos de movimiento dental obtenido con los diferentes métodos, la cirugía oral a través de corticotomías alveolares (osteotomías limitadas a la cortical ósea) se postula como una opción más segura y eficaz para potenciar la efectividad del movimiento dental durante el tratamiento de ortodoncia.

La realización de corticotomías en combinación con el tratamiento ortodóncico presenta ciertas ventajas más allá de la disminución del tiempo de tratamiento, siendo las más relevantes la mejora de la condición periodontal del paciente y la disminución de reabsorciones radiculares tras el tratamiento. A pesar de ser una técnica descrita hace muchos años, el reciente *boom* bibliográfico al respecto podría suponer una aportación al tratamiento de ortodoncia que, al igual que el cambio de paradigma descrito por Burrow¹, haría variar el enfoque y planificación de los tratamientos. Sin embargo, no es aplicable a todos los casos ni a todos los pacientes, y hay que tener en cuenta que los factores más importantes para el éxito de la técnica son la adecuada selección del caso y un procedimiento quirúrgico cuidadoso.

FISIOLOGÍA: ¿POR QUÉ EL MOVIMIENTO DENTAL ES MÁS RÁPIDO?

En 2008 y 2009, Ferguson¹¹, Sebaoun¹², Lee¹³, Wilcko¹⁴ y Mostafa⁷ han proporcionado evidencia histológica y sistémica para apoyar la hipótesis propuesta por Wilcko¹⁵ en 2001, a partir de dos casos clínicos en que el aumento de la velocidad del movimiento dental subsecuente a la cirugía de corticotomía se debe al grado de alteración metabólica del tejido *per se*¹⁶.

El trauma provocado en la cortical alveolar a través de las corticotomías induce un fenómeno transitorio de desmineralización/remineralización en el hueso alveolar que se corresponde con la fase inicial del proceso de curación normal. Esta respuesta ósea a las fracturas desarrollada por Frost en 1989¹⁷ y descrita por Yaffe, et al. en 1994 en la literatura periodontal¹⁸ y por Lee y Fergusson en 2008¹³, ha sido denominado fenómeno acelerador regional (RAP). El levantamiento de un colgajo también produce un RAP, pero éste es insuficiente para acelerar el movimiento dentario¹⁹. Al potenciarse el RAP, la curación ocurre de 2-10 veces más rápido, siendo el grado y duración de la respuesta directamente proporcional a la intensidad y proximidad de la agresión quirúrgica fisiológica¹⁷.

En la fase inicial del RAP se produce una osteopenia transitoria¹³: existe un incremento dramático del recambio óseo (*turnover*) en la superficie del hueso trabecular, el número de osteoblastos disminuye en el hueso medular y se incrementa la porosidad del

hueso cortical, siendo menos denso pero manteniendo el volumen. La actividad osteoclástica se mide por una disminución del 22% en la retención del isótopo ^{45}Ca , que ocurre durante la primera semana y alcanza su máximo en el día 21¹³. Bogoch²⁰ encontró una respuesta cinco veces mayor en relación con el recambio óseo en el sitio adyacente a la corticotomía realizada en huesos largos; la decorticación alveolar selectiva triplica la respuesta catabólica y los procesos anabólicos a la semana 3 poscirugía, alcanza el pico entre el mes y los 2 meses poscirugía, y puede tardar en normalizarse de 6 meses a 2 años^{12,14,21}.

El término regional se refiere a que la desmineralización sólo ocurre en el sitio del estímulo y el hueso adyacente al mismo; incluso las áreas muy próximas al corte (un diente más allá del mismo) parecen no afectarse por la respuesta del RAP². Por otro lado, el término acelerador hace referencia a la respuesta ósea intensificada en los cortes que se extiende a la médula¹³.

La matriz de tejido blando colagenoso desmineralizado del hueso y las islas de hueso osteoide que quedan tras el proceso de desmineralización pueden ser transportadas rápidamente junto con las superficies radiculares a la posición deseada durante el movimiento ortodóncico; de aquí que se conozca el proceso con el término de «transporte de la matriz ósea»^{22,23}.

El incremento en el recambio óseo y la disminución de la densidad ósea transitoria, además de aumentar la velocidad del movimiento, también son responsables de la disminución de la reabsorción de las superficies radiculares²⁴. El movimiento dental mediante fuerzas ortodóncicas ligeras perpetúa la descalcificación en el alveolo sano y los macrófagos remueven el tejido hialino del ligamento periodontal que impide la reabsorción²⁵; esto ofrece una ventana de entre 3-4 meses para mover los dientes más rápidamente antes de que el hueso se remineralice²¹. Mientras el movimiento dental continúe, el RAP se perpetúa. Y, aunque podría pensarse que el hecho de realizar una segunda corticotomía pasadas 4 semanas podría mantener la velocidad del movimiento por más tiempo, las diferencias obtenidas en cuanto al movimiento dental no parecen justificar una segunda cirugía².

Una vez finalizado el tratamiento de ortodoncia, se crea un entorno que favorece la remineralización alveolar completa, tal y como demuestran Wilcko, et al.

en sus estudios a través de tomografías computarizadas (TC) a los 2 años postratamiento^{14,15,21,23}. El nuevo hueso formado en el área decorticada tarda en mineralizarse nuevamente entre 20-60 días^{10,21,26}.

Ilizarov²⁷, que en 1989 desarrolló los principios de estrés tensional que explican la osteogénesis de distracción en huesos largos, creía que las corticotomías eran el método ideal para crear un lugar de distracción ósea ya que la médula ósea permanece intacta durante el procedimiento. De esta forma, diversos autores han empleado técnicas de distracción periodontal para potenciar la velocidad del movimiento dental^{28,29}. Sin embargo, las respuestas biológicas de ambos procedimientos (distracción y corticotomía) son completamente diferentes; las osteotomías en el hueso alveolar producen cambios que se asemejan a sitios de distracción distal, mientras que las corticotomías producen una pérdida de hueso que da soporte a las raíces dentales, típica del RAP, que facilita su movimiento.

La causa subyacente de las diferentes respuestas óseas por parte de la corticotomía frente a la osteotomía radica en la elevada movilidad del segmento osteotomizado en la distracción, cuya curación se asemeja a la de una fractura. La curación poscorticotomía está producida por las aberturas creadas en los espacios vasculares de la médula subyacente, que expone el sitio quirúrgico a un proceso de curación potenciado mientras se mantiene el segmento afectado en un estado estable¹³.

Dada la incertidumbre en relación con los efectos adversos a largo plazo derivados de la distracción del ligamento periodontal, tales como las reabsorciones radiculares y la afectación de la vitalidad pulpar y de los tejidos periodontales, las corticotomías alveolares selectivas apuntan como un método más efectivo para maximizar el movimiento dental con el menor coste biológico.

TÉCNICAS DE CORTICOTOMÍA ALVEOLAR SELECTIVA

Movimiento de bloques óseos (*bony-block*)

El uso de las corticotomías como coadyuvante de los tratamientos para la corrección de maloclusiones fue descrito por L.C. Bryan y Cummingsham en 1892 y 1893, respectivamente³⁰; sin embargo, Kole³¹ fue el que reintrodujo en 1959 la descripción de una

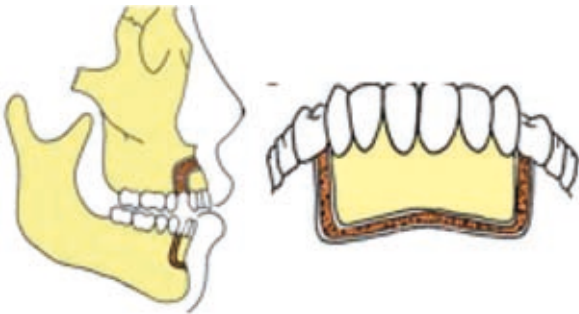


Figura 1. Diseño de la corticotomía perisegmental anterior (adaptado de Chung, et al.³⁴).

técnica de corticotomía asociada al tratamiento de ortodoncia para acelerar el movimiento dental bajo la teoría del movimiento de bloques óseos basada en que la principal resistencia al movimiento óseo eran las corticales y, por lo tanto, realizando cortes interdentes y osteotomías a través de las corticales 10 mm por encima de los ápices se conseguían pequeños bloques de hueso^{14,15}. El movimiento de los bloques ejerciendo la fuerza desde las coronas dentales mediante ortodoncia era más fácil y rápido dado que, de algún modo, se consideraban independientes y unidos únicamente por hueso medular menos denso, manteniéndose así la integridad estructural durante la curación. En 1975, Duker³² llevó a cabo el primer estudio animal, reproduciendo la técnica descrita por Kole.

Ortodoncia rápida (Speedy Orthodontics™)

No obstante, la gran limitación de esta técnica eran los dispositivos removibles utilizados en la época, insuficientes para proporcionar las fuerzas ortopédicas necesarias tras las corticotomías que, actualmente, son el factor clave para el éxito del tratamiento. De este modo, técnicas como la denominada ortodoncia rápida descrita por Chung^{30,33,34} combinan los cortes con fuerzas ortopédicas a través de dispositivos de anclaje intraóseo, generalmente, miniplacas o implantes en «C», generando una osteogénesis de compresión en el segmento corticotomizado durante la tracción que permite su movilización³⁵ (Fig. 1). Dado el pequeño tamaño (1,8 mm de diámetro y 8,5 mm de longitud), el diseño en dos partes, su eficiencia y bajo coste, el implante en «C» tiene múltiples indicaciones, ofreciendo un anclaje óptimo en gran variedad de casos³⁰.

Corticotomía alveolar selectiva (corticotomy-facilitated orthodontics)

En 1978, Generson, et al.³⁶ modificaron la técnica de Kole eliminando la osteotomía subapical y describieron un método para el tratamiento de la mordida abierta utilizando la corticotomía alveolar selectiva conjuntamente con la ortodoncia¹¹. Siguiendo esta línea, en la década de 1990, Anholm, Gantes y Suya³⁷⁻³⁹ describieron la técnica conocida como ortodoncia facilitada por corticotomía, realizando cortes horizontales supraapicales limitados a la cortical ósea vestibular y lingual sin penetrar la medular (corticotomías) que sustituían las osteotomías de unión a cierta distancia de los ápices descritas por Kole. En casos de extracción se aconsejaba realizar la remoción ósea en el alveolo de extracción por vestibular y lingual o palatino para permitir la conservación de la matriz de colágeno del hueso que acompaña al diente y para acelerar la distalización del canino²⁸. En 3-4 meses el tratamiento de ortodoncia debía estar completado, puesto que los bloques óseos empezaban a fusionarse.

Decorticación alveolar selectiva (selective alveolar decortication)

Hoy en día, la técnica conocida como ortodoncia facilitada por corticotomía se denomina decorticación alveolar selectiva¹⁴ y fue puesta de actualidad por los hermanos Wilcko (ortodoncista y periodoncista, respectivamente) en 2001, al describir su propia modificación de la técnica patentándola con el nombre de ortodoncia osteogénica periodontalmente acelerada™ (PAOO™) y registrando el procedimiento en su conjunto como Wilckodontics®.



Figura 2. Elevación del colgajo mucoperiostico de espesor total por vestibular.



Figura 3. Elevación del colgajo mucoperiostico de espesor total por lingual.

Caso clínico 1 (Figs. 2-3). Discrepancia oseodentaria moderada inferior y enfermedad periodontal. Caso clínico y fotografías cedidas por cortesía de J. Nart Espinet.

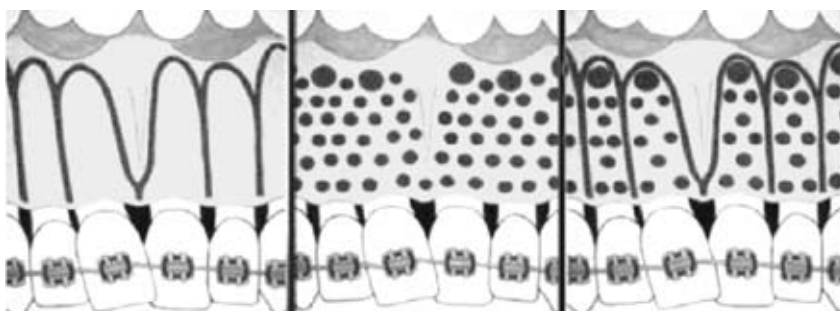


Figura 4. Pueden combinarse las corticotomías circunscritas con las penetraciones intramedulares. Para conseguir un aumento del volumen óseo, se asocian a injertos óseos (adaptado de Ferguson, et al.¹¹).

Los hermanos Wilcko fueron los primeros en sugerir, a través de TC del hueso alveolar, que la celeridad del movimiento dental, mediante la corticotomía, se explica por el grado de desmineralización y remineralización que forma parte de la fase inicial del RAP que ocurre en el hueso alveolar durante el movimiento fisiológico, en vez de atribuirse al movimiento de bloques óseos o los fenómenos de reabsorción y aposición, como se había sugerido anteriormente¹⁵.

Ortodoncia osteogénica periodontalmente acelerada™ (PAOO™)^{11,14,15,22,23,40,41}

Esta técnica se desarrolla en tres fases. La primera de ellas es la decorticación alveolar selectiva, en la cual se realizan incisiones sulculares en ambas superficies del alveolo (vestibular y palatino/lingual) para la elevación de un colgajo de espesor total que permite un mejor acceso al hueso alveolar, una mejor visualización de la zona, la realización de los procesos de aumento y remodelación alveolar (recubrimiento del injerto y mantenimiento de la altura y

volumen de los tejidos) y la mejora de la estética gingival donde sea necesario (Figs. 2 y 3). En zonas estéticas como el frente anterosuperior se recomienda la preservación de las papilas; el acceso al hueso interproximal se realiza desde los extremos distales del colgajo haciendo un túnel bajo el mismo⁴⁰.

Posteriormente, se realizan cortes interproximales de 0,5 mm de profundidad limitados a las corticales vestibular y lingual mediante una fresa de bola de pieza de mano (Fig. 4).

La finalidad de estos cortes es crear una fina capa de hueso (< 1,5 mm) alrededor de la raíz de los dientes y maximizar el sangrado²²; se recomienda realizarlos en las partes más gruesas del hueso cortical, siendo la morfología de los mismos (longitudinal, circular...) irrelevante (Fig. 5) frente al total de la superficie decorticada⁹.

La segunda fase consiste en realizar procedimientos de aumento alveolar colocando material reabsorbible en las áreas de decorticación como es el Bio-Oss® de 0,25-1 mm, mojado en 5-10 mg/ml de fosfato de



Figura 5. Corticotomía alveolar selectiva vestibular en forma circular.



Figura 6. Colocación del injerto óseo en la cortical vestibular.



Figura 7. Sutura de los colgajos vestibular y lingual.

clindamicina o plasma rico en plaquetas sin empaparlos para no interferir en reposicionamiento del colgajo (Fig. 6), siendo opcional la colocación de membranas de colágeno reabsorbibles. Las matrices descalcificadas estimulan la actividad osteoblástica; de esta forma, se obtiene un aumento del volumen alveolar neto tras el procedimiento. El colgajo se sutura con seda de 4-0 o Gortex 5-0, retirándola a las semanas 2-3 si el injerto es superior a 0,5 cc (Fig. 7).

La última fase del procedimiento consiste en la aplicación de las fuerzas ortodóncicas, recomendándose la colocación de la aparatología 1 semana antes de la corticotomía (aunque puede demorarse de 1-2 semanas poscirugía para facilitar el procedimiento). El inicio del tratamiento debe realizarse tras la cirugía, como máximo postergándolo a 2 semanas poscorticotomía, siendo el ritmo de las activaciones cada 2 semanas. La tasa de movimiento alcanzada con esta técnica es de 1-2 mm/semana, frente al milímetro mensual obtenido mediante tratamiento ortodóncico convencional^{9,42}.

Siguiendo los pasos de los hermanos Wilcko, varios autores han registrado su propia versión del procedimiento bajo diferentes nombres, describiéndose en la literatura ciertas modificaciones del mismo que se detallan a continuación:

- Técnica de dislocación dental monocortical y distracción del ligamento periodontal (MTDLD)^{43,44}. La técnica de microcirugía ortodóncica MTDLD, descrita por Vercellotti y Podesta en 2007, se desarrolla inicialmente a través de una presión dental que produce una compresión periodontal en la que existe un movimiento rápido (dislocación) de la raíz y de la unidad

cortical ósea sin compresión del ligamento ni reabsorción ósea (MTD), seguida de una distracción rápida de las fibras del ligamento periodontal (LD) que finaliza con un proceso de curación osteogénica.

Surgió con el objetivo de maximizar la rapidez del movimiento dental previniendo los daños en los tejidos periodontales, al realizar los cortes mediante un bisturí piezoeléctrico que ofrece las siguientes ventajas: las corticotomías son más seguras y más precisas, el control quirúrgico es máximo, la acción de corte es selectiva y la morbilidad es mínima porque la mayor frecuencia activa las mitocondrias y la capacidad reproductiva celular, lo cual se traduce en una mejor recuperación de los tejidos.

Las etapas en las cuales se desarrolla el procedimiento son las mismas que las descritas por los hermanos Wilcko. Sin embargo, las corticotomías se realizan únicamente en la cortical que favorece la dirección del movimiento dental, ya que se ha demostrado que la corticotomía parcial monocortical es suficiente para estimular el movimiento dental a través del RAP⁴⁵.

En la cortical vestibular se realizan cortes longitudinales interproximales de 0,5 mm de profundidad, así como un corte horizontal entre 1-2 mm por encima de los ápices de la misma profundidad (si el movimiento deseado es de expansión) acabados en «Y» para favorecer la preservación de la cresta ósea; en casos de intrusión, la remoción de hueso mediante los cortes horizontales se corresponderá a la cantidad de intrusión que se desee (Figs. 8-12).

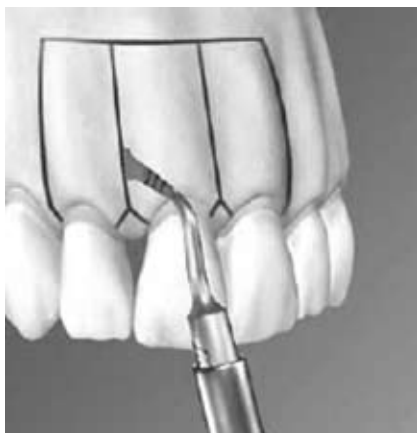


Figura 8. Corticotomías verticales y horizontales realizadas con bisturí piezoeléctrico (adaptado de Vercellotti, et al.⁴³).



Figura 9. Maloclusión inicial.



Figura 10. Cortes longitudinales acabados en forma de «Y».

Caso clínico 2 (Figs. 9-12). Compresión maxilar que produce una mordida cruzada del lado derecho. Caso clínico y fotografías cedidas por cortesía de P. Mir Orfila y T. Florit Pons.



Figura 11. Corte horizontal supraapical.



Figura 12. Sutura del colgajo mucoperiostico.

Si hay suficiente espacio interproximal se puede realizar un corte horizontal en la zona próxima a la cresta alveolar (Fig. 13). En la cortical palatina se realizan cortes de igual forma (si el movimiento deseado es de retracción), aunque de mayor profundidad: 4-4,5 mm.

El aumento alveolar se realiza en aquellos casos seleccionados en los que se requiere un aumento del espesor de la cortical ósea vestibular, mediante hueso autógeno recogido en forma de *chips* de la zona apical del hueso alveolar o bien mediante Bio-Oss® de 0,25-1 mm, en cuyo caso el

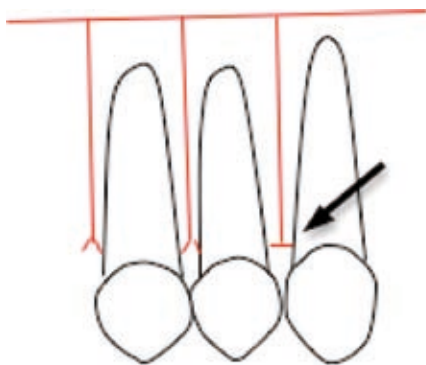


Figura 13. Cortes longitudinales acabados en «Y» en las zonas de menor distancia interradicular y corte horizontal en la zona de mayor anchura ósea.

injerto se recubre con una membrana reabsorbible de colágeno (Bio-Gide®).

En cuanto a la aplicación de las fuerzas ortodóncicas, estos autores prefieren la colocación inmediata de la aparatología una vez ya realizadas las corticotomías por una mera cuestión de comodidad en la realización del procedimiento quirúrgico. Se recomienda iniciar la aplicación de fuerzas entre 1-7 días una vez finalizado el mismo, manteniendo un ritmo de activaciones cada 2 semanas. Asimismo, dado que el tratamiento ortodóncico se realiza con técnicas de baja fricción, se recomienda realizar visitas de control a los pacientes cada semana para verificar que no haya interferencias en el deslizamiento que puedan disminuir la efectividad del movimiento dental (dobleses en el arco, etc.).

- Corticision⁴⁶. En 2009, Kim, Park y Kang⁴⁶ introdujeron un procedimiento quirúrgico dentoalveolar complementario al tratamiento ortodóncico para acelerar el movimiento dental mediante una intervención quirúrgica mínima. Al no requerir el levantamiento de un colgajo mucoperióstico se evitan las posibles complicaciones derivadas del mismo, como son la reabsorción de la cresta alveolar, dehiscencias alveolares y recesiones gingivales.

Esta técnica consiste en la realización de cortes longitudinales interproximales en las corticales vestibular y palatina o lingual de forma transmucosa, es decir, sin levantamiento de un colgajo. Las corticotomías se realizan con un martillo quirúrgico, transfiriendo pequeños golpes a un bisturí reforzado (n.º 15T) posicionado entre 45-60° al eje longitudinal de los dientes, y

preservando la cresta alveolar al mantenerse a una distancia de 2 mm de la papila. Una vez realizados los cortes, se recomienda la aplicación inmediata de fuerzas ortodóncicas a razón de una vez cada 2 semanas.

A pesar de demostrarse su efectividad en la estimulación del movimiento ortodóncico al provocar un aumento en la tasa de remodelación de hueso alveolar, esta técnica sólo se ha descrito en gatos, activándose la ortodoncia cada 3 días, desconociéndose, por lo tanto, sus efectos clínicos en cuanto a la tasa de movimiento y duración del tratamiento en humanos.

Aun siendo quirúrgicamente menos invasiva, el principal inconveniente de la técnica de *Corticision* es que no ofrece los beneficios que describen otras técnicas, como es la posibilidad de realizar un aumento alveolar mediante injertos de tejido óseo para aumentar el soporte periodontal en las áreas que requieren expansión dental.

- *Piezocision*^{47,48}. Siguiendo con la idea de Kim, et al., la técnica de Dibart, Sebaoun y Surmehian⁴⁷, descrita en 2009, surge como alternativa al trauma generado por la elevación de grandes colgajos y la extensión de las corticotomías. La corticotomía «clásica» se ha encontrado con cierta resistencia por parte de los pacientes y de la comunidad ortodóncica, ya que se han descrito sensaciones de mareo y vértigo posicional paroxístico tras el uso de martillos y cinceles quirúrgicos por parte del paciente, obteniéndose una percepción agresiva del procedimiento. La técnica de *Piezocision*, como

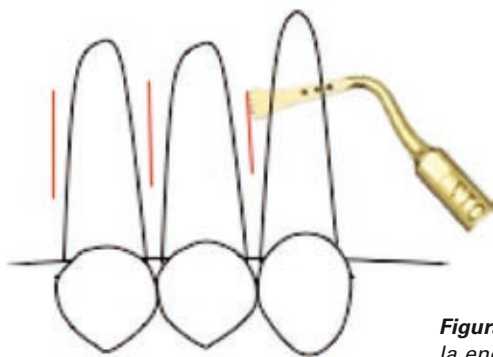


Figura 14. Cortes longitudinales realizados mediante bisturí piezoeléctrico sobre la encía y mucosa vestibular, sin levantamiento de colgajo.

técnica alternativa, mantiene el beneficio clínico obtenido a través del injerto óseo concomitante.

Las corticotomías se realizan únicamente en la cortical vestibular, de forma longitudinal en el hueso alveolar interproximal y preservando la papilas interdentes; inicialmente, se efectúan microincisiones transmucosas con un bisturí del número 15 para, posteriormente, realizar cortes de aproximadamente 3 mm de profundidad en la cortical mediante un bisturí piezoeléctrico (Fig. 14).

En las áreas que requieran un injerto óseo o de tejido conectivo, generalmente localizadas en las zonas anteriores donde el hueso alveolar vestibular es escaso, así como en pacientes que presentan periodontos finos o recesiones gingivales, se pueden realizar injertos mediante la técnica de tunelización. Se recomienda suturar las zonas en las que se han realizado injertos mediante sutura reabsorbibles de 5-0, dejando cicatrizar las restantes áreas por segunda intención.

La aparatología ortodóncica se coloca 1 semana antes del procedimiento quirúrgico, realizando las activaciones y controles al paciente cada 2 semanas.

Las ventajas principales de la técnica de *Piezocision* son las siguientes: es rápida, tardando una media de 1 h para realizar las corticotomías en ambas arcadas; es mínimamente invasiva y menos traumática para el paciente ya que, en primer lugar, no requiere la elevación de un colgajo mucoperióstico (y cualquier procedimiento periodontal que requiera una elevación de un colgajo provoca cierta pérdida de inserción^{49,50})

y, en segundo lugar, los cortes son sólo en la cortical vestibular y con un bisturí piezoeléctrico para la preservación de los tejidos blandos; permite realizar injertos de tejido conectivo para la corrección de defectos mucogingivales e injertos óseos en áreas seleccionadas mediante la técnica de tunelización en la misma cirugía.

VENTAJAS DEL TRATAMIENTO ORTODÓNCICO ASOCIADO A CORTICOTOMÍAS ALVEOLARES

Disminución del tiempo de tratamiento

Sin lugar a dudas, la principal ventaja del tratamiento ortodóncico asociado a las corticotomías alveolares es la disminución del tiempo de tratamiento^{6-8,10,11,14,15,23,30,31,37-39,43,47,51-57}.

Numerosos autores han demostrado que, junto con las corticotomías, el tiempo de tratamiento ortodóncico puede llegar a reducirse considerablemente en función del caso y el movimiento a realizar, llegando a tasas de disminución respecto al tratamiento de ortodoncia convencional incluso del 70%; los estudios más relevantes al respecto se resumen en la tabla 1.

Menor coste biológico

Menor riesgo de reabsorciones radiculares

La incidencia de reabsorciones radiculares tras el tratamiento de ortodoncia convencional es significativamente mayor al compararse con aquellos tratamientos de ortodoncia facilitada por corticotomías alveolares^{51,58-62}. Los hermanos Wilcko refieren

Tabla 1. Tabla comparativa de los diferentes estudios que analizan el tiempo de tratamiento ortodóncico con o sin corticotomía alveolar en función del movimiento a realizar

Autores	Movimiento	Tiempo de tratamiento (T Tto) ortodoncia + corticotomía	T Tto ortodoncia
Köle, 1959		6-12 semanas	
Anholm, et al., 1986		11 meses	
Gantes, et al., 1990		14,8 meses	28,3 meses
Suya H, 1991		3-4 meses	6-12 meses
Hajji, 2000		6,1 meses	18,7 meses (sin exos) 26,2 meses (con exos)
Germeç, et al., 2006	Retracción (caso de exos de clase III)	16 meses	31 meses
Vercelloti & Podesta, 2007	Media 43-149 días	↓ 60-70%	
	Expansión maxilar: 2 meses		
	Intrusión mandibular: 3,5 meses		
Spena et al., 2007	Distalación molar: 2 meses	11 meses	
Fischer TJ, 2007	Caninos incluidos	↓ 28-33%	0,75 mm/mes
		1,06 mm/mes	
Oliveira, et al., 2008	Intrusión molares maxilares	4 mm – 2,5-4 meses	4 mm – 7,5-8,5 meses
Nowzari, Yorita, Chang, 2008	Clase II/2 apiñamiento moderado	8 meses	24 meses
Wilcko, 2008 y 2009	6-12 semanas	↓ 30-50%	
		Apiñamiento moderado: 4-6 meses	
		Cierre de espacios: 6-8 semanas	
		Clase II/1 con exos: 9-12 meses	
Mostafa, et al., 2009	Cierre mordida abierta anterior	Media 6 semanas (4-12)	
Dibart, Sebaoun, Surmenian, 2009	17 semanas	T _{1/2} : 3 veces menos	
		Clase II con apiñamiento	

en sus casos una disminución de reabsorciones a nivel de las raíces de incisivos superiores del 50% (1,1 mm), en comparación con tratamientos de ortodoncia convencional⁶³.

Mejoras en la condición periodontal y cambios óseos morfológicos

Gantes, et al. observaron una disminución del 20% de recesiones gingivales y ausencia de bolsas periodontales en aquellos pacientes a los que se realizaron corticotomías alveolares previas al tratamiento de ortodoncia³⁸.

Gracias a las técnicas de aumento alveolar, se ha demostrado una mejora de las dehiscencias y cubrimiento de fenestraciones a través de tomografías alveolares a los 2,5 años posretención, siempre que el diente sea vital, y persisten a los 3 años posretención, especialmente por vestibular del sector antero-inferior^{14,22,57,64}.

Aunque Spena⁵⁷ refiere que la corticotomía alveolar estimula el sangrado y la proliferación capilar en el callo óseo, creando un lecho perfecto para el injerto óseo, Greenstein⁶⁵ no observa evidencia científica suficiente para afirmar que dicho procedimiento *per se* favorece la viabilidad de las técnicas de regeneración guiada.

Asimismo, el remodelado e incremento de volumen del hueso alveolar simultáneos pueden afectar al hueso subyacente y proveer cierto grado de recontorneado facial. Gracias a la colocación de injertos óseos que forman parte del PAAO™, Wilcko, et al. han observado un aumento del volumen alveolar a nivel del punto B^{22,23,40,54}.

Menor riesgo de aparición de descalcificaciones del esmalte

Menor riesgo de aparición de descalcificaciones del esmalte al disminuir el tiempo de tratamiento⁵¹.

Mayor estabilidad del tratamiento de ortodoncia^{14,15,23,39,41,47,51,54,57,66}

De acuerdo con Little⁶⁷, menos del 30% de los casos tratados con ortodoncia son estables a los 10 años postratamiento, siendo la principal causa de la recidiva en sectores anteroinferiores, según Rothe, et al.⁶⁸, la delgadez de la cortical^{14,15}.

El injerto de hueso que forma parte del procedimiento quirúrgico de la corticotomía alveolar selectiva aumenta el grosor de la cortical alveolar; sin embargo, el verdadero motivo de la estabilidad en estos tratamientos es la «pérdida de memoria» derivada del proceso de desmineralización/remi-neralización del alveolo original y la formación de nuevo hueso una vez finalizado el movimiento ortodóncico²³.

Diversos autores han observado diferencias significativas en cuanto a la estabilidad de estos tratamientos al compararlos con la ortodoncia convencional⁶⁹⁻⁷¹, siendo el más relevante el de Nazarov⁶⁶, cuya evaluación se realizó mediante el sistema objetivo de gradación de la *American Board of Orthodontics*.

Mayor rango de movimientos

La decorticación alveolar selectiva como coadyuvante del tratamiento de ortodoncia aumenta al doble o triple los límites del movimiento dentario descritos por Ackerman y Proffit⁷², en cualquier plano excepto en casos de retracción de incisivos^{11,30,41}. De este modo, esta técnica puede disminuir la necesidad de realizar extracciones, al resolver casos de discrepancias oseodentarias de hasta 10-12 mm¹⁴.

Potencial método de anclaje diferencial^{26,47,51}

La especificidad del diente en el movimiento dental quirúrgicamente asistido puede suponer una gran ventaja en cuanto al anclaje, ya que los principales efectos del RAP están restringidos a la región del estímulo; incluso las áreas próximas no se ven afectadas por el RAP, ya que no hay desmineralización de un diente más allá del corte más cercano².

Aplicable a cualquier técnica ortodóncica

Las corticotomías alveolares se pueden realizar en combinación con técnicas de ortodoncia convencional, es decir, con brackets vestibulares, así como

con técnicas de ortodoncia lingual e incluso, tal y como propone Owen⁷³, con Invisalign[®]. Con esta última técnica se pueden resolver casos de discrepancia oseodentaria leve en 8 semanas, proporcionando al paciente un tratamiento estético y rápido en el que se recomienda cambiar los alineadores cada 3-4 días.

INDICACIONES

Movimientos dentales individuales

Intrusión/extrusión^{10,43,56,59,61,62}

A pesar de que la mayoría de autores refieren mayor rapidez en dichos movimientos tras realizar corticotomías alveolares, Kim, et al.⁶² no encontraron diferencias significativas en cuanto a la intrusión de un molar superior mediante corticotomía y anclaje óseo, comparado con el tratamiento ortodóncico convencional. Sin embargo, el menor riesgo de reabsorciones radiculares, atribuidas principalmente a este movimiento, parece motivo suficiente para la indicación de la técnica.

Enderezamiento molar^{43,62}

De igual modo, como se indica en el apartado anterior, tampoco se encontraron diferencias significativas respecto al tiempo de tratamiento para el enderezamiento de molares inferiores con microtornillos, comparado con el tratamiento de ortodoncia convencional: 7-9 meses.

*Caninos incluidos*⁵³

Al movilizar, en varios casos, uno de los dos caninos maxilares incluidos por palatino mediante la técnica de corticotomía alveolar, Fischer⁵³ obtuvo una disminución del tiempo de tratamiento del 28-33% con respecto a los contralaterales, sin obtenerse diferencias significativas con respecto a la condición periodontal final de ambos.

Distalización molar

Spena, et al.⁵⁷ refieren movimientos de distalización molar en 2 meses tras la realización de corticotomías alveolares y ortodoncia mediante aparatología fija y *coil springs*, finalizando el tratamiento en tan sólo 11 meses.

Movimientos dentales en masa

Discrepancias oseodentarias maxilares y mandibulares

Las principales indicaciones de la corticotomía alveolar selectiva asociada al tratamiento de ortodoncia son las discrepancias oseodentarias maxilares y mandibulares graves con una relación esquelética normal, así como la retracción de incisivos^{14,15,52}.

A nivel sagital, los límites descritos por Wilcko, et al. para el tratamiento mediante corticotomías y ortodoncia sin necesidad de realizar extracciones son de hasta 10-12 mm de discrepancia oseodentaria¹⁴. No obstante, las discrepancias transversales también se encuentran entre las indicaciones de la técnica^{51,63}; los límites descritos por Wilcko, et al. para el tratamiento de discrepancias transversales mediante corticotomías y ortodoncia son de 8 mm²², independientemente de la clase de Angle que presente el paciente; de esta forma, se puede llegar a solucionar compresiones dentoalveolares maxilares en 12 semanas sin observarse una apertura significativa de la sutura palatina media ni un diastema entre los incisivos centrales superiores⁶³.

Yen, et al.⁷⁴ demostraron que la expansión asistida por corticotomía es una técnica efectiva para el tratamiento de deficiencias maxilares transversales en adultos al proveer mayor estabilidad y mejores condiciones periodontales que la expansión dentoalveolar convencional⁵¹. De acuerdo con Hassan, et al.⁷⁵, esta técnica también permite realizar una expansión diferencial unilateral de forma más controlada que con la expansión convencional al ser más efectiva, menos dependiente del paciente y al evitar efectos secundarios innecesarios tales como la sobre-corrección del lado no afecto, el canteo del plano oclusal y el compromiso de la dimensión vertical del paciente. No obstante, no debe considerarse una alternativa a la *Surgically Assisted Rapid Palatal Expansion* (SARPE) en el tratamiento de la mordida cruzada posterior grave⁵¹.

Los casos que requieren extracciones suelen ser Clases II/1 dentales^{22,23,30,43} o biprotrusiones maxilares con incompetencia labial, sin alteraciones en los planos mandibular y oclusal^{43,76}, cuya resolución también se ha descrito con frecuencia por autores como Chung, Kim o Lee mediante corticotomías segmentarias^{30,33,35,77}. La retracción de los caninos tras la extracción de premolares, que suele consumir un

tiempo considerable dentro del tiempo total de tratamiento ortodóncico, ha demostrado ser más rápida al realizar corticotomías junto con el tratamiento de ortodoncia convencional^{7,8}.

Wilcko, et al. realizan la retracción de incisivos en 3 semanas, resolviendo el caso en 6 meses^{14,52}. Vercelloti y Germeç, et al.⁴⁵ promueven la corticotomía alveolar monocortical para dicha retracción, finalizándola en 1,5 meses en los tratamientos con extracciones. En las técnicas descritas por estos últimos autores para la retracción de incisivos, no se realizan cortes horizontales subapicales en la cortical lingual; de este modo, se preserva el aporte sanguíneo de la región mandibular dentoalveolar por parte de la mucosa lingual y se protegen las delgadas raíces de los incisivos en una región donde el acceso es difícil y la posibilidad de dañar los dientes durante el procedimiento es alta.

Mordida abierta anterior

La corticotomía perisegmentaria ha sido la técnica de primera elección como coadyuvante del tratamiento de ortodoncia para la resolución de mordidas abiertas anteriores³⁰; sin embargo, tanto Vercelloti³² como Mostafa, et al.⁵⁵ promueven el uso de la corticotomía alveolar selectiva para el tratamiento de dicha maloclusión, cerrando la mordida en una media de 6 semanas y observando la persistencia de sobremordida a los 2 años postratamiento.

Periodontales

Como se ha comentado anteriormente, las corticotomías permiten una mejora en las condiciones periodontales del paciente al asociarse al tratamiento de ortodoncia; no obstante, la controversia radica en su efectividad para mejorar los tratamientos periodontales. Diversos autores afirman que en los casos que requieran de regeneración ósea guiada, las corticotomías podrían mejorar el aumento de altura y/o anchura del hueso alveolar en cuanto a rapidez y cantidad al colocar un injerto, mientras que otros opinan lo contrario.

Por su parte, Greenstein⁶⁵ afirma que la corticotomía promueve la curación mediante el sangrado dado que el coágulo desprende citocinas y factores de crecimiento que atraen a células precursoras y vesículas sanguíneas; que el alcance del injerto se realiza más fácilmente por parte de los osteoblastos a través de los «túneles» creados, y que mejora la unión física entre el hueso e injerto.

LIMITACIONES Y CONTRAINDICACIONES

Medicación^{10,11,14,15,23,78}

Las corticotomías alveolares selectivas no se indican en pacientes que toman suplementos de calcio (Ca^{2+}), como por ejemplo para el tratamiento de la osteoporosis, o medicación a largo plazo como bifosfonatos, inmunosupresores, esteroides..., ya que interfieren en el RAP al disminuir el recambio óseo por aumentar la captación de Ca^{2+} . Asimismo, los pacientes que toman antiinflamatorios no esteroideos (AINE) a largo plazo (frecuentes para el tratamiento de artritis reumatoide) no se consideran candidatos a realizar esta técnica porque los AINE interfieren en el proceso inflamatorio sobre la producción de prostaglandinas, y la osteopenia que ocurre como parte del RAP se considera un proceso inflamatorio estéril.

Anquilosis^{22,23}

El aumento del recambio óseo y la baja densidad ósea forman el entorno para que el ligamento periodontal medie el proceso por el cual los dientes se mueven más rápido. La ausencia de ligamento periodontal en los casos de anquilosis impiden este proceso.

Biprotusiones bimaxilares acompañadas de sonrisa gingival⁵¹

Se considera que dichas biprotusiones se beneficiarían más de una osteotomía segmentaria, desaconsejándose la corticotomía como opción terapéutica de elección⁷⁷.

Problemas esqueléticos graves¹⁴, principalmente en Clases III.

Pacientes con algún signo de enfermedad periodontal activa y con problemas endodóncicos tratados de forma inadecuada¹⁰.

COMPLICACIONES

Dentales (periodontales)

A pesar de las ventajas comentadas al respecto, contradictoriamente, los principales efectos adversos de la técnica también se dan a ese nivel, siendo las

más relevantes la posible pérdida de papila interdental, disminución de encía insertada, recesiones gingivales, reabsorción del hueso alveolar y defectos periodontales en casos de distancia interdental corta^{30,76,79,80}.

Por lo tanto, se recomienda realizar controles periodontales mensuales simultáneos al tratamiento de ortodoncia, en los cuales debe observarse una buena preservación de la papila interdental, así como la ausencia de bolsas mayores de 3 mm, recesión gingival mayor de 1 mm, necrosis, pérdida de altura del hueso alveolar en las radiografías y reabsorción radicular en las mismas¹⁵.

Generales

Pueden aparecer hematomas subcutáneos en la cara y cuello tras realizar corticotomías intensas³⁸. Además, pueden esperarse signos de inflamación postoperatoria y dolor de carácter leve durante algunos días⁵¹.

DISCUSIÓN

La corticotomía alveolar selectiva como coadyuvante del tratamiento ortodóncico es muy prometedora, pero hay muy pocos casos descritos en la literatura y se desconoce la efectividad de las técnicas entre sí y en relación con el tipo de movimiento deseado. Se necesitan más estudios clínicos e histológicos para entender la biología del movimiento dentario mediante esta técnica, su efecto sobre los dientes y hueso, y evaluar la estabilidad posretención, el volumen de hueso formado, así como el estado periodontal y radicular tras el tratamiento de ortodoncia.

Asimismo, sería conveniente la realización de estudios a largo plazo para evaluar las ventajas y desventajas del procedimiento, así como para determinar si existen diferencias entre las distintas técnicas descritas y valorar, en ese caso, cuál de ellas sería la de elección para cada paciente en particular. Cabe pensar que, a igual RAP, la técnica de elección sería la menos invasiva (como p. ej. la técnica de *Piezocision*, por otro lado es una técnica a ciegas con menos control); sin embargo, se necesitan estudios a «boca partida» para evaluar la eficacia de diferentes técnicas ante una misma indicación a fin de concretar cuál sería más conveniente en unos casos y cuál en otros.

Pero, abundando en que la cirugía sea lo menos invasiva posible, parece lógico pensar que la corticotomía debe circunscribirse a la zona hacia donde debe moverse el/los diente/es. Así, por ejemplo y como

recomiendan Vercellotti y Podesta, para un movimiento de expansión la corticotomía se realizaría exclusivamente en la cortical vestibular. Una cirugía menos invasiva ha de ser sinónimo de menor tiempo quirúrgico y de postoperatorio menos molesto para el paciente.

De las consideraciones mencionadas en esta revisión puede extraerse el siguiente protocolo:

- Protocolo de actuación ortodóncico:
 - Programar la técnica en función del movimiento a realizar, y, en lo posible, elegir la menos invasiva, como las técnicas de *Piezocision* o la de Vercellotti y Podesta. Si se precisa de aumento y remodelado óseo, deben emplearse técnicas que lo permitan, tales como la de *Piezocision*, la de Vercellotti y Podesta o la de los hermanos Wilcko. Si la corticotomía se realiza asociada a cirugía ortognática, debe seleccionarse la técnica en función de lo mencionado anteriormente.
 - Colocar la aparatología previamente a la cirugía (únicamente las brackets, sin el arco, para facilitar el procedimiento quirúrgico), aunque algunos autores recomiendan cementar la aparatología justo al finalizar la cirugía y lo hacen mediante cementado indirecto.
 - Iniciar la ortodoncia inmediatamente tras la cirugía (entre 1-7 días posteriores).
 - El ritmo de activaciones se realizará cada 2 semanas, es decir, el tiempo de trabajo de los arcos será inferior, llegando a la fase de trabajo (aceros de .019" × .025") lo antes posible.
 - En casos en que se requiera expansión (leve), se utilizarán arcos anchos desde la fase de alineamiento. También puede utilizarse aparatología auxiliar tipo *quad-helix* o disyuntores para favorecer dicha expansión, activándose de forma más frecuente. Dado que actualmente se utilizan sistemas de baja fricción, entre visita y visita deberá controlarse cualquier factor que pueda influir negativamente en el deslizamiento de los arcos (dobles del alambre, placa bacteriana...).
 - Si se utilizan alineadores estéticos en vez de brackets, éstos deberán cambiarse cada 3-4 días en vez de cada 2 semanas, como se realiza convencionalmente.

- La fase de acabado y detallado se realizará de forma convencional, a fin de dejar que la osificación siga su curso durante el proceso de curación y favorecer así la estabilidad de los movimientos realizados.

CONCLUSIONES

- La corticotomía alveolar selectiva como coadyuvante al tratamiento de ortodoncia es un procedimiento prometedor que ofrece ventajas como una mayor rapidez del movimiento dental y la disminución de reabsorciones radiculares. No sustituye a los tratamientos ortopédicos ni de cirugía ortognática, pero sí los puede complementar. Debe estar correctamente indicada y llevada a cabo por especialistas como cirujanos o periodoncistas experimentados.
- Se necesitan más estudios clínicos e histológicos que ayuden a entender la biología del movimiento dental con este procedimiento, sus efectos sobre los dientes y el hueso, la estabilidad posretención, el volumen de hueso formado y el estado periodontal postratamiento. Deben ser estudios a largo plazo para evaluar las ventajas y desventajas del procedimiento, así como para determinar si existen diferencias entre las distintas técnicas descritas.
- La técnica de elección sería la menos invasiva y más orientada al movimiento dental a realizar y a la necesidad o no de aumento óseo (a igual RAP).

BIBLIOGRAFÍA

1. Burrow SJ. Biomechanics and the paradigm shift in orthodontic treatment planning. *J Clin Orthod.* 2009;43(10):635-44.
2. Sanjideh PA, Rossouw PE, Campbell PM, Opperman LA, Buschang PH. Tooth movements in foxhounds after one or two alveolar corticotomies. *Eur J Orthod.* 2010;32(1):106-13.
3. American Association of Orthodontists. How long will my treatment take? <http://www.aamembers.org>, 2007.
4. Luther F, Morris DO, Hart C. Orthodontic preparation for orthognathic surgery: how long does it take and why? A retrospective study. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2003;41(6):401-6.
5. Luther F, Morris DO, Karnezi K. Orthodontic treatment following orthognathic surgery: how long does it take and why? A retrospective study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(10):1969-76.
6. Nowzari H, Yorita FK, Chang HC. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics combined with autogenous bone grafting. *Compend Contin Educ Dent.* 2008;29(4):200-6; quiz 07, 18.
7. Mostafa YA, Mohamed Salah Fayed M, Mehanni S, ElBokle NN, Heider AM. Comparison of corticotomy-facilitated vs. standard tooth-movement techniques in dogs with miniscrews as anchor units. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(4):570-7.
8. Ren A, Lv T, Kang N, Zhao B, Chen Y, Bai D. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(2):160 e1-10.
9. Davidovitch Z, Murphy N. The adaptation and development of biological concepts in orthodontics. In: Krishnan V, Davidovitch Z. *Biological mechanisms of tooth movement.* Wiley-Blackwell; 2009. p. 8-13.

10. Oliveira DD, De Oliveira FB, Soares VR. Alveolar corticotomies in orthodontics: indications and effects on tooth movement. *Dental Press J Orthod.* 2010;15(4):144-57.
11. Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko MT. Selective alveolar decortication for rapid surgical-orthodontic of skeletal malocclusion treatment. In: Bell WE, Guerrero C. *Distraction osteogenesis of the facial skeleton.* Hamilton, ON: BC Decker, Inc; 2007. p. 199-203.
12. Sebaoun JD, Kantarci A, Turner JW, Carvalho RS, Van Dyke TE, Ferguson DJ. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortication in rats. *J Periodontol.* 2008;79(9):1679-88.
13. Lee W, Karapetyan G, Moats R, et al. Corticotomy-/osteotomy-assisted tooth movement microCTs differ. *J Dent Res.* 2008;87(9):861-7.
14. Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF. Anevidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: a synthesis of scientific perspectives. *Semin Orthod.* 2008;14(4):305-16.
15. Wilcko WM, Wilcko T, Bouquet JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2001;21(1):9-19.
16. Kelson CL, Sebaoun JD, Ferguson DJ, Kantarci A, Carvalho RS, Van Dyke TE. Anabolic modeling of the lamina dura following selective alveolar decortication. *The ADEA/AADR/CADR Meeting & Exhibition (March 8-11, 2006); 2006; Orlando, FL.*
17. Frost HM. The biology of fracture healing. An overview for clinicians. Part I. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;248:283-93.
18. Yaffe A, Fine N, Binderman I. Regional accelerated phenomenon in the mandible following mucoperiosteal flap surgery. *J Periodontol.* 1994; 65(1):79-83.
19. Pfeifer JS. The reaction of alveolar bone to flap procedures in man. *Periodontics.* 1965;20:135-40.
20. Bogoch E, Gschwend N, Rahn B, Moran E, Perren S. Healing of cancellous bone osteotomy in rabbits. Part I. Regulation of bone volume and the regional acceleratory phenomenon in normal bone. *J Orthop Res.* 1993;11(2):285-91.
21. Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko MT. Accelerating orthodontics by altering alveolar bone density. *Good Practice.* 2001;2(2):2-4.
22. Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, Bissada NF, Bouquet JE. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(10):2149-59.
23. Wilcko MT, Wilcko WM, Omniewski KB, Bouquet J, Wilcko JM. The periodontally "accelerated osteogenic orthodontics" technique (PAOO™) technique: efficient space closing with either orthopedic or orthodontic forces. *J Implant Advanced Clin Dent.* 2009;1(1):45-63.
24. Goldie RS, King GJ. Root resorption and tooth movement in orthodontically treated, calcium-deficient, and lactating rats. *Am J Orthod.* 1984;85(5):424-30.
25. Iino S, Sakoda S, Ito G, Nishimori T, Ikeda T, Miyawaki S. Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(4):448 e1-8.
26. Wang L, Lee W, Lei DL, Liu YP, Yamashita DD, Yen SL. Tissue responses in corticotomy- and osteotomy-assisted tooth movements in rats: histology and immunostaining. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136(6):770 e1-11; discussion 70-1.
27. Ilizarov GA. The tension-stress effect on the genesis and growth of tissues. Part I. The influence of stability of fixation and soft-tissue preservation. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;238:249-81.
28. Liou EJ, Huang CS. Rapid canine retraction through distraction of the periodontal ligament. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998; 114(4):372-82.
29. Lv T, Kang N, Wang C, Han X, Chen Y, Bai D. Biologic response of rapid tooth movement with periodontal ligament distraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(3):401-11.
30. Chung KR, Kim SH, Kook YA. Speedy surgical orthodontic treatment with skeletal anchorage. In: Bell WE, Guerrero C. *Distraction osteogenesis of the facial skeleton.* Hamilton, ON: BC Decker, Inc; 2007. p. 167-86.
31. Kole H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1959;12(5):515-29 concl.
32. Duker J. Experimental animal research into segmental alveolar movement after corticotomy. *J Maxillofac Surg.* 1975;3(2):81-4.
33. Chung KR, Kim SH, Lee BS. Speedy surgical-orthodontic treatment with temporary anchorage devices as an alternative to orthognathic surgery. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;135(6):787-98.
34. Chung KR, Mitsugi M, Lee BS, Kanno T, Lee W, Kim SH. Speedy surgical orthodontic treatment with skeletal anchorage in adults – Sagittal correction and open bite correction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009; 67(10):2130-48.
35. Kim SH, Lee KB, Chung KR, Nelson G, Kim TW. Severe bimaxillary protrusion with adult periodontitis treated by corticotomy and compression osteogenesis. *Korean J Orthod.* 2009;39(1):54-65.
36. Generson RM, Porter JM, Zell A, Stratigos GT. Combined surgical and orthodontic management of anterior open bite using corticotomy. *J Oral Surg.* 1978;36(3):216-9.
37. Anholm JM, Crites DA, Hoff R, Rathbun WE. Corticotomy-facilitated orthodontics. *CDA J.* 1986;14(12):7-11.
38. Gantes B, Rathbun E, Anholm M. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case reports. *J Periodontol.* 1990; 61(4):234-8.
39. Suya H. Corticotomy in orthodontics. In: Baldauf A, Hösl E. *Mechanical and biological basics in orthodontic therapy.* Heidelberg, Germany: Hue-thig Publishing; 1991. p. 207-26.
40. Murphy KG, Wilcko MT, Wilcko WM, Ferguson DJ. Periodontal accelerated osteogenic orthodontics: a description of the surgical technique. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009;67(10):2160-6.
41. Sebaoun JD, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM. Alveolar osteotomy and rapid orthodontic treatments. *Orthod Fr.* 2007;78(3):217-25.
42. Murphy NC. *In vivo* tissue engineering for orthodontists: a model first step. In: Davidovitch Z, Mah J, Suthanarak S, eds. *Biological mechanisms of tooth eruption, resorption and movement.* Boston, MA: The Harvard Society for the Advancement of Orthodontics; 2006. p. 385-410.
43. Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007;27(4):325-31.
44. Vercellotti T, Podesta A. Piezoelectric bone surgery symposium - State of the art and new perspectives. *Piezosurgery Academy - Academy for Advanced Surgical Studies; 2009; Geneve (Italy).*
45. Germeç D, Giray B, Kocadereli I, Enacar A. Lower incisor retraction with a modified corticotomy. *Angle Orthod.* 2006;76(5):882-90.
46. Kim SJ, Park YG, Kang SG. Effects of Corticision on paradental remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod.* 2009;79(2):284-91.
47. 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, 46, 48-50.
48. Dibart S, Sebaoun JD. Piezocision. Rapid orthodontic tooth movement while correcting soft and hard tissue deficiencies. *American Association of Orthodontists Annual Session; 2010; Washington, USA.*
49. Becker W, Becker BE, Ochsenbein C, et al. A longitudinal study comparing scaling, osseous surgery and modified Widman procedures. Results after one year. *J Periodontol.* 1988;59(6):351-65.
50. Ramfjord SP, Caffesse RG, Morrison EC, et al. 4 modalities of periodontal treatment compared over 5 years. *J Clin Periodontol.* 1987;14(8):445-52.
51. Hassan AH, Al-Fraidi AA, Al-Saeed SH. Corticotomy-assisted orthodontic treatment: review. *The Open Dentistry Journal.* 2010;4:158-64.
52. Al-Ghamdi AST. Corticotomy facilitated orthodontics: review of a technique. *The Saudi Dental Journal.* 2010;22(1):1-5.
53. Fischer TJ. Orthodontic treatment acceleration with corticotomy-assisted exposure of palatally impacted canines. *Angle Orthod.* 2007;77(3):417-20.
54. Hajji S. The influence of accelerated osteogenic response on mandibular decrowding [masters thesis]. St. Louis: St. Louis University; 2000.
55. 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(3):187-95.
56. Oliveira DD, De Oliveira BF, De Araujo Brito HH, De Souza MM, Medeiros PJ. Selective alveolar corticotomy to intrude overerupted molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(6):902-8.
57. 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.
58. Chung KR, Oh MY, Ko SJ. Corticotomy-assisted orthodontics. *J Clin Orthod.* 2001;35(5):331-9.
59. Hwang HS, Lee KH. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and magnets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(2):209-16.
60. Machado I, Ferguson D, Wilcko T, Wilcko W. Reabsorción radicular después del tratamiento ortodóncico con o sin corticotomía alveolar. *Rev Venez Ortod.* 2002;19(1):647-53.
61. Moon CH, Wee JU, Lee HS. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and orthodontic skeletal anchorage. *Angle Orthod.* 2007;77(6):1119-25.
62. Kim SH, Kook YA, Jeong DM, Lee W, Chung KR, Nelson G. Clinical application of accelerated osteogenic orthodontics and partially osseointegrated mini-implants for minor tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(3):431-9.
63. Wilcko MT, Wilcko W. Surgically stimulated tooth movement: an overview of periodontally "accelerated osteogenic orthodontic" technique. *The Periodontal Advocate - California Society of Periodontists; 2010. p. 1-3.*
64. Fuhrmann R. Three-dimensional interpretation of periodontal lesions and remodeling during orthodontic treatment. Part III. *J Orofac Orthop.* 1996; 57(4):224-37.
65. Greenstein G, Greenstein B, Cavallaro J, Tarnow D. The role of bone decortication in enhancing the results of guided bone regeneration: a literature review. *J Periodontol.* 2009;80(2):175-89.

66. Nazarov A, Ferguson D, Wilcko W, Wilcko MT. Improved retention following corticotomy using ABO Objective Grading System. *J Dent Res.* 2004;83:2644.
67. Little RM. Stability and relapse of dental arch alignment. In: Burstone CJ, Nanda R. Retention and stability in orthodontics. Philadelphia: WB Saunders; 1993. p. 97-106.
68. Rothe LE, Bollen AM, Little RM, et al. Trabecular and cortical bone as risk factors for orthodontic relapse. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(4):476-84.
69. Oliveira K, Ferguson DJ, Wilcko MT, Wilcko WM. Orthodontic stability of advanced lower incisors following selective alveolar decortication. ADEA/AADR/CADR Meeting & Exhibition (March 8-11, 2006); 2006; Orlando, FL.
70. Ferguson DJ. Rapid orthodontics following selective alveolar decortication. IADR/AADR/CADR 85th General Session and Exhibition (March 21-24, 2007); 2007; New Orleans.
71. Dosanjh MS, Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko MT. Orthodontic outcome changes during retention following selective alveolar decortication. *J Dent Res.* 2006; Paper #74973.
72. Proffit WR, Ackermann JL. A systematic approach to orthodontic diagnosis and treatment planning. In: Graber TM, Swain BF. Current orthodontic concept and techniques. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 1985.
73. Owen AH 3rd. Accelerated invisalign treatment. *J Clin Orthod.* 2001; 35(6):381-5.
74. Yen SL, Yamashita DD, Kim TH, Baek HS, Gross J. Closure of an unusually large palatal fistula in a cleft patient by bony transport and corticotomy-assisted expansion. *J Oral Maxillofac Surg.* 2003;61(11):1346-50.
75. Hassan AH, Al-Ghamdi AT, Al-Fraidi AA, Al-Hubail A, Hajrassy MK. Unilateral cross bite treated by corticotomy-assisted expansion: two case reports. *Head Face Med.* 2010;6:1-9.
76. Iino S, Sakoda S, Miyawaki S. An adult bimaxillary protrusion treated with corticotomy-facilitated orthodontics and titanium miniplates. *Angle Orthod.* 2006;76(6):1074-82.
77. 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;120:1027-36.
78. Lynn S. All about wilckodontics/AOO. A surgical technique that shortens your time in braces. www.archwired.com/AOO1.htm.
79. Kwon HJ, Pihlstrom B, Waite DE. Effects on the periodontium of vertical bone cutting for segmental osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg.* 1985;43(12):952-5.
80. Dorfman HS, Turvey TA. Alterations in osseous crestal height following interdental osteotomies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1979;48(2):120-5.