



Universidad de Oviedo



ASTURIAS
CAMPUS DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

UNIVERSIDAD DE OVIEDO
MÁSTER UNIVERSITARIO DE ORTODONCIA Y
ORTOPEDIA DENTOFACIAL

TRATAMIENTO ORTODÓNCICO CON Y SIN
CORTICOTOMÍA. RIESGO DE REABSORCIÓN
RADICULAR

David Fernández Fernández

TRABAJO FIN DE MASTER

Oviedo, mayo 2016



Universidad de Oviedo



ASTURIAS
CAMPUS DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

UNIVERSIDAD DE OVIEDO
MÁSTER UNIVERSITARIO DE ORTODONCIA Y
ORTOPEDIA DENTOFACIAL

TRATAMIENTO ORTODÓNCICO CON Y SIN
CORTICOTOMÍA. RIESGO DE REABSORCIÓN
RADICULAR

TRABAJO FIN DE MÁSTER

David Fernández Fernández

Tutor/a: Alberto Álvarez Suárez



Universidad de Oviedo



ASTURIAS
CAMPUS DE EXCELENCIA
INTERNACIONAL

Alberto Álvarez Suárez, Doctor en Ingeniería,
adscrito al Departamento de Construcción e Ingeniería de
Fabricación de la Universidad de Oviedo

CERTIFICO:

Que el trabajo titulado **“Tratamiento ortodóncico con y sin corticotomía. Riesgo de reabsorción radicular”** presentado por **D. David Fernández Fernández**, ha sido realizado bajo mi dirección y cumple los requisitos para ser presentado como Trabajo de Fin de Máster en Ortodoncia y Ortopedia Dento-Facial.

En Oviedo, a 6 de Mayo de 2016

ABREVIATURAS

ARR: Apical Root Resorption (Reabsorción radicular apical).

RAP: Regional Acceleratory Phenomenon (Fenómeno de aceleración regional).

AOO: Accelerated Osteogenic Orthodontics (Aceleración osteogénica ortodóncica).

MTDLD: Monocortical Tooth Dislocation and Ligament Distraction (Dislocación monocortical dentaria y distracción del ligamento).

TM: Tooth Movement (Movimiento dentario).

TM + SADc: Tooth Movement + Selective Alveolar Decortication (Movimiento dentario + decorticación alveolar selectiva).

RESUMEN

RESUMEN

Debido al incremento del número de pacientes adultos que acuden a la clínica demandando un tratamiento ortodóncico, y a la búsqueda de la máxima eficiencia por parte de los ortodoncistas, se están investigando a diario nuevas técnicas que reduzcan el tiempo de dicho tratamiento. La corticotomía es una innovadora técnica quirúrgica de la que se ha oído hablar mucho en los últimos años, y que consiste en una decorticación alveolar selectiva alrededor de los dientes que van a ser movidos. Esto provoca un aumento en el recambio de tejidos y una osteopenia transitoria.

En esta revisión, pretendemos conocer más detalladamente esta técnica, su historia y su evolución a lo largo de los años, y ahondar en la relación que pueda existir entre este procedimiento y la existencia de reabsorciones radiculares post-tratamiento. La búsqueda de artículos se realizó en las bases electrónicas de Pubmed y Scielo obteniendo un total de 39 artículos, tanto en humanos como en animales.

Hacen falta estudios con muestras mayores para obtener una evidencia científica consistente acerca de la existencia de una disminución en el tiempo de tratamiento. Debido a la falta de consenso en la literatura, parecen necesarios más estudios que evidencien diferencias en la aparición de reabsorciones radiculares con y sin la ayuda de tratamientos con corticotomía.

Palabras clave: Reabsorción radicular; Fenómeno de aceleración regional; Corticotomía; ortodoncia; tratamiento ortodóncico

ABSTRACT

Due to the increasing number of adult patients coming to the clinic demanding orthodontic treatment, and the search for maximum efficiency by orthodontists, they are being investigated daily new techniques that reduce the time of such treatment. Corticotomy is an innovative surgical technique that has been heard much in recent years, and that is a selective alveolar decortication around the teeth to be moved. This causes an increase in tissue turnover and transient osteopenia.

In this review, we want to know more detail is technical, its history and its evolution over the years, and deepen the relationship that may exist between this procedure and the existence of post-treatment root resorption. The literature review was conducted in PubMed and Scielo obtaining a total of 39 articles.

Studies are needed with larger samples to obtain consistent scientific evidence about the existence of a decrease in treatment time. Due to the lack of consensus in the literature, it seems necessary more studies that demonstrate differences in the occurrence of root resorption with and without the help of treatments corticotomy.

Keywords: Root resorption; Regional acceleratory phenomenon; Corticotomy; orthodontics; orthodontic treatment



ÍNDICE

1. Introducción.....	3
2. Objetivos.....	7
3. Metodología.....	11
4. Resultados de la revisión	15
a. Evolución de la técnica.....	22
b. Aplicaciones clínicas.....	35
c. Cambios estructurales.....	39
d. Actividad osteoclástica y osteoblástica.....	41
5. Discusión.....	45
6. Consideraciones finales.....	53
7. Bibliografía.....	57

INTRODUCCIÓN



1. INTRODUCCIÓN.

El objetivo del tratamiento ortodóncico es el de mejorar la calidad de vida del paciente a través de la mejora de sus funciones dentofaciales y de la estética. La demanda de los pacientes adultos de una odontología eficaz y a la vez eficiente, está provocando que en esta, se investiguen continuamente las posibles mejoras en los tratamientos, ya sea en comodidad para el paciente, la estética, costes, tiempo de tratamiento, etc.

En el campo de la ortodoncia, una de las cosas más molestas para los pacientes es la longevidad de la mayoría de los tratamientos ortodóncicos, y es por eso que los investigadores buscan la manera de reducir de manera notable el tiempo de tratamiento. Actualmente, se encuentran en investigación técnicas que mezclan el tratamiento quirúrgico con el tratamiento ortodóncico convencional y que han tenido resultados bastante esperanzadores; hablamos de la ortodoncia asistida con corticotomía.

Esta técnica parece que no solo podría reducir el tiempo de tratamiento considerablemente, sino que ofrece también otras ventajas, por ejemplo en la ortodoncia de adultos, en los que la imposibilidad del tratamiento ortopédico nos limita los resultados, o en casos de apiñamiento, evitándonos la necesidad de extracciones. Así mismo, ofrece una mejor expansión, un incremento en la tracción de dientes impactados y una mayor estabilidad post-ortodoncia.¹

OBJETIVOS



2. OBJETIVOS

Los objetivos de esta revisión bibliográfica son:

- Conocer más en detalle los tratamientos coadyudados con corticotomía.
- Analizar la evidencia científica actual acerca de la existencia de una disminución del tiempo de tratamiento empleando la técnica de la corticotomía.
- Evaluar el riesgo de reabsorción radicular en tratamientos con corticotomía, comparándolo con tratamientos ortodóncicos convencionales, y ver si existen diferencias en ambas modalidades de tratamiento.

METODOLOGÍA



3. METODOLOGÍA

Para la búsqueda de los estudios primarios se utilizaron las siguientes bases de datos electrónicas: Pubmed-Medline (*Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line*) y Scielo.

Las palabras clave seleccionadas para la realización de la búsqueda de los estudios primarios fueron “corticotomy”, “orthodontic treatment”, “tooth movement”, “alveolar decortication”, “root resorption” y “regional acceleratory phenomenon”, las cuales fueron combinadas de acuerdo con la necesidad, para asegurar una amplia búsqueda.

Los criterios de inclusión de los estudios primarios seleccionados para la presente revisión fueron: artículos tanto en humanos como animales, publicados en inglés y en francés, en los últimos cinco años (de abril de 2011 hasta abril de 2016)..

Así mismo, y por contar con especial interés, se ha incluido algún artículo que es anterior al límite temporal establecido.

Los estudios fueron seleccionados por el título y resumen, de acuerdo con el objetivo del estudio y obedeciendo a los criterios de inclusión y adoptados. Descontando los artículos que fue imposible conseguir y después de la lectura crítica, quedaron seleccionados finalmente para la revisión 39 artículos y un libro de texto especializado en el tema.

RESULTADOS DE LA REVISIÓN



4. RESULTADOS DE LA REVISIÓN

La ortodoncia puede ser la causa más común de reabsorción radicular apical (ARR) en el mundo moderno. La reabsorción radicular apical se caracteriza por la pérdida de la capa superficial de las células que protegen las raíces de los dientes debido a la acción de las células clásticas y a los procesos de hialinización. Su prevalencia es alta y depende de diferentes factores, tales como la forma de la raíz, grupos de dientes y las técnicas de medición.²

Los factores de riesgo para la ARR puede ser divididos en dos categorías: relacionados con el paciente y relacionados con el tratamiento. Factores relacionados con el paciente incluyen; genética, factores sistémicos como el asma y las alergias, el alcoholismo crónico, la severidad de la maloclusión, la morfología de la raíz de los dientes, una historia previa de la reabsorción radicular, la densidad ósea, la proximidad de la raíz al hueso cortical, del tratamiento endodóncico, y la edad y sexo del paciente. Los factores de riesgo relacionados con el tratamiento incluyen: la duración del tratamiento, la magnitud de la fuerza aplicada, la dirección del movimiento de los dientes, la cantidad de desplazamiento apical y el método de aplicación de la fuerza.^{3,4}

La reabsorción radicular apical suele estar clasificada como menor, moderada o severa. La reabsorción radicular menor se puede reparar con cemento secundario una vez que el movimiento ortodóncico cesa. Sin embargo, cuando la reabsorción radicular es lo suficientemente grave como para superar la capacidad reparadora de



la raíz, una isla de cemento puede separarse de la superficie de la raíz, lo que da lugar a una reabsorción radicular irreversible sobre todo en la parte apical de la raíz.⁴

El avance en los estudios moleculares y la incesante búsqueda de nuevas opciones terapéuticas nos sitúan en el comienzo de una nueva era en el estudio y entendimiento del metabolismo y remodelado del tejido óseo. La salud de nuestros huesos es consecuencia de los procesos de remodelado que en ellos se suceden a lo largo de toda la vida, encabezados por una controlada y permanente etapa de reabsorción llevada a cabo por los osteoclastos, y seguida en un perfecto equilibrio por una etapa de formación protagonizada por los osteoblastos.⁵ El movimiento de ortodoncia convencional es un proceso biológico caracterizado por una reacción secuencial del tejido periodontal y del hueso alveolar adyacente a las fuerzas mecánicas producidas por un movimiento ortodónico. Variables como las propiedades del sistema de fuerzas, las características del recambio del ligamento periodontal y los niveles del metabolismo óseo, juegan un papel importante en la determinación del tipo y cantidad de movimiento de los dientes para lograr nuestro objetivo.⁶

Durante la fase crucial de la aplicación inicial de la fuerza, es habitual que la compresión en determinadas áreas de la membrana impida la circulación vascular y la diferenciación celular, lo que provoca la degradación de las células y de las estructuras vasculares. Este proceso se denomina hialinización El tejido que se

forma es de una apariencia transparente. (Figura 1). Este fenómeno es muy frecuente en los momentos iniciales del movimiento dental. La hialinización muestra un área necrótica estéril, y está caracterizada por tres fases: degeneración, eliminación del tejido destruido y establecimiento de una nueva inserción dental. En las zonas hialinizadas, las células no pueden diferenciarse en osteoclastos y no se produce reabsorción ósea desde la membrana periodontal. El movimiento dental se detiene hasta que el hueso alveolar adyacente se ha reabsorbido, se han eliminado estructuras hialinizadas y la zona se repuebla de células.⁷

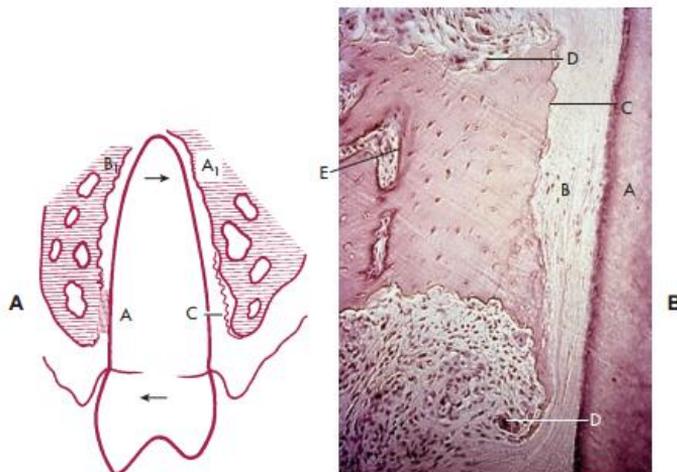


Fig.1. A, A1 y B1 representan los lados de presión y tensión correspondientes en la región apical. B, hialinización de larga duración, en este caso provocada por una alta densidad ósea. (Tomado de Graber,2012)

Un efecto secundario de la actividad celular durante la eliminación del tejido hialinizado necrótico es que la capa cementoide de la raíz y del hueso se dejan desprotegidas en algunas áreas que pueden ser atacadas por las células de reabsorción. La reabsorción radicular se produce alrededor de este tejido libre de células, comenzando por el borde de la zona hialinizada.⁷

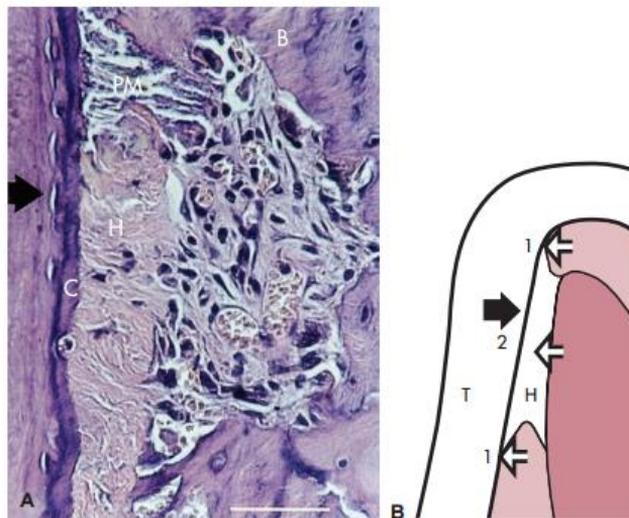


Fig.2. **A,** Células con núcleos múltiples migratorios en el medio del ligamento periodontal próximas a los restos de tejido hialinizado. **B,** la reabsorción radicular (flechas blancas) primero se produce alrededor de la zona hialinizada(1) y luego en las partes centrales(2), Hi, zona hialinizada, flecha sólida, dirección del movimiento dental.

Es interesante el debate de cómo el tratamiento ortodóncico coadyudado con corticotomías pueda modificar las reacciones tisulares habituales, y en concreto, las posibles reabsorciones radiculares. Pero antes de entrar a discutir esto, es necesario saber que es la corticotomía, las combinaciones y modificaciones que existen para esta técnica, y entender por qué y para que la realizamos.

La corticotomía es una herida quirúrgica intencionada que se realiza en el hueso cortical. El tiempo de tratamiento se vería reducido porque se elimina la resistencia del hueso cortical denso (Fig 3).⁸



Fig 3. Eliminación del hueso cortical mediante corticotomías, para acelerar el movimiento dentario.

La técnica de la corticotomía alveolar ha sido revisada y modificada a lo largo de los años para eliminar los posibles riesgos del procedimiento quirúrgico, como los daños periodontales y la desvitalización de los dientes y segmentos óseos por un inadecuado suministro sanguíneo.⁹ Tiene sus orígenes a principios de 1900.



Kole introdujo esta nueva técnica para permitir un movimiento rápido de los dientes y para minimizar los riesgos que conllevaba la osteotomía convencional. La corticotomía es menos costosa y una solución menos mórbida que la osteotomía porque la cirugía es realizada solo en la capa cortical.¹⁰ Los movimientos dentales más rápidos obtenidos con ortodoncia tras las corticotomías no responden, como se creyó, a un movimiento de los bloques diente-hueso, sino que se deben a un proceso de desmineralización/remineralización que cursa con un mayor recambio celular óseo debido a un incremento de la actividad osteoclástica.¹¹ Frost encontró una correlación directa entre la severidad de la corticotomía y / o osteotomía y la intensidad de la respuesta curativa, lo que le llevó a definir un fenómeno de recambio acelerado de masa ósea en el sitio quirúrgico. Este se denominó "fenómeno de aceleración regional" (RAP).^{1,11} El RAP es una actividad de re-organización y un evento fisiológico que se produce adyacente al sitio de la lesión, y que resulta en una disminución en la densidad ósea regional en el tejido sano. Este fenómeno se observa tras una cirugía en tejidos blandos y/o duros y cursa con una aceleración del proceso de curación con un mayor recambio celular óseo y una disminución de las densidades óseas regionales. El fenómeno de aceleración regional (RAP) es una reacción de los tejidos a un estímulo nocivo que aumenta la capacidad de curación de los tejidos afectados. Se caracteriza por la aceleración de las actividades celulares normales, como un 'SOS' del cuerpo que tiene que responder a la nueva perturbación.¹²



En el hueso alveolar, el RAP se caracteriza, a nivel celular, por un aumento de la activación de las unidades básicas multicelulares (UMB), lo que aumenta la zona de remodelación. A nivel de los tejidos, el RAP se caracteriza por la producción de tejido óseo, con el patrón desorganizado típico, que se reorganizará en hueso laminar en una etapa posterior. En el hueso alveolar, el RAP se produce normalmente en el proceso de curación de los enchufes alveolares después de la extracción del diente, en la enfermedad periodontal, después de la cirugía y el trauma y durante el movimiento dental ortodóncico. En relación con el movimiento dental ortodóncico, el RAP puede ser visto como una respuesta tisular a la perturbación cíclica mecánica que induce la formación de microlesiones que tienen que ser eliminadas para evitar su acumulación y la siguiente insuficiencia de la médula. La adaptación al nuevo entorno mecánico está garantizada por un aumento de la activación de las UMB que vuelve a niveles normales después de unos meses.¹³ La fase inicial del RAP se caracteriza por un aumento en la porosidad del hueso cortical y un recambio exagerado en la superficie de hueso trabecular debido a una mayor actividad osteoclástica. Dichos eventos son factores que contribuyen para el aumento de la movilidad de los dientes después de la cirugía periodontal. Este proceso se inicia a los 10 días posoperatorio y tiene una duración de 3 meses.¹⁴ (Citado por Yaffe A, Fine N, Binderman I. Regional accelerated phenomenon in the mandible following mucoperiosteal flap surgery. *J Periodontol.* 1994 Jan;65(1):79-83).



A. Evolución de la técnica

Para superar las limitaciones del tratamiento ortodóncico en adultos, diversos autores han propuesto una simplificación del movimiento ortodóncico tradicional con cirugía de hueso. En 1959, Kole introduce una técnica de corticotomía para permitir el movimiento de un segmento de hueso que incluía un diente, seccionando la capa de hueso compacto a ambos lados del diente. Este procedimiento permite un movimiento más rápido de un diente o grupo de dientes sin requerir que el diente se mueva una gran distancia a través del hueso. La corticotomía es menos lesiva que la osteotomía segmental o que la cirugía ortognática. La corticotomía es menos cara y menos mórbida porque solo abarca a la capa cortical. Suya, en 1991, adaptó la técnica de Kole diseñando una técnica con dos cortes verticales unidos por una corticotomía horizontal supraapical. Estos autores, atribuían el movimiento dental a un desplazamiento del conjunto diente-hueso en bloque.¹⁴ (Citado por Suya H. Corticotomy in orthodontics. Hosl E, Baldauf A, Eds. Mechanical and biological basics in orthodontic therapy. Heidelberg, Germany: Huthing Busch Verlag; 1991; p. 207-26).

Fue en 2001, cuando Wilcko al observar los distintos grados de remineralización del hueso alveolar dos años después del tratamiento concedió los meritos del desplazamiento dentario al fenómeno de aceleración regional (RAP) descrito por Frost.¹⁵ En 2009, describió una nueva técnica que cursaba con la combinación de ortodoncia, corticotomías y aumento alveolar gracias a injertos



de hueso artificial y la denominó **aceleración osteogénica ortodóncica** (AOO).^{11,16} En primer lugar, se debe decidir en el plan de tratamiento que dientes se van a querer mover con AOO y cuáles van a ser utilizados como dientes de anclaje o cuales serán extraídos. Posteriormente, se cementan los brackets 1 semana antes de la cirugía con algún arco ligero. Se realizan unas incisiones sulculares y se realizan colgajos de espesor total hasta los ápices de los dientes. Las papilas se pueden incluir o no en el colgajo. Normalmente, se suelen incluir en el colgajo exceptuando la papila de los incisivos superiores, ya que por palatino se encuentra el foramen nasopalatino. El diseño de los cortes de las corticotomías, perforaciones, etc. es irrelevante. Lo importante es que perforen la cortical y se extiendan de forma leve a la superficie de hueso medular. Se realiza la activación ósea tanto por vestibular como por palatino. Los cortes verticales se realizan entre las raíces de los dientes y llegan justo hasta antes de la cresta alveolar (Fig 4, A). Esos cortes se conectan mas allá de los ápices (cuando sea posible) mediante un corte horizontal festoneado, y se realizan múltiples perforaciones en la capa cortical para incrementar los puntos de sangrado y potenciar el RAP. A continuación, se procede a colocar el hueso artificial particulado mojado que permite su mejor manejo (Fig 4, B). Seguidamente, se suturan los colgajos de forma interrumpida. Se cita al paciente para controles postoperatorios a los 4 días y se le retiran las suturas a la semana 2 de la cirugía.^{10,17}

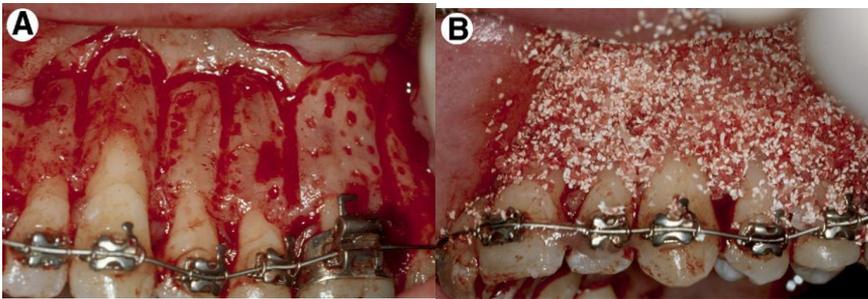


Fig 4. A, Cortes verticales y apicales de la corticotomía. **B,** Colocación de hueso artificial. (Tomado de Wilcko, 2009)

En 2015, Wicko comparó la altura de encía queratinizada en pacientes tratados con AOO frente a los tratados con ortodoncia convencional, obteniendo resultados bastante significativos. En el grupo de pacientes tratados con corticotomía, obtuvo un aumento de encía queratinizada en altura de 0,78 mm de media. En el grupo tratados solo con ortodoncia convencional, se produjo una disminución media de 0.38 mm de altura (Figura 5).¹⁸

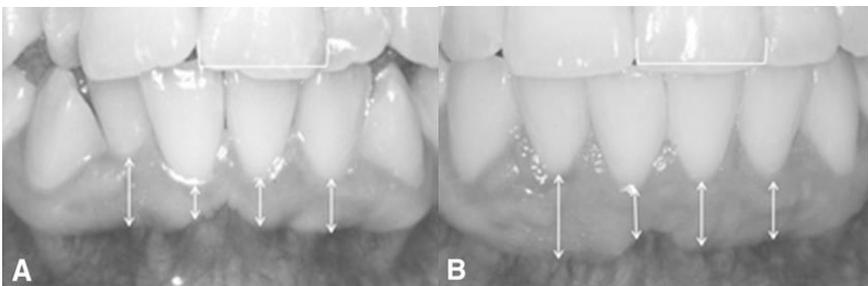


Fig. 5. A y B, Incremento de encía queratinizada de 0,78 mm de media observado 19 meses después del tratamiento ortodóncico (Tomado de Wilcko, 2015)

En 2007, Tomaso Vercellotti realizó un estudio a 8 pacientes en los que empleó una nueva técnica ortodóntico-quirúrgica: la **dislocación monocortical dentaria y distracción del ligamento** (MTDLD), que combina dos movimientos dentarios diferentes que trabajan separados pero simultáneamente. En la superficie radicular correspondiente a la dirección del movimiento, se realizan corticotomías verticales y horizontales alrededor de la raíz de cada diente con una microsierra piezoquirúrgica para eliminar la resistencia del hueso cortical (Fig 6, A y 6, B). La aplicación inmediata de una fuerza biomecánica fuerte produce una dislocación rápida conjunta de la raíz y el hueso cortical. En la superficie radicular opuesta al movimiento, la fuerza de dislocación produce una distracción rápida de las fibras del ligamento (Fig 6, C). Durante el proceso osteogénico que sigue, la aplicación de una biomecánica ortodóntica normal logra el movimiento dentario final.¹⁹

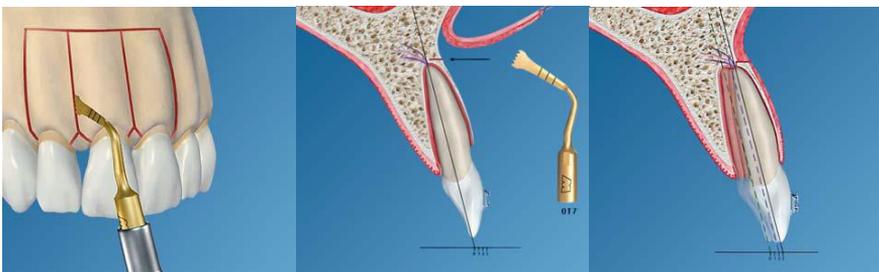


Fig 6. A, Microcorticotomía realizada alrededor de cada raíz. B, Corticotomía horizontal periapical realizado con el Piezosurgery. C, técnica de dislocación monocortical del diente y distracción periodontal (MTDLD) (Tomado de Vercelotti, 2007)

En primer lugar se elevó un colgajo de espesor total en la zona hacia donde se iba a dirigir el movimiento dental, y en esta misma dirección, se realizaron las corticotomías: para expandir las arcadas se realizaron corticotomías vestibulares y para retraer los dientes anteriores corticotomías palatinas. Las corticotomías verticales entre raíces se realizaron con una dirección interna hacia la raíz del diente, y para preservar la cresta ósea, la corticotomía vertical finalizaba con dos osteotomías laterales hacia los dientes contiguos (Fig. 4). En los movimientos de expansión, la corticotomía se realizó hasta 2 mm por encima del ápice dental, y para los movimientos de intrusión se retiraron por encima de los ápices los milímetros de hueso que se deseaba intruír los dientes.¹⁹



Figura 7. Corticotomía vertical en “Y” para preservar la cresta ósea (Tomado de Vercellotti, 2007).



En 2009, Chung y cols. introdujeron un nuevo tipo de tratamiento ortodóncico asistido por corticotomía para el tratamiento de pacientes con protusión anterior, como una alternativa que pueda alcanzar resultados similares a los de la cirugía ortognática. Lo llamó **“tratamiento ortodóncico quirúrgico rápido”** El hueso medular alrededor de los dientes anteriores puede ser fácilmente doblado por la fuerza de retracción si la capa cortical entre hueso basal y el hueso alveolar se elimina. La técnica de ortodoncia rápida describe un protocolo que permite el movimiento de los segmentos dentales en menos tiempo mediante el uso de una corticotomía y una fuerza ortopédica con anclaje intraóseo. La fuerza aplicada después de la corticotomía es más pesada que la fuerza ortodóncica típica, ya que el objetivo es mover el bloque de hueso que se circunscribe en vez de mover los dientes a través del hueso. Los riesgos en la corticotomía se incrementan si existe enfermedad periodontal activa o si hay una liberación excesiva de calor durante el procedimiento. En el maxilar superior, una incisión mucoperióstica se hace a lo largo de la mucosa del paladar (Fig 8, A), y el hueso es expuesto, evitando el nervio y la arteria incisal. Se hace un corte vertical y otro horizontal en el hueso en la zona de los primeros premolares, y el hueso cortical se elimina.^{10, 20}



Fig 8. Tratamiento ortodóncico quirúrgico rápido con una corticotomía perisegmental anterior. **A**, Corticotomía palatina; **B**, corticotomía labial; **C**, Dispositivo de anclaje temporal C-plate (Tomado de Chung, 2009).

Dos semanas más tarde, para permitir la reconexión del suministro de sangre de los tejidos blandos del paladar, se realiza una corticotomía bucal en la misma forma que se llevó a cabo en el paladar (Fig 8, B). Se coloca un dispositivo de anclaje temporal (C-plate) en la zona media palatina ósea (Fig 8, C). Después de la cirugía, los dientes superiores anteriores se fijan en una sola unidad con el retractor lingual diseñado específicamente. Una fuerza de retracción de 500 a 900 g por cada lado se aplica al retractor lingual y al C-plate.¹⁰

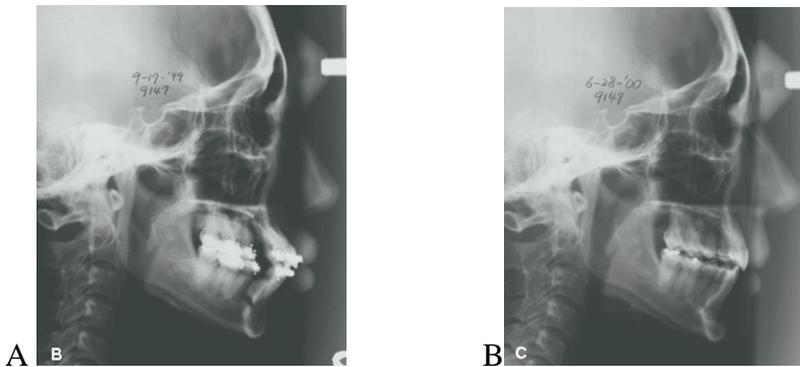


Fig 9. **A**, Pretratamiento; **B**, Radiografía lateral postratamiento, después de 9 meses (Tomado de Choo, 2011).

La técnica de ortodoncia rápida es diferente de la aceleración osteogénica ortodóncica (AOO) de Wilcko y col. en que se requiere remover una sección de hueso cortical en lugar de punciones en la placa cortical, seguidas de tracción ortopédica contra el bloque de hueso y diente (Fig 10, A y 10, B).¹⁰

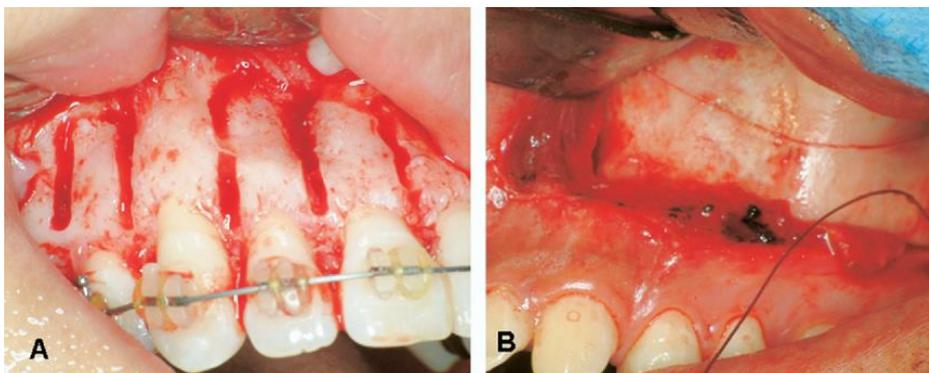


Fig 10. Corticotomía para el movimiento dentario acelerado; **A**, Procedimiento Wilcko; **B**, Reducción de la resistencia esquelética con el tratamiento ortodóncico quirúrgico rápido. (Tomado de Chung, 2009)

En 2009, Dibart y Sebaoun introducen una innovadora técnica ortodquirúrgica mínimamente invasiva, sin colgajos mucoperiosticos, combinando microincisiones corticales piezoeléctricas y tunelizaciones selectivas si son necesarias, para permitir los injertos óseos y gingivales. Con esta técnica, pretende paliar los inconvenientes postoperatorios de las técnicas de corticotomía convencional.²¹

A la hora de realizar la técnica, hay que tener en cuenta que debido a la ausencia de elevación de colgajo, hoy en día es recomendable la utilización de imagen tridimensional preoperatoria para localizar las zonas cercanas a la raíz y los forámenes mentonianos (Fig 11).²²

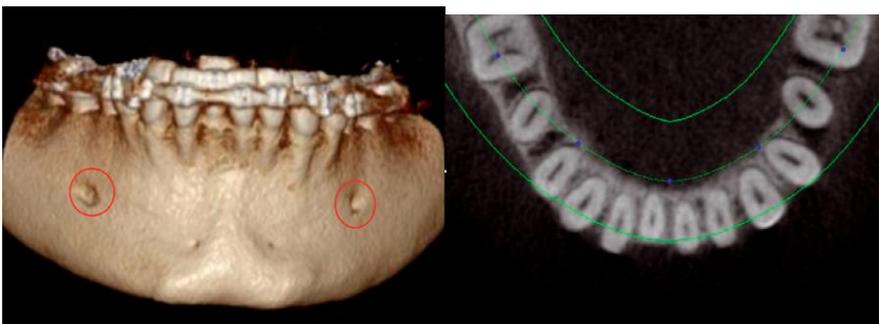


Fig 11. Imagen 3D de CBCT para localizar las zonas óseas comprometidas y las zonas donde puede hacer falta un aumento óseo (Tomado de Dibart, 2009).

Se realizan incisiones gingivales bajo la papila interdientaria y manteniendo tanto como sea posible hasta la encía adherida. A

continuación, se realiza la instrumentación ultrasónica a través de las microincisiones gingivales para hacer los trazos de la corticotomía, con una profundidad de unos 3 mm. No es necesario suturar, exceptuando las zonas en las que sea necesario un aumento óseo. En el caso de que dicho injerto fuese necesario, se realiza un túnel entre las incisiones gingivales para obtener el espacio suficiente para colocar el aloinjerto (Fig 12). Típicamente, puede ser necesario este injerto en casos de discrepancias óseo-dentarias negativas severas en la zona anterior mandibular.²²

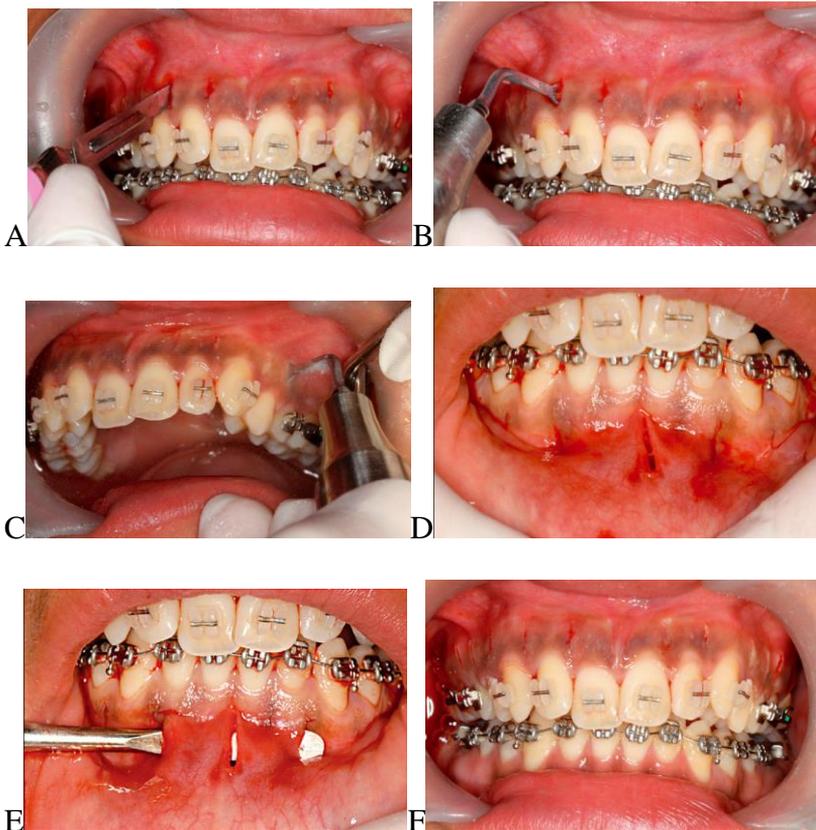


Fig 12. Intervención quirúrgica. **A**, Microincisiones a través de la encía adherida; **B y C**, Instrumentación mediante piezosurgery con una profundidad de 3 mm; **D**, En la zona necesaria de aumento óseo, se realizan 3 microincisiones; **E**, Elaboración de un túnel, creando un espacio para recibir el injerto óseo; **F**, Visión inmediata después de la cirugía. (Tomado de Sebaoun, 2011).

En caso de extracciones, esta se puede realizar durante la intervención, pero el RAP obtenido por la corticotomía, estará limitado a la zona inmediata. Convendría realizar dos incisiones corticales próximas al alveolo para facilitar el cierre rápido del espacio.

En esta técnica, el conjunto de incisiones e injertos se efectúan únicamente por vestibular.²²

Aparte de los estudios realizados en humanos, han sido numerosas las **investigaciones realizadas en animales**, sobre todo a la hora de obtener avances en las respuestas histológicas con las técnicas de corticotomías. En 2009, Mostafa y cols. hicieron una comparación en perros, de la corticotomía (CF) frente al movimiento dentario estándar, analizando los efectos en una y otra técnica y explorando las bases histológicas. Usaron 6 perros para este estudio. A modo de anclaje, se les colocó microimplantes situados entre las raíces del tercer premolar y el primer molar. Realizaron la extracción de los segundos premolares maxilares a ambos lados. En el lado derecho,

donde se empleó la corticotomía se realizaron dos cortes verticales y uno horizontal. Los cortes verticales se realizaron hasta 1 mm de la cresta alveolar y se extendieron hasta apicalmente hasta la altura de la raíz. Se hicieron pequeñas perforaciones en el hueso cortical vestibular para aumentar los puntos de sangrado: entre 8-10 perforaciones dependiendo del área del proceso alveolar de cada perro.²³



Fig 13. A, Corticotomía vertical y horizontal con perforaciones; **B,** Retracción del primer premolar utilizando como anclaje un microimplante. (Tomado de Mostafa, 2009)

En este estudio, modificaron la técnica para adaptarla al modelo con perros. Los cortes se realizaron en el área donde querían situar el diente al final del tratamiento y no alrededor del diente que se iba a mover, y únicamente por vestibular, ya que lo creían suficiente por su menor densidad comparado con la mandíbula (Fig 13, A). El

movimiento dentario se inició inmediatamente después de la corticotomía (Fig 13, B).²³

Por el contrario, Iino y cols. emplearon la misma técnica en perros Beagle, pero iniciaban el movimiento dentario 16 semanas después de la corticotomía esperando la curación y remineralización ósea. El estudio fue en mandíbulas, por lo que los cortes se realizaron tanto en vestibular como en lingual.²⁴

Con el fin de introducir la técnica de la piezoincisión como un método innovador y mínimamente invasivo, Dibart y cols. estudiaron en ratas las respuestas tisulares que se produce tras la realización de corticotomías con esta técnica.



Fig. 14. Vista oclusal de la maxila de la rata (Tomado de Dibart, 2014)

Los resultados demostraron que la Piezoincisión estimula el recambio óseo alveolar mediante el aumento de la actividad osteoclástica al día siguiente de la intervención, conduciendo al



RAP, que forma la base del movimiento dental rápido, en comparación con el convencional tratamiento de ortodoncia. Esto muestra cómo la combinación de Piezoincisión + Movimiento de los dientes conduce a una más rápida y profunda desmineralización del hueso que rodea los dientes.

Se observa un fuerte aumento de la movilidad dental resultante de la osteopenia transitoria que se induce por la cirugía. Esto es debido a la elevada desmineralización que se produce.²⁵

B. Aplicaciones clínicas.

Dependiendo del tipo de maloclusión que presente el paciente, el tiempo de tratamiento estimado puede variar de entre 2 meses para casos de expansión maxilar a 3,5 meses intrusión mandibular. Vercellotti reporta que con la técnica MTDLD el tiempo de tratamiento en mandíbula y maxilar se reduce un 60% y un 70 % respectivamente.¹³ Con la técnica de la aceleración osteogénica ortodóncica, Wilcko muestra una reducción en el tiempo de tratamiento del **apiñamiento dentario** de un 25-33%.¹⁹

En el tratamiento de **caninos impactados**, T.J. Fischer indicó una reducción del tiempo de tratamiento del 28-33% utilizando el movimiento dentario asistido por corticotomía. Además, la velocidad y la distancia/tiempo resultaron sensiblemente mayores en este grupo. Los registros periodontales no mostraron diferencias clínicas entre el tratamiento con corticotomía y el tratamiento



convencional. Tampoco hubo diferencias en los niveles de hueso entre los dos grupos.²⁶

Akay, demostró como con la corticotomía se podía reducir el tiempo de tratamiento en la corrección de **mordidas abiertas**. Los resultados muestran como la mordida abierta se corrigió con intrusión de los dientes maxilares posteriores y una autorrotación mandibular. Los resultados se obtuvieron en 12-15 semanas.²⁷

Seong-Hun Kim y col. usaron la corticotomía como asistencia a una **descompensación mandibular en pacientes con clase III esquelética**, que presentaban periodonto fino y riesgo de dehiscencias óseas. Para aumentar la cresta anterior mandibular, combinaron la corticotomía con la colocación de dispositivos de anclaje temporal y regeneración ósea guiada²⁸

En el tratamiento de la **mordida cruzada**, Hassan AH y cols, en 2010, combinaron corticotomías con un aparato funcional para expandir la arcada, obteniendo una distancia intermolar de unos 3-4 mm en 10-12 semanas.²⁹

En la **intrusión de molares sobreerupcionados**, Oliveira y cols. combinaron corticotomías alveolares selectivas con una férula maxilar modificada de cobertura total que realizaba la fuerza intrusiva. Consiguieron una media de 4 mm de intrusión en 3-4 meses. Esta cifra es sensiblemente mayor a la conseguida por otros autores empleando otros dispositivos o aparatos, sin emplear corticotomías.³⁰

Moon y cols. obtuvieron una intrusión de molares sobreerupcionados de 3 mm en 2 meses, empleando corticotomías y dispositivos de anclaje (microimplantes y miniplacas de titanio) (Fig 12). Resultados similares obtuvieron Hwang y Lee empleando decorticaciones e imanes.³¹



Fig 15. Intrusión molar mediante dispositivos de anclaje.

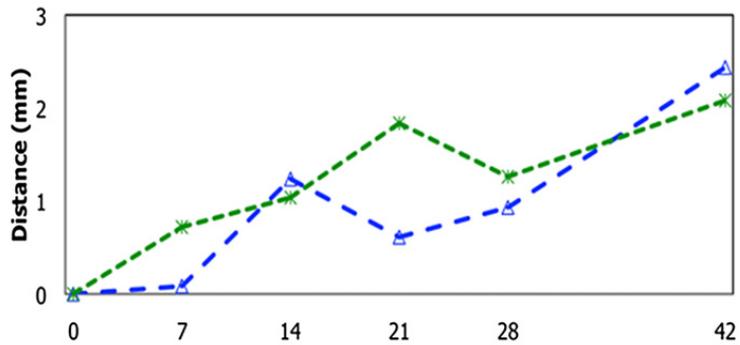
En estudios en perros y ratas, se mostraron disminuciones en el tiempo de tratamiento, sobre todo en las 4 primeras semanas, llegando a ser hasta de un 40-50 % en la primera y segunda semana.^{23, 24}

Baloul y cols. recogieron las diferencias de desplazamiento y velocidad de movimiento en dos grupos de ratas; uno con movimiento dentario solo (TM) y otro combinando movimiento dentario y corticotomía (TM+SADc). En el grupo combinado la distancia recorrida fue sensiblemente mayor en las 3 primeras

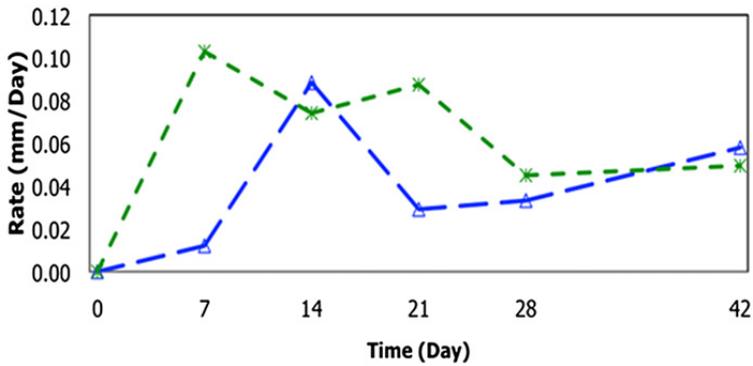


semanas y la velocidad de movimiento mayor en la primera semana, y a partir de la cuarta semana ambos grupos comienzan a presentar valores similares (Fig. 16).³²

A) Distance (mm)- Tooth Movement Phase



B) Rate (mm/day)- Tooth Movement Phase



— TM — SADc+TM

Fig 16. Análisis de la respuesta al tratamiento ortodoncico en dos grupos de ratas (Solo movimiento dentario y movimiento dentario junto con corticotomía); **A**, Distancia recorrida en ambos grupos; **B**, Velocidad de movimiento en los dos grupos (Tomado de Baloul, 2009).

C. Cambios estructurales

En cuanto a los cambios estructurales en el hueso alveolar, Baloul y cols. estudiaron los mecanismos de acción y los cambios morfológicos en respuesta a la corticotomía, y mediante el MicroCT, observaron una disminución del volumen óseo más prematuro en un grupo combinado de corticotomía + movimiento dentario frente al grupo de solo movimiento dentario, pero sin diferencias significativas en cuanto a magnitud. Al examinar la mineralización, observamos que en relación al contenido mineral óseo, se producía el descenso una semana antes en el grupo combinado, pero llegando a similares niveles en ambos grupos. Tampoco se observaron cambios significativos en cuanto a la densidad mineral ósea.³²

En 2008, Sebaoun y cols. estudiaron 36 ratas (divididas en un grupo control y un grupo sometido al tratamiento con corticotomía) para evaluar minuciosamente este proceso quirúrgico desde el punto de vista microscópico. Tras la evaluación histopatológica con tinciones de hematoxilina y eosina, observan una menor superficie de hueso esponjoso calcificado (disminuyó dos veces más que solo con el



movimiento dentario) y una mayor superficie de ligamento periodontal (aumentó dos veces más realizando el tratamiento quirúrgico). La velocidad de aposición ósea también es tres veces mayor.³³ Para analizar la respuesta catabólica, es decir, el número de osteoclastos, se utilizó la fosfatasa ácida tartrato resistente (TRAP). Se midió en el ligamento periodontal y en el hueso trabecular, registrando el número de osteoclastos y preosteoclastos teñidos. Se observó un mayor número de osteoclastos (tres veces mayor). Para analizar la formación de hueso nuevo (actividad anabólica) después del procedimiento de corticotomía, los animales del estudio fueron alimentados con una tinción de calceína fluorescente y las muestras fueron analizadas histológicamente. Junto a todo esto, había una superficie de ligamento periodontal significativamente mayor ($7,2 \pm 0,9 \text{ mm}^2$) en el grupo de cirugía en la tercera semana en comparación con el grupo control ($2,06$ a $5,30 \text{ mm}^2$) y se observaron mayores cantidades de osteoclastos de igual manera en el grupo de la cirugía. En la semana 7, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de cirugía y grupo control, y en la 11va semana después de la cirugía, la arquitectura del tejido fue completamente restaurada y volvió al valor basal.³³



D. Actividad osteoblástica y osteoclástica: marcadores

Se analizó la expresión del ARNm de las moléculas más importantes que regulan la osteoclastogénesis. El M-CSF (Macrophage colony-stimulating factor) es esencial para el desarrollo y regulación de los osteoclastos. Su mayor expresión a los 3 días en el grupo SADc+TM sugiere una mayor presencia de osteoclastos maduros, en comparación con el grupo TM. Otros reguladores de la osteoclastogénesis, como el RANKL o la OPG se mostraron aumentados también. En cuanto a los marcadores osteoblasticos, se analizaron tres. Para analizar la actividad osteoblastica temprana, la OPN, que incrementó su actividad anabólica durante la primera y segunda semana, en respuesta a la combinación de corticotomía y movimiento dentario. Para estudiar la actividad osteoblastica intermedia, se analiza la expresión de la BSP, que no mostró cambios significativos entre los dos grupos. Por último, para evaluar la actividad osteoblastica tardia se analizó la OCN. Se encontró un aumento considerable a la tercera semana en el grupo combinado de movimiento dentario con corticotomia (SADc + TM), frente al grupo de solo movimiento dentario (TM).³

DISCUSIÓN



5. DISCUSIÓN.

El movimiento ortodóncico tradicional es el resultado de la compresión del ligamento periodontal, la cual produce cambios biomoleculares e histológicos del tejido periodontal que activan la dinámica de reabsorción y aposición del hueso crestral. Así, el movimiento ortodóncico es considerado un “fenómeno periodontal” porque todo el tejido periodontal está involucrado. Por esta razón, la preservación de la integridad del periodonto es generalmente difícil de lograr y es asociada con un tratamiento de larga duración.¹⁹

La precisión de la microsierra Piezosurgery permite una corticotomía segura alrededor de la raíz. La osteotomía microinvasiva es caracterizada por precisión, control quirúrgico máximo y acción de corte selectiva, que facilita la preservación de la integridad de la raíz. Al existir precisión instrumental, existe una mayor posibilidad de regeneración ósea. Piezosurgery es rápida, con mínima morbilidad. Después de dos años, los resultados con la técnica en pacientes adultos con maloclusiones ha sido favorable. Las radiografías y los exámenes periodontales confirman que la citada técnica no provoca daño tisular (19). La técnica de la Piezoincision evita el uso de colgajos. Como ya hemos dicho, es mucho menos invasiva pero tenemos menor exactitud a la hora de realizar la cirugía, por lo que se está empezando a usar tecnología 3D para optimizar dicha técnica.³⁴

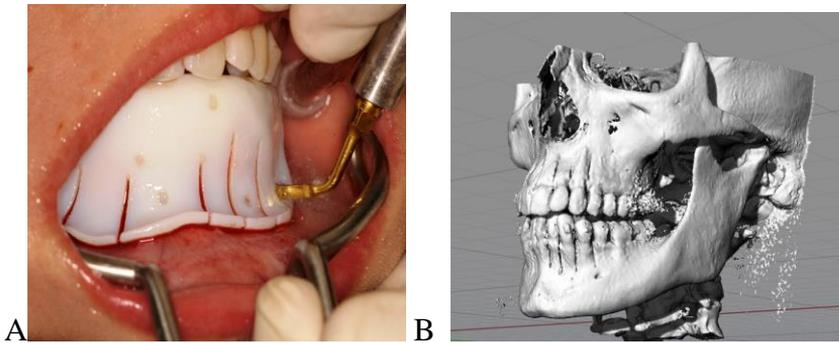


Fig 17 A, Uso de la plantilla quirúrgica CAD/CAM para conformar los cortes de la corticotomía.; **B**, CBCT postoperatorio (Tomado de Cassetta, 2015)

Aunque el procedimiento con corticotomía remueve más hueso que los procedimientos convencionales de movimiento dentario, no existen diferencias en el soporte óseo o en la salud periodontal. Esto podría ser explicado por la manera de remoción del hueso. La corticotomía no es una verdadera osteotomía en la que se elimina un bloque de hueso. Este procedimiento solo perfora el hueso, dejando la arquitectura ósea intacta.²⁵ La corticotomía produce una reabsorción ósea transitoria alrededor de las raíces sometidas a presión. Ese hueso perdido es reemplazado por tejido fibroso después de 21 días y por hueso después de 60 días.³⁵

En la bibliografía estudiada podemos observar que los resultados no son consistentes. Por un lado, numerosos autores no observan que haya indicios de una mayor aparición de reabsorción radicular en los casos que combinan tratamiento ortodóncico con corticotomía.^{11, 12, 19, 21, 34, 35, 37}. Otros en cambio, encuentran explicaciones a una



posible disminución del riesgo de reabsorción usando tratamientos con corticotomía. Estudios histológicos en perros han demostrado que la aparición de tejido necrótico debido a la hialinización está limitado a la primera semana después de la corticotomía, en contraste con los controles no corticomizados, donde esta reacción es observada durante las primeras 4 semanas del movimiento ortodóncico. Una posible explicación para la atenuación de este resultado indeseable, es la eliminación rápida de la hialina, facilitada por el fenómeno de aceleración regional.²⁹

Lino y cols. han demostrado una disminución de la hialinización del ligamento periodontal en corticotomías en perros,²⁴ y es bien sabido que la hialinización puede ser un precursor de la reabsorción radicular.³⁶

La magnitud y duración de la fuerza aplicada es un factor agravante para la reabsorción radicular y la duración de fuerza es considerada como un factor más crítico que la magnitud de la fuerza.³⁷

Como ya hemos visto, la reabsorción radicular, un efecto desfavorable del tratamiento ortodóncico, puede ser disminuida bajo condiciones de osteopenia, una condición caracterizada por la disminución de la densidad ósea y producida secundariamente a la cirugía de corticotomía alveolar.³⁸ Machado y cols. compararon la reabsorción radicular de los incisivos centrales superiores después de una terapia sin extracciones con o sin el procedimiento de corticotomía, usando radiografías periapicales y cefalometrías laterales. La muestra fue compuesta por 2 grupos: 27 pacientes



sometidos a un tratamiento ortodóntico sin extracción facilitado por corticotomía y 27 pacientes sometidos a un tratamiento ortodóntico convencional sin extracciones. Todas las radiografías periapicales fueron tomadas con la técnica paralela. La longitud total de los incisivos derecho e izquierdo fue medida proyectando y magnificando las radiografías periapicales 8 veces. El test de Student fue usado para determinar las diferencias dentro de los grupos en pre-tratamiento (T1), post tratamiento (T2) y retención (T3). El análisis de ANOVA de una cola reveló una disminución significativa en el tiempo de tratamiento (T1 a T2) entre los casos de ortodoncia facilitada con corticotomía y los casos de ortodoncia convencional. La longitud radicular de la muestra antes del tratamiento no era diferente significativamente ($p = .11$). Después del tratamiento hubo una reabsorción radicular significativa en los 2 grupos. La muestra con el tratamiento convencional mostró raíces más cortas después del tratamiento al compararla con los casos de corticotomía. El promedio de reabsorción radicular en T2 fue significativamente mayor en los casos de tratamiento convencional al compararse con los casos de ortodoncia facilitada por corticotomía. La medición del ángulo SNA aumentó significativamente en los casos de ortodoncia facilitada por corticotomía y disminución significativamente en los casos de tratamiento convencional.³⁹

Han sido muy debatidos también otros posibles efectos adversos de este procedimiento quirúrgico, como los edemas o el dolor



postoperatorio. Muñoz y cols, analizaron los posibles efectos indeseables en pacientes tratados con AAO, analizando si el uso de terapias con leucocitos o fibrina rica en plaquetas podría paliar estos posibles efectos. Para eso, analizaron en una muestra de 11 pacientes la presencia de dolor y/o inflamación postoperatoria y la existencia de edemas posteriores a la intervención, después de aplicar en la operación una preparación de fibrina rica en plaquetas. El uso de este preparado junto a la colocación del injerto de hueso particulado parece reducir la inflamación postoperatoria, el dolor y el riesgo de infección sin interferir en el movimiento dentario o la estabilidad postratamiento.⁴⁰

Después de las intervenciones con corticotomías, el paciente puede recibir tratamiento antibiótico, antiinflamatorio y antiséptico. Se le recomienda evitar el cepillado de las zonas quirúrgicas durante la primera semana de post-operatorio, con el fin de permitir una cicatrización gingival armoniosa.

Existen casos donde el uso de las corticotomías debe ser evitado: en los pacientes que muestran algún signo de enfermedad periodontal activa, en los individuos con inadecuado tratamiento en problemas endodónticos, en los pacientes con un uso prolongado de corticosteroides y en personas que estén tomando algún medicamento que ralentice el metabolismo del hueso, como los bifosfonatos o los AINEs.

CONSIDERACIONES FINALES



6. CONSIDERACIONES FINALES

- Aunque muchos artículos refieren reducciones en el tiempo de tratamiento cuando nos ayudamos de corticotomías, no existe evidencia científica de peso que garantice un descenso de tiempo considerable en el tratamiento ortodóncico coadyudado de corticotomías frente al tratamiento ortodóncico convencional.
- No existe una evidencia científica sólida que muestre con claridad posibles diferencias en la comparación de la prevalencia de reabsorción radicular, si bien, ningún artículo recoge un aumento del riesgo de reabsorción radicular al emplear la técnica descrita.
- Son necesarios estudios más a largo plazo para valorar el riesgo de reabsorción radicular.

BIBLIOGRAFÍA



7. BIBLIOGRAFÍA

1. Hoogeveen EJ, Jansma J, Ren Y. Surgically facilitated orthodontic treatment: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014 Apr;145(4 Suppl):S51-64
2. Iury O. Castro, Ana H.G. Alencar, Jose´ Valladares-Neto, Carlos Estrela. Apical root resorption due to orthodontic treatment detected by cone beam. *Angle Orthod.* 2013 Mar;83(2):196-203
3. Belinda Weltman,^a Katherine W. L. Vig,^b Henry W. Fields,^c Shiva Shanker,^d and Eloise E. Kaizare. Root resorption associated with orthodontic tooth movement. A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2010;137:462-76
4. João Paulo Schwartz, Taísa Boamorte Ravely, Kélei Cristina de Mathias Almeida, Humberto Osvaldo, Schwartz-filho, Dirceu Barnabé Ravely. Cone beam computed tomography study of apical root resorption induced by Herbst appliance. *J Appl Oral Sci.* 2015;23(5):479-85.
5. Henneman S, Von den Hoff JW, Maltha JC. Mechanobiology of tooth movement. *Eur J Orthod.* 2008 Jun;30(3):299-306.
6. Zainal Ariffin SH, Yamamoto Z, Zainol Abidin IZ, Megat Abdul Wahab R, Zainal Ariffin Z. Cellular and



- molecular changes in orthodontic tooth movement. *ScientificWorldJournal*. 2011;11:1788-803.
7. Birgit Thilander. Capítulo 9. Reacciones tisulares en Ortodoncia. Lee W. Graber. Páginas 247-286 Editorial Elsevier, 2012
 8. Aboul-Ela SM, El-Beialy AR, El-Sayed KM, Selim EM, El-Mangoury NH, Mostafa YA. Miniscrew implant-supported maxillary canine retraction with and without corticotomy-facilitated orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011 Feb;139(2):252-9.
 9. Germeç D, Giray B, Kocadereli I, Enacar A. Lower incisor retraction with a modified corticotomy. *Angle Orthod*. 2006 Sep;76(5):882-90.
 10. Chung KR, Mitsugi M, Lee BS, Kanno T, Lee W, Kim SH.J. Speedy surgical orthodontic treatment with skeletal anchorage in adults--sagittal correction and open bite correction. *Oral Maxillofac Surg*. 2009 Oct;67(10):2130-48.
 11. Wilcko MT, Wilcko WM, Pulver JJ, Bissada NF, Bouquot JE. Accelerated osteogenic orthodontics technique: a 1-stage surgically facilitated rapid orthodontic technique with alveolar augmentation. *J Oral Maxillofac Surg*. 2009 Oct;67(10):2149-59.



12. Ali H. Hassan, MHPE, PhD, Samar H. Al-Saeed, BDS, SBO, Basma A. Al-Maghlouth, MS, Cert SBO, Maha A. Bahammam, MS, PhD, Amal I. Linjawi, MS, PhD, Tarek H. El-Bialy, MSc, PhD. Corticotomy-assisted orthodontic treatment. A systematic review of the biological basis and clinical effectiveness. *Saudi Med J* 2015; Vol. 36 (7): 794-80
13. Verna C. Regional Acceleratory Phenomenon. *Front Oral Biol.* 2015;18:28-35
14. Bhattacharya P, Bhattacharya H, Anjum A, Bhandari R, Agarwal DK, Gupta A, Ansar J. Assessment of Corticotomy Facilitated Tooth Movement and Changes in Alveolar Bone Thickness - A CT Scan Study. *J Clin Diagn Res.* 2014 Oct;8(10):ZC26-30.
15. Braydon M. Patterson, Oyku Dalci, M. Ali Darendeliler, DOrthod, and Alexandra K. Papadopoulou, Corticotomies and Orthodontic Tooth Movement: A Systematic Review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015 Oct 24. pii: S0278-2391(15)01411-1
16. Wilcko WM, Wilcko T, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2001 Feb;21(1):9-19.



17. Goyal Amit, Kalra JPS, Bhatiya Panjaj, Singla Suchinder, Bansal Parul. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics. PAAO. A review. *J Clin. Exp. Dent.* 2012;4(5):e292-6
18. Wilcko MT, Ferguson DJ, Makki L, Wilcko WM.. Keratinized Gingiva Height Increases After Alveolar Corticotomy and Augmentation Bone Grafting. *J Periodontol.* 2015 Oct;86(10):1107-15.
19. Vercellotti T, Podesta A. Orthodontic microsurgery: a new surgically guided technique for dental movement. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2007 Aug;27(4):325-31.
20. Choo H, Heo HA, Yoon HJ, Chung KR, Kim SH. Treatment outcome analysis of speedy surgical orthodontics for adults with maxillary protrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Dec;140(6):e251-62.
21. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent.* 2009 Jul-Aug;30(6):342-4, 346, 348-50.
22. Sebaoun JD, Surmenian J, Dibart S. Accelerated orthodontic treatment with piezocision: a mini-invasive



- alternative to conventional corticotomies]. *Orthod Fr.* 2011 Dec;82(4):311-9.
23. 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 Oct;136(4):570-7.
24. 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 Apr;131(4):448.e1-8.
25. Dibart S, Yee C, Surmenian J, Sebaoun JD, Baloul S, Goguet-Surmenian E, Kantarci A. Tissue response during Piezocision-assisted tooth movement: a histological study in rats. *Eur J Orthod.* 2014 Aug;36(4):457-64
26. Fischer TJ. Orthodontic treatment acceleration with corticotomy-assisted exposure of palatally impacted canines . *Angle Orthod.* 2007 May;77(3):417-20.
27. Akay MC, Aras A, Günbay T, Akyalçın S, Koyuncue BO. Enhanced effect of combined treatment with corticotomy and skeletal anchorage in open bite correction. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009 Mar;67(3):563-9.



28. Kim SH, Kim I, Jeong DM, Chung KR, Zadeh H. Corticotomy-assisted decompensation for augmentation of the mandibular anterior ridge. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Nov;140(5):720-31.
29. Hassan AH, AlGhamdi AT, Al-Fraidi AA, Al-Hubail A, Hajrassy MK. Unilateral cross bite treated by corticotomy-assisted expansion: two case reports. *Head Face Med.* 2013 May 19;6:6.
30. Oliveira DD, de Oliveira BF, de Araújo Brito HH, de Souza MM, Medeiros PJ. Selective alveolar corticotomy to intrude overerupted molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008 Jun;133(6):902-8.
31. Hwang HS, Lee KH. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and magnets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001 Aug;120(2):209-16.
32. Baloul SS, Gerstenfeld LC, Morgan EF, Carvalho RS, Van Dyke TE, Kantarci A. Mechanism of action and morphologic changes in the alveolar bone in response to selective alveolar decortication-facilitated tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011 Apr;139(4 Suppl):S83-101.
33. 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 Sep;79(9):1679-88.
34. Cassetta M, Pandolfi S, Giansanti M Minimally invasive corticotomy in orthodontics: a new technique using a CAD/CAM surgical template. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2015 Jul;44(7):830
35. 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 Oct;42(10):1300-19
36. Wilcko W, Wilcko MT. Accelerating tooth movement: the case for corticotomy induced orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Jul;144(1):4-12
37. Ramanathan C, Hofman Z. Root resorption in relation to orthodontic tooth movement. *Acta Medica (Hradec Kralove).* 2006;49(2):91-5. Review.
38. Shoreibah EA, Ibrahim SA, Attia MS, Diab MM. Clinical and radiographic evaluation of bone grafting in corticotomy-facilitated orthodontics in adults. *J Int Acad Periodontol.* 2012 Oct;14(4):105-13
39. Machado I, Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko MT and AlKahadra T. Root resorption following orthodontics



with and without alveolar corticotomy. *Journal of Dental Research* 2002; 80.

40. Francisco Muñoz , Constanza Jiménez , Daniela Espinoza , Alain Vervelle , Jacques Beugnet , Ziyad Haidar . Use of leukocyte and platelet-rich fibrin (L-PRF) in periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO): Clinical effects on edema and pain. *J Clin Exp Dent.* 2016;8(2):e119-2.

