



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**TÉCNICAS QUIRÚRGICAS DE CORTICOTOMÍA
ALVEOLAR SELECTIVA COMO COADYUDANTE AL
TRATAMIENTO DE ORTODONCIA. REVISIÓN
BIBLIOGRÁFICA.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

IRIS YAZMÍN ZENTENO MARTÍNEZ

TUTOR: Esp. ALEJANDRO ISRAEL GALICIA PARTIDA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

*“Para las cosas grandes y arduas se necesitan combinación sosegada, voluntad decidida, acción vigorosa, cabeza de hielo, corazón de fuego y mano de hierro”. **Jaime Balmes***

A mi madre Ana Martínez Montiel

Por ser la persona que ha forjado mi carácter, por transmitirme esencias que han conglomerado mi personalidad, ser la base de cada proyecto anhelado y cómplice de mis ideas, sueños y metas. Por haberme enseñado el verdadero valor de un ser humano, tener la sensibilidad de una caricia pero la fortaleza de un *Olivo de Vouves*. A pesar de cada inconveniente en nuestras vidas siempre obtuve de ella lealtad, respeto, sinceridad, desinterés y el mejor ejemplo para sobrevivir a cada adversidad y jamás relegar mis valores ni desistir de mis objetivos.

A mi padre Marciano Zenteno Grez

Quien me enseñó que para cada meta cruzada existe solo un camino, la consistencia, la cual involucra sacrificios, desvelos, responsabilidad, organización y emprendimiento. El pertenecer a un lugar y tener tus raíces donde pocas son las posibilidades de generar frutos, no implica forzosamente ser parte del conformismo ni del paradigma de impedimentos a un crecimiento profesional. Por el tengo la certeza que el mejor cómplice del éxito, de la estabilidad, de las oportunidades y retribuciones es el amor a tu profesión, siempre ver cada día de trabajo como el primero, con ganas de aprender y progresar.

A mi hermano Jonathan Zenteno Martínez

Multifacético, la persona que proyecta la imagen certera de que la vida esta rodeada de etapas, oportunidades, discrepancias, retos, superaciones y con grandes motivos para abordar grandes ideas materializándolas gracias a la dosificación entre tiempo real y visual. Por ejercer el concepto de humildad en momentos de éxito y contar con sabiduría para valorar los que otros desprecian, al llegar a una nueva orilla. Por que con el no solo tengo una persona de la cual aprender y admirar, cuento con alguien para reír, llorar, poder ejercer el valor de la solidaridad y fuerza.

A mi hermano Luis Miquel Zenteno Martínez

Aprendí de el que el ser vigoroso en cada aspecto de tu vida concluirás en un solo resultado, lograr ser victorioso. El ser minucioso en todo lo que realiza, le proyecta inteligencia, conocimientos y te hace sostener que es una persona con mucho potencial. Dada las adversidades la mejor enseñanza que obtengo de el día con día, es jamás realizar una inmovilización en tu vida; siempre seguir de una forma u otra, aprendiendo de tus errores y buscar la superación no solo profesional sino de la misma forma en el aspecto personal. Por enseñarme que una risa contagiosa y natural es la mejor paga del día, seguir deleitando acciones tan elementales pero tan exclusivas.

A Bryan Eduardo Salinas Martínez

Por que su recuerdo ha sido el mejor empuje para superarme cada día, por que su ausencia alimenta la resistencia en darle un valor a mi vida, y tener un gran motivo para seguir existiendo. Comprendo que cuando morimos lo único que dejas en esta tierra es tu imagen y tu legado. El dejo en mi algo extraordinario, simplemente vivir a diario con una esencia, la de ser tu mismo; eso te dará perpetuidad en el éxito.

A familiares y amigos como, Sonia Martínez Montiel, Claudia Regina Pérez Tapia, Kimberly Hernández Ríos, Gilena Manríquez Delgado, Daniel González Olvera, Andrick Riveralbañez y Yeison Bayona Pacheco; por siempre presindir de su apoyo incondicional, palabras de ánimo para no desistir y poder concluir esta etapa de mi vida.

ÍNDICE	
	Págs.
1. INTRODUCCIÓN	5
2. PROPÓSITO	7
3. CORTICOTOMÍA	8
3.1 Antecedentes	8
3.2 Generalidades	13
3.3 Consideraciones	17
3.4 Indicaciones	18
3.5 Contraindicaciones	20
3.6 Ventajas	21
3.7 Desventajas	22
4. TÉCNICAS QUIRÚRGICAS PARA REALIZAR CORTICOTOMÍA	23
4.1 Técnica de Corticotomía Alveolar Selectiva	23
4.1.1 Ventajas	24
4.1.2 Desventajas	24
4.2 Técnica de Corticotomía Alveolar Modificada	25
4.2.1 Ventajas	26
4.2.2 Desventajas	26
4.3 Técnica de Ortodoncia Osteogénica Acelerada Periodontalmente (PAOO)	27
4.3.1 Ventajas	29
4.3.2 Desventajas	29

4.4 Técnica de Dislocación Dental Monocortical y Distracción Periodontal	30
4.4.1 Ventajas	30
4.4.2 Desventajas	30
4.5 Técnica de Piezocisión	33
4.5.1 Ventajas	36
4.5.2 Desventajas	36
5. ASPECTOS BIOLÓGICOS E HISTOLÓGICOS DURANTE EL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO TENIENDO COMO COADYUDANTE LA CORTICOTOMÍA	36
6. BIOMECÁNICA EN EL MOVIMIENTO DENTAL	45
7. PRESENTACIÓN DE CASO CLÍNICO	56
CONCLUSIONES	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62



INTRODUCCIÓN

El avance científico de la odontología es cada vez más amplio en sus diferentes áreas o especialidades. El tratamiento interdisciplinario estomatológico es requerido con mayor frecuencia por nuestros pacientes, trabajar con especialistas de diferentes áreas conlleva a orientar adecuadamente los tratamientos y a optimizar resultados para el beneficio de estos; tal es el caso entre cirugía bucal y ortodoncia.

La cirugía dentoalveolar combinada con el tratamiento de ortodoncia se destacó como un método alternativo para reducir el tiempo de tratamiento y obtener mejores resultados en pacientes post-adolescentes y adultos.

El promedio de tiempo del tratamiento ortodóntico en adultos es considerablemente mayor como consecuencia de un menor recambio celular, a diferencia de los adolescentes, con un rango entre 18.7 a 31 meses de duración. Esto aumenta el riesgo de caries, resorción radicular externa y menor colaboración por parte del paciente entre otros.

La importancia de realizar en este trabajo un enfoque hacia este tipo de procedimiento quirúrgico, radica en conocer alternativas quirúrgicas para abordarlo, con la finalidad de adquirir los conocimientos indispensables para poder determinar un diagnóstico certero y preciso en cada paciente; es indispensable contar con estos conocimientos ya que la demanda en pacientes adultos para someterse a un tratamiento ortodóntico ha aumentado considerablemente.

La corticotomía se define como la osteotomía del hueso cortical vestibular. En adultos, esta técnica reduce drásticamente el tiempo de tratamiento



debido a que disminuye la resistencia que opone el hueso cortical, así como disminuye el riesgo de resorción radicular, necrosis pulpar, daño periodontal, aumento de la estabilidad postratamiento ortodóntico y la expansión de las corticales es más segura.

La corticotomía puede ser extremadamente útil para realizar movimientos que normalmente no se producirían o sería muy lento el proceso, de igual manera logra evitar los movimientos dentales innecesarios o difíciles, para reducir riesgos.

En este trabajo se presenta una revisión de la literatura, y un caso clínico, destacando las diferentes técnicas quirúrgicas que se han generado con respecto a la aplicación clínica de la corticotomía incluyendo los antecedentes históricos, fundamentos biológicos, indicaciones, contraindicaciones, ventajas y desventajas para el uso clínico de cada una de ellas.



PROPÓSITO

En base a la revisión en la literatura y las publicaciones científicas, se pretende explicar las diversas técnicas que existen para la *corticotomía alveolar selectiva* como auxiliar en el tratamiento de ortodoncia, tomando en cuenta la perspectiva histórica de este enfoque terapéutico, sus bases biológicas, las indicaciones, contraindicaciones para su uso clínico, así como sus limitaciones y riesgos, esperando contribuir a difundir información sobre este tema para orientar en la toma de decisiones de los profesionales que deseen utilizar este procedimiento en sus actividades clínicas.

ANTECEDENTES

El uso de corticotomías como coadyuvante de los tratamientos para la corrección de maloclusiones fue descrito por L.C Bryan y Cummingham en 1892 y 1893, respectivamente, sin embargo, Kóle fue el que reintrodujo en 1959 la descripción de una 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. El movimiento de los bloques ejerciendo la fuerza desde las coronas dentales mediante ortodoncia era más fácil y rápido dado que, se consideraban independientes y unidos únicamente por hueso medular menos denso, manteniéndose así la integridad estructural durante la regeneración ósea. En este estudio, los movimientos se completaron de 6-12 semanas. A partir de esta publicación se acuña el término «*bony block*», el cual hace alusión al movimiento óseo en bloque. Esta técnica, al ser sumamente invasiva, fue poco aceptada ^{1,2,3}.

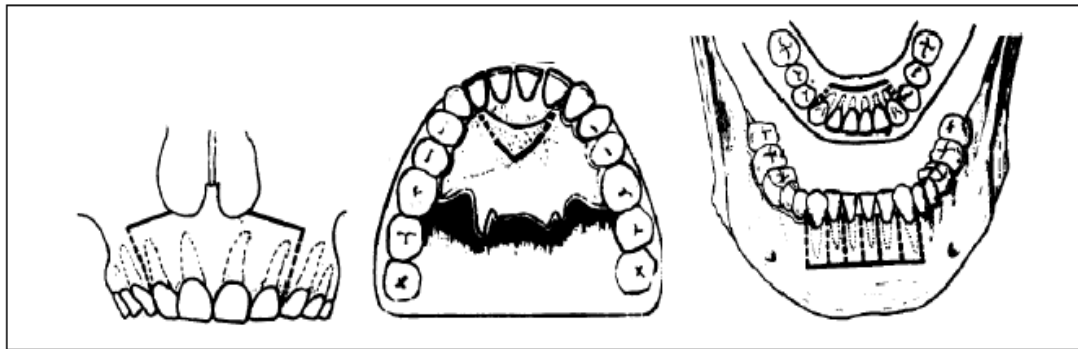


Fig 1. Osteotomías de Köle por bloques óseos ²⁸.

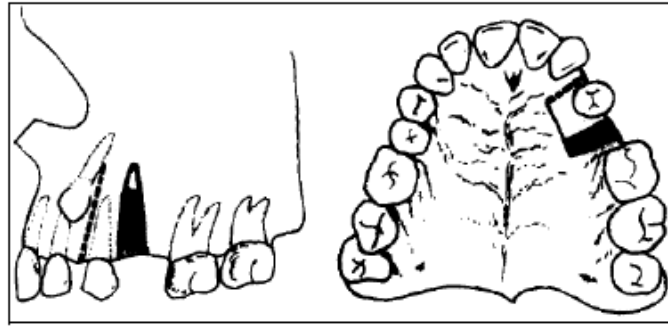


Fig 2. Separación de pequeños bloques óseos por unidad ²⁸.

En 1975, Duker llevo a cabo el primer estudio animal (en perros beagle), reproduciendo la técnica descrita por Kole ², para investigar cómo el rápido movimiento de los dientes con corticotomía afectaba la vitalidad de los dientes y el periodonto. La salud del periodonto se preservó al evitar la cresta ósea marginal durante los cortes en la corticotomía. Se concluyó que ni la pulpa ni el periodonto fueron dañados tras el movimiento dental ortodóntico después de la corticotomía. El diseño de las técnicas posteriores ha tomado esto en consideración; los recortes interdentesales siempre se dejan al menos 2 mm por debajo del nivel de la cresta ósea alveolar ⁴.

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 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 movilización. Dado el pequeño tamaño (1.8 mm de diámetro y 8.5 mm de longitud), el diseño en dos partes, su eficiencia y bajo costo, el implante en <<C>> tiene múltiples indicaciones, ofreciendo un anclaje óptimo en gran variedad de casos ^{1, 2}.

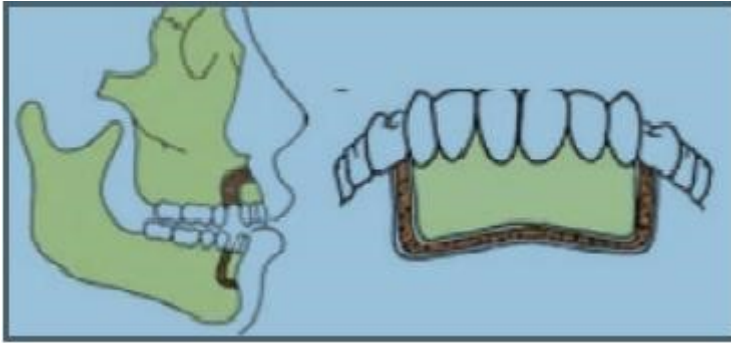


Fig. 3 Osteotomía perisegmental anterior por Chung ².



Fig 4. Diseño de osteotomía por Chung con dispositivos de anclaje intraóseo²⁹

En 1978 , Generson, et al. 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 ortodoncia ⁵. Siguiendo esta línea, en la década de 1990 Anholm, Gantes y Saya 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 (corticotomía) que sustituirían las osteotomías de unión a cierta distancia de los ápices descritas por Kole. En casos de extracción se aconsejaba 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 canino ². Se sugería que los movimientos

dentales se efectuaran en los primeros 3-4 meses, después de lo cual los bordes de los «bloques » se fusionarían nuevamente ⁶.



Fig. 5 Corticotomía alveolar selectiva ³⁰.

En estudios posteriores de Anholm et al., Gantes et al. reportan que el tiempo promedio de la ortodoncia facilitada por corticotomía es de 14.8 meses comparado con 28.3 meses del grupo control y Saya reporta 395 pacientes adultos en donde el tiempo de tratamiento varía entre 6-12 meses ^{6,7}.

Hasta este momento, se pensaba que el movimiento dental acelerado se debía al desplazamiento del segmento óseo de manera individual, pero en 2001 los hermanos Wilcko (ortodoncista y periodoncista, respectivamente) reportan dos casos en donde al evaluar con tomografía computarizada a pacientes tratados con corticotomía se demuestra que la velocidad del movimiento dental se debe a una desmineralización/remineralización local y transitoria en el hueso alveolar compatible con el fenómeno regional acelerado (RAP) (en vez de atribuirse al movimiento de bloques óseos a los fenómenos de reabsorción y aposición, como se había sugerido anteriormente), descrito por primera vez por el ortopedista H. Frost y confirmado en mandíbulas de ratas por Yaffe et al. ⁶, Wilcko et al. informó de

que esta técnica podría reducir el tiempo de tratamiento a un tercio del tiempo de ortodoncia convencional ⁸.

Wilcko et al. proponen que después de la desmineralización del hueso alveolar, la matriz ósea podría ser desplazada con la raíz y subsecuentemente remineralizada después de completar los movimientos dentales. También han demostrado que el diseño de la corticotomía no es la responsable para el movimiento dental acelerado sino que se debe al grado de perturbación metabólica ⁴. En este procedimiento combinan la «activación ósea» (corticotomía sin movilización ósea), aumento de hueso alveolar empleando injerto óseo (lo cual aumenta los límites del movimiento dental y evita extracciones) y tratamiento ortodóntico, nombrando a esta técnica como ortodoncia osteogénica acelerada (AOO), la cual posteriormente fue patentada con el nombre de ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente (PAOO) y registrando el procedimiento en su conjunto como Wilckodontics® ³.



Fig 6. William Wilcko y Thomas Wilcko ³¹.

En el año 2002, en Estados Unidos este mismo autor nuevamente conjuntamente con los doctores Ferguson y Twaddle, realizaron un estudio, donde analizaron los efectos dentoalveolares del movimiento ortodóntico rápido en la zona anteroinferior de 10 sujetos tratados ortodónticamente, que poseían un nivel de apiñamiento de moderado a severo, después de una corticotomía labio - lingual, comparados con 4 sujetos que solo experimentaron el movimiento ortodóntico sin corticotomía. Pudieron concluir que la terapia ortodóncica facilitada con corticotomía, mejora el soporte óseo alveolar, acelera el movimiento ortodóntico y permite un incremento en la anchura del proceso alveolar de una manera permanente ⁹.

A partir de este momento surgieron nuevas técnicas quirúrgicas más conservadoras, como la descrita por Vercellotti et al. empleando el bisturí piezoeléctrico, o la de Dibart et al. en la cual se evita el levantamiento de un colgajo. Este procedimiento quirúrgico ha tenido otras aplicaciones como intruir dientes sobrerupcionados, o extruir caninos retenidos con mayor rapidez ^{2,3}.

GENERALIDADES

El uso de un tratamiento de ortodoncia en pacientes adultos es cada vez más común. Estos pacientes tienen diferentes requisitos con respecto a la duración del tratamiento, las preocupaciones con respecto a la estética facial y dental, y tipos de aditamentos que se pueden utilizar. Además, el tratamiento de ortodoncia en pacientes adultos tiene características especiales con respecto a la hialinización periodontal y flexibilidad alveolar en comparación con los pacientes en crecimiento ⁷.

Es importante señalar las diferencias entre los tipos de daño quirúrgico en el hueso alveolar: osteotomía (corte completo a través del hueso cortical y medular), corticotomía (corte parcial de la placa cortical sin penetrar hueso

medular), y corticotectomía (extracción de una cantidad de corteza sin hueso medular) ⁷.

Ortodoncia con Asistencia de Corticotomía (CAO) se ha empleado para acelerar el tratamiento de ortodoncia. Algunos estudios clínicos han demostrado una reducción del tiempo de tratamiento en un tercio en comparación con los tratamientos convencionales; tiene ventajas adicionales, tales como menos reabsorción de la raíz, debido a la disminución de la resistencia del hueso cortical, más hueso que rodea los dientes, debido a la adición de injerto óseo, menos y más lenta recidiva, y menos necesidad de aparatos extraorales y procedimientos ortognáticos ⁷.



Fig 7. Corticotomía ³².

La corticotomía alveolar, se trata de la interrupción de la cortical ósea con mínima alteración del endostio. Es decir se realizan cortes en la cortical para poder llegar al hueso esponjoso y sacar partido de la mayor elasticidad de éste, sobre el hueso cortical ².

También puede definirse como una técnica quirúrgica en la que sólo el hueso cortical es cortado, perforado, o mecánicamente alterado hasta alcanzar el hueso medular, el cual permanece intacto ²².

Se han descrito tres métodos para aumentar la velocidad del movimiento dental: 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 ^{2,12}.

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 ².

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 ^{2,12}.

En 2008 y 2009, Ferguson, Sebaoun, Lee, Wilcko y Mostafa han proporcionado evidencia histológica y sistémica para apoyar la hipótesis propuesta por Wilcko 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* ¹¹.

El trauma provocado en la cortical alveolar a través de las corticotomías induce un fenómeno transitorio de desmineralización/remineralización en el hueso alveolar que corresponde con la fase inicial del proceso de regeneración normal. Esta respuesta ósea a las fracturas desarrollada por Frost en 1989 y descrita por Yaffe, et al. en 1994 en la literatura periodontal y por Lee y Fergusson en 2008, ha sido denominado ***Rapid Acceleratory Phenomenon*** (por sus siglas en ingles, RAP). El levantamiento de un colgajo



también produce un RAP, pero éste es insuficiente para acelerar el movimiento dentario. Al potenciarse el RAP, la regeneración 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 fisiológica¹³.

En la fase inicial del RAP se produce una osteopenia transitoria: existe un incremento 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 ^{7,13}.

La actividad osteoclástica se mide por una disminución del 22% en la retención del isótopo Ca, que ocurre durante la primera semana y alcanza su máximo en el día 21. Bogoch 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 posquirúrgica, alcanza el pico entre el mes y los 2 meses posquirúrgicos, y puede tardar en normalizarse de 6 meses a 2 años ^{3,14}.

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 RAP. Por otro lado, el término acelerador hace referencia a la respuesta ósea intensificada en los cortes que se extiende a la médula ³.

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 ortodóntico; de aquí que se conozca el proceso con el término de «transporte de la matriz ósea» ¹⁵.



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 regeneración se asemeja a la de una fractura. La regeneración poscorticotomía está producida por las aberturas creadas en los espacios vasculares de la médula subyacente, que expone el sitio quirúrgico a un proceso de regeneración potenciado mientras se mantiene el segmento afectado en un estado estable ^{13, 2}.

CONSIDERACIONES ^{20, 21}

- La arquitectura ósea remanente deberá tener 10 mm por lo menos en sentidoápico coronal.
- De la base del hueso debe tener de ancho 7 mm por lo menos.
- El espesor del hueso alveolar es de 3 mm como mínimo, existiendo una clara separación con presencia de hueso medular entre las corticales vestibular y palatino/lingual para evitar fracturas.
- Los pacientes que estén sometidos a tratamientos con corticoides o bifosfonatos no son candidatos a este tipo de tratamiento, ya que su vascularización ósea o recambio óseo celular está comprometido.
- Los antiinflamatorios no esteroideos (AINES) inhiben las prostaglandinas y, por lo tanto, la actividad osteoclástica. Se debe evitar su uso más allá de la primera semana postoperatoria.

- Cualquier infección oral previa así como problemas de dientes con tratamiento de endodoncia debe solucionarse antes de la cirugía.

INDICACIONES 2, 4, 7, 19, 20

- Movimientos dentales en masa (discrepancias oseodentarias maxilares y mandibulares).

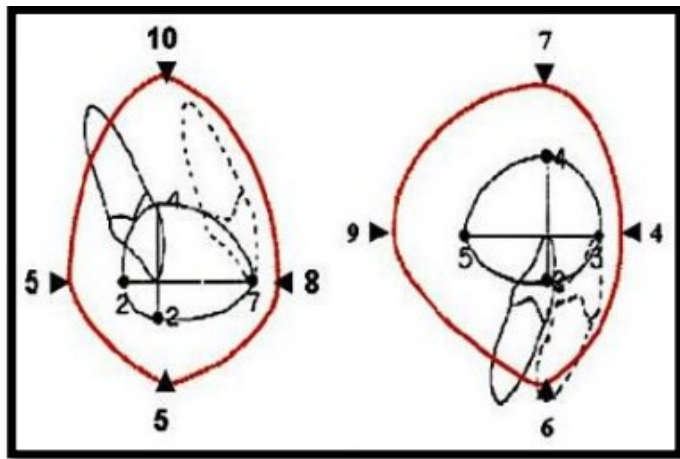


Fig. 8 En el interior se muestra el tratamiento de ortodoncia solo y en el exterior envolvente se muestra el tratamiento después de la corticomía. La primera figura es un plano sagital y la segunda en plano vertical ³³.

- Uso simultáneo con otros procedimientos quirúrgicos (dientes impactados).
- Corrección de mordida abierta anterior.



Fig. 9 Mordida abierta anterior ¹².



- Para realizar movimientos dentales individuales.
 - Intrusión/ Extrusión: Yao et al. describe la intrusión de 4 mm de un molar en 7-6 meses con el uso de dispositivos de anclaje (microtornillos, mini implantes, miniplacas). Por otro lado, el mismo procedimiento combinado con corticotomía alveolar puede lograr la misma cantidad de intrusión en 2-5 meses.
 - Enderezamiento molar
 - Caninos incluidos
 - Distalización molar
- Para potencializar la corrección de maloclusiones esqueléticas severas a moderadas, movimientos más extensos en un tiempo muy corto comparado con el tiempo de tratamiento ortodóntico convencional.
- Clase II que requieren expansión o extracciones.
- Clase III maloclusiones leves.

En general, las indicaciones para el uso de corticotomías alveolares en la ortodoncia se han agrupado en tres categorías principales:

- a. Para acelerar el tratamiento de ortodoncia correctiva, en su conjunto.
- b. Para facilitar la aplicación de los movimientos de ortodoncia mecánicamente desafiantes.
- c. Mejorar la corrección de las maloclusiones esqueléticas de moderados a graves.



Las decisiones de tratamiento se basan en consideraciones tales como la gravedad de la maloclusión, deficiencias alveolares preexistentes, extracción vs protocolos sin extracciones, y las expectativas del paciente.

CONTRAINDICACIONES 2, 6, 21

- Ausencia de hueso medular que proporcione adecuada vascularización.
- Enfermedad periodontal activa.
- Cresta ósea delgada.
- Dientes con tratamiento de endodoncia inadecuado o con reacción periapical previo a la cirugía.
- Anquilosis.
- Enfermedades sistémicas como diabetes no controladas, discracias sanguíneas o coagulopatías.
- Problemas esqueléticos graves principalmente en clase III.
- Pacientes que hayan tenido o que cursen con enfermedades metabólicas óseas como: osteoporosis, raquitismo, osteomalacia, hiperparatiroidismo, hipoparatiroidismo, hipertiroidismo o hipotiroidismo.
- Pacientes que toman medicamentos que modifican el metabolismo óseo como: bifosfonatos, AINES (ya que inhiben las prostaglandinas y por lo tanto la actividad osteoclástica).
- Alternativa para la expansión quirúrgica del paladar en el tratamiento de la mordida cruzada posterior grave.



VENTAJAS

Las ventajas del tratamiento ortodóntico con corticotomía en comparación con la ortodoncia convencional son ^{3, 20}:

1. Mayor aplicación en el tratamiento de maloclusiones (reducción de los límites del movimiento dentario y una menor necesidad de extracciones).
2. Disminución de los tiempos de tratamiento.
 - El tiempo de tratamiento para los pacientes se reduce de un tercio a un cuarto del tiempo que normalmente es requerido para tratar la mayoría de las maloclusiones dentales.
3. Aumento del volumen alveolar y un mantenimiento más completo en la estructura del periodonto (corrección de las dehiscencias y fenestraciones óseas preexistentes, con utilización de injertos óseos).
 - 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 ortodoncia ².
4. Disminuye el riesgo de la resorción radicular debido a la resistencia disminuida del hueso cortical.
 - Lino, et al. han demostrado que las corticotomías realizadas en perros disminuyó la hialinización del ligamento periodontal, y es bien sabido que la hialinización puede ser un precursor para radicar resorción.

5. Los reportes de recidiva son escasos.
6. Disminuye el riesgo de necrosis del hueso y de la pulpa dental.
7. Remodelación alveolar para la mejora del perfil de un paciente cuando se requiera.
8. Utilización simultánea con otros procedimientos (dientes impactados).

DESVENTAJAS 9, 20, 23

1. Algún grado de recesión gingival.
2. Pérdida de papilas interdentes.
3. Resorción del hueso alveolar sobre todo cuando se realiza una elevación perióstica de gran tamaño, o por daños térmicos durante el procedimiento quirúrgico.
4. Costos extra de la cirugía.
5. Se puede esperar algún grado de dolor e inflamación y la posibilidad de infección.
6. Pueden aparecer hematomas subcutáneos en la cara y cuello tras realizar corticotomías intensas.

TÉCNICAS QUIRÚRGICAS PARA REALIZAR CORTICOTOMÍA

En la última década, se han descrito diferentes técnicas quirúrgicas con una clara tendencia a ser mínimamente invasivas y a mejorar la estructura periodontal por medio de injertos óseos e injertos subepiteliales de tejido conectivo.

TÉCNICA DE CORTICOTOMÍA ALVEOLAR SELECTIVA^{2, 4, 6}

1. Protocolo de asepsia y antisepsia.
2. Anestesia local.
3. Elevar un colgajo de espesor total zona vestibular y palatina / lingual
4. Realizar corticotomías verticales en los espacios interradiculares (vestibulares y linguales /palatinos) con una fresa de bola #1 o fresa #701 de baja velocidad, apenas penetrando el hueso trabecular (2 a 3 mm de profundidad) , manteniendo una distancia a la cresta ósea de 2-3 mm y sobrepasando el ápice dental 2 mm.



Fig. 10 Se eleva un colgajo de espesor total (mucoperióstico) ² .

5. Unir las corticotomías verticales con corticotomías semicirculares en la porción superior del ápice.
6. Irrigar cuidadosamente con solución estéril.
7. Reposicionar colgajo y suturar.
8. Aplicar fuerzas ortodónticas a los 7 -14 días.
9. Revisión de control a los 3 meses.



Fig. 11 Se realizan corticotomías interradiculares y se unen en el tercio apical¹⁵.

VENTAJAS 2, 4, 6

- Excelente visibilidad.
- Posibilidad de hacer las corticotomías con fresa o con bisturí piezoeléctrico.
- Incrementa eficiencia del tratamiento ortodóntico.
- Reduce costos del tratamiento.

DESVENTAJAS 2, 4, 6

- Complicaciones postquirúrgicas como inflamación, equimosis y dolor.
- Tiempo quirúrgico prolongado.
- Trauma quirúrgico.

TÉCNICA DE CORTICOTOMIA ALVEOLAR MODIFICADA 2, 6, 26, 27

1. Protocolo de asepsia y antisepsia.
2. Anestesia local.
3. Elevar un colgajo de espesor total zona vestibular y palatina / lingual.
4. Realizar corticotomías verticales en los espacios interradiculares (vestibulares y linguales/palatinos) con una fresa de bola #1 o fresa #701 de baja velocidad, apenas penetrando el hueso trabecular (2 a 3 mm de profundidad), manteniendo una distancia a la cresta ósea de 2-3 mm y sobrepasando el ápice dental 2 mm.
5. Unir las corticotomías verticales con corticotomías semicirculares en la porción superior del ápice.
6. **Hacer perforaciones equivalentes al diámetro de la fresa #701 dentro del área limitada por las corticotomías para incrementar el sangrado y por ende el estímulo de regeneración.**
7. Irrigar cuidadosamente con solución estéril.
8. Reposicionar colgajo y suturar.
9. Aplicar fuerzas ortodónticas a los 7 días y posteriormente cada 14 días.
10. Revisión de control a los 3 meses.

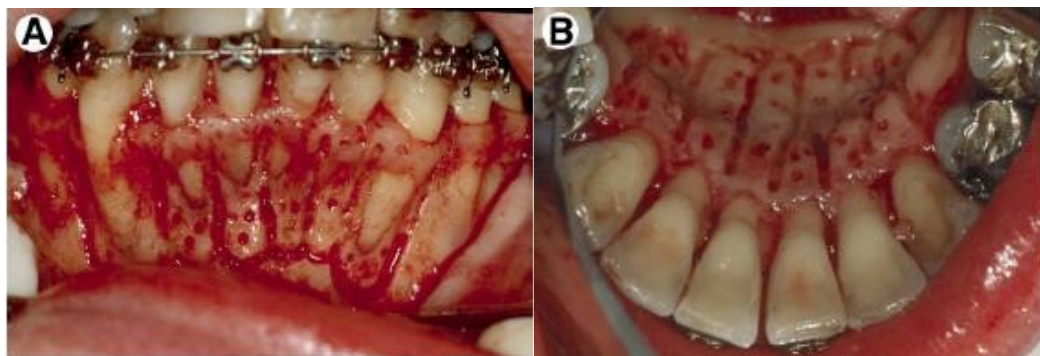


Fig. 12 Perforaciones dentro del área limitada por las corticotomías ¹⁵.

VENTAJAS 2, 6, 26, 27

- Excelente visibilidad.
- Posibilidad de hacer las corticotomías con fresa o con bisturí piezoeléctrico.
- Incrementa eficiencia del tratamiento ortodóntico.
- Reduce costos del tratamiento.

DESVENTAJAS 2, 6, 26, 27

- Complicaciones postquirúrgicas como inflamación, equimosis, dolor y hemorragia.
- Tiempo quirúrgico prolongado.
- Mayor riesgo de causar alguna fenestración al realizar perforaciones en exceso y perder la dimensión de profundidad del hueso cortical.
- Trauma quirúrgico.



Fig. 13 Comparación entre corticotomía alveolar selectiva y modificada ⁵.

TÉCNICA DE ORTODONCIA OSTEOGÉNICA ACELERADA PERIODONTALMENTE (PAOO)^{4,25,26,27}

Esta técnica fue propuesta por los hermanos Wilcko ortodoncista y periodoncista, en el 2001. Es una combinación de una decorticación selectiva facilitando la técnica de ortodoncia y el aumento alveolar. Esta técnica quirúrgica consta de 5 pasos a saber: elevación del colgajo, corticotomía, injerto, cierre y aplicación de la fuerza de ortodoncia.

1. Protocolo de asepsia y antisepsia.
2. Anestesia local.
3. Elevar un colgajo de espesor total zona vestibular y/o palatina / lingual. El colgajo debe extenderse más allá de los sitios de corticotomía mesial y distal de modo que no se requieran incisiones de descarga verticales.
4. Realizar corticotomías verticales en los espacios interradiculares (vestibulares y/o linguales/palatinos) con una fresa de bola #1 o fresa #701 de baja velocidad, apenas penetrando el hueso trabecular (1.5-2 mm de profundidad), manteniendo una distancia a la cresta ósea de 2-3 mm y sobrepasando el ápice dental 2 mm.



Fig. 14 Corticotomías verticales unidas por corticotomías horizontales en maxilar y mandíbula ³⁴.

5. Unir las corticotomías verticales con corticotomías horizontales en la porción superior del ápice.
6. Irrigar cuidadosamente con solución estéril.
7. Injerto: Los materiales más comúnmente usados para injerto después de la corticotomía son hueso bovino desmineralizado, hueso autógeno, aloinjerto de hueso liofilizado desmineralizado, o una combinación de los mismos. El injerto se coloca en las áreas que tienen corticotomías. El volumen del material de injerto utilizado es dictada por la dirección y la cantidad de movimiento de los dientes predecido, el espesor de pretratamiento del hueso alveolar, y la necesidad de apoyo labial por el hueso alveolar.



Fig. 15 Injerto óseo se coloca en zonas de corticotomías ²⁷.

8. Reposicionar el colgajo y suturar.
9. Aplicar fuerzas ortodónticas a la semana poscirugía y posteriormente cada 14 días.
10. Revisión de control a los 3 meses.

VENTAJAS ^{4,25,26,27}

- Menos reabsorción radicular debido a la disminución de la resistencia del hueso cortical.
- Más soporte óseo debido a la adición de injerto óseo.
- Menor riesgo de presentar algún defecto óseo o recesión gingival.
- Menor necesidad de aparatos extraorales.

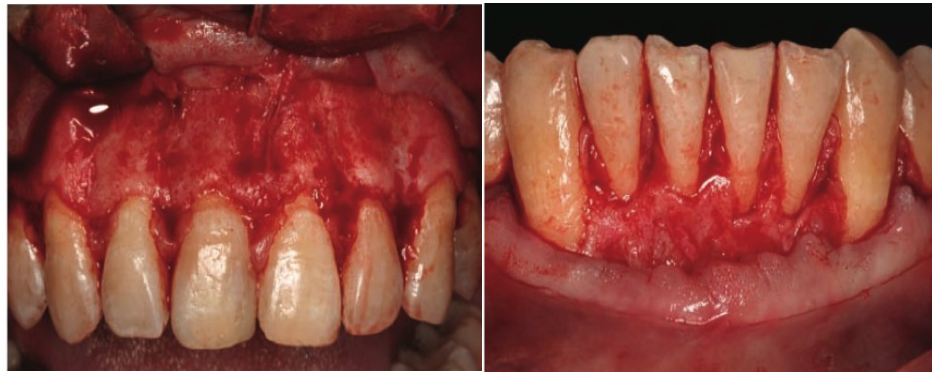


Fig. 16 Reborde alveolar vestibular de maxilar y mandíbula 1 año después de realizar PAOO ³⁴.

DESVENTAJAS ^{4,25,26,27}

- Costo extras.
- Procedimiento quirúrgico ligeramente invasivo, y como todas las cirugías, tiene sus riesgos. Pueden producirse pérdida ósea crestal postquirúrgica y recesión, aunque en menor riesgo que otras técnicas.
- Se espera algo de dolor e inflamación, y la posibilidad de infección.
- No es aplicable a todos los casos, la selección de casos adecuado es necesario para alcanzar un buen resultado.

TÉCNICA DE DISLOCACIÓN DENTAL MONOCORTICAL Y DISTRACCIÓN PERIODONTAL^{2, 20}

Tomaso Vercellotti y Andrea Podesta desarrollaron esta técnica quirúrgica ortodóntica para acelerar los movimientos dentales vestibulares, verticales o palatinos, evitando daños en los tejidos periodontales, basándose en la técnica de piezocisión inventada y desarrollada por Vercellotti.

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.

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 RAP.

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.

1. Protocolo de asepsia y antisepsia.
2. Anestesia local.
3. Elevar un colgajo de espesor total zona vestibular y/o palatina/lingual.
4. Unir las corticotomías verticales con corticotomías semicirculares en la porción superior del ápice.

5. 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 corresponderá a la cantidad de intrusión que se desee.
6. Si hay suficiente espacio interproximal se puede realizar un corte horizontal en la zona próxima a la cresta alveolar 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.



Fig. 17 Cortes en forma de “Y” para preservar la cresta alveolar ²⁰ .

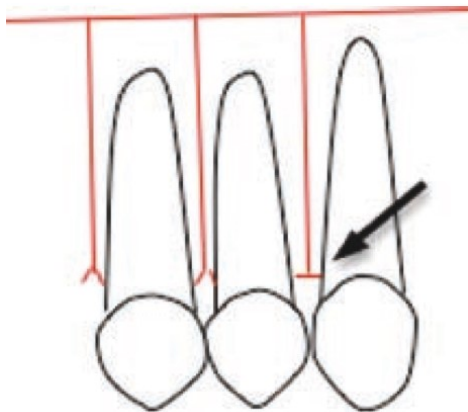


Fig. 18 Cortes longitudinales acabados en “Y” en las zonas de menor distancia interradicular y corte horizontal en la zona de mayor anchura ósea ² .

7. Irrigar cuidadosamente con solución estéril.
8. El injerto se coloca en las áreas que tienen corticotomías siendo opcional la colocación de membranas reabsorbibles.
9. Reposicionar colgajo y suturar.
10. Se recomienda iniciar la aplicación de fuerzas entre 1-7 días una vez finalizado el mismo, manteniendo un ritmo de activaciones cada 2 semanas.
11. Revisión de control a los 3 meses.

TÉCNICA POR PIEZOCISIÓN ^{20, 26, 39}

El dispositivo piezoeléctrico produce una modulación de frecuencia de ultrasonido específico (22 000-35 000 Hz). La unidad proporciona extrema precisión y seguridad, así como un corte micrométrico, permitiendo de esta manera una sección precisa de las estructuras mineralizadas. Además, el dispositivo provoca menos sangrado durante y después del procedimiento y el proceso de regeneración es más corto ³⁹.

El ultrasonido son vibraciones de frecuencias superiores al límite máximo de la gama audible en los seres humanos, es decir, mayor que aproximadamente 20 kHz. El término sónica se aplica a las ondas de ultrasonido de muy altas amplitudes ³⁹.

Fue Pierre Curie quien descubrió en 1881 la piezoelectricidad. El fenómeno que dio la base del piezoeléctrico, se desarrolló a mediados del siglo XX. La piezoelectricidad se encuentra en algunos cristales que, cuando se someten a cargas mecánicas, adquieren polarización eléctrica. Un transductor ultrasónico es un dispositivo utilizado para convertir algún otro tipo de energía en una vibración ultrasónica. El tipo más popular y versátil de transductor ultrasónico es el cristal piezoeléctrico, que convierte un campo

eléctrico oscilante aplicado al cristal en una vibración mecánica. Los cristales piezoeléctricos incluyen el cuarzo, la sal Rochelle, y ciertos tipos de cerámica. Los transductores piezoeléctricos se emplean fácilmente sobre toda la gama de frecuencias y en todos los niveles de salida ³⁹.

También hay un piezoelectricidad inversa, donde los cristales son sometidos a una carga eléctrica y adquieren una carga mecánica; en el caso de la carga eléctrica de ser alternativa, los cristales se expanden y contraen alternativamente, y si en la parte superior se añade una frecuencia intermedia, los cristales producen oscilaciones mecánicas de media frecuencia, produciendo ondas ultrasónicas. Las ondas ultrasónicas son ondas mecánicas que, debido al fenómeno de agitación, pueden inducir la desorganización y fragmentación de los diferentes tejidos duros. Las vibraciones ultrasónicas pueden permitir fácilmente la segmentación de las interfaces de sólido a sólido por medio de vibración, y de sólido a líquido por medio de la cavitación. Estos dos conceptos son la base de la tecnología piezoeléctrico utilizados en el campo dental ³⁹.

De acuerdo con la literatura, en 1950 Pohlman fue la primera en aplicar ultrasonidos en tejidos humanos en tratamientos de mialgias y dolor neuropático. En el mismo año Maintz reveló el efecto positivo sobre la regeneración ósea ³⁹.

Finalmente en 1988 se aplicó el fenómeno de ultrasonidos en el campo de la cirugía oral. Pero las técnicas quirúrgicas dentales han cambiado y evolucionado significativamente durante los últimos 20 años. En los dispositivos actuales, la frecuencia ultrasónica es modulada por el cirujano de 25 a 29 kHz incluso hasta 35 kHz ³⁹. De esta manera sólo el tejido mineralizado se corta selectivamente, sin dañar los tejidos blandos (tejido neurovascular y otros tejidos blandos sólo se cortan por encima de una frecuencia de 50 kHz), que se mantienen en buen estado, incluso en caso de



contacto accidental. La potencia varía de 2,8 W a 16 W dependiendo de los diversos tipos de la densidad ósea. La punta de los dispositivos de ultrasonidos oscila entre 20 micras a 200 micras ²⁰.

Fig. 19 Tipos de puntas de bisturí piezoeléctrico ³⁵.

La vibración micrométrica garantiza una acción de corte preciso y al mismo tiempo mantiene un sitio libre de sangre a causa del fenómeno físico de la cavitación por la irrigación que presenta, esto hace al instrumento manejable y permite el control interoperatorio dando mayor seguridad especialmente en zonas anatómicamente difíciles ²⁰.

Entre sus aplicaciones clínicas están: corticotomía, distracción ósea, elevación de seno, toma de injerto en bloque, toma de injerto particulado, expansión de corticales ²⁰.

1. Protocolo de asepsia y antisepsia.
2. Anestesia local.
3. Realizar incisiones verticales con una hoja de bisturí 15c en los espacios interproximales vestibulares a partir de la base de la papila.
4. Realizar las corticotomías transmucosas a través de las incisiones previamente efectuadas con el bisturí piezoeléctrico (Piezotome, Satelec Acteon Group, Merignac, France) a una profundidad de 3 mm.

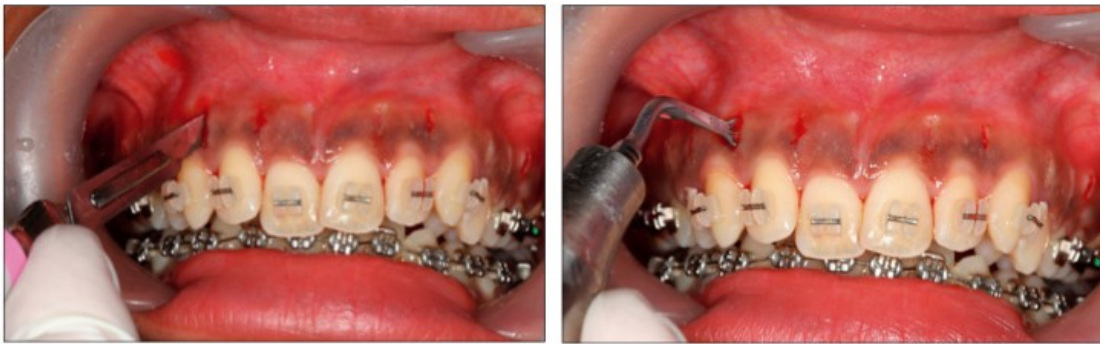


Fig. 20 Incisiones verticales y corticotomías transmucosas con bisturí piezoeléctrico ³⁶.



Fig. 21 Acercamiento a la corticotomía efectuada con el bisturí piezoeléctrico ⁶.

5. No es necesario suturar (a menos que se realicen túneles para la colocación de injerto óseo, en cuyo caso sera necesario suturar).

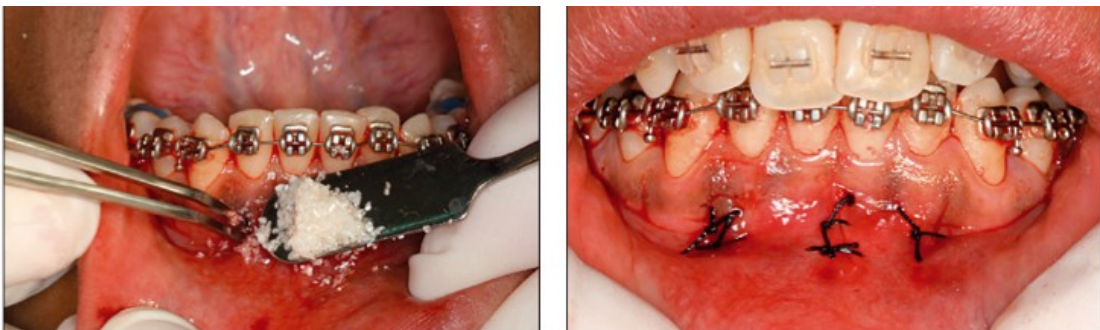


Fig. 22 Injerto óseo y puntos de sutura ³⁶.



6. Aplicar fuerzas ortodóncicas a los 7 días y posteriormente cada 14 días.
7. Revisión de control a los 3 meses.

VENTAJAS^{20, 26}

- Mínimamente traumático, por lo que es poco frecuente el dolor.
- Inflamación y equimosis postquirúrgica.
- Tiempo quirúrgico corto.

DESVENTAJAS^{20, 26}

- Poca visibilidad.
- Forzosamente se requiere del bisturí **piezoeléctrico**
- Dificultad para controlar injerto óseo.
- Costoso.

ASPECTOS BIOLÓGICOS E HISTOLÓGICOS DURANTE EL TRATAMIENTO ORTODÓNTICO TENIENDO COMO COADYUDANTE LA CORTICOTOMÍA

Las cargas biomecánicas tienen una influencia en la biología ósea tanto en el proceso de regeneración ósea, como en el del remodelado óseo. De hecho, ambos procesos se complementan en su fisiología de tal forma que cuando se origina un proceso de regeneración ósea se produce también un fenómeno de remodelado en los bordes óseos que han sufrido el trauma con el fin de eliminar el hueso necrótico. Por otro lado, cuando se produce la activación de una unidad de remodelado óseo (osteona) se origina también

un proceso de regeneración ya que se activa toda la regeneración celular y molecular para la neoformación ósea ¹.

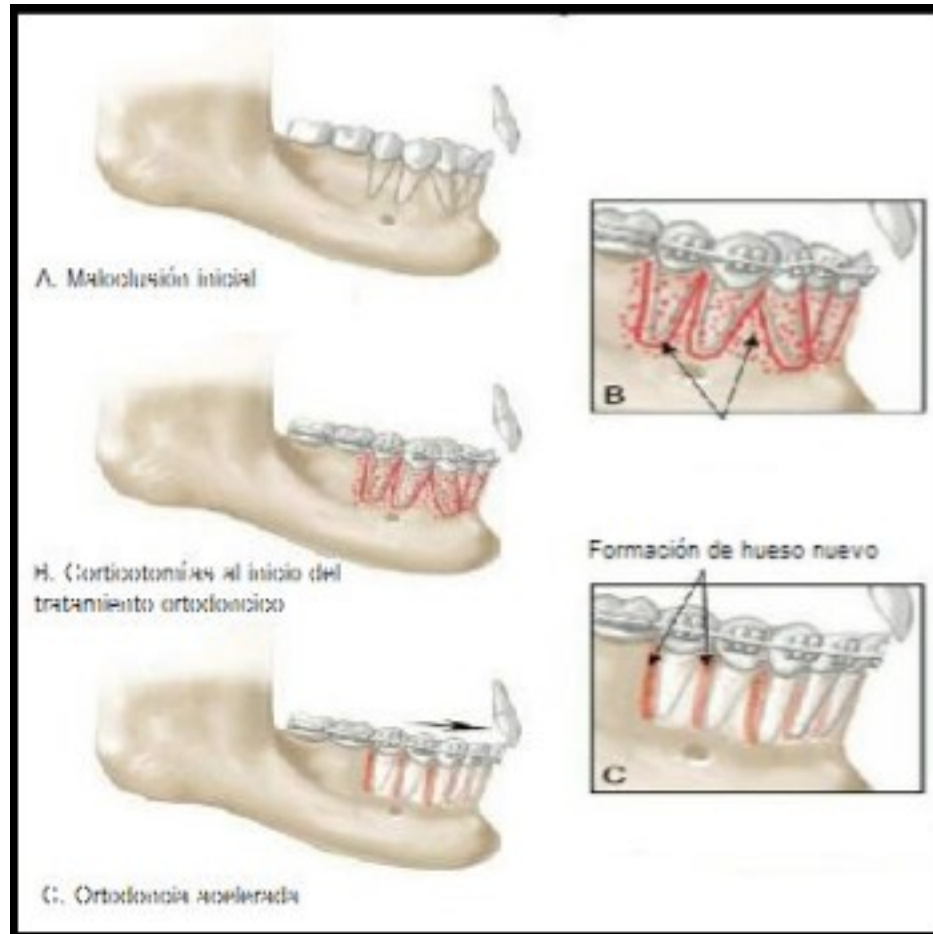


Fig. 23 Corticotomía y ortodoncia ³⁷ .

Se ha definido el movimiento dental ortodóncico como el resultado de una respuesta biológica a interferencias en el equilibrio fisiológico del complejo dentofacial por fuerzas aplicadas de manera externa; el movimiento dental ortodóncico puede ocurrir rápida o lentamente, dependiendo de las características físicas de la fuerza aplicada, y el tamaño y respuesta biológica del ligamento periodontal ¹ .

Estas tensiones inducidas por fuerzas alteran la vascularidad y flujo sanguíneo del ligamento periodontal, resultando en una síntesis local y liberación de varias señales, como neurotransmisores, citocinas, factores de crecimiento, factores estimulantes, y metabolitos del ácido araquidónico, produciendo múltiples respuestas celulares en y alrededor del diente, generando un microambiente favorable para deposición y resorción tisular ¹.

Al llevar a cabo un acto quirúrgico que involucre corticotomía, el proceso de cicatrización normal se potencia debido al RAP ¹.

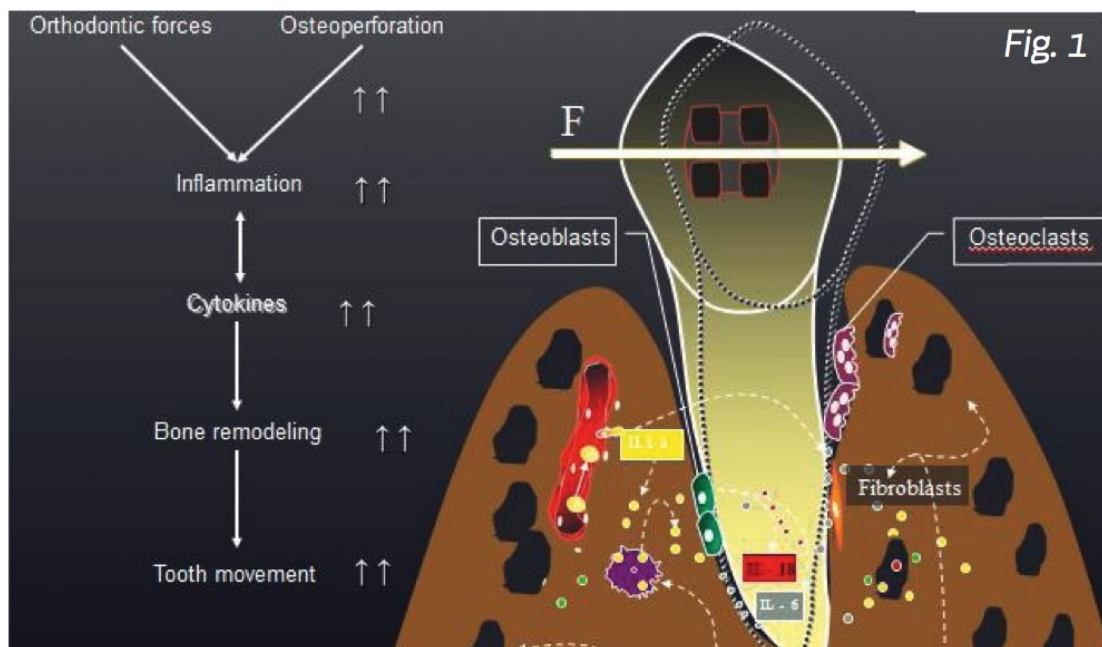


Fig. 24. Rapid Acceleratory Phenomenon (RAP) ³⁸.

Las células osteoprogenitoras son prácticamente las precursoras de todas las células relacionadas con la formación y la modelación del hueso. Tienen un tiempo de generación media de 36 horas ⁴⁰.

Algunos autores piensan que al parecer, desde su formación existe cierta predisposición para originar ya sea osteoblastos, u osteoclastos por fusión ⁴⁰.

Este tipo de células mesenquimatosas pluripotenciales, cuando se encuentran en el periostio y el endostio, así como en las trabéculas, son



capaces de diferenciarse en ⁴⁰:

1. Osteoblastos, que forman hueso nuevo.
2. Osteoclastos, asociados con la resorción ósea y señalización.

Los osteoblastos sintetizan la parte orgánica (colágeno y glucoproteínas) de la matriz ósea. Una vez incluidos dentro de la matriz recién sintetizada, se aplanan junto con sus prolongaciones citoplasmáticas y pasan a ser llamados osteocitos: la unidad celular del hueso ⁴⁰.

Los osteocitos son considerados como las células responsables de la conservación del hueso, se encuentran en el interior de la matriz ósea y participan en el recambio bioquímico. En el hueso recién formado los osteocitos lucen como pequeñas lagunas con prolongaciones en forma de canalículos; con el tiempo se pueden retraer las extensiones. Dado que los osteocitos son esenciales en la manutención de la matriz mineralizada del hueso, su muerte es seguida por resorción de ésta ⁴⁰.

Los estudios bioquímicos han demostrado que los osteocitos y los osteoblastos contienen fosfato de calcio unido a una proteína o glucoproteína⁴⁰.

Los osteoclastos por su parte, son células globulosas gigantes que contienen de 6 a 50 núcleos, o más, que se observan cuando hay resorción ósea. Con frecuencia se sitúan en depresiones de la matriz conocidas como lagunas de Howship. Dado que contienen numerosos lisosomas favorecen la reacción histoquímica positiva para la fosfatasa ácida ⁴⁰.

El papel exacto de los osteoclastos en la resorción ósea no ha sido aclarado en forma definitiva, no obstante se ha probado que secretan enzimas colagenolíticas capaces de disgregar la parte orgánica de la matriz ósea ⁴⁰.



La actividad de los osteoblastos y los osteoclastos se ve estimulada en forma importante durante el crecimiento activo del sujeto, pero también está presente durante toda la vida en la resolución de traumatismos (fracturas y microfracturas), procedimientos quirúrgicos, infecciones, tumores, y en el fenómeno de corrección biológica o equilibrio de la adaptación biológica por ajuste aleatorio como respuesta a los estímulos mecánicos y/o las necesidades funcionales ⁴⁰.

La mayoría de los osteoblastos dan origen a osteocitos, otros permanecen como osteoblastos por largos períodos de tiempo, y algunos retornan al estado de célula osteoprogenitora ⁴⁰.

Con la destrucción de la matriz parece ser que algunos osteocitos sufren lisis, pero la mayoría retorna al estado de célula osteoprogenitora. En las zonas de producción ósea, los osteocitos permanecen en esta fase por períodos cortos (unas 50 horas), pero en los sistemas de Havers pueden permanecer por largo tiempo ⁴⁰.

Los osteoclastos se forman por la fusión de algunas células osteoprogenitoras (no de osteoblastos), incluso más tarde se pueden adherir nuevas de éstas células. Al mismo tiempo algunos núcleos pueden dejar el osteoclasto llevándose consigo una porción de citoplasma para volver a la fase de células osteoprogenitoras ⁴⁰.

Terminado el proceso de remodelación los osteoclastos se fragmentan formando elementos mononucleados y también pueden volver al estado de célula osteoprogenitora. Los factores hormonales son en definitiva el catalizador del crecimiento. Las principales hormonas involucradas en el crecimiento son la paratohormona y la tirocalcitonina, ambas producidas en la tiroides. Otra es la hormona del crecimiento, secretada por la porción anterior de la glándula hipófisis ⁴⁰.



Las hormonas sexuales (testosterona - masculina; estrógenos - femenina) ejercen también un efecto complejo sobre los huesos. En el proceso de diferenciación histológica del hueso se observan tres fases ⁴⁰:

- 1) Osteoide.
- 2) Fascicular.
- 3) Laminar.

Fase osteoide. No es rápidamente absorbible por osteoclastos y es diferente del hueso calcificado. Es el hueso más reciente formado por osteoblastos. Este tipo de hueso se puede observar en el alvéolo, subyacente a la cortical⁴⁰.

Hueso Fascicular. Es un hueso recién mineralizado conforme se va interiorizando e incluye el hueso subyacente antiguo. Es basófilo por el alto contenido de sustancia cementante. La sustancia cementante contiene gran cantidad de polisacáridos altamente polimerizados de tejido conectivo ⁴⁰.

Fase laminar. Se encuentran haces de fibras y células como parte del ciclo vital. Al alcanzar cierto grosor y madurez se reorganiza en capas más finas conteniendo fibras colágenas. Se puede observar como las corticales reaparecen más superficiales progresivamente ⁴⁰.

Los eventos de formación de hueso, tanto por causas naturales de crecimiento como aquel inducido por razones de ajuste biológico, son básicamente parecidos. En realidad, la formación de hueso inducido se asemeja al tipo endocondral ya que pasa por una fase cartilaginosa ⁴⁰.

Toda la serie de cambios que se presentan en el hueso, así como la iniciación de la morfodiferenciación y el desempeño histológico en general, es conocido como recambio óseo ⁴⁰.

HeraldFrost en 1983 reconoció que los resultados de la herida quirúrgica en tejido óseo, era una actividad adyacente al sitio de la lesión (en la cirugía de tejido óseo / tejido blando) la reorganización. Se denomina colectivamente esta cascada de eventos fisiológicos de curación - "*El fenómeno aceleratorio regional*" (RAP) ^{41,43} .

La RAP es una respuesta local de los tejidos a estímulos nocivos mediante la cual el tejido se regenera más rápido de lo normal en un proceso de regeneración / remodelación regional. Esta respuesta varía directamente en la duración, el tamaño, y la intensidad con la magnitud del estímulo. La duración de RAP depende del tipo de tejido, y por lo general dura aproximadamente cuatro meses en el hueso humano. Este fenómeno provoca regeneración del hueso que se produzca 10-50 veces más rápido que el recambio óseo normal ^{41, 42,} .

Las fases de regeneración del RAP han sido estudiados en la tibia de rata. Hay una etapa inicial de la formación de tejido óseo, que comienza en la zona perióstica y luego se extiende a hueso medular, alcanzando su grosor máximo en el día siete. Este puente cortical del hueso reticular es un componente fundamental del RAP, proporcionando estabilidad mecánica del hueso después de la lesión. Del día siete, el tejido óseo en la zona cortical comienza a sufrir remodelación de hueso laminar, pero el tejido óseo en la zona medular experimenta reabsorción, lo que significa osteopenia local transitoria. El hueso medular necesita ser reorganizado y regenerado después del establecimiento de la nueva estructura del hueso cortical, y para adaptarse al restablecimiento de la integridad cortical (tres semanas en ratas). También hay un fenómeno aceleratorio sistémico (SAP) de la osteogénesis debido a la liberación sistémica de factores humorales ^{41,42} .

En los huesos largos humanos, después de una lesión quirúrgica, RAP comienza a los pocos días, por lo general alcanza su máximo a los 1-2



meses, y puede tomar de 6 a 24 meses en desaparecer por completo. En el RAP sus resultados es una disminución de la densidad ósea regional (osteopenia) en los tejidos sanos, mientras que el volumen de la matriz ósea permanece constante ^{41, 43}.

La aplicación de las fuerza ortodónticas por sí solas son un estimulante suficiente para desencadenar la actividad RAP leve. Pero cuando el movimiento dental se combina con corticotomía selectiva, el RAP se maximiza. Sin embargo, en 2001, Wilcko, et al. informaron que la fase de la remineralización del RAP fue notablemente completa en el adolescente a los dos años después de la corticotomía. En el adulto, sin embargo la remineralización no sólo era incompleta a los dos años después de la corticotomía, también seguía siendo incompleta 12 años después con una pérdida neta de hueso alveolar. Ellos atribuyen esta pérdida neta de hueso alveolar en el adulto a la disminución del potencial de recuperación en comparación con la de los huesos de los adolescentes. Wilcko, et al. han informado adicionalmente que el movimiento de los dientes se puede facilitar mejor quirúrgicamente mediante el establecimiento de una fina capa de hueso sobre las superficies de la raíz en la dirección del movimiento previsto de los dientes. La desmineralización de esta delgada capa de hueso dejará la matriz de tejido blando de la médula y las islas de osteoide que puede llevarse con las superficies radiculares de los dientes donde se remineralizara en la posición deseada. Este proceso de remineralización es casi completa en el adolescente, pero sólo parcialmente completa en el adulto ⁴¹.

Muchos estudios han informado de un aumento en la actividad de los marcadores inflamatorios como citocinas y quimiocinas en respuesta a las fuerzas de ortodoncia ⁴⁴.

Las quimiocinas juegan un papel importante en el reclutamiento de las células precursoras de los osteoclastos, y citoquinas, directa o indirectamente, a través de la prostaglandina E2 y la vía de RANK / RANKL, lo que lleva a la diferenciación de los osteoclastos a partir de sus precursores de células en osteoclastos maduros. Por lo tanto, es lógico suponer que el aumento de la expresión de estos factores, al irritar quirúrgicamente el hueso debe acelerar el movimiento de los dientes ⁴⁴.

Sebaoun, et al. en un estudio histológico demostraron que la corticotomía alveolar selectiva resulta en un mayor recambio en el hueso esponjoso alveolar; mientras que los movimientos ortodónticos continúen, el RAP se prolonga; cuando el RAP disminuye el estado de osteopenia desaparece y cuando se han completado los movimientos ortodónticos se crea un ambiente favorable para la remineralización alveolar ⁴⁴.

Cuando RAP se disipa, la osteopenia desaparece y la imagen radiográfica del tejido esponjoso normal, vuelve a aparecer ⁴⁴.

El incremento en el recambio óseo y la disminución de la densidad ósea transitoria además de aumentar la velocidad del movimiento también son responsables en la disminución de la reabsorción de las superficies radicales durante el movimiento dental mediante fuerzas ortodónticas ligeras ya que perpetúa la desmineralización en el alveolo sano y los macrófagos remueven el tejido hialino del ligamento periodontal que impide la reabsorción, esto ofrece una ventana de entre 3-4 meses ^{2, 16, 17}.

Aplicando los conocimientos que arrojaron los estudios de Harold Frost se sabe que el trauma provocado en la cortical alveolar a través de las corticotomías induce un fenómeno transitorio de desmineralización/remineralización en el hueso alveolar que corresponde con la fase inicial o de resorción del proceso de curación normal que se describen a continuación ^{6, 10}:



1.- Fase de resorción.- (a los tres días) identificando un mayor número de osteoclastos y pérdida ósea alrededor de las raíces, (lagunas de Howship o fosas de resorción) y termina con la apoptosis de los osteoclastos.

2.-Fase de reemplazo o formación.- (a los veintiún días), en donde se observa la sustitución del tejido óseo por tejido multicelular y la presencia de abundantes células mesenquimales parecidas a los osteoblastos.

3.-Fase de mineralización.- (a los sesenta días) en donde se observa formación de hueso primario.

Una vez finalizado el tratamiento de Ortodoncia, se crea un entorno que favorece la remineralización alveolar completa, tal y como demuestran Wilcko en sus estudios a través de tomografías computarizadas (TC) a los dos años postratamiento; el nuevo hueso formado en el área decorticada tarda en mineralizarse nuevamente entre 20-60 días ^{12, 14, 18}.

BIOMECÁNICA EN EL MOVIMIENTO DENTAL

La Biomecánica en el movimiento dental comprende cuatro áreas esenciales⁴⁶:

1. El estudio de los sistemas de fuerzas que permiten el control del movimiento dentario.
2. El análisis de los sistemas de fuerzas producidos por aparatos ortodónticos.
3. El comportamiento de los materiales utilizados en los aparatos ortodónticos, de manera especial aquellos que son capaces de almacenar y

liberar fuerzas, pero también aquellos materiales que las reciben, las distribuyen y las modifican.

4. La correlación entre los sistemas de fuerzas y los cambios biológicos que se producen en el periodonto y demás estructuras dentarias.

Definiciones básicas ^{46, 47}

Mecánica: Rama de la ingeniería que describe el efecto de las fuerzas simples o de los sistemas de fuerzas aplicados a los cuerpos, ya sea que estén estáticos o en movimiento, en este caso los cuerpos son los dientes, el ligamento periodontal , y el hueso.

Centro de gravedad: Es el punto teórico sobre el cual un cuerpo está perfectamente en equilibrio. Este coincidirá con el centro geométrico sólo cuando se trata de un cuerpo homogéneo y de forma simple y simétrica.

Fuerza: Es cualquier acción que modifique el estado de reposo o movimiento de un diente. Está orientada por vectores que poseen una dirección y magnitud determinadas y que se producen a lo largo de una línea de acción. El punto de aplicación puede estar en cualquier lugar de su línea de acción sin que su efecto se modifique.

Fricción: Se define como fuerza de rozamiento o fuerza de fricción, entre dos superficies en contacto, aquella que se opone al movimiento entre ambas superficies (fuerza de fricción dinámica) o a la fuerza que se opone al inicio del movimiento (fuerza de fricción estática). Se genera debido a las imperfecciones, especialmente microscópicas, entre las superficies en contacto.



Movimiento en masa: Si se aplica una fuerza a un cuerpo y ésta pasa por el centro de gravedad, se producirá un movimiento de traslación puro que es conocido como movimiento en masa.

Movimiento de inclinación: Si se aplica una fuerza a un cuerpo y ésta pasa fuera del centro de gravedad, se producirá un movimiento de traslación que estará acompañado de una inclinación o una rotación del cuerpo, según sea el punto de aplicación.

Momento de una fuerza: Es la medida de la capacidad de la fuerza necesaria para producir una rotación. Está también orientada por un vector con una dirección y una magnitud que será igual a la fuerza multiplicada por la distancia perpendicular entre la línea de acción de la fuerza y el centro de gravedad.

Cupla o par de fuerzas: Para obtener un movimiento de rotación puro es necesario aplicar sobre el cuerpo dos fuerzas paralelas de la misma magnitud pero con direcciones opuestas.

Centro de resistencia: Es importante tener en cuenta que una cosa es un movimiento ideal sobre un cuerpo libre y otra es realizar un movimiento sobre los dientes que están íntimamente relacionados a sus estructuras periodontales, las cuales restringen su capacidad de movimiento.

En los dientes no hablaremos entonces de centro de gravedad, sino de centro de resistencia. Una fuerza que pase teóricamente por el centro de resistencia de un diente producirá un movimiento en masa del mismo. Dependiendo de las características propias de tipo anatómico e histofisiológicos del diente y de las estructuras de soporte, variará la localización del centro de resistencia.

En los dientes monorradiculares, el centro de resistencia está localizado en el eje longitudinal del diente, aproximadamente entre un tercio y la mitad de la raíz a partir de la cresta alveolar.

En los multirradiculares está a 1 ó 2 mm apical a la bifurcación de las raíces.

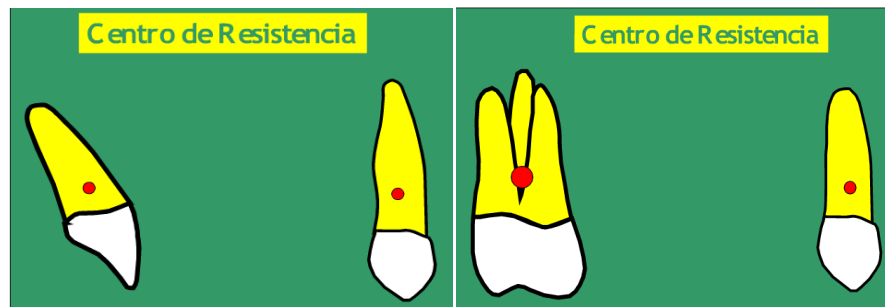


Fig. 25 Centro de resistencia de dientes unirradiculares y multirradiculares ⁴⁵.

Centro de rotación: Punto alrededor del cual un objeto gira sobre sí mismo. Al rotar un diente, entre la posición inicial y la final se habrá descrito un arco de circunferencia, cuyo centro se llama centro de rotación.

Fuerza intermitente: Fuerza ortodóntica que se decae a la magnitud cero, antes del final de un período. La fuerza intermitente es aquella que alterna períodos de aplicación y reposo. Se pueden producir recidivas de los movimientos. Es la fuerza que aplicamos con arcos extraorales o elásticos intraorales.

Fuerza continua: Acción de una aplicación repetitiva a la dentición que disminuye poco en magnitud durante el período de movimiento. Es una fuerza muy ligera y activa durante un período largo de tiempo, por ello no permite el reposo de los tejidos, los cuales no pueden reorganizarse. Es la fuerza más usada en Ortodoncia.

Fuerza continua interrumpida: Es una fuerza importante tras la activación del aparato, decrece rápidamente (1-2 semanas), hay reposo del

diente lo que permitirá la mineralización y reorganización del nuevo tejido formado.

Fuerza funcional: Es la que se obtiene de la propia fuerza muscular, es irregular y difícil de controlar.

Tercera ley de Newton: Principio de Acción y Reacción ^{46, 47}

Si un cuerpo actúa sobre otro con una fuerza (acción), éste reacciona contra aquél con otra fuerza de igual valor y dirección, pero de sentido contrario (reacción).

El movimiento dentario se clasifica en tres tipos:

- De **rotación pura**: requiere una cupla. Ninguna fuerza neta opera en el centro de resistencia de modo que sólo ocurra la rotación. La corona se mueve en sentido opuesto a la raíz, la tensión en el ligamento periodontal es cero en el centro de rotación y máxima cuando mas se acerque al ápice.



Fig. 26 Movimiento de rotación ⁴⁵.

- De **traslación**: también conocido como “movimiento en masa”. Ocurre cuando el ápice radicular y la corona se desplazan a igual distancia y en la misma dirección horizontal. El centro de rotación se encuentra en el infinito. La tensión sobre el ligamento periodontal es uniforme a lo largo de toda la raíz.

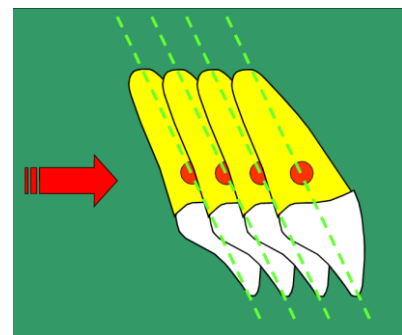


Fig. 27 Movimiento de traslación ⁴⁵.

- De inclinación: Cuando el centro de rotación está en un punto intermedio. En realidad, es un movimiento de traslación con rotación. Si el centro de rotación se ubica en el ápice, el movimiento será de inclinación total controlada del diente, si se ubica en el borde incisal se producirá un movimiento de torque de raíz.

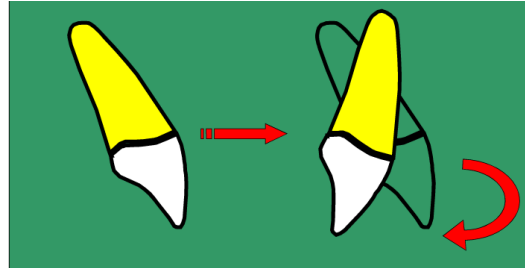


Fig. 28 Movimiento de inclinación ⁴⁵.

Modo de aplicación de la fuerza

Tenemos que considerar los elementos del vector: punto de aplicación, dirección, sentido e intensidad ⁴⁷.

Las fuerzas poseen una dirección y una intensidad que se producen a lo largo de una línea que llamamos línea de acción. Cuando aplicamos una fuerza sobre un cuerpo, lo que determina el efecto es la relación entre la línea de acción y el centro de gravedad, que es el punto teórico sobre el que este cuerpo está perfectamente en equilibrio ⁴⁷.

Anclaje: Es la base capaz de resistir el desplazamiento dental no deseado. La zona de anclaje es la zona que resiste las fuerzas producidas por la aparatología ⁴⁶.



Tipos de anclaje:

Anclaje biológico. A nivel dentario debemos tener en cuenta ⁴⁶:

- Forma radicular.
- Tamaño y número de raíces (mejor anclaje un molar que un premolar).
- Longitud de la raíz.
- Arcada: los dientes inferiores ofrecen mayor anclaje debido a que la mandíbula es más compacta que el maxilar superior.
- Inclinação axial de las piezas dentarias.
- Dientes anquilosados.

Anclaje mecánico: está dado por los aparatos, dobleces, aditamentos como microtornillos, etc ⁴⁶.

El anclaje puede ser clasificado como ⁴⁶:

- Anclaje intramaxilar.
- Anclaje intermaxilar.
- Anclaje extraoral.

Dos procesos interrelacionados que participan en movimiento dental ortodóntico son (1) de deflexión, o de flexión, del hueso alveolar y (2) la remodelación de los tejidos periodontales, incluyendo la pulpa dental, ligamento periodontal (PDL), hueso alveolar, y la encía. La fuerza aplicada provoca la compresión del hueso alveolar y del ligamento periodontal de un lado, mientras que en el lado opuesto la tensión del ligamento periodontal. Cuando se expone a diversos grados de magnitud, frecuencia, y duración de la carga mecánica, el hueso y los tejidos periodontales adyacentes muestran grandes cambios macroscópicos y microscópicos ¹⁰.

El movimiento dental ortodóntico consiste en tres fases: la fase inicial, la fase de latencia, y la fase post-lag. La fase inicial se caracteriza por el movimiento



inmediato y rápido, se produce de 24 horas a 48 horas después de la primera aplicación de la fuerza al diente. Esta tasa se atribuye principalmente al desplazamiento del diente en el espacio del ligamento periodontal. La fase de latencia dura de 20 a 30 días y se muestra relativamente poco o ningún desplazamiento del diente. Esta fase se caracteriza por hialinización del ligamento periodontal en la región de compresión. El movimiento de los dientes posteriores se produce hasta que las células completan la eliminación de todos los tejidos necróticos. La fase post-lag sigue la fase de latencia, durante la cual la velocidad de movimiento aumenta ¹⁰.

Zona de Compresión

La zona de compresión es un área que está presionada por el aparato de ortodoncia en la dirección de la fuerza. Los resultados de la compresión es la deformación de los vasos sanguíneos y de los tejidos circundantes a los dientes. Posteriormente, el flujo de sangre y cambios en los tejidos periodontales pueden adaptarse a la fuerza de compresión. Los cambios metabólicos pueden ocurrir en las células del ligamento periodontal, como resultado una hipoxia y la disminución de los niveles de nutrientes ^{4, 10}.

En condiciones de hipoxia, las células se basarán en la glucólisis anaeróbica. Muchas enzimas que participan en un metabolismo anaeróbico pueden ser marcadores potenciales. Lactato deshidrogenasa es un ejemplo de una molécula que se acumula durante el metabolismo anaeróbico. Células que se adaptan a través de cambios metabólicos seguirán vitales y células que no puedan adaptarse a la condición isquémica, sufrirán lisis ⁴.

Las células que sufren lisis, liberan todo su contenido al medio y causan posteriormente la activación de los procesos inflamatorios locales. Las fuerzas mecánicas a menudo causan hialinización que conduce a necrosis en el ligamento periodontal y conducen a la resorción ósea ^{4, 10}.

La hialinización se produce como áreas libres de células en el ligamento periodontal, en la que se han perdido las características normales de la arquitectura del tejido y de tinción de colágeno en el material procesado histológicamente. Los macrófagos son los responsables de la eliminación de los tejidos que sufren hialinización ¹⁰.

Región de Tensión.

En la región de tensión, se forma tejido óseo nuevo como resultado de fuerzas aplicadas por los apoyos durante el tratamiento de ortodoncia ⁴⁶.

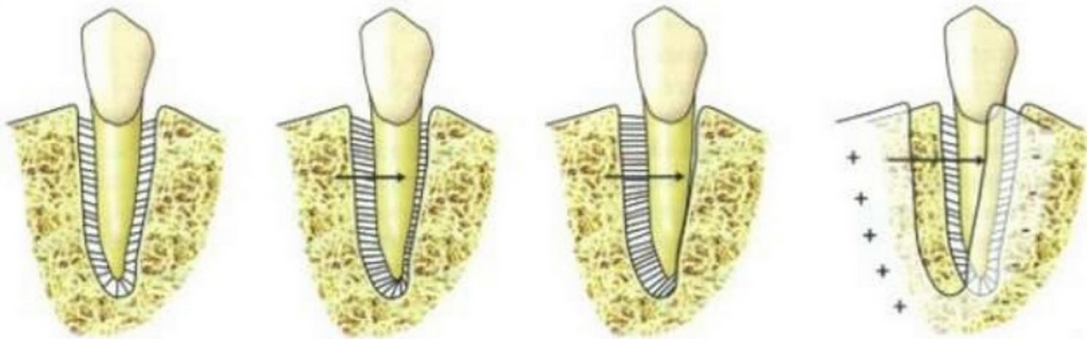


Fig. 29 Secuencia de eventos procedentes de una fuerza ortodóntica (suave y continua) ⁴⁸.

Como las fuerzas de ortodoncia se aplican a los dientes, la región de compresión muestra una elevación de la actividad osteoclástica. Mientras tanto, en la región de la tensión, los osteoblastos comienzan a proliferar y mineralizar la matriz extracelular. Como tal, muchos estudios se han centrado en estas células durante el movimiento dental ortodóntico. Los osteoblastos están implicados en la formación de hueso, que comienza entre 40-48 horas después de la aplicación de fuerzas de ortodoncia. La diferenciación de osteoblastos comienza con células madre que se originaron a partir de la médula ósea que migró hacia los vasos sanguíneos. La migración de las células madre mesenquimales en las paredes de los vasos sanguíneos, o la activación de células madre mesenquimales precursoras y la formación de



preosteoblastos, se produce aproximadamente 10 horas después de la aplicación de la fuerza. Los osteoclastos son células multinucleadas que degradan y reabsorben el hueso; este tipo de células trabajan junto con los osteoblastos en la remodelación ósea, las cuales se derivan de células madre hematopoyéticas ⁴.

Un efecto adverso causado por el tratamiento de ortodoncia es reabsorción de la raíz, que es una consecuencia iatrogénica común en el campo de la ortodoncia y puede comenzar durante las primeras etapas del tratamiento. La reabsorción radicular irreversible es causada por fuerzas excesivas o disminución de la resistencia a las fuerzas normales. Los factores de tratamiento biomecánicos tales como magnitud, duración, dirección y tipo de fuerza, pueden tener un impacto en la reabsorción radicular ^{4, 10}.

La colocación de aparatología ortodóntica se realiza normalmente una semana antes de que se realice el tratamiento quirúrgico (corticotomía) ⁴.

Después del reposicionamiento del colgajo, una fuerza de ortodoncia intensa inmediata se puede aplicar a los dientes y en todos los casos la iniciación de la fuerza de ortodoncia no debe demorarse más de 2 semanas después del procedimiento quirúrgico. Si hubiese un retraso ya no se podrá aprovechar al máximo el periodo de tiempo limitado en el cual se está produciendo el RAP. El ortodoncista tiene una cantidad limitada de tiempo para llevar a cabo el movimiento dental acelerado. Este período es generalmente de 4 a 6 meses, pasado este tiempo los movimientos se producen a una velocidad normal, por esta razón, es imperativo ajustar el aparato de ortodoncia cada 2 semanas ^{4, 10}.



Reacciones 10, 46, 47

Rango de valores de fuerza: el rango se encuentra entre 50 y los 400 grs. Se consideran ligeras aquellas que son menores de 50 grs. y pesadas las que sobrepasan los 150 grs.

Al analizar la magnitud de la fuerza a aplicar debe considerarse el número de dientes involucrados al mecanismo y el tipo de movimiento a realizar.

1. Presión < ideal (< 1 unidad): pobre reabsorción ósea que provoca un movimiento dentario ligero o nulo.
2. Presión = ideal (entre 1 y 1.5 unidades): reabsorción ósea directa. Movimiento adecuado, rápido e intenso.
3. Presión > ideal (≥ 2 unidades): hialinización en el lado de presión. El diente queda bloqueado, sin movimiento.

PRESENTACIÓN DE CASO CLÍNICO

- Ficha de Identificación
 - Edad: 20 años
 - Sexo: Femenino
 - Ocupación: Estudiante
 - Aparentemente sano
- Motivo de Interconsulta con Cirugía Bucal: para facilitar la aplicación de los movimientos de ortodoncia mecánicamente desafiantes.
- Tratamiento quirúrgico: Técnica de ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente (PAOO)



Fig. 30 Cortesía del Esp. Alejandro I. Galicia Partida. Foto intraoral.

1. Protocolo de asepsia y antisepsia.
2. Anestesia local en dientes anteriores superiores por zona vestibular.



Fig. 31 Cortesía del Esp. Alejandro I. Galicia Partida.



Fig. 32 Cortesía del Esp. Alejandro I. Galicia Partida.

3. Se realizó un colgajo de espesor total, donde se realizaron incisiones intrasurcales.



**Fig. 33 Cortesía del
Esp. Alejandro I.
Galicía Partida.**

***Colgajo de espesor
total, se desplaza de
palatino a vestibular***

4. Se realizan corticotomías verticales en los espacios interradiculares vestibulares con una fresa #701 de baja velocidad, apenas penetrando el hueso trabecular, manteniendo una distancia a la cresta ósea de aproximadamente 2-3 mm y sobrepasando el ápice dental 2 mm. Irrigando de manera abundante con solución fisiológica.



Fig. 34 Cortesía del Esp. Alejandro I. Galicía Partida.

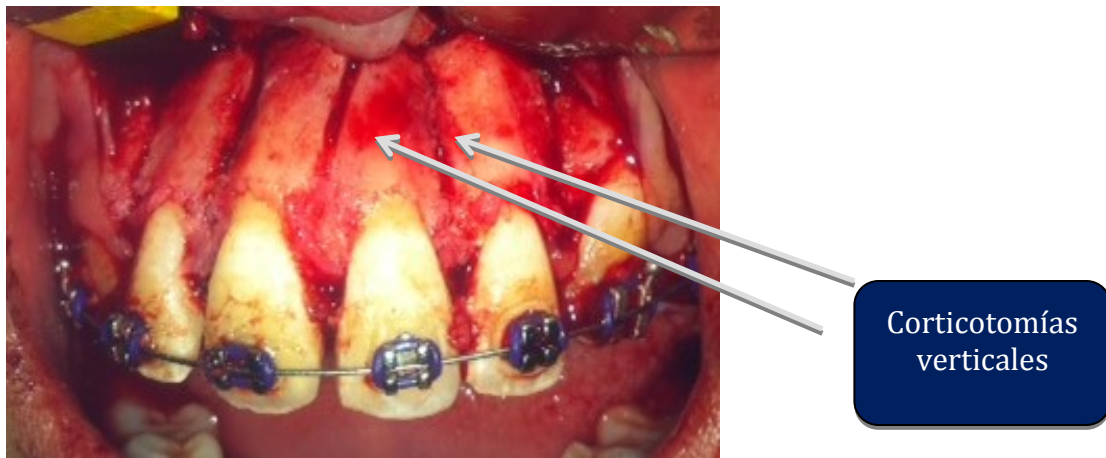


Fig. 35 Cortesía del Esp. Alejandro I. Galicia Partida.

5. Se realizan corticotomías horizontales en la porción superior del ápice, con el fin de unir las corticotomías verticales. Irrigando de manera abundante con solución fisiológica.

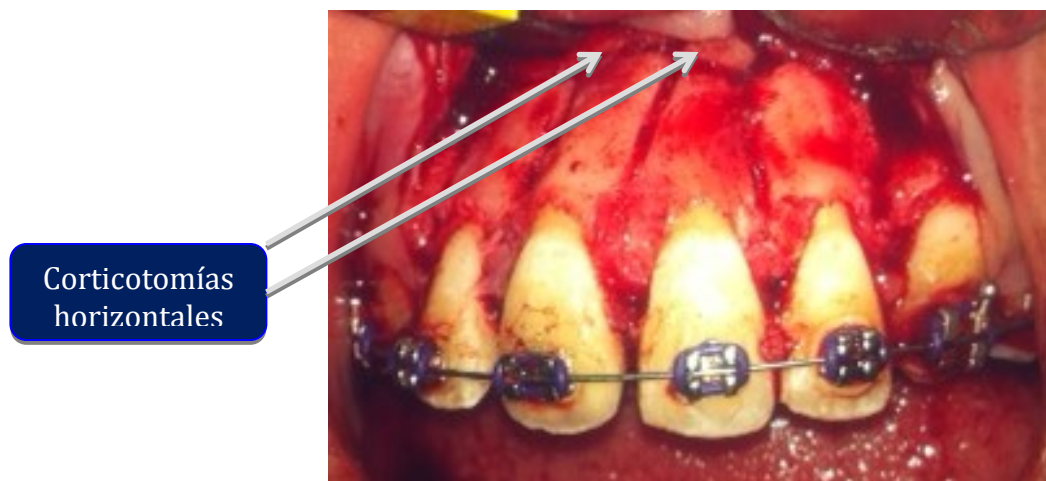


Fig. 36 Cortesía del Esp. Alejandro I. Galicia Partida.

6. Ya realizadas las corticotomías se procedió a la colocación del injerto óseo, tipo aloinjerto (*Biograft*), sobre los defectos óseos creados.



Fig. 37 Cortesía del Esp. Alejandro I. Galicia Partida. Se coloca injerto óseo derivado de tejido óseo humano [Biograft, hueso en polvo 1 (0.5 / 0.5) cc] .

7. Se reposicionó el colgajo y se sutura con puntos simples.



Fig. 38 Cortesía del Esp. Alejandro I. Galicia Partida.

8. Se le dan indicaciones posoperatorias al paciente, se prescribió Amoxicilina de 500 mg cada 8 horas durante 7 días, Ibuprofeno 400 mg cada 8 horas de 3-5 días y colutorio de clorhexidina al 0.12%.

CONCLUSIONES

En base a lo descrito se pueden inferir las siguientes conclusiones:

- La corticotomía representa una excelente alternativa como coadyudante en el tratamiento ortodóntico, ya que proporciona ventajas como una disminución del tiempo de tratamiento ortodóntico que a su vez conlleva a la disminución de resorción radicular, aumenta la estabilidad postratamiento ortodóntico, y conservación de tejidos periodontales; otras ventajas señaladas como consecuentes pero no menos importantes es la disminución de caries, menores costos ya que el tratamiento ortodóntico es menos prolongado, menor deserción y desmotivación por parte de los pacientes en concluir el tratamiento ortodóntico.
- Cabe mencionar que los efectos y mecanismos de la corticotomía durante el proceso regenerativo, han sido analizados por estudios histológicos; sin embargo no de manera concluyente en humanos, solo en animales.
- Las diferentes técnicas quirúrgicas albergan como todo procedimiento quirúrgico indicaciones y contraindicaciones; teniendo como reglas generales un acertado diagnóstico ortodóntico y las mejores condiciones en estructuras periodontales y dentales para poder llevar acabo cualquiera de las técnicas señaladas en el presente trabajo.
- Existen una variedad de técnicas quirúrgicas para realizar la ortodoncia asistida por corticotomía, sin embargo; actualmente cada vez es mayor el enfoque en técnicas menos invasivas o mas conservadoras. Sin embargo no existen estudios comparativos entre las diferentes técnicas quirúrgicas señaladas, respecto a resultados correspondientes de cada una de ellas a largo plazo, lo cual nos limita a identificar con precisión que técnica quirúrgica nos aporta fidedignas ventajas sobre otras.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kyu-Rhim Chung, Seong-Hun Kim, BaekSoo Lee. Speedy surgical-orthodontic treatment with temporary anchorage devices as an alternative to orthognathic surgery. *Am J OrthodDentofacialOrthop*. 2009;135(6):787-98.
2. Stöber Eva K., Genestra Patricia, Molina Ana, Puigdollers Andreu. La corticotomía alveolar selectiva como coadyuvante al tratamiento de ortodoncia: revisión de la literatura. *RevEspOrtod*. 2010;40:215-30.
3. Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF. Anevidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: a synthesis of scientific perspectives. *SeminOrthod*. 2008;14(4):305-16.
4. GoyalAmit,KalraJPS,BhatiyaPankaj,SinglaSuchinder,BansalParul. Periodontally accelerated osteogenic orthodontics (PAOO) - a review. *J ClinExp Dent*. 2012;4(5):e292-6.
5. 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.
6. Robles Andrade Manuel Salvador, Guerrero Sierra Cecilia, Hernández Carlos. Ortodoncia acelerada periodontalmente: Fundamentos biológicos y técnicas quirúrgicas, *Revista Mexicana de Periodontología* 2011; 2(1): 12-16.
7. Cano Jorge, Campo Julián, Bonilla Elena, Colmenero César. Corticotomy-assisted orthodontics, *J ClinExp Dent*. 2012;4(1):e54-9.
8. Ali H. Hassan, Ahmad A. Al-Fraidy, Samar H. Al-Saeed. Corticotomy-Assisted Orthodontic Treatment: Review. *The Open Dentistry Journal*, 2010, 4, 159-164.
9. Twaddle BA, Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko TM. Dento-alveolar bone density changes following accelerated orthodontics. *J Dent Res*. 2002; 80:301.
10. ShahrulHishamZainalAriffin, Zulham Yamamoto, IntanZarinaZainolAbidin, RohayaMegat Abdul Wahab, ZaidahZainalAriffin. Cellular and Molecular Changes in Orthodontic Tooth Movement. *TheScientificWorldJOURNAL*(2011) 11, 1788–1803.
11. 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.



12. Oliveira DD, De Oliveira FB, Soares VR. Alveolar corticotomies in orthodontics: indications and effects on tooth movement. *Dental Press J Orthod.* 2010;15(4):144-157.
13. Lee W, Karapetyan G, Moats R, Yamashita DD, Moon HB, Ferguson DJ, Yen S. Corticotomy-/osteotomy-assisted tooth movement microCTs differ. *J Dent Res.* 2008;87(9):861-7.
14. Ferguson DJ, Wilcko WM, Wilcko MT. Accelerating orthodontics by altering alveolar bone density. *Good Practice.* 2001;2(2):2-4.
15. 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 Maxillofacial Surgery.* 2009;67(10):2149-59.
16. Sholchiroloino, SumioSakoda, Gakuji Ito, Toshikazu Nishimori, Tetsuya Ikeda, ShouichiMiyawaki. Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. *Am J OrthodDentofacialOrthop.* 2007;131(4):448 e1-8.
17. 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.
18. 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 OrthodDentofacialOrthop.* 2009; 136(6):770 e1-11; discussion 70-1.
19. Uzuner F. Deniz, DarendelilerNilufer. Dentoalveolar surgery techniques combined with orthodontic treatment: A literature review. *European Journal of Dentistry, Vol 7 / Issue 2 / Apr-Jun 2013.*
20. Reyes Obeso Azalia, Enríquez Habib Filiberto, Marín González Ma. Guadalupe.Corticotomy, orthodontic microsurgery in patient with reduced periodontium. Report of a clinical case.*RevistaOdontológica Mexicana* 2012;16 (4): 272-278.
21. Ibarra B. Dehesa, Herrero Climent M, Lázaro Calvo P. La expansión quirúrgica de la cresta alveolar mediante corticotomía:*gaceta dental* 227, julio 2011,pp 130-148.
22. Hernández Alfaro F, Guijarro Martinez R. Endoscopically Assisted Tunnel approach for minimally invasive corticotomies: a preliminary report. *Journal of periodontology* may 2012, vol 83 no 5 pp 574- 580 (doi:10.1902/jop 2011.110233).
23. Wilcko WM, Wilcko MT, Bouquot JE, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2001;21:9-19.



24. Wilcko William, Wilcko M. Thomas. Accelerating tooth movement: The case for corticotomy-induced orthodontics. *Am J OrthodDentofacialOrthop* 2013;144:4-13.
25. FarajiMahdi, Izquierdo Camacho Malena Andrea, Tavira Fernández Silvia, Flores Ledesma Abigail, Hernández Hernández Carlos. Tratamiento ortodóncico acelerado periodontalmente: comparación de técnicas quirúrgicas, *RevMexPeriodontol* 2014; V (1): 30-35.
26. Subraya G. Bhat, Vishal Singh, Mahalinga K. Bhat. PAOO technique for the bimaxillary protrusion: Perio-ortho interrelationship, *Journal of Indian Society of Periodontology* - Vol 16, Issue 4, Oct-Dec 2012.
27. AlGhamdi Ali SaadThafeed. Corticotomy facilitated orthodontics: Review of a technique, *The Saudi Dental Journal* (2010) 22, 1–5.
28. Köle H. Surgical operations of the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. Mayo 1959; 12 (5): 515-529).
29. http://www.ortodontiacontemporanea.com/2012/04/entrevista-com-professor-dr-seong-hun_19.html. (Consultado septiembre 2014)
30. <http://www.google.com.mx/search?q=corticotomia&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=I5zCUeS8CoebyG34GwDA&sqi=2&ved=0CDgQsAQ&biw=1366&bih=643>. (Consultado septiembre 2014)
31. TusharSakalPathak, VineetKini, SachinKanagotagi, KarthikBalasubramanian, Himani Gupta. Wilckodontics. *Journal of Contemporary Dentistry*, January-April 2013; 3(1); 15-19.
32. Holmberg P. F, Holmberg P.F, Holmberg P. H, Sandoval P. Periodontal Applications to Orthodontic. *Int. J. Odontostomat*; 4(1): 71-80, 2010.
33. Amresh Thakur, Hemant Kr Halwai, ArpithaJayaram. Corticotomy assisted orthodontic treatment. A review. *Journal of Universal College of Medical Sciences* (2013) vol. 1. Nº 01.
34. NowzariHessam, Kazuo Yorita Frank, Chang Hsuan-Chen. Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics Combined with Autogenous Bone Grafting. *Compendium*, May 2008- volume 29, number 4.
35. bti-biotevhologyinstitute.com/es/dental/implantes/equipamiento/
36. Sebaoun Jean-David, SurmenianJérôme, Dibart Serge. Traitementsorthodontiquesacelerés par piézocision: une alternative mini-invasive aux corticotomiesalvéolaires. *OrthodFr* 2011;82: 311-319.
37. Roblee RD, Bolding SL, Landers JM. Surgically Facilitated Orthodontic Therapy: A New Tool for Optimal Interdisciplinary Results. *CompendContin Ed* 2 2009 June; 30 (5): 264-275.
38. Pobanz John M., Storino Daniela, Nicozisis Jonathan. Orthodontic Acceleration: Propel Alveolar Micro-Osteoperforation. *Orthotown.com*. May 2013.



39. Rahnama Mansur, Czupkattotukasz, Czajkowski, Grasz Joanna, Wallner Jan. The use of piezosurgery as an alternative method of minimally invasive surgery in the authors' experience. *VideosurgeryMiniinv* 2013; 8 (4); 321-326.
40. Rivera Xlotholt R.G, *Introducción a la Biología Esquelética*, 2009; 5 (3); 121-126.
41. Mehta Falguni, Gandhi Vaibhav. Periodontally Assisted Osteogenic Orthodontic: Journey from Past to Present- a review. *Journal of Dental and Medical Sciences*, Volume 13, Issue 6 ver.II (Jun 2014). pp 18-21.
42. Haschek Wanda M., Rousseaux Colin G., Wallig Matthew A. *Handbook of toxicologic pathology*. Volumen 1, Editorial AP, E.U, 2002.
43. Brugnami Federico, Caiazzo Alfonso. *Orthodontically Driven Corticotomy. Tissue Engineering to Enhance Orthodontic and Multidisciplinary Treatment*. Editorial WILEY Blackwell, 2014.pp 13-14.
44. ShenavaShailesh, Nayak Krishna, BhaskarVivek, NayakArjun. Accelerated Orthodontics- A Review. *International Journal of Scientific Study*. February 2014. Vol 1, Issue 5.
45. <http://es.calameo.com/read/00006764448b0d629a59a>. (Consultado octubre 2014)
46. NandaRavindra, *Biomecánica en Ortodoncia Clínica*, Editorial Panamericana, Argentina, 1998, pp. 1-21.
47. UstrellTorrent, Josep y Von Arx Josep. *Ortodoncia*. EdicionsUniversitat de Barcelona, 2ª edición, España, 2002.
48. Otero L. *Biología del movimiento dental. Fundamentos de la Odontología*. Capítulo 2, Jvegraf; 2002.