



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EFFECTOS DE LA CORTICOTOMÍA EN LA BIOMECÁNICA
DENTAL.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

ZAIRA JAZMÍN RAMÍREZ PÉREZ

TUTOR: Esp. DANIELA CARMONA RUIZ


1030
7/04/22



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

A mis padres, Cristina Castro y Gregorio Ramírez, dedico este trabajo, su contenido y lo que representa para mí. Madre, gracias por tu dedicación, tiempo y paciencia a lo largo mi vida. Padre, gracias por darme la oportunidad de llegar hasta donde estoy, sin tu esfuerzo no lo hubiera logrado, y espero seguir forjándome como profesional con tu apoyo incondicional. Ambos son el claro ejemplo del trabajo duro y constante. Gracias por haber fomentado en mí el deseo de superación, espero poder devolverles lo mucho que me han dado para conseguir este logro.

A mis profesores, por enseñarme el camino del conocimiento, en especial a la Dra. Patricia Díaz Coppe y a la Dra. Andrea Lara Pérez Soto por brindarme sus consejos y creer en mí, fueron un gran apoyo el último año.

A Luis Fernando Portales, quien ha sido una persona muy importante en mi vida, gracias por permitirme compartir mis penas y mis alegrías, mis pequeñas victorias y fracasos, porque sin condición alguna siempre he recibido su apoyo y cariño. Sobre todo, gracias por acompañarme durante este proceso, sé que aún continuarán los éxitos para ambos.

A mis amigos del alma y compañeros, Sandy Fragozo, Mariana Bernal, Valeria Martínez, Sarahi Nava, Fabiola Cuevas y Aldo Sánchez. Por su amistad incondicional, por siempre hacerme sentir en casa, por cada alegría, tristeza y momento inolvidable a su lado, sin duda alguna son lo mejor que me paso en la Universidad.

A mis amigos de clínica periférica, Carlos Rodríguez, Liliana Ponce y Stephanie Hinojosa por su valiosa amistad en tan poco tiempo, siento que los conozco de toda la vida. Gracias por el apoyo en equipo que sin dudarlo me brindaron, fue una de las mejoras etapas.

A mi tutora, Dra. Daniela Carmona Ruiz por su ayuda y su guía para la realización de este trabajo, sin ella no sería posible, al doctor Filiberto Hernández Sánchez por su entrega y apoyo.

Sin duda, a la Universidad Nacional Autónoma de México por abrirme las puertas y convertirse en mi segunda casa, es un verdadero privilegio formar parte de una de las mejores universidades de Latinoamérica.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
PROPÓSITO	6
CAPÍTULO 1. CORTICOTOMÍA ALVEOLAR	7
1.1 Definición.....	7
1.2 Antecedentes.....	7
1.3 Indicaciones.....	10
1.4 Contraindicaciones	10
1.5 Ventajas.....	11
1.6 Desventajas	11
CAPÍTULO 2. BASES BIOLÓGICAS DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA	12
2.1 Encía.....	12
2.2 Ligamento periodontal.....	14
2.3 Cemento.....	15
2.4 Hueso alveolar.....	16
2.4.1 Células osteoprogenitoras	16
2.4.1.1 Osteoblastos.....	17
2.4.1.2 Osteocitos	17
2.5 Clasificación del tejido óseo.....	17
2.5.1 Hueso entrecruzado.....	17
2.5.2 Hueso laminar.....	18
2.5.3 Hueso esponjoso.....	18
2.5.4 Hueso fascicular	18
2.6 Reabsorción ósea.....	18
2.6.1 Osteoclastos	18
2.7 Remodelado óseo.....	19
2.7.1 Fases de remodelación ósea	19
CAPÍTULO 3. TÉCNICAS DE CORTICOTOMÍA	21
3.1 Técnica de bloques óseos (Köle).....	21

3.2 Ortodoncia rápida (Chung).....	22
3.3 Técnica alveolar selectiva	22
3.4 Ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente (PAOO)	23
3.5 Dislocación monocortical del diente y distracción periodontal (MTDLD).....	25
3.6 Piezocisión	25
CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE CORTICOTOMÍA EN ORTODONCIA	28
4.1 Caninos retenidos	28
4.2 Mordida abierta anterior.....	30
4.3 Expansión maxilar.....	31
4.4 Clase III esquelética	33
4.5 Apiñamiento dental severo	35
4.6 Raíces cortas.....	38
CAPÍTULO 5. BIOMECÁNICA DENTAL EN CORTICOTOMÍA	39
5.1 Principios físicos de biomecánica	39
5.2 Movimiento dental ortodóncico	40
5.2.1 Tipos de movimiento dental.....	41
5.2.1.1 Inclinación	41
5.2.1.2 Movimiento de traslación.....	42
5.2.1.3 Movimiento radicular (torque).....	42
5.2.1.4 Rotación	43
5.2.1.5 Extrusión e Intrusión	43
5.2.2 Etapas del movimiento dental ortodóncico	44
5.2.2.1 Etapa inicial del movimiento dental	44
5.2.2.2 Etapa de hialinización	44
5.2.2.3 Periodo secundario del movimiento dental.....	45
5.3 Efectos de la magnitud de las fuerzas ortodóncicas en el periodonto	46
5.4 Relación del tiempo en el tratamiento de Ortodoncia con corticotomía.....	49
CONCLUSIÓN.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

INTRODUCCIÓN

Una de las áreas de odontología que ha tenido un gran progreso en la era moderna es la Ortodoncia, sin embargo, durante las últimas décadas ha aumentado la demanda en el número de pacientes que buscan tiempos de tratamiento más cortos, ya que el tratamiento de Ortodoncia implica mucho tiempo, el cual depende de varios factores que pueden influir en la duración de tratamiento, como la severidad del caso, la experiencia del especialista y por supuesto la cooperación del paciente. Es por esto que se han introducido métodos quirúrgicos que sirven como coadyuvantes para acelerar el movimiento dental; uno de los métodos más utilizados es la Ortodoncia facilitada por corticotomía.

La corticotomía es un tratamiento clínico que consiste en la aplicación de fuerzas ortodóncicas convencionales combinadas con decorticación selectiva en el hueso cortical con cierto grado de penetración en los espacios medulares para mantener la circulación sanguínea y la continuidad de los tejidos óseos para reducir el riesgo de necrosis y facilitar el movimiento sin generar defectos como dehiscencias, fenestración, resorción radicular, recesión gingival, entre otras y poder asegurar la estabilidad a largo plazo del resultado de Ortodoncia.

Los efectos biológicos de la corticotomía están asociados al fenómeno de aceleración regional (RAP); desmineralización y remineralización local y transitoria del hueso alveolar durante un periodo de cicatrización de la herida de los tejidos duros y blandos que dura alrededor de 2 a 4 meses; la corticotomía ha sido revisado y modificado a lo largo de los años, esta técnica puede ser una modalidad de tratamiento viable para adultos que sean candidatos, y que buscan un tratamiento de Ortodoncia más corto. Una buena coordinación entre Cirujano y Ortodoncista es fundamental para lograr resultados óptimos.

En el presente trabajo se revisará información de los fundamentos biológicos de la Ortodoncia y las aplicaciones clínicas de la corticotomía en el movimiento dental.

PROPÓSITO

Describir los efectos de la corticotomía en la biomecánica dental durante el tratamiento de Ortodoncia, así como explicar y conocer sus técnicas, indicaciones y las ventajas que brinda para el paciente y el profesional al reducir el tiempo del tratamiento de Ortodoncia, a través de una revisión bibliográfica.

CAPÍTULO 1. CORTICOTOMÍA ALVEOLAR

1.1 Definición

La corticotomía alveolar se define como una técnica quirúrgica para acelerar el tratamiento ortodóncico. Consiste en remover el hueso cortical a través de un corte o una perforación, manteniendo la médula ósea intacta para mantener la circulación sanguínea y la continuidad de los tejidos óseos para reducir el riesgo de necrosis y facilitar el movimiento dentario, para que las células de osteoblastos y osteoclastos puedan activarse y actuar junto al tratamiento de Ortodoncia en el movimiento dental¹; la técnica consiste en una maniobra quirúrgica en la que se realizan micro incisiones entre los espacios interradiculares, proporcionando así una respuesta favorable del hueso, facilitando dichos movimientos. Esto sucede porque el hueso alveolar pierde estructura integrada a causa de la desmineralización transitoria provocada después de una corticotomía. Se puede realizar con un instrumento cortante de mano como rotatorios de alta o baja velocidad e instrumentos piezoeléctricos con abundante irrigación. ^{2,3}

Además, se han introducido varios métodos modificados de técnicas mínimamente invasivas para reducir la incomodidad del paciente debido a la intervención quirúrgica y las complicaciones posteriores a la cirugía.

1.2 Antecedentes

El tratamiento ortodóncico acelerado a través de una cirugía, data desde hace 100 años, se dice que el norteamericano Hullihan, pionero en el campo de la cirugía oral; llevó a cabo experimentos para mover los dientes, efectuando cortes en el hueso alveolar a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX y se realizaron algunos experimentos⁴. L.C Bryan en 1892 tomó un enfoque quirúrgico para corregir maloclusiones; sin embargo, en 1893, Cunningham presentó “Luxación, o el método inmediato en el tratamiento de dientes irregulares”, usando osteotomías interseptales mesiales y distales con forma circular para reposicionar dientes superiores inclinados hacia palatino y los estabilizó en oclusión correcta con ligaduras de alambre o férulas de metal

durante 35 días. La característica más importante fue el hecho de que este tratamiento activo combinado de Ortodoncia y cirugía, reducía el tiempo del tratamiento convencional y permitió predecir el tratamiento en pacientes mayores.⁵

Cincuenta años más tarde Bichlmayr, clasificó la cirugía ortognática como “mayor” (corrección maxilar y mandibular total o segmentaria) o “menor” (osteotomía interdental o corticotomía), fue el primero que describió el procedimiento de corticotomía para cerrar el diastema en pacientes mayores de 16 años.⁵

Heinrich Köle en 1959 fue el primero en implementar la descripción de una técnica de corticotomía asociada con el tratamiento de Ortodoncia bajo la teoría de movimientos en bloques óseos, basándose en que la principal resistencia del movimiento era la disrupción de las corticales óseas, ya que las corticales ofrecen mayor resistencia al movimiento dental. Esta técnica consistía en levantar un colgajo de espesor total y realizar corticotomías en los sitios interradiculares, posteriormente unía las corticotomías con osteotomía supra-apical empleando un corte perpendicular a las corticotomías. Su técnica iba de la mano con la aplicación de fuerzas ortopédicas a través de aparatos removibles equipados con tornillos ajustables. Su método al ser sumamente invasivo no fue muy utilizado.^{3,4}

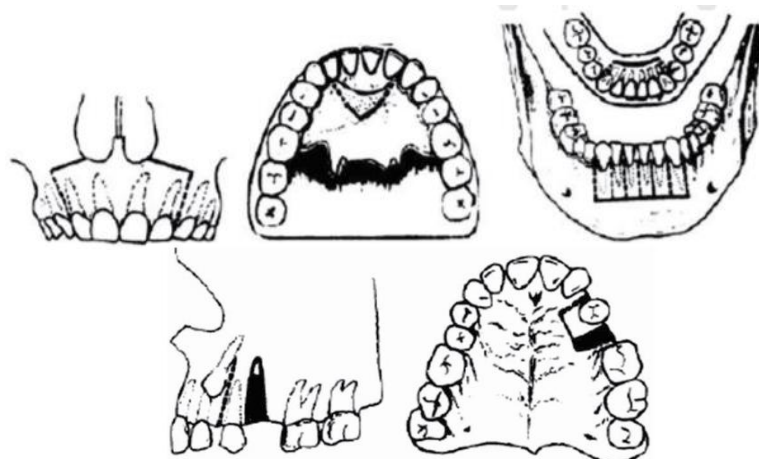


Figura 1. Osteotomía de Köle por bloques óseos para distalización y vestibularización dental.³

Entre 1975 y 1978 surge la técnica denominada “Ortodoncia rápida”, propuesta por Chung, era utilizado en la corrección de protrusión anterior con o sin mordida abierta. Él combinó cortes con fuerzas ortopédicas a través de anclaje intraóseo por medio de miniplacas o implantes, pero la gran limitación de esta técnica eran los dispositivos removibles utilizados en la época.³

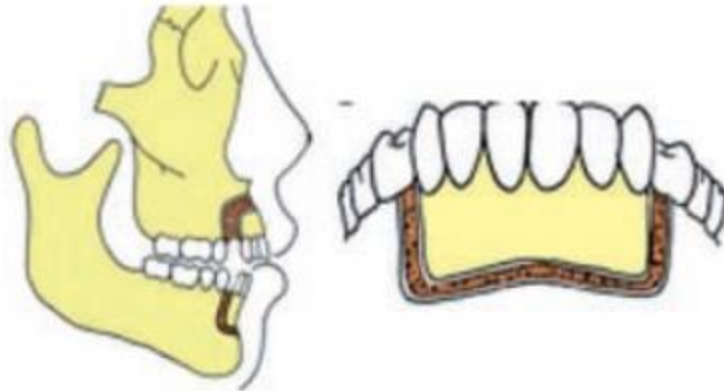


Figura 2. Osteotomía de Chung.³

Posteriormente Generson en 1978 modifica la técnica de Köle, cambiando la osteotomía supra-apical por corticotomía supra-apical. Él sugiere que los movimientos dentales se deben efectuar en los primeros 3-4 meses, después de que los bordes de los bloques se fusionen nuevamente. Hasta ese momento se pensaba que el movimiento dental acelerado se debía al desplazamiento del segmento óseo de manera individual, pero Wilcko en 2001 introdujo el concepto de “fenómeno de aceleración regional” (RAP) de Frost; un ortopedista que lo describió por primera vez en 1981. Por lo que el movimiento dentario por corticotomía no fue causado por el movimiento de bloque óseo, sino por el proceso de desmineralización-mineralización, pues es una cascada de eventos fisiológicos que conducen a un aumento del recambio óseo acompañado de desmineralización y la formación de un nuevo hueso en el sitio de la lesión.^{2,6}

1.3 Indicaciones

Es importante la selección del paciente, ya que deben ser pacientes sanos que requieran el tratamiento de Ortodoncia.⁷ En la tabla 1 se enlista una serie de aspectos relevantes para la elección de pacientes aptos para la técnica de corticotomía:

Movimientos dentales en grupo	Movimientos dentales individuales	Otras indicaciones
<ul style="list-style-type: none">➤ Protrusión bimaxilar➤ Mordida abierta anterior➤ Apíñamiento dental severo➤ Expansión maxilar (5)➤ Para mejorar la corrección de moderado a severo de maloclusiones esqueléticas. (5)➤ Facilitar los movimientos ortodónticos complejos mediante manipulación de aparatos de anclaje. (1)	<ul style="list-style-type: none">➤ Intrusión y extrusión dental➤ Dientes retenidos (3)➤ Distalización molar➤ Pacientes con raíces cortas	<ul style="list-style-type: none">➤ Arquitectura ósea de 10 mm por lo menos en sentido apico-coronal.➤ Espesor del hueso alveolar de 3 mm, existiendo una separación entre las tablas vestibulares y palatina para evitar fracturas. (6)➤ Anchura de la base del hueso de 7 mm. (6)

Tabla 1. Indicaciones a considerar para el tratamiento de Ortodoncia con corticotomía.⁷

1.4 Contraindicaciones

No deben ser considerados los pacientes que presentan defectos en la región oral y maxilofacial como labio hendido, y pacientes en condiciones médicas como diabetes mellitus no controlada; así como pacientes que tomen medicamentos que modifican el metabolismo óseo como bifosfonatos o AINES, ya que inhiben la actividad osteoclástica. Además, pacientes con enfermedad cardíaca de alto riesgo de endocarditis infecciosa, y pacientes fumadores.^{4,7}

Recientemente Wilcko y cols., en 2012 llevaron a cabo un recuento objetivo de escenarios en los que se debe evitar el uso de corticotomías alveolares en Ortodoncia, estos incluyen: los pacientes que muestran signos de enfermedad

periodontal activa, pacientes tratados con tratamientos de endodoncia inadecuadas, pacientes que presentan periodonto fino y poco hueso en la cortical vestibular, ya que pueden presentar un riesgo, además pacientes con dientes anquilosados y los casos que presentan apiñamiento dental leve que pueden ser tratados con Ortodoncia convencional.⁵

1.5 Ventajas

Durante las investigaciones en relación a la corticotomía, se han señalado ventajas durante el tratamiento de Ortodoncia, entre ellas, reducir el marco de tiempo requerido para tratamiento de terminación que acelera el procedimiento de tratamiento de Ortodoncia y la reducción de las posibilidades de reabsorción de las raíces, dehiscencias y fenestración.⁸

Además, es una cirugía mínimamente invasiva que permite tener un mayor rango de movimientos para aumentar los límites del movimiento dental, disminuyendo la necesidad de realizar extracciones en casos de discrepancia óseo-dentarias.

Disminuye los efectos relacionados con los largos tratamientos de Ortodoncia convencional como acumulación de placa, caries y enfermedad periodontal y la estabilidad postratamiento por el proceso de desmineralización-remineralización del alveolo en condiciones iniciales, y presencia de hueso neoformado una vez que finaliza el movimiento ortodóntico.

1.6 Desventajas

Según Patterson y cols, puede aumentar la reabsorción de forma iatrogénica de las raíces cuando se usa junto con las fuerzas ortodóntica, por ello debe utilizarse con cuidado. Buschang y cols, en 2014 refieren el incremento significativo del movimiento dental con corticotomía, pero estos efectos están limitados a un promedio de 2 meses.^{5,8}

Como en cualquier cirugía existen riesgos, tales como la pérdida de cresta ósea postquirúrgica y recesión gingival; se puede presentar un cuadro infeccioso, inflamación y dolor.⁴

CAPÍTULO 2. BASES BIOLÓGICAS DEL TRATAMIENTO DE ORTODONCIA

Es indispensable conocer las estructuras que componen el periodonto, ya que la respuesta a las fuerzas ortodóncicas sobre él está sujeto a cambios morfológicos y funcionales.

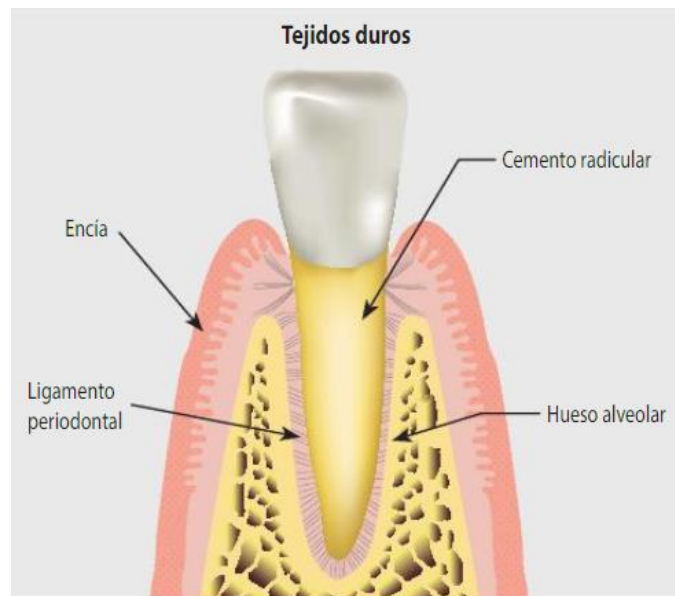


Figura 3. Componentes del periodonto.¹⁰

2.1 Encía

La encía es la parte de la mucosa bucal masticatoria que recubre la apófisis alveolar y rodea la porción cervical de los dientes. Está compuesta de una capa epitelial y un tejido conectivo subyacente llamado lámina propia. Anatómicamente se divide en encía marginal o encía libre, encía insertada y encía interdental.^{9,10}

El tejido conectivo de la encía contiene haces de fibras llamadas fibras gingivales, compuestas por colágeno tipo I. Su función principal es fijar firmemente la encía marginal/libre al diente, soportar las fuerzas de masticación y unir la encía marginal con el cemento radicular y la encía insertada adyacente.

Las fibras gingivales se dividen en tres grupos:

1. *Fibras circulares (FCir)*: son haces de fibras con trayecto en la encía libre y circundante al diente en forma de anillo.
2. *Fibras dentogingivales (FDG)*: incluidas en el cemento de la porción supraalveolar de la raíz y se proyectan desde el cemento en forma de abanico, hasta el tejido gingival de las superficies vestibular, lingual e interproximal.
3. *Fibras dentoperiósticas (FDP)*: están incluidas en la misma porción de cemento que las fibras dentogingivales, pero su recorrido es hacia apical sobre la cresta ósea vestibular y lingual y terminan en el tejido de la encía adherida.
4. *Fibras transeptales (FT)*: se extienden entre el cemento supraalveolar de dientes contiguos, tienen un recorrido recto sobre el tabique interdental y están incluidas en el cemento de los dientes adyacentes.¹⁰

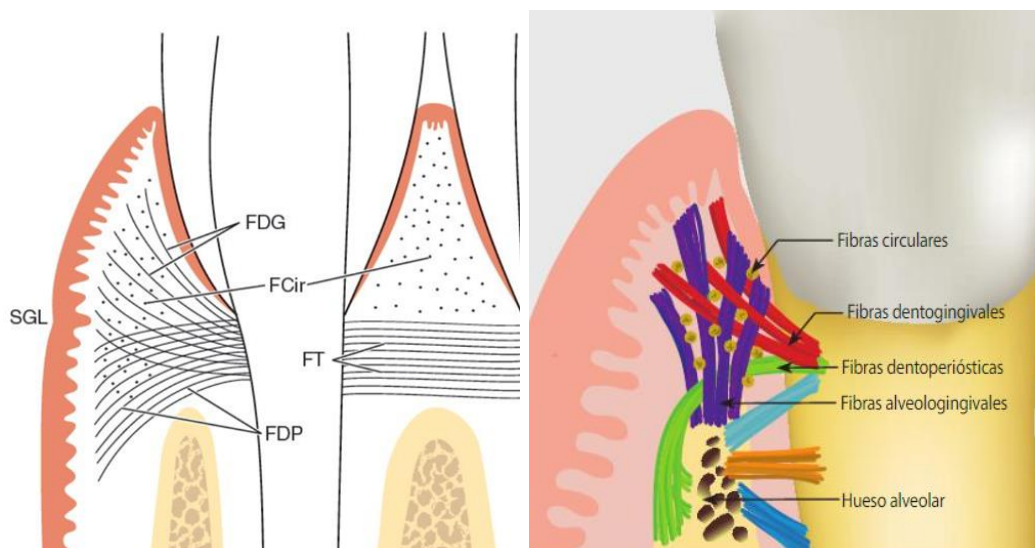


Figura 4. Grupo de fibras gingivales.¹⁰

Aunque la distribución de muchas de las fibras colágenas gingivales y del ligamento periodontal es irregular o aleatoria, la mayoría de ellas tienden a disponerse en grupos de haces con una orientación definida.¹⁰

2.2 Ligamento periodontal

Cada diente está fijado al hueso alveolar y separado del alvéolo adyacente por una fuerte estructura, llamado ligamento periodontal. En condiciones normales ocupa un espacio de 0.5 mm de anchura alrededor de toda la raíz. El componente principal del ligamento periodontal es una red de fibras de colágeno que se insertan en el cemento de la superficie radicular y el hueso alveolar.¹⁰

Una de sus funciones principales es mantener al diente suspendido en su alveolo, así como soportar y resistir fuerzas empleadas durante la masticación y necesaria para lograr una correcta oclusión. La red de fibras de colágeno del ligamento periodontal permite resistir el desplazamiento previsible del diente durante la función normal. Estas fibras se insertan en el hueso y el cemento respectivamente y tienen una orientación definida de acuerdo a distintas funciones:

1. *Grupo crestalveolares u oblicuos ascendentes (FCA)*: se extienden desde la cresta alveolar hasta por debajo de la unión cemento adamantina. Su función es evitar los movimientos de extrusión.
2. *Grupo horizontal o de transición (FH)*: se ubican por debajo del grupo crestalveolares y corren en ángulo recto respecto al eje mayor de la raíz, desde el cemento hasta el hueso. Estas fibras resisten las fuerzas laterales y horizontales con respecto al hueso.
3. *Grupo oblicuo descendente (FO)*: son las más numerosas, se disponen en dirección descendente desde el hueso hacia el cemento. Son fibras responsables de mantener al diente en el alveolo. soportan las fuerzas masticatorias y los movimientos de intrusión.
4. *Grupo apical (FA)*: irradian desde la zona del cemento que rodea el foramen apical hacia el fondo del alveolo. Estas fibras evitan los movimientos de lateralidad y extrusión, y amortiguan los de intrusión. Junto a los proteoglicanos de la matriz extracelular, actúan como “colchón” para resistir las fuerzas de compresión.

5. *Grupo interradicular*: se encuentran únicamente en dientes con más de una raíz. Su recorrido va de la cresta del tabique interradicular hacia el cemento en forma de abanico. Evitan los movimientos de lateralidad y rotación.¹¹

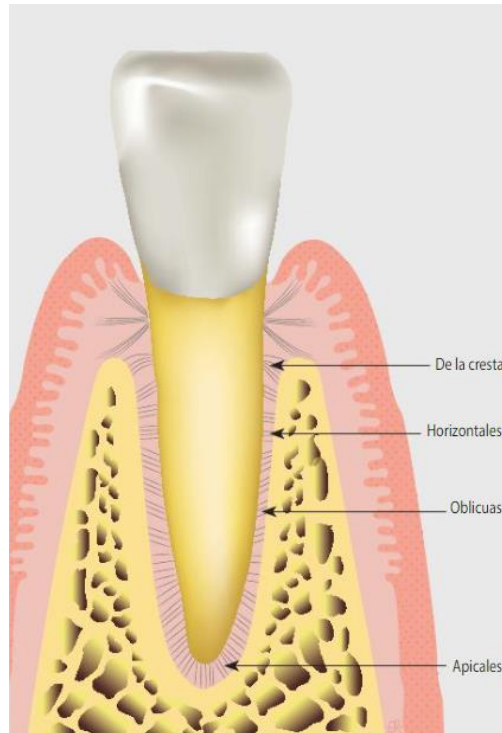


Figura 5. Fibras del ligamento periodontal.¹¹

2.3 Cemento

El cemento radicular es un tejido mineralizado especializado que cubre la superficie radicular y tiene elementos en común con el tejido óseo, sin embargo, este no sufre de reabsorción fisiológica ni remodelación, y se caracteriza por el depósito continuo a lo largo de la vida. El cemento fija las fibras del ligamento periodontal a la raíz y contribuye al proceso de reparación de los daños sufridos en la superficie radicular. Las fibras de Sharpey del cemento se deben considerar como una continuación de las fibras de colágeno del ligamento periodontal.¹²

2.4 Hueso alveolar

El hueso alveolar es la parte del maxilar y la mandíbula que sostiene y protege los dientes. Está formado por hueso alveolar propio; hueso compacto, formado por la cortical vestibular y lingual, y hueso esponjoso, localizado entre las corticales.^{9,13} El hueso alveolar junto al ligamento periodontal constituyen el aparato de inserción del diente, en conjunto distribuyen las fuerzas que genera la masticación y otros mecanismos como el movimiento dentario, el cual es el resultado de la tracción y compresión al que está sometido el ligamento periodontal por las fuerzas ortodóncicas. Además, desencadena una actividad dinámica de procesos reabsortivos y neoformativos en los que participan osteoclastos, osteoblastos y osteocitos.^{12,14}

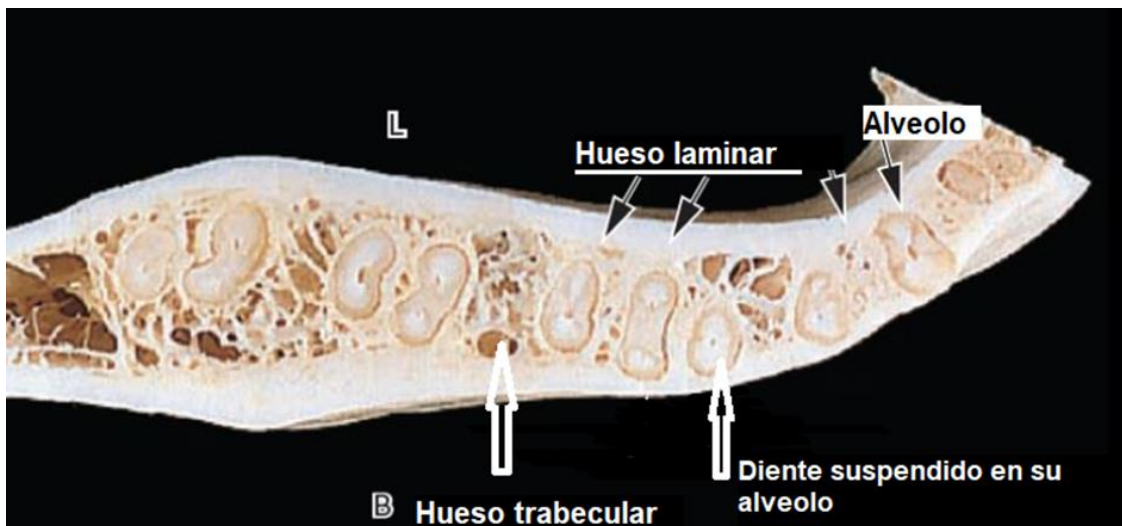


Figura 6. Componentes del hueso alveolar en un corte transversal.¹⁴

2.4.1 Células osteoprogenitoras

La célula osteoprogenitora deriva de las células madre mesenquimáticas; son una población de células que forman osteoblastos que derivan del mesénquima. Se sitúan cerca de los vasos sanguíneos de la médula y del ligamento periodontal. Cuando el hueso no sufre deposición ni resorción activa, su superficie latente está cubierta por células indiferenciadas conocidas como células de revestimiento óseo, que pueden ser osteoblastos inactivos.¹⁴

2.4.1.1 Osteoblastos

Es la célula osteoformadora diferenciada que secreta la matriz ósea¹⁴, se originan a partir de las células mesenquimatosas y monocitos sanguíneos, los primeros en diferenciarse son las células pre-osteoblásticas y luego en osteoblastos.¹¹ Los osteoblastos sintetizan y regulan la sedimentación de matriz orgánica ósea, como colágeno tipo I, proteoglicanos, osteonectina, osteocalcina, sialoproteína ósea I y II y osteopontina. Además de liberar fosfatasa alcalina, ya que se ha observado que está asociada con la formación de hueso nuevo. Estas células se encuentran situados en la superficie ósea (endocito) del hueso alveolar y en el ligamento periodontal sobre la superficie externa del alveolo y capaces de regular la mineralización del hueso.⁹

2.4.1.2 Osteocitos

El osteocito es una célula ósea madura y está encerrado en la matriz ósea que secretó antes como osteoblasto.¹⁴ Una vez que el osteoblasto está rodeado por osteoide o matriz ósea cambia su nombre por osteocito. Estas células son incapaces de renovarse, por lo que son las más abundantes en el hueso. Una de sus funciones es responder a las fuerzas mecánicas aplicadas en el hueso, además de participar en la síntesis y mineralización de la matriz osteoide.

2.5 Clasificación del tejido óseo

2.5.1 Hueso entrecruzado

La estructura del hueso entrecruzado varía considerablemente, siendo desorganizado, débil y poco mineralizado. Tiene un papel importante en la cicatrización de las heridas; rellenar rápidamente los defectos óseos, proporcionar una continuidad inicial a las fracturas y los segmentos de osteotomía y reforzar un hueso debilitado por cirugía o traumatismos. Este hueso no se encuentra en el esqueleto adulto en condiciones normales y estables, sino más bien se compacta para formar hueso compacto, se remodela a hueso laminar o se reabsorbe con rapidez.¹²

2.5.2 Hueso laminar o compacto

Es un hueso fuerte, mineralizado y muy organizado. Cuando se forma hueso laminar, los osteoblastos depositan una porción de hidroxapatita durante la mineralización.¹²

2.5.3 Hueso esponjoso o medular

Es un tejido óseo formado por el depósito de hueso laminar en una rejilla de hueso entrecruzado, proceso denominado compactación esponjosa. Es un tipo de hueso intermedio importante en la respuesta fisiológica a la carga ortodóncica y suele ser un tejido óseo predominante para la estabilización durante un proceso de retención o cicatrización postoperatoria.¹²

2.5.4 Hueso fascicular

Es una adaptación funcional de la estructura laminar que permite la inserción de tendones y ligamentos, las fibras de Sharpey son una característica del hueso fascicular, ya que suelen verse capas de hueso fascicular adyacentes al ligamento periodontal a lo largo de las superficies en las que se está formando hueso fisiológicamente.¹²

2.6 Reabsorción ósea

2.6.1 Osteoclastos

Son células que derivan de la fusión de las células progenitoras hematopoyéticas mononucleares. Estas células son grandes y con una capacidad específica de degradar los componentes orgánicos e inorgánicos del hueso.¹⁴ Aparecen en los sitios donde existe una resorción ósea, creando concavidades lagunares denominadas zonas de reabsorción o lagunas de Howship.

Los osteoclastos van a promover la formación de células inflamatorias como citoquinas proinflamatorias para apoyar la diferenciación de precursores de osteoclastos en células gigantes multinucleadas que realizan el proceso de

reabsorción del hueso alveolar que es necesario para que los dientes se muevan.¹⁵

2.7 Remodelado óseo

El recambio o remodelado óseo consiste en reemplazar el tejido óseo formado por tejido nuevo, se caracteriza por una actividad de los osteoblastos y osteoclastos en conjunto como una sola unidad. La cantidad de tejido óseo que se reabsorbe es reemplazada por una cantidad equivalente de tejido óseo recién formado.¹¹

El remodelado óseo permite que se mantenga el volumen óseo y la reparación del daño tisular. A nivel microscópico se produce en áreas pequeñas de la cortical o de la superficie trabecular, donde los osteoclastos reabsorben una cantidad determinada de hueso y los osteoblastos forman matriz osteoide y la mineralizan para rellenar la cavidad previamente creada.¹⁶

Por otro lado, la remodelación del hueso cortical en la superficie de los huesos generalmente se considera que está estrechamente relacionado con las fuerzas mecánicas.¹⁷

2.7.1 Fases de remodelación ósea

1. *Reposo*: Los factores que inician la remodelación ósea siguen siendo desconocidos.
2. *Activación*: Una vez expuesta, la superficie mineralizada atrae la circulación osteoclástica provenientes de los vasos cercanos.
3. *Reabsorción*: Los osteoclastos comienzan a disolverse, la matriz mineral y la matriz osteoide se empiezan a descomponer. Este proceso es completado por los macrófagos, permitiendo la liberación de los factores de crecimiento contenidos dentro de la matriz, fundamentalmente factor de crecimiento beta (TGF- β), factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), crecimiento similar a la insulina factor I y II (IGF-I y II).
4. *Formación*: En las áreas absorbidas se produce el fenómeno de agrupación de los pre-osteoblastos, atraídos por los factores de

crecimiento liberados de la matriz que actúan como quimiotácticos y además estimulan su proliferación. Los pre-osteoblastos sintetizan una sustancia. sobre la cual se adhiere el nuevo tejido, y expresan proteínas morfogenéticas óseas (BMP) responsables de diferenciación, a los pocos días de diferenciarse en osteoblastos, sintetizan el material osteoide que llena las áreas donde hubo absorción ósea.

5. *Mineralización*: La mineralización comienza treinta días después del depósito del osteoide, finalizando a los 90 días en el hueso trabecular, y a los 130 días en el hueso cortical. La fase de reposo o "en reposo" comienza de nuevo.¹⁶

En 1983, Frost demostró que los estímulos regionales nocivos de suficiente magnitud pueden dar lugar a una actividad y reorganización acelerada de los tejidos óseos y blandos, él llamó a esta cascada de procesos fisiológicos de curación RAP (Regional accelerated phenomenon) por sus siglas en inglés, por ello, la activación de los marcadores inflamatorios es inducidos quirúrgicamente en el hueso para acelerar el movimiento dentario. Además de ser un respuesta local y transitoria de remodelación seguida de la cicatrización postquirúrgica de la cortical ósea frente a un estímulo nocivo.¹

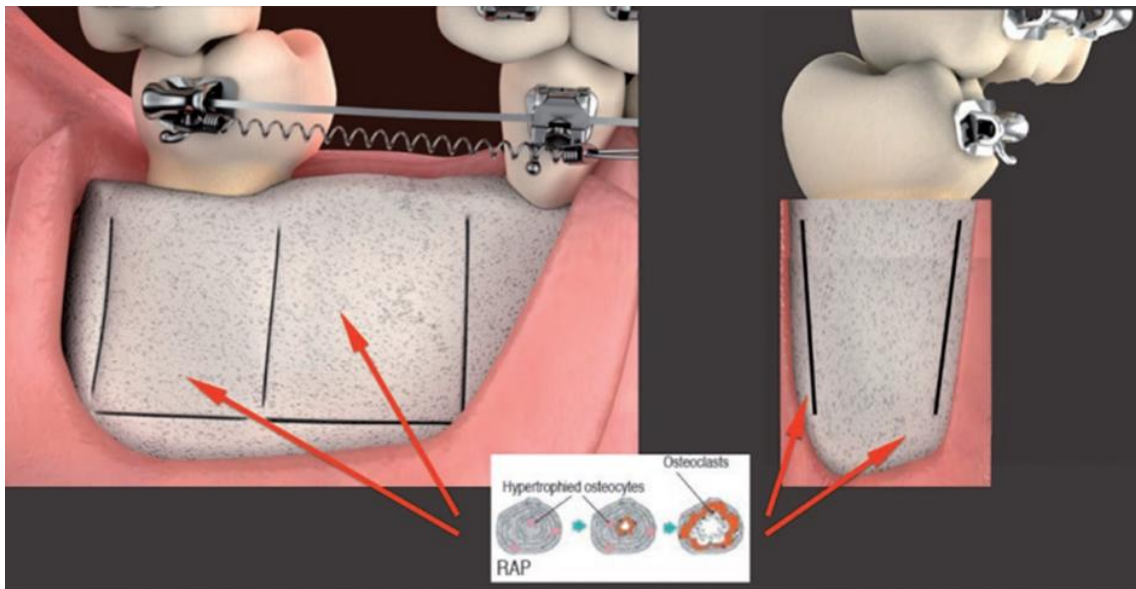


Figura 7. Corticotomía alveolar extendida y reacción RAP extendida.¹

CAPÍTULO 3. TÉCNICAS DE CORTICOTOMÍA

Con el paso del tiempo, se fueron desarrollando diferentes técnicas quirúrgicas sobre la corticotomía, con el objetivo de acortar el movimiento dentario con aparatología ortodóncica para dar solución a los distintos tipos de maloclusiones a los que está indicado este tipo de técnica.¹⁷

Recientemente la literatura científica está siendo testigo de abordajes no convencionales para el tratamiento en los casos complejos de Ortodoncia. En el campo de la Ortodoncia se utiliza la corticotomía de forma previa al tratamiento con aparatología para producir un fenómeno de aceleración regional que facilita el movimiento dental, por lo que distintos autores propusieron distintas técnicas para minimizar algunas complicaciones presentadas al término del tratamiento.

3.1 Técnica de bloques óseos (Köle)

Esta técnica de corticotomía está basada en la teoría del movimiento de bloques óseos en donde la principal resistencia al movimiento óseo eran las corticales del mismo, por lo tanto, al realizar cortes interdientales y osteotomías a través de los sitios interradiculares y supraapicales de 10 mm por encima de cada ápice, empleando un corte horizontal para conseguir la separación de pequeños bloques de hueso para acelerar el movimiento ortodóntico.^{3,18} La ventaja de esta técnica era la rapidez con la que se realizaban los movimientos dentales, en un tiempo corto de 6 a 12 semanas. Este procedimiento fue indicado para la separación de dientes individuales o en grupos, como distalización después de una extracción.⁴



Figura 8. Técnica de bloque de Köle.⁴

3.2 Ortodoncia rápida (Chung)

Es una técnica donde se combinan las fuerzas ortodóncicas con los cortes a través de anclajes intraóseos, tales como miniplacas o implantes en forma de "C". El corte quirúrgico buscaba generar una osteogénesis por compresión en un segmento con osteotomía. Dentro de las indicaciones para esta técnica, estaba la corrección de protrusión anterior con o sin mordida abierta. La desventaja fue la invisibilidad y los lapsos quirúrgicos era de dos a tres semanas, además de la limitación de dispositivos removibles, por lo tanto, existía una insuficiencia de las fuerzas ortopédicas necesarias para el éxito del tratamiento.³

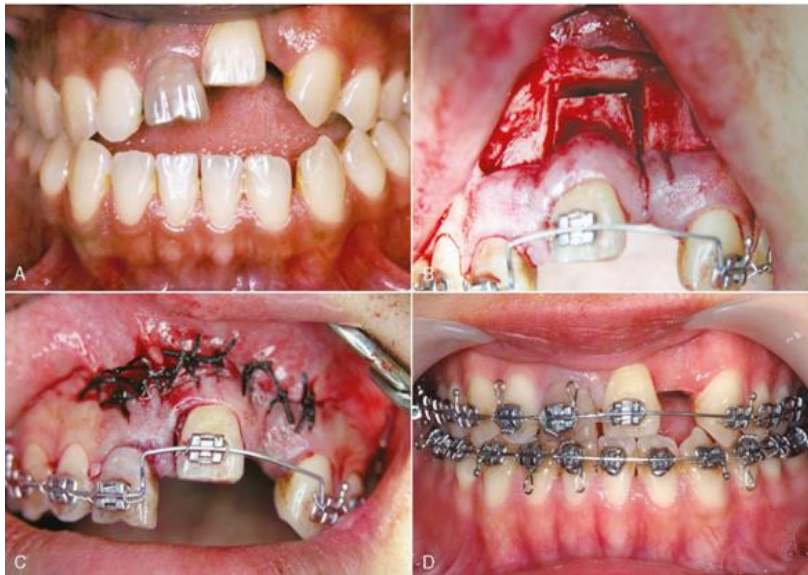


Figura 9. Diseño de corticotomía por Chung con dispositivo de anclaje.³

3.3 Técnica alveolar selectiva

Se trataba de una técnica modificada de la técnica de bloques óseos de Köle, se describió como una técnica conocida como Ortodoncia facilitada por corticotomía, realizando cortes horizontales supraapicales limitados a la cortical ósea vestibular y lingual sin penetrar la médula que sustitúan la osteotomía de unión a cierta distancia de los ápices descritas por Köle. En 3 a 4 meses el tratamiento de Ortodoncia debía estar completado, ya que los bloques óseos estaban empezando a fusionarse.¹⁹

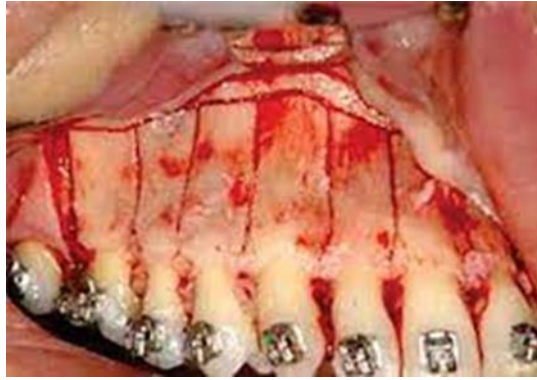


Figura 10. Técnica alveolar selectiva.³

3.4 Ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente (PAOO)

Anteriormente esta técnica fue nombrada como “Ortodoncia Osteogénica Acelerada (AOO)”, posteriormente ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente (PAOO). Es una combinación del tratamiento de periodoncia y ortodoncia gracias a los hermanos Wilko. Realizaron una modificación a su técnica agregando la “activación ósea”, esta técnica consiste en una corticotomía vertical interproximal por vestibular y lingual de las raíces dentarias manteniendo una distancia a la cresta ósea de 2 a 3 mm, conectadas por corticotomías supraapicales horizontales de 2 mm aproximadamente para facilitar la luxación de los bloques óseos y complementar con relleno óseo en la zona para disminuir el riesgo de dehiscencias óseas y la consecuente formación de recesiones gingivales. Los autores informaron que 6-8 meses fue el tiempo necesario para tratar la ortodoncia con la ayuda de la cirugía PAOO, que fue bastante más rápido que el tratamiento de ortodoncia convencional.^{20,21}

Indicaciones:

- Mejora el volumen óseo alveolar y el periodonto (es decir, corrección de dehiscencias y fenestraciones).
- Reduce el tiempo de tratamiento (es decir, 3 a 4 veces más rápido el tratamiento de ortodoncia activa).
- El alcance del tratamiento de la maloclusión se puede mejorar (es decir, evitar la cirugía ortognática y las extracciones en casos seleccionados).

Contraindicaciones:

- Hueso cortical delgado.
- Pacientes con enfermedad periodontal activa o recesión gingival.
- Expansión palatina.
- En el tratamiento de la mordida cruzada posterior severa
- Protrusión bimaxilar cuando se acompaña de una sonrisa gingival.^{16,21}



3.5 Dislocación monocortical del diente y distracción periodontal (MTDLD)

Descrita por Vercellotti y Podesta en 2007, se desarrolla inicialmente a través de una presión dental que produce una compresión periodontal en donde existe un movimiento rápido de la raíz y la cortical ósea sin compresión del ligamento ni reabsorción ósea, seguida de una distracción rápida de las fibras del ligamento periodontal. Surgió con el objetivo de aumentar el movimiento dental previniendo los daños en los tejidos periodontales.¹⁹ Las etapas de esta técnica son las mismas que describen los hermanos Wilcko, pero de manera monocortical y con una modificación en las crestas alveolares donde se realizan cortes en forma de “Y” para la preservación de la cresta alveolar, así cortes interproximales longitudinales de 0.5 mm de profundidad y un corte horizontal entre 1-2 mm por encima de los ápices. Y se recomienda iniciar aplicación de fuerzas entre uno y siete días posteriores a la cirugía.³

3.6 Piezocisión

En 2009 Serge Dibart y Keser, introducen un procedimiento mínimamente invasivo en comparación con la corticotomía convencional, siendo una técnica transmucosa. Antes de la operación se realiza un raspado sistemático y, si es necesario, un alisado radicular para eliminar cualquier motivo de inflamación de los tejidos que pudiera comprometer el buen funcionamiento de las cicatrices. Cualquier lesión ósea periodontal detectada debe ser tratada antes de considerar la técnica de piezocisión.²²

Una vez resueltos los factores anteriores se realizan microincisiones con una herramienta ultrasónica para producir las incisiones, creando túneles selectivos que permiten el injerto de tejido duro o blando, posteriormente se crean pequeños cortes verticales interproximales a espesor total por debajo de la papila interdental de mínimo 2 mm a través de los tejidos gingivales y el periostio para llegar a la corteza ósea, y los injertos se colocan sobre los túneles que conectan los cortes verticales.²²

Además, cuando unían el efecto de la piezocisión y del movimiento ortodóntico, advirtieron que la desmineralización era más rápida y profunda. Concluyeron que

las fuerzas ortodóncicas aplicadas posteriormente a la cirugía permiten aumentar el estado de osteopenia transitorio; este efecto sinérgico permite ampliar el RAP por estimulación mecánica continua. Obtuvieron evidencia de que se produce suficiente desmineralización con esta intervención mínimamente invasiva consiguiendo que los dientes se muevan al doble de velocidad que con el tratamiento convencional.²³

Actualmente se considera una de las técnicas modernas sobre corticotomía, ya que produce menos molestias y traumatismos en el paciente debido a que la coagulación de proteínas causada por el corte por láser sella las terminaciones nerviosas sensoriales, y por lo tanto alivia la sensación de dolor. Además, tiene menos complicaciones periodontales como la pérdida ósea y la pérdida parcial de la papila interdental, además de reduce el daño a los osteocitos y permite la supervivencia de las células óseas.³⁻²³⁻²⁴

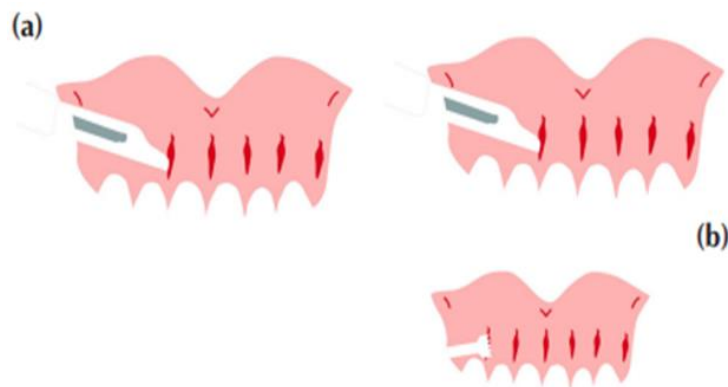


Figura 12. Técnica del abordaje quirúrgico con piezocisión.²³

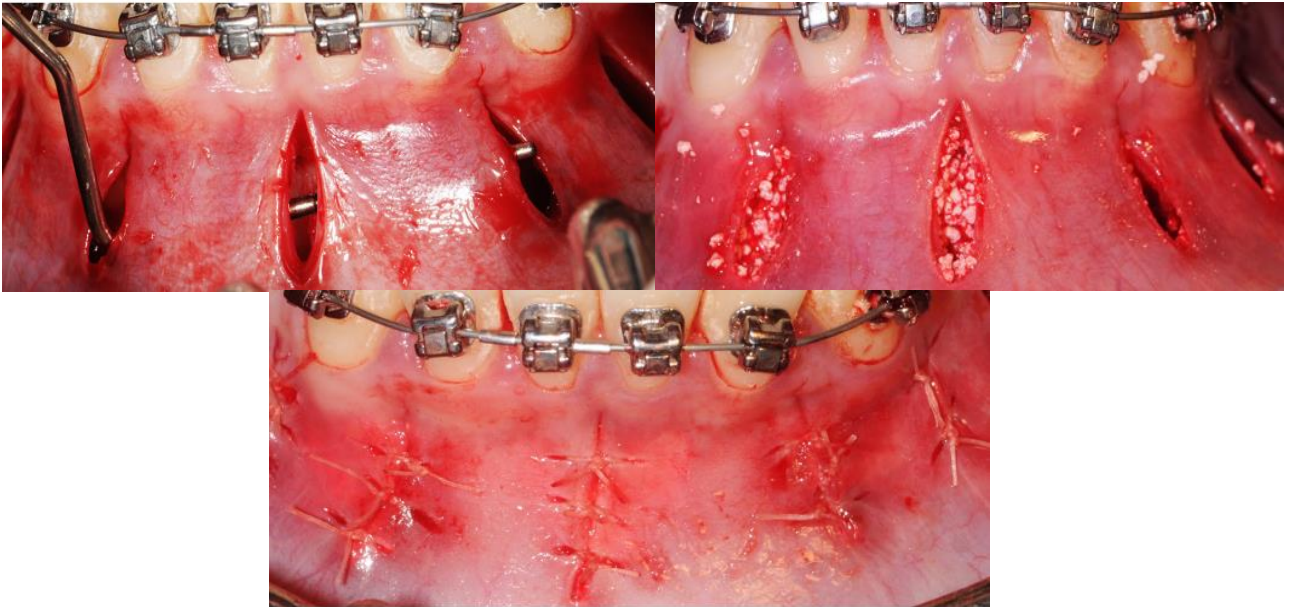


Figura 13. Técnica de piezocisión con injerto óseo.²³

CAPÍTULO 4. APLICACIÓN DE CORTICOTOMÍA EN ORTODONCIA

4.1 Caninos retenidos

Los caninos permanentes del maxilar y la mandíbula están considerados generalmente como dientes importantes en la arcada dental, debido a su lugar en el esquema de la oclusión funcional, su contribución a la apariencia del paciente, su tamaño, longitud de su raíz y su papel en el establecimiento de la forma del arco.²⁵

Un gran número de autores coinciden en señalar que después de los terceros molares, los caninos superiores son los dientes permanentes que presentan una mayor frecuencia de retención, debido a su camino de erupción largo, la falta de espacio y/o pérdida de guía canina para la erupción. La retención dentaria puede ser intraósea cuando el diente está totalmente rodeado por tejido óseo, y subgingival cuando está cubierto solo por mucosa gingival.²⁵

Para colocar el diente en su posición y evitar complicaciones derivadas de la retención se han propuesto tratamientos multidisciplinarios entre Ortodoncista y Cirujano oral para lograr el acceso al diente impactado y después usar la biomecánica precisa para colocarlo en posición correcta.²⁶

Entre las técnicas quirúrgicas está la corticotomía, debido a la reducción significativa del tiempo de tratamiento entre un 75 al 80%. Un estudio de T.J. Fischer en 2007, donde se seleccionaron seis pacientes con caninos maxilares paulatinamente impactados bilateralmente, iniciaron el tratamiento sin extracciones, el Cirujano aleatoriamente sometió a algunos pacientes a un procedimiento quirúrgico convencional para la exposición del canino, mientras que en otros realizó la exposición del canino adicionando el procedimiento de corticotomía.²⁶

Dos semanas después de la cirugía el Ortodoncista colocó accesorios de Ortodoncia en los dientes impactados sin conocer a qué pacientes se le había realizado el procedimiento de corticotomía. Se tomaron modelos de estudio para medir la distancia de cada canino hasta su posición final en el arco.²⁶

Posteriormente los pacientes fueron vistos en intervalos de cuatro a seis semanas y al observar un canino cerca de su posición correcta, se acortó el tiempo de sus citas a dos semanas. En los seis pacientes, el tiempo de tratamiento se redujo en la impactación de los caninos asistidos por corticotomía, en comparación con los caninos sin corticotomía, la reducción en el tiempo de tratamiento varió del 28% al 33%. Además, se observó la velocidad de la distancia/tiempo de tratamiento de los caninos asistidos con corticotomía y sin corticotomía, demostrando que la velocidad del movimiento con corticotomía era significativa.²⁶



Figura 14. Descubrimiento tradicional/ Descubrimiento asistido por corticotomía.²⁶

Distance, Time, and Velocity of Canines in Patients With Corticotomy and Conventional Exposure

Patient #	Corticotomy Exposure			Conventional Exposure		
	Distance, mm	Time, wk	Velocity, mm/wk	Distance, mm	Time, wk	Velocity, mm/wk
1	10.0	40	0.25	11.5	60	0.19
2	12.5	44	0.28	12.5	62	0.20
3	12.0	38	0.32	11.0	58	0.19
4	12.5	48	0.26	12.0	68	0.18
5	14.0	52	0.27	15.0	78	0.19
6	11.5	54	0.21	12.0	74	0.16

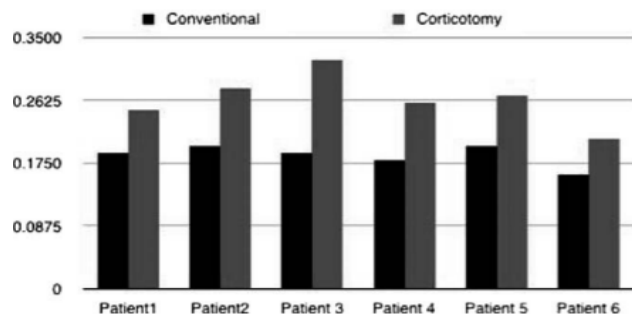


Figura 15. Comparación de velocidad y tiempo con exposición convencional y exposición con corticotomía.²⁶

4.2 Mordida abierta anterior

La mordida abierta anterior es una de las maloclusiones más difíciles de tratar, ya que generalmente es el resultado de una interacción de múltiples factores etiológicos, puede ser esquelética o dentoalveolar o estar relacionada con algún hábito.

Existen distintos enfoques terapéuticos para su corrección, sin embargo, la corticotomía suprasedgmentaria ha sido la técnica de primera elección como coadyuvante del tratamiento de Ortodoncia para la resolución de mordida abierta anterior.^{18, 27}

Autores como Yehya Mostafa y cols., en 2009 promueven el uso de corticotomía alveolar selectiva para el tratamiento de la mordida abierta anterior. Realizaron una muestra compuesta por 12 pacientes con edad entre 16 y 18 años, los criterios de inclusión fueron mordida abierta anterior con insuficiente cantidad de exhibición de incisivos maxilares en reposo y/o sonrisa sin signos de desarrollo facial vertical excesivo; curva de Spee exagerada en el maxilar; ausencia de trastornos sistémicos con mordidas abiertas; ausencia de cualquier enfermedad sistémica que pueda tener un influencia en el movimiento dental; dentición permanente completa y periodontalmente sanos.²⁷

Se les realizó un colgajo mucoperiostico que se extendía hasta la zona de mordida abierta de forma bilateral, la corticotomía fue limitada a la zona anterior con el motivo de crear un gradiente de anclaje intraarco. Se hicieron cortes interradiculares de 2 mm a 3 mm de profundidad hasta la zona apical y se hicieron cortes horizontales para conectar los cortes interradiculares, además de hacer perforaciones en el hueso cortical. Los pacientes fueron vistos dos semanas después y recibieron instrucciones de volver a usar sus elásticos al día siguiente de la cirugía.²⁷

Gracias a los estudios cefalométricos de estos pacientes, se demostró que las mordidas abiertas se cerraron en un promedio de 6 semanas con un rango de 4 a 12 semanas. Los pacientes toleraron bien el procedimiento quirúrgico y las molestias postoperatorias fueron mínimas.²⁷

4.3 Expansión maxilar

La discrepancia esquelética transversal de los pacientes adultos afecta la estabilidad en la oclusión y puede conllevar repercusiones musculares y articulares que dependen de la gravedad de la discrepancia. Su tratamiento se ha llevado a cabo con procedimientos de cirugía ortognática para separar las suturas del maxilar con ayuda de aparatos de disyunción maxilar, sin embargo, la invasividad, la deficiencia ósea y la recesión gingival que genera han dificultado su aceptación.^{28,29}

Recientemente el tratamiento de Ortodoncia en adultos esqueléticamente maduros con discrepancia, se ha llevado a cabo a través de corticotomía con aumento de cresta alveolar, tal enfoque combina la aplicación del fenómeno de aceleración regional (RAP) por medio de la decorticación ósea alveolar para aumentar la remodelación ósea regional, acelerar el movimiento de los dientes y los procedimientos de aumento de cresta para evitar la deficiencia de la cresta alveolar (generalmente en hueso vestibular) y así lograr una expansión. Debido a este fenómeno, cuando se aplica fuerzas de Ortodoncia, no solo el diente sino también el área adyacente, provoca que la matriz ósea se desplace, lo que reduce potencialmente el riesgo de dehiscencia ósea y la recesión gingival posterior.^{29,30}

Un estudio reportado por Juan Silva y cols., en 2019 donde realizaron una investigación en un hombre de 46 años de edad, al examen intraoral se observó constricción del arco maxilar con mordida cruzada posterior bilateral entre otros aspectos clínicos, el objetivo del tratamiento fue resolver la discrepancia transversal maxilar mediante la expansión del maxilar, se optó por realizar corticotomía en los cuadrantes posteriores de canino a segundos molares en ambos lados del maxilar para inducir la activación de RAP y aumentar la cresta alveolar utilizando hueso de aloinjerto.²⁹

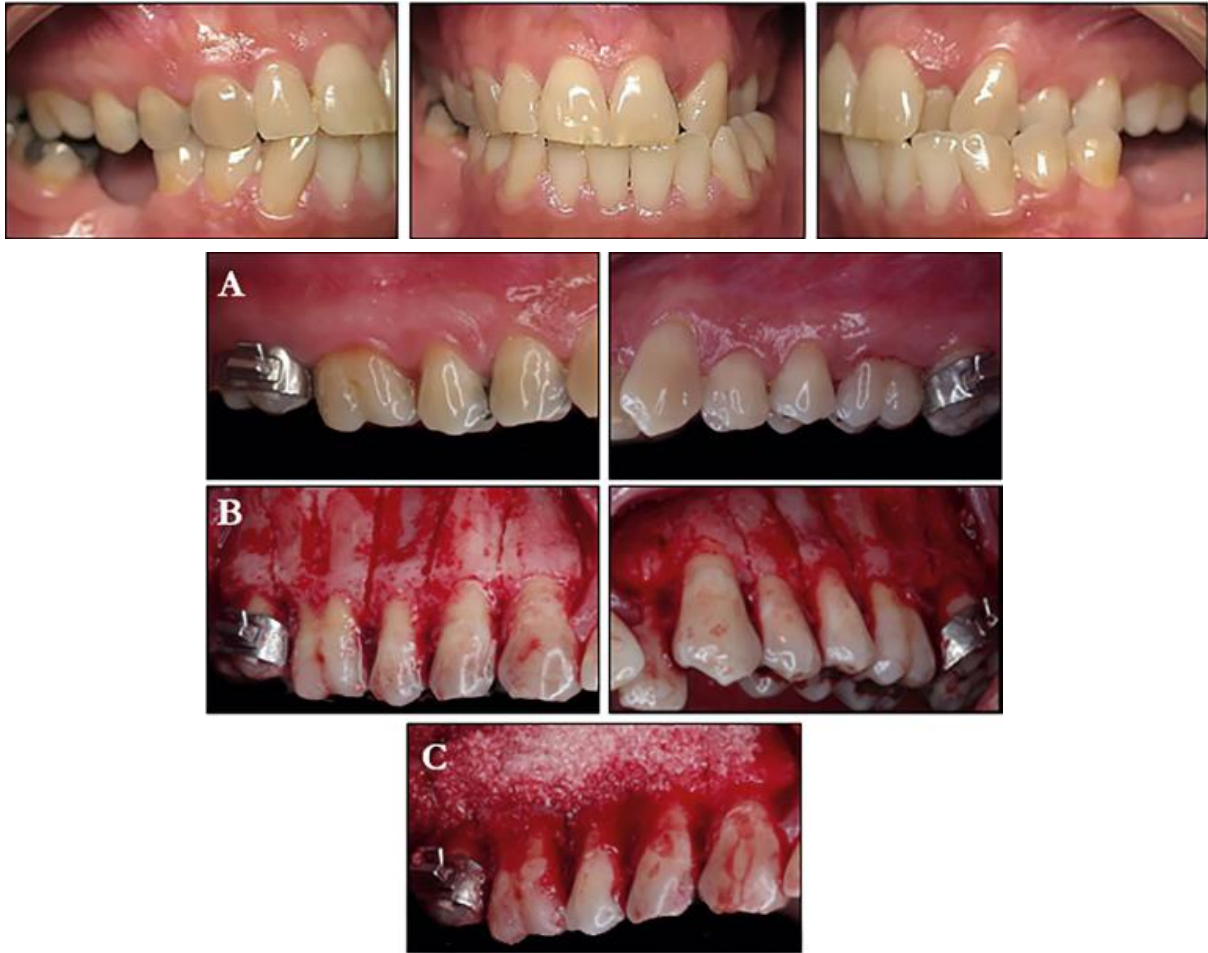


Figura 16. Fotos intraorales iniciales y procedimiento de corticotomía.²⁹

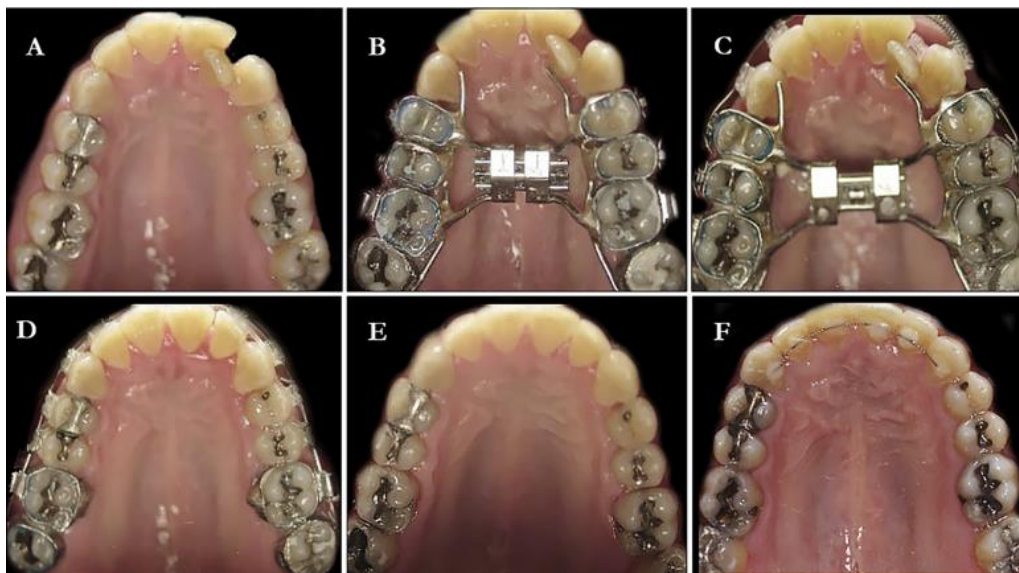


Figura 17. A. vista oclusal preoperatoria; B. postoperatorio a las 2 semanas con colocación de expansor palatino; C. 4 semanas; D. 7 meses después; E. a los 14 meses, F. 7 años después.²⁹

4.4 Clase III esquelética

La cirugía ortognática combinado con el tratamiento de Ortodoncia ha sido aceptada para las maloclusiones esqueléticas de clase III, estos pacientes presentan una descompensación dentoalveolar, y para conseguir un mejor resultado quirúrgico los incisivos mandibulares retroinclinados deben tener una inclinación normal antes de la realización de la cirugía ortognática. Este procedimiento preortognático es necesario para lograr resultados esqueléticos y dentales óptimos.^{31,33}

Existen distintos métodos para inducir la descompensación de los incisivos, tales como: dispositivos de anclaje esqueléticos temporales o elásticos intermaxilares, sin embargo, conducen a complicaciones periodontales, como recesión gingival, pérdida de hueso alveolar y fenestraciones, provocando el “síndrome de cara alargada” debido a la presencia de un hueso alveolar delgado y estrecho.^{32,33}

Actualmente la corticotomía aumentada con injerto óseo, combinada con el tratamiento de Ortodoncia, se ha utilizado como un abordaje terapéutico alternativo para la descompensación acelerada de los incisivos mandibulares en pacientes con Clase III esquelética y así evitar las complicaciones que pueda presentar el hueso alveolar, ya que se ha demostrado que este procedimiento aumenta el ancho del hueso alveolar en la mandíbula en la zona anterior, gracias al fenómeno de aceleración regional (RAP).^{31,33}

Autores como Giuseppe Coscia y cols., en 2013 realizaron un estudio en 14 pacientes con relación de clase III esquelética, todos los pacientes fueron tratados de acuerdo con el mismo protocolo quirúrgico y de Ortodoncia, que involucró descompensación dentoalveolar, cirugía de retroceso mandibular con división sagital bilateral y osteotomía Le Fort I. Se les realizó una corticotomía donde se colocó una sola incisión de liberación vertical entre los incisivos centrales para preservar el máximo suministro de sangre al área anterior de la mandíbula con un dispositivo quirúrgico piezoeléctrico.

Se hicieron corticotomías verticales en el espacio interradicular y se conectaron con corticotomías horizontales colocadas 2 mm apicalmente al extremo de la raíz y se colocó injerto óseo y una membrana de colágeno para comprimir el injerto. Inmediatamente después de la cirugía se aplicaron fuerzas ortodóncicas. Para evaluar los cambios producidos por el procedimiento quirúrgico y de Ortodoncia, se tomaron tomografías CBCT y cefalogramas laterales antes del tratamiento (T0) y al finalizar el tratamiento de Ortodoncia pre quirúrgico (T1).³²

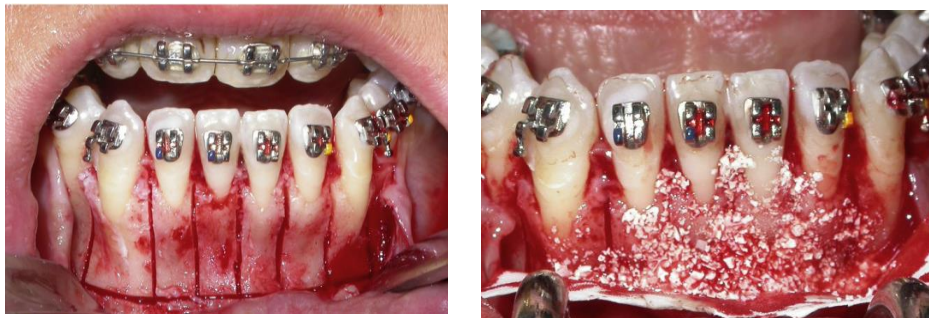


Figura 18. Corticotomía en sector anterior, injerto óseo y membrana de colágeno.³²

Las imágenes se orientaron en 3 planos espaciales para medir el grosor del hueso alveolar horizontal en la raíz media y el vértice de la raíz de los incisivos mandibulares y para evaluar el grado de pérdida de hueso alveolar vertical. Todos los pacientes mostraron adecuada proinclinación de los incisivos mandibulares, con un aumento estadísticamente significativo en el ángulo del plano incisivo mandibular; por lo tanto, el grupo tratado logró una descompensación preortognática óptima y una planificación quirúrgica favorable. No mostraron pérdida vertical de hueso alveolar en el área anterior mandibular, mostrando que la región cervical siempre estuvo bien mantenida; además, el grosor del hueso alveolar en los niveles de la raíz media y del ápice de los incisivos inferiores centrales y laterales aumentó significativamente en la cara labial del hueso alveolar.³²

4.5 Apiñamiento dental severo

El apiñamiento se ha clasificado como uno de los tipos de diversas maloclusiones, las cuales están clasificadas como la tercera enfermedad bucal con mayor prevalencia de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud. La etiología del apiñamiento puede ser por diversos factores, entre ellos está el crecimiento, la disminución de la longitud del arco dental, la maduración, el envejecimiento de los dientes o el movimiento mesial de los mismos, presión de los tejidos blandos, el tamaño mesiodistal de los órganos dentarios, la proporción de los dientes y la morfología dentaria.³⁴

Es de gran relevancia en Ortodoncia conocer la longitud mesiodistal de los órganos dentarios, ya que es un factor primordial en el diagnóstico de las discrepancias de espacio del maxilar y la mandíbula. La gravedad de la maloclusión de un paciente debe tener una planificación del tratamiento de Ortodoncia con eficacia para conocer si es necesario una corrección quirúrgica ortognática cuando se superan los límites de movimiento dental.

Un caso reportado por Hebah Ali AlHammadi y cols., en 2018 de una paciente sana de 15 años de edad con apiñamiento dental, a la revisión intraoral se observó una encía gingival delgada en el diente central y canino inferior izquierdo y canino superior izquierdo. La línea media inferior estaba desviada 2 mm a la izquierda de la línea media superior, que coincidía con la línea media facial y un overjet excesivo (9 mm) y una sobremordida profunda.³⁵



Figura 19. Fotos iniciales intraorales.³⁵

Como parte de su tratamiento se le realizó una corticotomía con la técnica PAOO, hasta distal a los segundos molares y en dirección bilateral para ambas arcadas; se accedió mediante colgajo mucoperióstico faciales y linguales de espesor total. Se hicieron corticotomías interproximales a <math><1,5\text{ mm}</math> de profundidad, comenzando 2 mm de la cresta alveolar y extendiéndose hasta 2 mm más allá de los ápices radiculares, se colocó injerto óseo y se suturó. Posteriormente cada dos semanas la paciente acudió para los ajustes de fuerzas de Ortodoncia, el tiempo de tratamiento ortodóntico activo fue de 7 meses 2 semanas, obtuvieron resultados estables sin prácticamente ningún cambio perceptible en la oclusión y/o el estado de la arcada dental desde el postratamiento inmediato hasta los 5 años después del tratamiento.³⁵



Figura 20. Procedimiento PAOO demostrando (a, c) los cortes de hueso cortical interproximal por corticotomía y (b, d) la colocación de injerto óseo.³⁵



Figura 21. Progreso ortodóntico del apiñamiento anterior mandibular severo en (a) 2 semanas, (b) 3 meses y (c) 4,5 meses después del tratamiento con PAOO.³⁵



Figura 22. Fotos intraorales finales del tratamiento de Ortodoncia.³⁵

4.6 Raíces cortas

Los pacientes con raíces cortas presentan consideraciones especiales en el tratamiento de Ortodoncia, ya que limita el movimiento dental y la estabilidad en los resultados del tratamiento. Es importante identificar los pacientes con reabsorción radicular o con riesgo de esta antes de iniciar el tratamiento.

La combinación del tratamiento de Ortodoncia y las corticotomías obtienen una disminución del tiempo de tratamiento sin presentar reabsorciones radiculares. Autores como Wilcko en 2001, comparó a través de una tomografía computarizada el pre y el postratamiento, observó una discreta desmineralización del hueso alveolar sobre las raíces de los dientes donde se llevó a cabo el tratamiento de corticotomía, dos años después observó una remineralización en el hueso alveolar sin perjudicar las raíces.^{5,21}

El tratamiento de Ortodoncia con aparatología fija combinado con técnicas de corticotomía en pacientes con raíces cortas es una excelente alternativa que proporciona a los pacientes una disminución significativa de la reabsorción radicular por fuerzas ortodóncicas, así como la disminución del tiempo de tratamiento y el aumento de la estabilidad y retención después del tratamiento ortodóntico. Machado y cols., reportan una reducción de 1.1 mm en resorción apical comparado con la Ortodoncia tradicional.³⁶

Un caso reportado por Leonardo Rodríguez y cols., en 2018 mostraron a un paciente masculino de 28 años de edad con longitud radicular corta y agenesia del diente 22. Se le realizó un corticotomía con micro incisiones verticales en la zona interradicular vestibular con una profundidad de 3 mm sin levantar colgajos, por lo que no fue necesario utilizar sutura. El tratamiento de Ortodoncia fue activado cada 15 días durante los primeros 4 meses para aprovechar el efecto biológico del RAP. La cicatrización y el postoperatorio evolucionó satisfactoriamente sin alteraciones en los tejidos periodontales; conforme avanzó el tratamiento ortodóntico se observaron clínica y radiográficamente los cambios favorables sin afectar la longitud radicular de los dientes que ya presentaban raíces cortas, ni de los ápices de los dientes involucrados en la técnica quirúrgica. Finalmente, el tratamiento ortodóntico se redujo a ocho meses.³⁶

CAPÍTULO 5. BIOMECÁNICA DENTAL EN CORTICOTOMÍA

5.1 Principios físicos de biomecánica

Se necesita una comprensión de varios conceptos mecánicos fundamentales para entender la importancia clínica de la biomecánica en Ortodoncia. La biomecánica es el estudio de los sistemas de fuerzas que permiten el control dental a través de fuerzas producidas por los aparatos, relacionado con los cambios biológicos que se producen:

- *Centro de resistencia*: Es el punto en donde se debe aplicar una fuerza para que un objeto libre se mueve linealmente sin ninguna rotación, en él existe un punto de equilibrio y dependerá de la longitud de la raíz y la morfología, el número de raíces y el nivel del apoyo óseo alveolar.^{8,37,38}
- *Fuerza*: Es una carga aplicada sobre un objeto que tenderá a desplazar a una posición diferente en el espacio. Se suele medir clínicamente en unidades de peso. Las fuerzas ortodóncicas se producen en una variedad de formas, comúnmente se aplican en la corona de un diente, por lo tanto, la aplicación de la fuerza no es a través del centro de resistencia de un diente.^{38,39}
- *Momento*: Es una medida de la tendencia de un objeto a girar sobre un punto. Un momento es generado por una fuerza que está a cierta distancia. Es el producto de la fuerza por la distancia perpendicular entre el punto de aplicación de la fuerza y el centro de resistencia y se mide en unidades de g/mm. Si la línea de acción de una fuerza aplicada no pasa por el centro de resistencia, se crea un momento.
- *Vector*: La cantidad de vectores se caracterizan por tener tanto magnitud como dirección, la magnitud del vector representa su tamaño. La dirección se describe por la línea de acción del vector, sentido y punto de origen.
- *Eje de rotación*: Es el punto alrededor del cual se produce la rotación al desplazarse un objeto, cuando se aplican dos fuerzas simultáneamente sobre un objeto, se puede controlar el centro de rotación y conseguir que tenga la ubicación deseada.

- *Cupla*: La cupla son dos fuerzas paralelas de igual magnitud que actúan en direcciones opuestas y separadas por una distancia, produce el movimiento rotacional puro en torno del centro de resistencia independientemente del sitio donde se aplique la cupla sobre el diente.

8,37,38

5.2 Movimiento dental ortodóncico

Se han sugerido diversas teorías sobre la naturaleza biomecánica del movimiento dental ortodóncico. Una de las hipótesis más antiguas se conoce como la "teoría de la presión-tensión"; consiste en el movimiento dental en la dirección de la carga aplicada en donde se comprime el ligamento periodontal en el lado que se mueve el diente y lo estira del lado opuesto. Esto conduce a áreas simétricas de compresión que conlleva a la reabsorción ósea, y la tensión provoca la formación de hueso.³⁷

La segunda teoría llamada "teoría bioeléctrica", atribuye el movimiento dental a cambios en el metabolismo óseo controlados por las señales eléctricas que se generan por una ligera presión contra los dientes y una tercera teoría sobre el movimiento dental ortodóncico es la "teoría de la flexión alveolar", denominada por primera vez por Baumrind, donde sugiere que además de deformar el ligamento periodontal, el movimiento dental también provoca la deformación del hueso alveolar. Esta teoría explica la remodelación ósea basándose en una idea propuesta inicialmente por Frost y posteriormente desarrollada por Currey; los gradientes de deformación son responsables de determinar la naturaleza de la adaptación ósea cuando se agrega hueso a una superficie bajo la aplicación de una carga.³⁷

Actualmente el tratamiento de Ortodoncia se basa en el principio de que, si se aplica una presión prolongada sobre un diente, se producirá una movilización del mismo al remodelar el hueso que lo rodea como resultado de la aplicación de las fuerzas sobre ellos. Los aparatos ortodóncicos son los responsables de ejercer esas fuerzas mecánicas o estímulos precisos con una reacción biológica compleja que resulta en el movimiento dental a través de su hueso de soporte,

pues su actividad se basa solamente en la tensión y presión que ocurre en los tejidos, arrastrando consigo su aparato de anclaje al producirse la migración del alvéolo dental.^{38,39}

El concepto de movimiento dental según Proffit comprende de presión y tensión en el ligamento periodontal que origina alteraciones en el flujo sanguíneo, formación de mediadores químicos y activación celular. Además, las fibras se desinserta de la superficie del hueso y el cemento para volverse a insertar después. Si se aplica una presión prolongada sobre un diente, se produce el movimiento dental debido a la remodelación ósea del hueso que rodea al diente en movimiento.

Dado que la distribución de las fuerzas en el ligamento periodontal difiere en función de los diferentes tipos de movimiento dental, habrá que especificar el tipo de movimiento dental, además de la fuerza a la hora de determinar los niveles de fuerzas óptimos para el tratamiento ortodóncico.^{8,40}

5.2.1 Tipos de movimiento dental

5.2.1.1 Inclinación

La inclinación es el movimiento dental con un movimiento mayor de la corona del diente que de la raíz, el centro de rotación del movimiento es apical al centro de resistencia, actúa sobre la mitad de la superficie del ligamento periodontal, la fuerza aplicada para inclinar los dientes debe ser bajas. La inclinación se clasifica de acuerdo a la ubicación del centro de rotación en inclinación controlada y no controlada.^{8,38}

La inclinación no controlada incluye inclinación con un centro de rotación entre el centro de resistencia y el vértice. Es el tipo de movimiento más simple de realizar, pero el menos deseable. Mientras que la inclinación controlada es el tipo de movimiento dental deseable. Se realiza aplicando una fuerza para mover la

corona aplicando un momento para controlar o mantener la posición del vértice de la raíz.³⁸

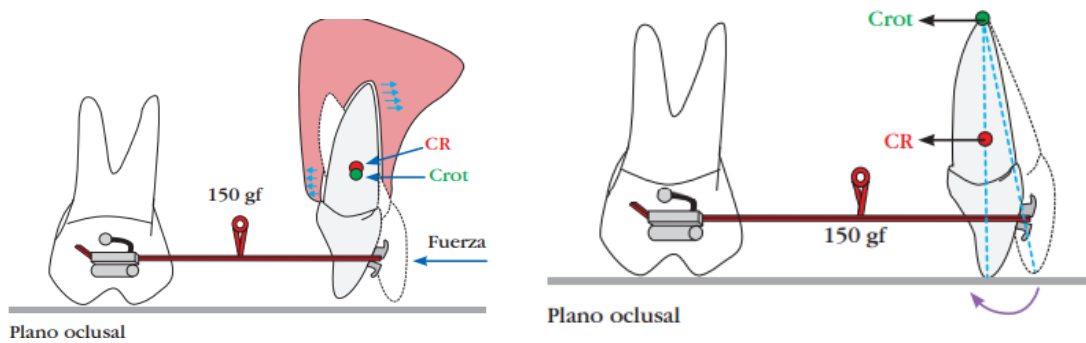


Figura 23. Inclinación no controlada / inclinación controlada.³⁸

5.2.1.2 Movimiento de traslación

El movimiento de traslación de un diente, tiene lugar cuando el vértice de la raíz y la corona se mueven en la misma distancia y en la misma dirección horizontal y el centro de rotación está lejos. Una fuerza horizontal aplicada en el centro de resistencia de un diente dará como resultado el movimiento de traslación, y la distribución en el ligamento periodontal es uniforme gracias a la aplicación de fuerzas intermedias para este movimiento dental.³⁸

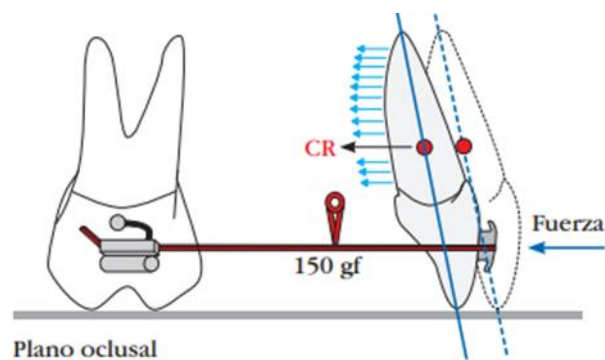


Figura 24. Movimiento de traslación.³⁸

5.2.1.3 Movimiento radicular (torque)

Se le denomina movimiento de la raíz al cambio de la inclinación axial del diente al mover el vértice de la raíz, mientras se mantiene estable la corona. Este movimiento requiere aumentar más la magnitud del acoplamiento aplicado, los

niveles de tensión en el área del vértice requieren considerablemente resorción ósea para producir el movimiento dental, ya que produce un estrés uniforme en todo el ligamento periodontal.³⁸

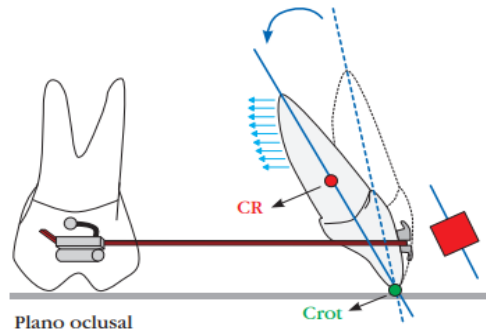


Figura 25. Movimiento radicular (torque).³⁸

5.2.1.4 Rotación

La rotación pura de un diente requiere un acoplamiento, clínicamente este movimiento requiere un movimiento alrededor del eje longitudinal del diente, genera una zona de compresión igual que cualquier otro movimiento de inclinación.⁸

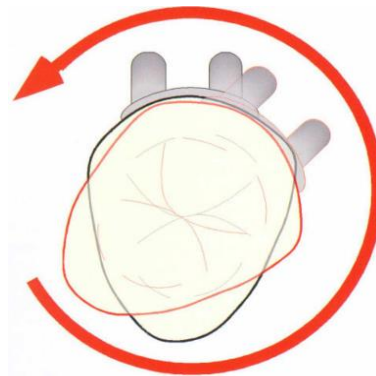


Figura 26. Movimiento de rotación.³⁸

5.2.1.5 Extrusión e Intrusión

A este movimiento se le considera de traslación, pero en sentido vertical; la extrusión es el movimiento de un diente fuera de las estructuras de soporte; la intrusión es el movimiento de un diente hacia las estructuras de soporte. No producen zonas de compresión sobre el ligamento periodontal, sólo tensión, y

deben aplicar fuerzas leves. A pesar de las mejoras en la mecánica del tratamiento, la intrusión puede aumentar el riesgo de reabsorción radicular debido a la resistencia en el área interradicular.⁸

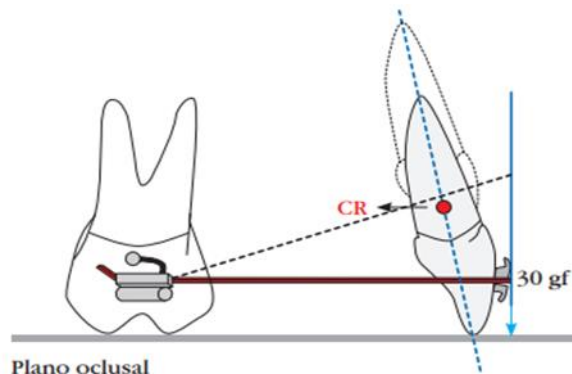


Figura 27. Extrusión o intrusión.³⁸

Aunque la deformación del hueso alveolar puede tener un papel importante en el mecanismo responsable del movimiento dental ortodóncico, también se ha sugerido ampliamente que el movimiento dental ortodóncico está en realidad mediado por el ligamento periodontal más que por el hueso alveolar, se ha comprobado que cuando se aplican cargas a dientes sin ligamento periodontal, sólo se produce una cantidad limitada de remodelación ósea.³⁷

5.2.2 Etapas del movimiento dental ortodóncico

5.2.2.1 Etapa inicial del movimiento dental

Dura alrededor de 24 a 48 horas y se caracteriza por el desplazamiento del diente en el espacio del ligamento periodontal dentro de la cavidad ósea, debido al ensanchamiento de la membrana periodontal, los osteoblastos se diferencian en la pared del hueso alveolar y si las condiciones son favorables, aumenta el número de células que se diferencian en osteoblastos y fibroblastos.^{39, 41}

5.1.2.2 Etapa de hialinización

Esta etapa dura de 20 a 30 días, se caracteriza por la formación de necrosis e hialinización en respuesta a la compresión de la vasculatura e hipoxia en el ligamento periodontal y el hueso alveolar adyacente. El tejido muestra una

aparición transparente que se denomina hialinizado y presenta tres fases principales: degeneración, eliminación del tejido destruido y establecimiento de una nueva inserción dental. La hialinización no sólo se encuentra en la zona de compresión sino también en sentido lingual y vestibular debido a las variaciones morfológicas locales del diente y el hueso alveolar, es eliminado por macrófagos, las células gigantes multinucleadas y el hueso necrótico debido a la reabsorción. En esta etapa existe poco o ningún movimiento dental.^{39,41}

5.2.2.3 Periodo secundario del movimiento dental

Este período se produce después de 30 a 40 horas, donde el ligamento periodontal se ensancha considerablemente y los osteoblastos atacan la superficie ósea, siempre y cuando la fuerza aplicada se mantenga dentro de los límites determinados para generar una reabsorción ósea.

En este periodo se produce el remodelado óseo, que comprende la reabsorción ósea osteoclástica en la zona de compresión por delante del diente en movimiento, junto con la formación de hueso osteoblástico en la zona de tensión detrás del diente en movimiento, apoyado por un vigoroso proceso de angiogénesis; esto constituye el mecanismo de movimiento dental continuo de Ortodoncia.³⁹

Gracias a un estudio realizado por Hyung-Joo Choi y cols., en el año 2014, donde realizaron corticotomía en perros Beagle con injerto óseo, obtuvieron hallazgos histológicos a través de microfotografías que mostraron una compresión del ligamento periodontal, extravasaciones de glóbulos rojos y capilares reducidos en el lado donde se realizó presión, a los 3 días el ligamento periodontal se encontraba más comprimido y se encontraban menos células en el espacio del ligamento periodontal del mismo lado de presión y el lado de tensión contenía más células y osteoblastos activos que formaban más hueso.⁴²

La literatura sugiere que la aceleración regional de la remodelación ósea luego de una corticotomía deliberada del proceso alveolar con la intención de acelerar el movimiento dental ortodóncico, es un fenómeno especial, ya que en una

corticotomía los mediadores biológicos inducen a una remodelación ósea local, como en las lesiones óseas típicas; esto comprende una fase inflamatoria aguda y una intensa reabsorción ósea osteoclástica, que se manifiesta como una osteopenia local transitoria combinada con una disminución de la formación ósea osteoblástica. El hueso osteopénico es más susceptible al movimiento dental ortodóncico que el hueso normal, lo que resulta en un movimiento dental acelerado.⁴³

5.3 Efectos de la magnitud de las fuerzas ortodóncicas en el periodonto

Cada diente fijado al hueso alveolar y separado del alvéolo adyacente por el ligamento periodontal, aunque la mayor parte del espacio del ligamento periodontal está ocupado por los haces de fibras colágenas; es importante considerar otros dos componentes importantes; los elementos celulares que incluyen células mesenquimatosas como fibroblastos y osteoblastos, elementos vasculares y neurales; y los líquidos hísticos. Ambos de forma normal posibilitan los movimientos ortodóncicos.

La respuesta a una fuerza mantenida sobre los dientes dependerá de la magnitud de la misma; las fuerzas intensas dan lugar al dolor y la necrosis de los elementos celulares del ligamento periodontal y al fenómeno de la reabsorción basal del hueso alveolar cercano al diente afectado. Las fuerzas ortodóncicas aplicadas en los dientes, generan patrones de cargas mecánicas complejas que generan tensiones de compresión, tracción y diversas respuestas biológicas en los tejidos periodontales que rodean a los dientes con carga. Estas tensiones son inducidas mecánicamente por el tipo de fuerza; continua, interrumpida e intermedia, la magnitud, la dirección y la frecuencia de la carga aplicada.^{8,41,44}

Se pueden identificar dos zonas donde el ligamento periodontal y el hueso alveolar adyacente están comprimidos y una zona donde los tejidos están bajo tensión, en general las tensiones de compresión y tracción inducen directa e indirectamente la liberación de moléculas de señalización o agentes biológicos activos a través de células locales como fibroblastos, macrófagos, cementoblastos, osteoblastos, osteoclastos y células de la vasculatura local,

manifestándose en distintos sitios alrededor del diente con carga, dando como resultado la resorción ósea y la formación ósea. Los agentes activos liberados en el microambiente local en respuesta a la inducción de tensión por la carga, comprenden; citoquinas, neurotransmisores, metaloproteínas de la matriz, factores de crecimiento y proteínas óseas, incluyendo TNF- α , activador del receptor del ligando del factor nuclear (RANKL) que aumenta durante el movimiento ortodóntico, IL-10, IL-6, IL-1 β , prostaglandinas que tiene la propiedad de estimular la actividad osteoclástica y osteoblástica para degradar la capa no mineralizada del osteoide; colonia de macrófagos, osteopontina producida por osteoblastos y osteocitos y colágeno. Estos agentes son los responsables mediadores proinflamatorios que generan una respuesta inflamatoria transitoria que desencadena el proceso de remodelación tisular.^{38,41,44}

Estas células atacan la lámina dura adyacente, eliminando hueso mediante el proceso de reabsorción frontal, y el movimiento dental comienza poco después, gracias a que los osteoblastos forman tejido óseo en el lado de la tensión e inician la actividad remodeladora en el lado de la presión.⁸ En la tabla 2 se puede observar la respuesta de los tejidos de soporte ante la presión ejercida durante el tratamiento ortodóntico.

Presión Leve	Presión intensa	Respuesta
	<1 s	El líquido del LPD no se comprime, el hueso alveolar se flexiona, se genera una señal Piezoeléctrica.
	1-2 s	Se exprime el líquido del LPD, el diente se mueve dentro del espacio del LPD.
3-5 s		Los vasos sanguíneos del LPD quedan parcialmente comprimidos en el lado de la presión y dilatados en el lado de la tensión; distorsión mecánica de las fibras y células del LPD.
Minutos		Se altera el flujo sanguíneo, empieza a cambiar la tensión del oxígeno, se liberan prostaglandinas y citocinas.
Horas		Se producen cambios metabólicos: mensajeros químicos modifican la actividad celular, cambian los niveles enzimáticos.
4 hrs		Aumentan los niveles detectables de AMPc, comienza la diferenciación celular en el LPD.
2 días		Comienza el movimiento dental al remodelar los osteoblastos/osteoclastos el alvéolo óseo.
	3-5 s	Los vasos sanguíneos del LPD quedan ocluidos en el lado de presión.
	Minutos	Se interrumpe el flujo sanguíneo a la zona comprimida del LPD.
	Horas	Muerte celular en la zona comprimida.
	3-5 días	Diferenciación celular en los espacios medulares adyacentes, comienza la reabsorción basal.
	7-14 días	La reabsorción basal elimina la lámina dura adyacente al LPD comprimido, se produce el movimiento del diente.

Tabla 2. Respuesta de los tejidos de soporte ante la presión leve e intensa.
38,41,44

Un estudio publicado por Yuling Zhou y cols., en 2019 realizaron una corticotomía en 65 ratas, 60 de ellas se les realizó corticotomía en conjunto con movimiento dental y 5 fueron el grupo control sin tratamiento de corticotomía. Encontraron que en las ratas con corticotomía, el grosor del hueso trabecular aumento significativamente a los 42 días posteriores a la cirugía, además de alcanzar niveles altos de osteopontina en los días 7 y 14, la sialoproteína ósea aumento significativamente el día 14, demostrando que la corticotomía estimuló la maduración osteoblástica. Además, la osteocalcina, otra proteína no colágena importante en la mineralización y marcador maduro de osteoblastos aumento al día 14. Estos tres factores mostraron que la corticotomía puede modular el estado del metabolismo óseo, lo que lleva a la aparición temprana de

marcadores de osteoblastos, aumento de la actividad de los osteoblastos y osteogénesis activa.⁴⁵

Un acto quirúrgico como la corticotomía, el proceso de cicatrización normal se potencializa debido al fenómeno de aceleración regional (RAP) con una formación tisular de 2 a 10 veces más rápida que los procesos normales regenerativos, ya que es una respuesta local y transitoria de remodelación seguida de la cicatrización de la cortical ósea por el estímulo. Un estudio de Sebaoun y cols en 2008, demostraron que la corticotomía resulta en un mayor recambio en el hueso esponjoso alveolar, mientras los movimientos ortodóncicos continúen, el RAP se prolonga, cuando el RAP disminuye, el estado de osteopenia desaparece y cuando se ha completado los movimientos ortodóncicos se genera una remineralización alveolar.^{44,46}

5.4 Relación del tiempo en el tratamiento de Ortodoncia con corticotomía.

Se ha demostrado que la corticotomía facilita el movimiento dental ortodóntico de manera efectiva para reducir el tiempo de tratamiento con un movimiento dental más significativo y con menos anclajes requeridos. El estrés y la tensión en la estructura dentoalveolar puede alterarse al romper la continuidad del hueso cortical después de una corticotomía. El cambio de tensión o deformación se puede calcular utilizando métodos de elementos finitos tridimensionales, una técnica numérica para simular procesos mecánicos de un sistema físico real para calcular la tensión y el desplazamiento de estructuras dentoalveolares, y que se hizo popular en el campo dental en las últimas dos décadas.^{47,48}

Un estudio realizado por Chongshi Yang y cols., en el año 2015, donde se realizaron corticotomías para la retracción canina a través de elementos finitos tridimensionales, reportaron valores de estrés en el hueso trabecular más bajos en los modelos con corte de corticotomía y una menor tasa de reabsorción radicular, además de la reducción de la resistencia al movimiento dental. Mencionan que la corticotomía y la posición de estas puede influir en las respuestas mecánicas de las estructuras dentoalveolares.⁴⁷

En la tabla 3 se muestra una comparación del tratamiento de Ortodoncia con corticotomía y sin corticotomía en función del movimiento dental, según distintos autores.

AUTORES	MOVIMIENTO	TIEMPO DE TRATAMIENTO CON ORTODONCIA + CORTICOTOMÍA	TRATAMIENTO DE ORTODONCIA CONVENCIONAL
<ul style="list-style-type: none"> Köle 1959 Anholm y cols., 1986 Gantes y cols., 1990 Suya H, 1991 Hajji, 2000 		6-12 semanas 11 mese 14.8 mese 3-4 meses 6.1 mese	28.3 meses 6-12 mese 18.7 meses sin extracciones 26.2 meses con extracciones
<ul style="list-style-type: none"> Germec y cols., 2006 Vercelloti y Podesta, 2007 	Retracción clase III con extracciones Expansión maxilar Intrusión mandibular	16 meses 2 meses 3.5 meses	31 meses
<ul style="list-style-type: none"> Spena y cols., 2007 Fischer TJ, 2007 	Distalización molar Caninos incluidos	2 meses 11 meses (1.06 mm/mes)	11 meses 0.75 mm/mes
<ul style="list-style-type: none"> Oliveira y cols., 2008 Nowzari, Yorita y Chang 2008 Wilcko 2008 y 2009 	Intrusión de molares superiores Clase II/2 con apiñamiento moderado Apiñamiento moderado Cierre de espacios Clase II	4 mm a 2.5-4 meses 8 meses 6-12 semanas	4 mm a 7.5-8.5 meses 24 meses 4-6 meses 6- 8 semanas 9-12 meses
<ul style="list-style-type: none"> Mostafa y cols 2009 	Cierre de mordida abierta anterior	6 semanas	4-12 semanas
<ul style="list-style-type: none"> Dibart, Sebaoun, Surmenian 2009 	Clase II con apiñamiento dental	3 veces menos que con ortodoncia convencional	17 semanas

Tabla 3. Comparación del tiempo de tratamiento de Ortodoncia con corticotomía y sin corticotomía según distintos autores.¹⁹

CONCLUSIÓN

La Ortodoncia asistida por corticotomía es una técnica que requiere de un trabajo interdisciplinario para lograr un tratamiento exitoso y ofrece ventajas en comparación con un tratamiento de Ortodoncia convencional al reducir efectos adversos como resorción radicular por fuerzas de Ortodoncia, desmineralización, aparición de caries, problemas periodontales, entre otros; esta técnica representa una excelente alternativa para aquellos pacientes adultos con maloclusiones complejas y aquellos pacientes que desean un abordaje de menor duración .

A partir de las evidencias clínicas disponibles, la inducción del metabolismo óseo mediante la decorticación, ocasiona el fenómeno de aceleración regional para aumentar el recambio óseo y facilitar el movimiento dental si va seguido de una buena biomecánica dental por parte del Ortodoncista, sin sustituir a los tratamientos convencionales, ortopédicos ni de cirugía ortognática.

El movimiento dental facilitado por corticotomía ofrece ventajas en los movimientos dentales con problemas biológicos menores y una disminución de recidivas posteriores al tratamiento de Ortodoncia; es importante conocer el mecanismo celular que ocurre durante la aplicación de una fuerza y posteriormente emplear técnicas que permitan modificar la fisiología del movimiento ortodóncico de forma favorable. Una vez analizado el riesgo/beneficio que brinda la corticotomía en el tratamiento de Ortodoncia, se ha demostrado un alto grado de satisfacción por parte de los profesionales y pacientes.

Es importante que el Cirujano Dentista conozca esta técnica para ofrecer otras alternativas de tratamiento y tomar decisiones adecuadas para aquellos pacientes candidatos, y poder referir al Ortodoncista.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mariana H, Samantha C, Manuel T, Eduardo M, Jorge N. Manejo interdisciplinario: ortodoncia osteogénica periodontalmente acelerada en paciente con recesión gingival. Reporte de caso. *Odontol. Sanmarquina* 2019; 22(2): 148-159.
2. Won Lee. Corticotomy for orthodontic tooth movement. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 2018; 44:251-258.
3. Patricia Olguín Vargas, Beatriz Raquel Yáñez Ocampo. Corticotomía: Perspectiva histórica. *Revista Odontológica Mexicana* 2016;20 (2):82-92.
4. Jennifer Saavedra Vargas, Yéssica Chahuara Ramírez, Arturo Quispe Prado, Jessica Arieta Miranda. Corticotomía: mayor rapidez en el tratamiento ortodóntico. *Odontol. Sanmarquina* 2018; 21(2):119-126.
5. Cano J, Campo J, Bonilla E, Colmenero C. Corticotomy-assisted orthodontics. *J Clin Exp Dent.* 2012;4(1): e54-5.
6. Kausal S, Agrawal A, Misal A.N., Toshniwal N. G. Accelerated Orthodontic Tooth Movement: A New Paradigm in Orthodontics. *Int J Oral Health Med Res* 2015;2(2):94-96.
7. Sara Segovia Regalado. Corticotomía y ortodoncia (tesis de posgrado) Lima, Perú. Universidad Inca Garcilaso de la Vega, Facultad de Estomatología, 2019.
8. William R. Henry W. David M. James L. *Ortodoncia Contemporánea.* 5° ed. Elsevier España, 2014.
9. B.M. Eley, M. Soory, J.D. Manson. *PERIODONCIA.* 6° ed. Elsevier España, 2012.
10. Lindhe J. *Periodontología Clínica e Implantología Odontológica.* España Médica Panamericana, 2003.
11. E. Gómez de Ferraris, A. Campos Muñoz. *Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental.* 4° ed. Editorial Médica Panamericana, 2019.
12. Lee W. Graber, Robert L, Katherine W. *Ortodoncia, Principios y técnicas actuales.* 5° ed. Editorial Elsevier, 2013.

13. Vargas A.P, Yáñez B.R, Monteagudo C.A. Periodontología e Implantología. 1° ed. Editorial Médica Panamericana, 2016.
14. Ross, Pawlina. Histología, Texto y atlas color con biología celular y molecular. 6° ed. Medica Panamericana, 2012.
15. L. Edith, G. Ester, F. Stella. Actualidad en ortodoncia: las micro-osteoperforaciones en la aceleración del tratamiento ortodóntico. 2020; 63 (2): 39-54.
16. Fernández-Tresguerres-Hernández-Gil I, Alobera-Gracia MA, del Canto-Pingarrón M, Blanco-Jerez L. Physiological bases of bone regeneration II. The remodeling process. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2006;11: E151-7.
17. Yi-Fei Wu, Hong-Ming Guo. The effect of corticotomy on the compensatory remodeling of alveolar bone during orthognathic treatment. BMC Oral Health 2021; 21:134.
18. Alina A. Alvar R, Enric J, Carlos A, Antonio M, José L. Corticotomy in orthodontic treatment: systematic review. Heliyon 6; 2020: e04013.
19. Eva K., Patricia G, Ana M., Andreu P. La corticotomía alveolar selectiva como coadyuvante al tratamiento de ortodoncia: revisión de literatura. Rev Esp Ortod. 2010;40:215-30.
20. Holmberg, P. F. Sandoval P. Aplicaciones periodontales a ortodoncia. Int. J. Odontostomat., 2010; 4(1):71-80.
21. Vannala V, Katta A, Reddy MS, Shetty SR, Shetty RM, Khazi SS. Periodontal accelerated osteogenic orthodontics technique for rapid orthodontic tooth movement: A systematic review. J Pharm Bioall Sci 2019;11: S97-106.
22. Jean-David M, Jérôme S., Serge D. Traitements orthodontiques accélérés par piézocision: une alternative mini-invasive aux corticotomies alvéolaires. Orthod Fr 2011; 82:311–319.
23. Carole Charavet, Geoffrey Lecloux, Annick Bruwier, Bart Vandenberghe, Michel Le Gall, France Lambert. Selective piezocision-assisted orthodontic treatment combined with minimally invasive alveolar bone regeneration: A proof-of-concept. International Orthodontics. 2018; 16: 652-664.
24. Kantarci A, Will L, Yen S: Tooth Movement. Front Oral Biol. Basel, Karger. 2016;18: 92-101.

25. Egido Moreno S, Arnau Matas C, Juárez Escalona I, Jané-Salas E, Marí Roig A, López-López J. Caninos incluidos, tratamiento odontológico. Revisión de la literatura. *Av. Odontoestomatol.* 2013; 29 (5): 227-238.
26. T. J. Fischer. Orthodontic Treatment Acceleration with Corticotomy-assisted Exposure of Palatally Impacted Canines. *Angle Orthod.* 2007;77 (3): 417–420.
27. Mostafa YA, El-Mangoury NH, Abou-El-EZZ AM, Heider AM. Maximizing tissue response in selected subjects with open bites. *World J. Orthod.* 2009;10(3):187-95.
28. Diego Fernando L, Isabel Cristina J. Expansión ortopédica maxilar con ortodoncia osteogénica periodontalmente acelerada. *Univ Odontol.* 2014;33(70): 157-174.
29. Juan Silva-Coll, Roberto HO, Chin-Wei W. Corticotomy-assisted adult rapid maxillary arch expansion and ridge augmentation: An interdisciplinary case report with 7-year follow-up. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2019; 156:266-74.
30. Sulewska, M.E, Baczewska, A.; Bugala-Musiatowicz, B., Waszkiewicz-Sewastianik, E, Pietruski, J.K.; Pietruska, M. Long-Term Assessment of Periodontal Tissues after Corticotomy-Assisted Orthodontic Arch Expansion. *J. Clin. Med.* 2021, 10, 5588.
31. Hyo-Won A, Dong-Yeol L, Young P, Seong-Hun K, Kyu-Rhim C, Gerald Nelson. Accelerated decompensation of mandibular incisors in surgical skeletal Class III patients by using augmented corticotomy: A preliminary study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2012; 142:199-206.
32. Giuseppe Coscia, Vincenzo Coscia, Vincenzo Peluso, Francesco Addabbo. Augmented Corticotomy Combined With Accelerated Orthodontic Forces in Class III Orthognathic Patients: Morphologic Aspects of the Mandibular Anterior Ridge With Cone-Beam Computed Tomography. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery.* 2013; 71:1760.
33. Bo Wang, Guofang Sben, Bing Fang, Hongbo Yu, Youg Wu, Liangyan Sun. Augmented Corticotomy-Assisted Surgical Orthodontics Decompensates Lower Incisors in Class III Malocclusion Patients. *J Oral Maxillofac Surg.* 2014; 72:596-602.

34. Fabián Alejandro S, María Fernanda G, Jaime Fabián G. Severidad de apiñamiento relacionado con la masa dentaria. *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 2016;4(3):165-168.
35. Hebah Ali AlHammadi, Thomas Wilcko, Donald J. Ferguson. Severe Mandibular Crowding Treated with Nonextraction Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontic. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*. 2019; 39(5) 5.
36. Leonardo Rodríguez, Miguel González J, Ortodoncia acelerada con apoyo de corticotomías en paciente adulto. *ORAL* 2018; 19(60): 1594-1597.
37. McCormack SW, Witzel U, Watson PJ, Fagan MJ, Groening F. The Biomechanical Function of Periodontal Ligament Fibres in Orthodontic Tooth Movement. 2014;9(7): e102387.
38. Ravindra Nanda. *Mecánicas y estéticas; estrategias en ortodoncia clínica*. 1° ed. Editorial AMOLCA, 2008.
39. Graber Vanarsdall Vig. *Ortodoncia; principios y técnicas actuales*. 5° ed. Editorial ELSEVIER, 2013.
40. Niño CAA, Valdez JV, Wong E, Quirós J. Factores que influyen en la alteración del movimiento ortodóntico. Revisión bibliográfica. *Rev Mex Ortodon*. 2019; 7 (4): 267-275.
41. L. Feller, R. A. G. Khammissa, I. Schechter, A. Moodley, G. Thomadakis, J. Lemmer. Periodontal Biological Events Associated with Orthodontic Tooth Movement: The Biomechanics of the Cytoskeleton and the Extracellular Matrix. *The Scientific World Journal*. 2015; 2015: 894123.
42. Hyung-Joo Choi, Dong-Yeol Lee, Tae-Woo Kim. Dynamics of Alloplastic Bone Grafts on an Early Stage of Corticotomy-Facilitated Orthodontic Tooth Movement in Beagle Dogs. *BioMed Research International*. 2014; 2014: 417541.
43. Liviu F, Raiza A.G, Andreas S, Andre H, Johan L. Biological events related to corticotomy-facilitated orthodontics. *J Int Med Res*. 2019; 47(7): 2856–2864.
44. Robles AMS, Guerrero SC, Hernández HC. Ortodoncia acelerada periodontalmente: Fundamentos biológicos y técnicas quirúrgicas. *Rev Mex Periodontol*. 2011;2 (1):12-16.

45. Yuling zhou, Xin He, Dongliang Zhang. Study of bone remodeling in corticotomy-assisted orthodontic tooth movement in rats. *Bioquímica celular J.* 2019; 120: 15952-15962.
46. Jean-David Sebaoun, Alpdogan Kantarci, John W. Turner, Roberto S. Carvalho, Thomas, E. Van Dyke, Donald J. Ferguson. Modeling of Trabecular Bone and Lamina Dura Following Selective Alveolar Decortication in Rats. *J Periodontol.* 2008; 79(9): 1679–1688.
47. Yang C, Wang C, Deng F, Fan Y. Biomechanical effects of corticotomy approaches on dentoalveolar structures during canine retraction: a 3-dimensional finite element analysis. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2015; 148:457–465.
48. Çağrı Ulusoy, Merve Dogan. A new method for the treatment of unilateral posterior cross-bite: a threedimensional finite element stress analysis study. *n Progress in Orthodontics.* 2018; 19:31.