



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ORTODONCIA ACELERADA A TRAVÉS DE LA
CORTICOTOMÍA.

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:

ILIANA CECILIA SÁNCHEZ BAUTISTA

TUTORA: Mtra. MARÍA EUGENIA VERA SERNA



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.



Este es el final de una etapa de mi vida y el comienzo de otra. Y a lo largo de estos años mi familia ha sido fundamental en este proceso. Parte importante de lo que ahora soy como persona son mis padres. Gracias papás por su paciencia, por apoyarme, aconsejarme, guiarme, confiar en mí, alentar mis sueños. A ustedes a quien les debo todo y les dedico todo.

A mi papá por apoyarme día con día dándome lo mejor en mis estudios, por motivarme a ser una profesionalista. Gracias papá porque sin usted esto no fuera posible.

A mi mamá por siempre escucharme, por darme aliento a seguir adelante y no darme por vencida. A demás de procurarme y cuidarme.

A mis hermanas Sara y Valeria mis confidentes y compañeras de vida por su amistad por estar escuchándome en cada momento, estar ahí para mí, esperarme en las noches, por las risas y los momentos inolvidables.

A mis amigas que estuvieron desde el inicio de este proceso. Y a las que en el camino fui conociendo, quienes con su apoyo y amistad no dudaron de mí.

También agradezco a mi tutora la MTRA. María Eugenia Vera Serna por su tiempo, comprensión y confianza.

A la UNAM que ha sido mi casa de estudios por darme momentos y aprendizajes inolvidables.



Índice

Introducción	4
Antecedentes	5
Capítulo 1. Ortodoncia acelerada	15
1.1 Fenómeno de Aceleración Regional (FAR).....	15
1.2 Tratamientos no Quirúrgicos.....	17
1.2.1 Brackets Autoligado.....	17
1.2.2 Estimulación Física.....	18
1.2.2.1 Láser de baja intensidad.....	18
1.2.2.2 Corrientes eléctricas.....	20
1.2.2.3 Microvibración.....	20
1.2.3 Inyección de productos farmacológicos.....	22
1.2.3.1 Hormona Paratiroidea.....	23
1.2.3.2 Hormona Relaxina.....	23
1.2.3.3 Plasma Rico en Plaquetas (PRP).....	24
1.2.3.4 Corticosteroides.....	24
1.2.3.5 Vitamina D3.....	25
1.2.3.6 Tiroxina.....	25
1.2.3.7 Prostaglandinas.....	26
1.3 Tratamientos Quirúrgicos.....	26
1.3.1 Corticotomías.....	27
1.3.2 Distracción Osteogénica.....	28
1.3.3 “Surgery First”.....	31
Capítulo 2 Corticotomía	32
2.1 Antecedentes de corticotomía.....	32



2.2 Indicaciones de corticotomía.	39
2.2.1 Indicaciones clínicas.	40
2.3 Contraindicaciones de corticotomía.	40
Capítulo 3 Técnicas de Corticotomías.	43
3.1 Distracción del ligamento periodontal.	43
3.2 Ortodoncia Osteogénica Periodontalmente Acelerada.	44
3.3 Corticisión.	46
3.4 Piezocisión.	48
3.5 Microosteoperforaciones.	52
Conclusiones.	63
Bibliografía.	64



INTRODUCCIÓN

En la actualidad los pacientes buscan dar solución a sus problemas de mal posición dentaria que es responsable de problemas estéticos, funcionales y oclusales. Estos pueden causar severos factores que incluyen problemas periodontales, articulares, migración dental y movimientos dentales producidos por trauma oclusal.

El creciente interés en obtener una sonrisa adecuada está causando un aumento en la demanda de tratamientos de ortodoncia. Hoy en día los tratamientos de ortodoncia son muy prolongados por lo que los pacientes rechazan los tratamientos además de que llegan a ser incómodos. Los ortodoncistas a la hora de planificar los tratamientos buscan obtener los mejores resultados estéticos y funcionales además de verse beneficiados con una reducción en tiempo del tratamiento.

El tratamiento de ortodoncia prolongado aumenta el riesgo de descalcificación, recesión gingival y reabsorción radicular. Es por ello la importancia de acelerar los tratamientos sin dañar los tejidos adyacentes.

Al intentar reducir el tiempo del tratamiento se han investigado diferentes formas de acelerarlo ya sea por medios farmacológicos, estímulos físicos y quirúrgicos. Aunado a éstos últimos se han realizado diferentes técnicas en las que se comprueba su efecto sobre los tejidos blandos y duros sin tener o disminuir los daños a estos; a fin de conseguir una mayor reducción de tiempo y estabilidad al finalizar el tratamiento. De ahí la importancia de la elaboración del presente trabajo.



ANTECEDENTES

La Ortodoncia es la ciencia que tiene por objeto la corrección de la maloclusión de los dientes, así como también la prevención y la corrección de las anomalías de posición de los dientes y alteraciones de la oclusión de los maxilares y por ende de la armonía dento-maxilar-facial, durante la época de crecimiento, con el fin de restablecer la oclusión y funciones bucales normales, que conducirán al equilibrio de las proporciones y a la estética facial.¹

Los orígenes de la Ortodoncia se remontan alrededor de 1600 a.C. donde los primeros tratamientos para corregir las malposiciones fueron realizados por los griegos y romanos con sus maniobras de presión digital.²

El primer autor que menciona una actividad ortodóncica fue Aulo Cornelio Celso, (25 antes de Cristo - 50 después de Cristo.). Escribió un compendio médico, este es el primer trabajo que se refiere a las irregularidades de los dientes y su tratamiento. Aconsejaba reposicionar los dientes permanentes recién erupcionados en mala posición por medio de la presión digital, el tratamiento de fracturas mandibulares, la ligadura de dientes flojos para lograr estabilidad y recomendaba la extracción de los temporarios cuando los permanentes erupcionaban desviados.^{1, 2} (Fig. 1)

Figura 1 Aulo Cornelio Celso.



Fuente http://www.ujaen.es/investiga/cts380/historia/imperio_romano.htm

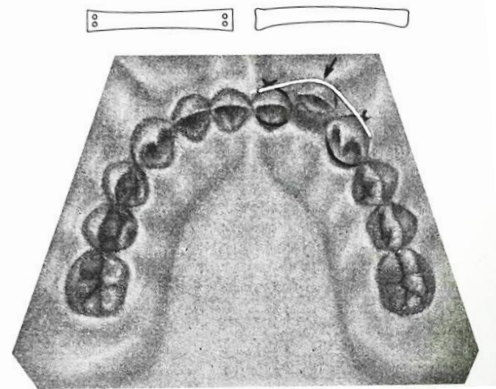


Avicena (980 - 1037) hizo notables aportes en la reducción de fracturas de mandíbulas, haciendo hincapié en que la mejor forma de tratarlas era observar la oclusión de los dientes, los cuales debían engranar, para luego vendar alrededor de la mandíbula.²

Cayo Plinio Segundo (23 - 79 d.C.) presentó por primera vez un tratamiento mecánico de las irregularidades dentarias por medio del limado para conseguir un alineamiento adecuado y condenó las extracciones.¹

En 1728 Pierre Fauchard (1678 – 1761) imprimió un paso importante en la odontología y de ella en la Ortodoncia. Presentó el primer tratado de Odontología en dos volúmenes, *Le chirurgien dentiste*, y recomendó el uso de *bandelette*, cintillas que toman los dientes por medio de ligaduras para corregir aquellas en mala posición.¹ (Fig. 2)

Figura 2 Pierre Fauchard y aparato con bandas de oro y plata

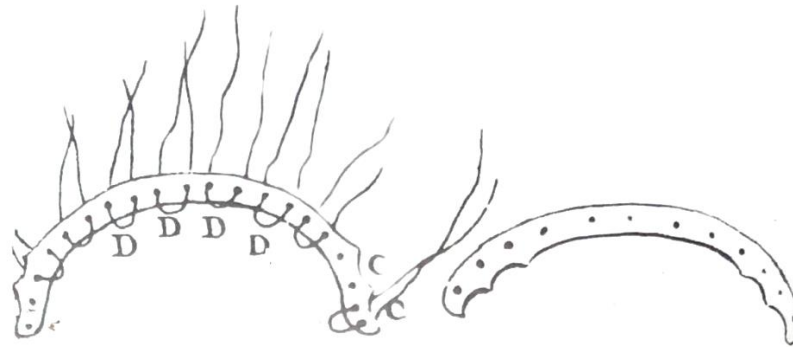


Fuente: Mateu, María E., Schweizer, Hebes. Ortodoncia: Premisas, Diagnóstico, Planificación y Tratamiento. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Guía; 2015



En 1757 Etienne Bourdet, dentista del rey presentó en Francia, en su libro *Recherches et observations*, una varilla de marfil con perforaciones y tiras para ligar los dientes en mala posición con el fin de llevarlos al alineamiento correcto y recomendó la extracción de los primeros premolares para aliviar el apiñamiento de los dientes en ambos maxilares, facilitar la posición correcta de los caninos y preservar la perfecta simetría del arco dentario en ambos lados.¹ (Fig. 3)

Figura 3 Varilla de Marfil para alinear dientes en mala posición



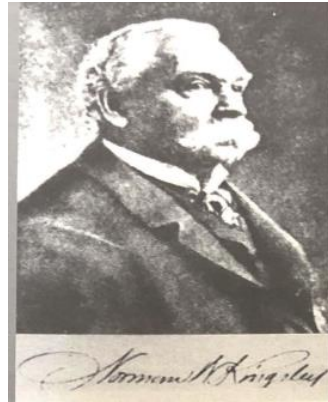
Fuente Mateu, María E., Schweizer, Hebes. Ortodoncia: Premisas, Diagnóstico, Planificación y Tratamiento. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Guía; 2015

A mediados de la segunda década del siglo XIX, Christopher Francois Delabarre, profesor de enfermedades bucales en la Universidad de Paris y dentista de la corte, describió por primera vez el uso de coronas metálicas para la rotación de los dientes, que consistía en un tubo soldado y alambre, que al ligarlo a los molares producía la corrección de la rotación.¹



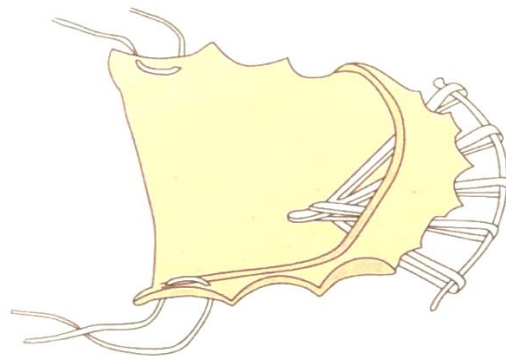
A partir de 1850 aparecieron los primeros tratados que hablaban sistemáticamente de ortodoncia; el más notable fue *Oral Deformities*, de Norman Kingsley (1829 -1913) quien se considera es el padre de la ortodoncia y sus contribuciones fueron muy importantes. Fue uno de los primeros que utilizaron la fuerza extra oral para corregir la protrusión dental. El primer aparato que denominó “salto de la mordida” fue para conseguir que la relación de clase II se transforme en clase I.^{1,3} (Fig. 4 y 5)

Figura 4 Norman Kingsley



Fuente Mateu, María E., Schweizer, Hebes. Ortodoncia: Premisas, Diagnóstico, Planificación y Tratamiento. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Guía; 2015

Figura 5 Aparato de Kingsley “Salto de la mordida”



Fuente Mateu, María E., Schweizer, Hebes. Ortodoncia: Premisas, Diagnóstico, Planificación y Tratamiento. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Guía; 2015



A pesar de las contribuciones de Kingsley y sus coetáneos su principal interés en la ortodoncia se centró en la alineación dental y en corregir las proporciones faciales. Presentaron muy poca atención a la oclusión dental, dada que las extracciones dentales eran una práctica habitual para recurrir a las mismas para solucionar el apiñamiento o la alineación defectuosa. En una época en la que era poco frecuente encontrar una dentadura intacta, no se dio mucha importancia a los detalles de las relaciones oclusales.³

En 1871 Williams E. Magill utilizó el cemento de oxifosfato para la fijación de las bandas, un gran adelanto, tanto para la Ortodoncia como para diferentes procedimientos de Odontología.¹

Edward H. Angle (1880 a 1890) se interesó inicialmente en la prostodoncia por lo que su interés por la oclusión dental y por el tratamiento necesario para conseguir una oclusión normal le llevó directamente al desarrollo de la ortodoncia como una especialidad aparte, por lo que se convirtió en el “Padre de la ortodoncia moderna”.³ (Fig. 6)

Figura 6 Edward H. Angle.

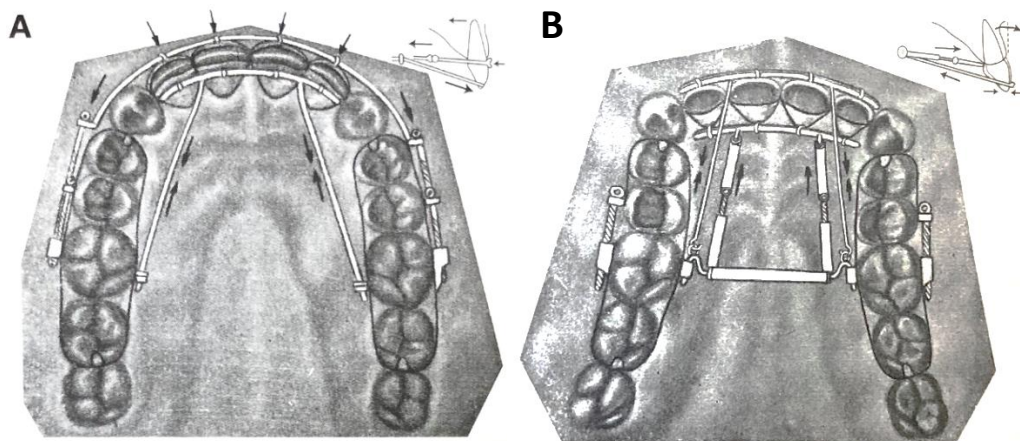


Fuente Mateu, María E., Schweizer, Hebes. Ortodoncia: Premisas, Diagnóstico, Planificación y Tratamiento. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Guía; 2015

La clasificación de Angle de las maloclusiones en la década de 1890 supuso un paso muy importante en el desarrollo de la ortodoncia, ya que no solo subclasificó los principales tipos de maloclusión, si no que acuñó además la primera definición clara y sencilla de la oclusión normal en la dentición natural.³

En 1888 John Nutting Farrar publicó el primer volumen de su tratado, *Treatise on the Irregularities of the Teeth and Their Corrections*, que fue el primer libro dedicado con exclusividad a la Ortodoncia. Nueve años después presentó el segundo volumen con el mismo título. Fue el precursor de la teoría de las fuerzas intermitentes, como la más fisiológica y efectiva.¹ (Fig. 7)

Figura 7 Aparatos de John Nutting Farrar compuestos por bandas de anclaje, barra lingual y resortes. A. Aparato para el movimiento labial de las raíces de los incisivos. B. Aparato para el movimiento lingual de las raíces.

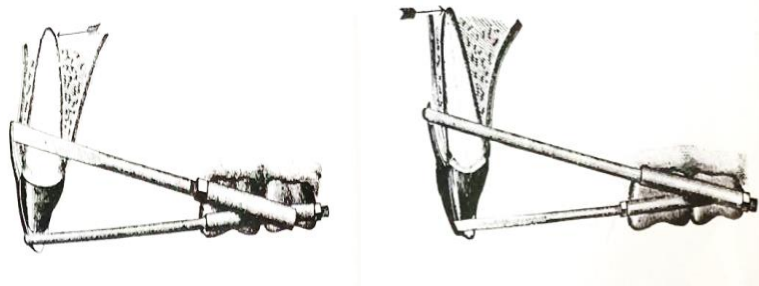


Fuente Mateu, María E., Schweizer, Hebes. Ortodoncia: Premisas, Diagnóstico, Planificación y Tratamiento. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Guía; 2015

En 1893 Calvin Sveril Case (1847 – 1923) presentó su trabajo sobre la corrección estética del contorno facial, donde destacó la necesidad de realizar el movimiento radicular para provocar cambios que permitan obtener condiciones de armonía.¹ (Fig. 8)



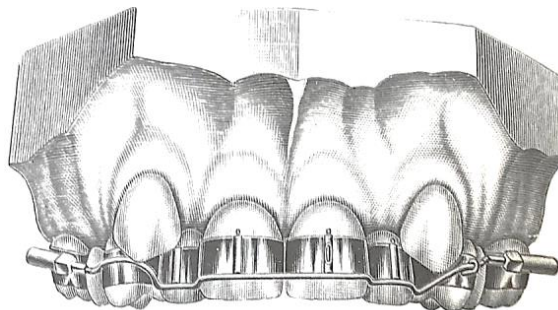
Figura 8 Aparato de Calvin Suveril Case



Fuente Mateu, María E., Schweizer, Hebes. Ortodoncia: Premisas, Diagnóstico, Planificación y Tratamiento. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Guía; 2015

En 1911 Angle buscó llevar la corona y la raíz a la línea de oclusión con el arco E, el aparato de perno y tubo, además del mecanismo del arco cinta, del arco de canto, bandas y alicates.¹ (Fig. 9)

Figura 9 Aparato de perno y tubo



Fuente Mateu, María E., Schweizer, Hebes. Ortodoncia: Premisas, Diagnóstico, Planificación y Tratamiento. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Guía; 2015

Charles H. Tweed (1953 - 1954) realizó su análisis cefalométrico para determinar la posición ideal de los incisivos inferiores.¹

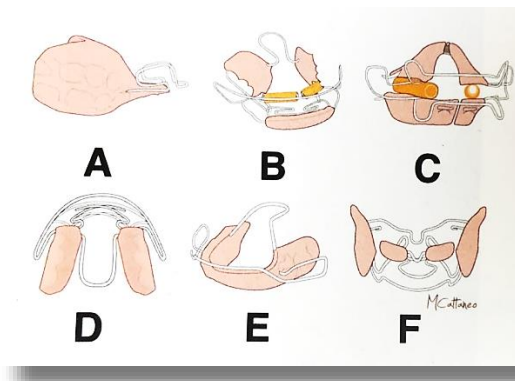


En 1919 C.A. Hawley contribuyó con su conocido aparato para la contención de los resultados logrados, postratamiento ortodóncico.¹

En 1902 Pierre Robín creó un aparato conocido como monobloc, para adelantar el maxilar inferior y posteriormente Viggo Andresen diseñó un aparato bimaxilar para mejorar la relación intermaxilar, al que llamó activador de retención.¹

A mediados del siglo pasado, profesionales estudiosos, como Hans P. Bimble, Hugo Stockfisch, George Klammt Wilhelm Balters y Rölf Frankel entre otros reconocidos autores, con sus investigaciones sumaron aportes a la nueva especialidad y crearon diferentes aparatos funcionales.¹ (Fig. 10)

Figura 10 Aparatos de Ortopedia funcional. A. Activador de Andresen- Häulp. B. Modelador elástico de Bimble. C. Kinotor de Stockfisch. D. Activador abierto de Klammt. E. Bionator de Balters. F. Corrector de Función de Fränkel.



Fuente Mateu, María E., Schweizer, Hebes. Ortodoncia: Premisas, Diagnóstico, Planificación y Tratamiento. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Guía; 2015

En 1953 Cecil Steiner presentó su reconocido análisis cefalométrico basado en medidas de ángulos y planos, en el que destaca la importancia de la relación de las basales en sí y en la relación de estas con la posición de los



incisivos superiores e inferiores. Se le considera como el primer análisis cefalométrico que hace referencia al patrón facial.¹

En 1960 el prominente Ortodoncista Robert M. Ricketts realizó su análisis cefalométrico y estudio la posibilidad de identificar el biotipo del paciente.¹

A partir de la década de 1950 varios autores destacaron la importancia de la función del sistema estomatognático, analizaron el comportamiento biomecánico del diente para explicar la producción del movimiento ortodóncico así como la aparatología mecánica con un paso importante con el advenimiento de las resinas epoxi para el cementado directo de los Brackets. A demás que se determinó un método para establecer la tendencia de crecimiento por Joseph R. Jarabak.¹

A partir de ese momento diferentes investigadores propusieron sus filosofías y aparatologías, las investigaciones en histología, biología celular y molecular, así como los adelantos en la tecnología en la fabricación de arcos y Brackets metálicos y estéticos, con propiedades mecánicas mejoradas, permiten la aplicación de fuerzas suaves y continuas, óptima para los tejidos dentarios y periodontales.¹

Dentro de los procedimientos de innovación de ortodoncia, existe la corticotomía, que es una maniobra quirúrgica en la cual se realiza un corte o una perforación en la porción cortical del hueso, se puede realizar con instrumental cortante de mango como rotatorios de alta o baja velocidad e instrumentos piezoeléctricos; todos estos con abundante irrigación.⁴

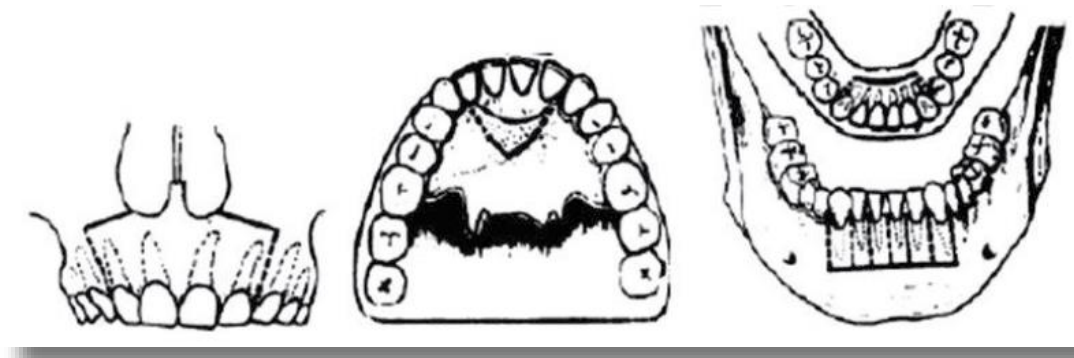
El primer reporte en la historia de las Corticotomías como coadyuvante de los tratamientos para la corrección de maloclusiones fue descrito por L.C. Bryan en 1892.⁴

En el año 1959 Henrich Köle describió una técnica de Corticotomía asociada con el tratamiento de Ortodoncia para acelerar el movimiento dental bajo la

teoría del movimiento de bloques óseos. Establecía que los movimientos dentales se llevarían en menor tiempo realizando cortes interdientales y osteotomías, ya que las corticales óseas representaban la mayor resistencia para que los dientes se movieran y que al alterar la continuidad de estas, los movimientos dentales se realizarían más rápido.⁴

La técnica quirúrgica consiste en levantar el colgajo mucoperióstico, realizar osteotomías en los sitios interradiculares y supra apicales en 10mm por encima de cada ápice empleando un corte perpendicular, consiguiendo de esta forma la separación de pequeños bloques de hueso para acelerar el movimiento ortodóncico. ⁴ (Fig. 11)

Figura 11 Osteotomías de Köle por bloques óseos.



Fuente Olgún Vargas P, Yáñez Ocampo BR. Corticotomía: perspectiva histórica / Corticotomy: historical perspective. Revista odontológica mexicana [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 17];20(2):82–92.

Available from:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1870.199X2016>



CAPÍTULO 1 ORTODONCIA ACELERADA

Actualmente, los tratamientos de ortodoncia son muy prolongados, pues oscilan entre dos y tres años. Desafortunadamente, muchos pacientes de ortodoncia ponen en riesgo su salud dental y rechazan el tratamiento, debido al largo tiempo que pueda durar. Por lo tanto, la reducción del tiempo de tratamiento es considerada un pilar importante en el manejo de las maloclusiones. Acelerar un tratamiento de Ortodoncia permite disminuir los riesgos naturales de desmineralización del esmalte, compromiso periodontal y reabsorción radicular, además de contribuir a tener pacientes más satisfechos y profesionales con consultas más eficientes. De esta forma, se exploran mediante investigación métodos de estimulación biológica en el hueso para permitir movimientos dentales por estimulación mecánica más rápidos, controlados y que no producen efectos deletéreos en el tejido de soporte dental. Muchos estudios han evaluado diferentes métodos para ayudar a incrementar la velocidad, la magnitud y la estabilidad del movimiento; se incluyen los abordajes bioquímicos y farmacológicos, la terapia con láser de baja intensidad, la vibración mecánica, “surgery first” y las corticotomías.^{5, 6, 7, 8}

1.1 Fenómeno de Aceleración Regional (FAR)

El Ortopedista Herralld Frost documentó que la cicatrización quirúrgica del tejido óseo da lugar a una actividad que denomino “fenómeno aceleratorio regional (FAR)” a esta cascada de pasos de curación fisiológica. El FAR es una respuesta local de los tejidos a estímulos nocivos como traumatismos, osteotomía, corticotomía, así como cirugía de colgajo periodontal, injerto alveolar y cirugía de implante, por los cuales la velocidad de remodelación en la región del defecto óseo excede la actividad normal para potenciar la cicatrización de los tejidos y las reacciones de defensa tisular local. Esta



respuesta difiere en duración e intensidad dependiendo del tipo de tejido y suele durar unos 4 meses en el hueso humano. Este fenómeno hace que la cicatrización del hueso se produzca de 10 a 15 veces más deprisa que el recambio óseo regular.^{7,8}

Se ha demostrado que el FAR disminuye la densidad mineral ósea regional. Comienza con las poblaciones de células de osteoclastos y osteoblastos cambien en número, lo que resulta en un efecto osteopénico pero el volumen de matriz ósea permanece constante.⁷

Después de un defecto óseo romo, se produce una fase inicial de formación de hueso estimulado al máximo, seguida de otra fase con predominio de reabsorción. La primera fase Osteogénica consiste en la formación de hueso trabeculado que tiene lugar en el periostio y que recubre la médula ósea; consigue su máximo espesor el día 7.^{7,8}

Este puente cortical de hueso trabeculado proporciona estabilidad mecánica de hueso después de la lesión. A partir del día 7, mientras que la mayor parte del hueso medular se reabsorbe, el hueso trabeculado del área cortical comienza a ser sustituido por hueso lamelar.⁸

Aun, se ha propuesto principalmente que en comparación con FAR, que es un fenómeno relativamente transitorio y controlado mecánicamente, también se demostró el papel sistémico de los factores humorales. El denominado fenómeno de aceleración sistémica (SAF) mostró los aumentos sistémicos de los marcadores de recambio óseo después de estímulos nocivos, lo que indica efectos prolongados sobre los tejidos duros sistémicos. Los fenómenos regionales y sistémicos se caracterizaron por una disminución de la densidad mineral ósea regional y un recambio óseo acelerado.⁸

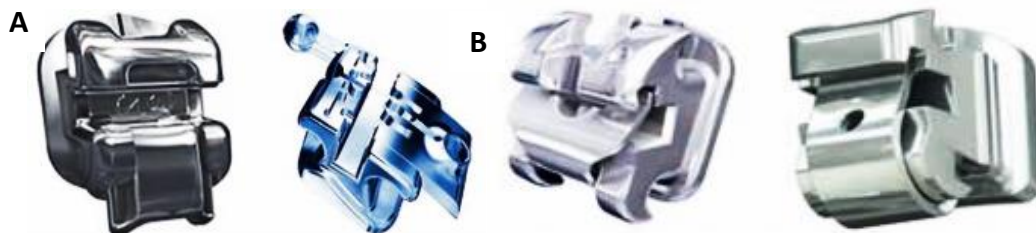


1.2 Tratamientos no quirúrgicos

1.2.1 Brackets de Autoligado

Los brackets de autoligado (BA) han sido clínicamente usados casi el mismo tiempo que los convencionales cuando a pareció su diseño en 1930. Los BA se pueden dividir en tres categorías principales de acuerdo al mecanismo de cierre: Activos, Pasivos e Interactivos. Los BA activos tiene un resorte de cierre que presiona el arco al fondo de la ranura del bracket para tener mayor control de los movimientos de rotación y torque. En cambio las BA pasivos tienen un mecanismo que no invade la ranura, por lo general con una tapa de cierre deslizable, y por lo tanto no ejerce ninguna fuerza activa sobre los arcos. Y por último están los BA interactivos que en las etapas iniciales con arcos ligeros el mecanismo de cierre no ejerce presión sobre el arco y a medida que se aumenta el grosor del alambre el mecanismo comienza a ser activo para un mayor control de torque. Los brackets de autoligado fueron diseñados inicialmente para ahorrar tiempo en la era en la que los arcos eran amarrados con ligadura metálica. Los BA pasivos por su sistema de autocierre reduce la presión sobre los dientes y permite que se desplacen cómodamente, con fuerzas ligeras y baja fricción lo que reduce el tiempo del tratamiento. Esto es atractivo tanto para el paciente como para el ortodoncista.^{6,9} (Fig.12)

Figura 12 A. Brackets de Autoligado Pasivos B. Brackets de Autoligado Interactivos



Fuente Artache P. Important considerations, of orthodonntics with self- ligating brackets versus conventional ligation. Revista Española de Ortodoncia. [Internet]; 2015. [cited 2020 Feb. 17]; Vol. 45:93 – 100. Available from: http://www.revistadeortodoncia.com/files/2015_45_2_093-100.pdf



Ventajas de los Brackets de Autoligado

- Generan una menor fricción entre los arcos y los brackets dando lugar a un alineamiento y cierre de espacios más rápido y así la reducción de los tratamientos aproximadamente de 3-4 meses en comparación con los métodos convencionales. ^{9, 10}
- Por la menor fricción se considera que pueden lograr una expansión mayor de los arcos con menos proinclinación de los incisivos, debido a que en la fase de alineación el arco se desliza fácilmente hacia atrás y por lo tanto facilita la resolución de ciertos apiñamientos en ocasiones sin la necesidad de extracciones. ^{9, 11}
- Eficientes en tiempo de silla, lo que incluye citas más cortas, más distanciadas y menos tiempo total de tratamiento. ⁹
- Mayor comodidad para el paciente que favorece de higiene oral con mayor cooperación y aceptación. ⁹
- Mejor estabilidad del anclaje. ¹²
- Menor riesgo de descalcificación del esmalte. ¹²

1.2.2 Estimulación Física

1.2.2.1 Laser de Baja Intensidad

El láser es una tecnología bien conocida que contribuyó al avance de la odontología. El láser es el acrónimo de las palabras "amplificación de luz por emisión estimulada de radiación". Theodore Maiman fue la primera persona que inventó el láser de rubí en 1960 que se ha utilizado en la práctica dental. Sin embargo, dado que se requería demasiada energía en el tejido duro dental para su efectividad, causa daño térmico a la pulpa y daño colateral al tejido blando y duro adyacente. Desde entonces, se han inventado varios tipos de láser para adaptarse al propósito.¹³



Los usos del láser en odontología cubren una amplia gama de procedimientos, desde diagnóstico, aplicaciones en tejidos duros, aplicaciones en tejidos blandos y analgesia inducida por láser. El efecto del láser depende de la longitud de onda del láser, la energía del pulso o la potencia de salida, el tiempo de exposición, el tamaño del punto y las variables tisulares de la composición física y química. La terapia con láser de bajo nivel (LLLT) demostró previamente que mejora la cicatrización de heridas, reduce el dolor, la inflamación y la hinchazón. LLLT también se conoce como terapia con láser de baja potencia, láser frío, fotobiomodulación, fotomedicina, medicina láser, láser terapéutico, láser curativo, láser no térmico, láser de baja reacción y fototerapia.^{12, 13}

Recientemente se ha prestado más atención al posible efecto de la terapia con láser de bajo nivel sobre la velocidad del movimiento de los dientes en tratamientos de ortodoncia. LLLT es un tratamiento que utiliza láseres de bajo nivel o diodos emisores de luz para alterar la función celular.^{13, 14}

El mecanismo de acción de LLLT se basa en la bioestimulación, dando como resultado una reacción fotoquímica y fotobiológica en las células. La respuesta de una célula a LLLT se produce mediante la absorción de luz por las moléculas del fotoreceptor, también conocidas como cromóforos. La excitación de estas moléculas por la energía de la luz da como resultado la aceleración de la velocidad de transferencia de electrones. A medida que aumenta la tasa de transferencia de electrones, también aumenta la capacidad de las mitocondrias para generar trifosfato de adenosina (ATP); que resulta en un aumento de la actividad celular.^{13, 15}

El efecto bioestimulador de LLLT estimulará el proceso biológico en curso en el tejido, modulando la actividad celular y dará como resultado la liberación de moléculas endógenas. LLLT ayuda a acelerar el movimiento de los dientes de ortodoncia al inducir la proliferación de osteoblastos y osteoclastos. Además,



hay otros efectos de LLLT a nivel celular. Los estudios muestran que hay un aumento en el Receptor Activador Nuclear del factor Ligando Kappa B (RANKL) en el ligamento periodontal que a su vez aumenta la diferenciación de las células precursoras en osteoclastos activados y potencialmente aumenta la tasa de movimiento dental en ortodoncia. ^{12, 13, 15}

Ventajas de uso de Laser de bajo nivel

- Es un procedimiento no invasivo. ¹³
- Económico. ¹³
- No causa daños en las raíces, el hueso alveolar, los tejidos periodontales, encía y la mucosa. ¹³
- Es fácil de usar. ¹³
- Reduce el dolor en los tratamientos de ortodoncia. ¹³

1.2.2.2 Corrientes Eléctricas

Kim y col. Demostró que una corriente eléctrica era capaz de acelerar el movimiento dental ortodóncico. Se han sugerido corrientes eléctricas por minuto para aumentar la velocidad del movimiento del diente. Algunos estudios no informaron ningún cambio en la tasa de movimiento de los dientes, mientras que otros informaron un aumento significativo. ^{16, 17}

1.2.2.3 Microvibración

Una metodología que se ha propuesto para aumentar la velocidad del movimiento del diente es la aplicación de fuerzas de alta frecuencia (vibración) a los dientes que se mueven por las fuerzas de ortodoncia. La suposición principal en esta hipótesis es que el hueso es un blanco directo de las fuerzas de ortodoncia y al optimizar la estimulación mecánica, es posible aumentar la velocidad del movimiento del diente. ¹⁸



AcceleDent, es un dispositivo de ortodoncia vibratoria que utiliza fuerzas pulsátiles bajas (0.25 N) a través de SoftPulse Technology®. Las bajas fuerzas pulsátiles, como las utilizadas por AcceleDent, deberían estimular la actividad celular durante el tratamiento de ortodoncia cuando los pacientes muerden suavemente la boquilla de AcceleDent durante 20 minutos por día. Estos micropulsos calibrados con precisión transmiten a través de las raíces de los dientes al hueso circundante. ¹⁹ (Fig.13)

Figura 13 AcceleDent



Fuente <https://acceleddent.com/home/>

Algunos estudios in vitro y en animales indican que la aplicación de vibraciones de baja frecuencia también puede aumentar tanto el número como la actividad de los osteoclastos en el ligamento periodontal, promoviendo así el movimiento dental, reduciendo la obliteración capilar y evitando la formación de tejido hialino, lo que a su vez disminuye el riesgo de resorción de la raíz. Dicho esto, otros estudios no han podido confirmar que esta tecnología pueda aumentar la tasa de movimiento dental en animales. A pesar de los resultados prometedores de los estudios in vitro y en animales, la eficacia de las



vibraciones de baja frecuencia en humanos para este fin sigue siendo controvertida.¹⁹

Si bien hay poca evidencia que respalde el efecto de la vibración sobre la velocidad del movimiento del diente, es posible que la aplicación de fuerzas de alta frecuencia y baja magnitud durante el movimiento de ortodoncia estimule una vía muy diferente de su efecto directo sobre el hueso. Si eso es cierto, la dependencia de la frecuencia del estimulante es cuestionable, y la literatura en este campo no debe usarse para justificar la aplicación de vibración durante el movimiento del diente.¹⁸

Desafortunadamente, la aplicación de cualquiera de estos estímulos físicos para aumentar la velocidad del movimiento de los dientes actualmente adolece de falta de evidencia, mecanismo de acción desconocido e impracticabilidad general. Además, la magnitud del aumento en la tasa de movimiento de los dientes no es significativamente alta para ser clínicamente relevante y justificar su aplicación en la práctica diaria de ortodoncia. A pesar de estas deficiencias, este campo tiene un gran potencial para el crecimiento y la innovación, cuando se basa en principios biológicos sólidos.^{13, 14, 16,18}

1.2.3 Inyección de productos Farmacológicos

Los medicamentos tienen como objetivo alterar la respuesta biológica de un paciente a esa fuerza. Los medicamentos también pueden retrasar el movimiento, por lo que es importante comprender sus efectos. Si la reabsorción ósea es el factor clave para controlar la velocidad del movimiento del diente, la aplicación de cualquier agente que aumente la velocidad del recambio óseo debería aumentar la velocidad del movimiento del diente. Con esto en mente, se ha examinado el efecto de la aplicación de la hormona



paratiroidea (PTH), tiroxina, relaxin, vitamina D3, corticosteroides y prostaglandina en la tasa de movimiento de los dientes.^{6, 14,}

1.2.3.1 Hormona paratiroidea (PTH)

La PTH es secretada naturalmente por las glándulas paratiroides y provoca un aumento en la concentración de calcio en la sangre al estimular la resorción ósea. Dado que el movimiento del diente depende de la reabsorción del hueso en la dirección del movimiento, se han realizado estudios que tenían como objetivo acelerar el movimiento del diente al aumentar los niveles de PTH.²⁰

Si bien estos estudios han mostrado resultados positivos y han logrado acelerar el movimiento de los dientes en modelos animales, el aumento en la tasa de movimiento de los dientes por PTH exógena parece ocurrir de manera dependiente de la dosis. Debe notarse que, aunque la elevación continua de la PTH conduce a la resorción ósea, las elevaciones cortas intermitentes del nivel hormonal pueden ser anabólicas para el hueso, lo que puede estar relacionado con el efecto bifásico.²⁰

1.2.3.2 Hormona Relaxina

Recientemente, la hormona relaxina se ha utilizado en ratas para aumentar la velocidad del movimiento de los dientes. La relaxina es capaz de reducir el nivel de organización de los tejidos conectivos, facilitando la rápida separación entre los huesos adyacentes. Lamentablemente, no se observó un aumento significativo en la tasa de movimiento de los dientes en estos estudios.²¹



1.2.3.3 Plasma rico en plaquetas

Una opción adicional es el uso de plasma rico en plaquetas (PRP) como un sustituto de la inyección local de citosinas o medicamentos para simular los efectos inducidos en los huesos durante la cirugía. Se sabe que la tasa de movimiento de los dientes depende de la tasa de renovación de la remodelación ósea. Durante el movimiento del diente de ortodoncia, las alteraciones en la densidad ósea alveolar pueden acelerar la velocidad del movimiento del diente. Estudios recientes sugirieron que la administración de PRP concentrado podría acelerar efectivamente el movimiento de los dientes.

22

El movimiento acelerado de los dientes podría atribuirse a la alta concentración de factores de crecimiento y citocinas secretadas por las plaquetas activadas en PRP. La liberación de estas moléculas, incluido el factor de crecimiento derivado de plaquetas, el factor de crecimiento transformante β y el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), influyó en el proceso de remodelado óseo para desencadenar respuestas celulares en los diversos tipos de células, lo que proporcionó un entorno favorable para el movimiento de los dientes.²²

1.2.3.4 Corticosteroides

Son una clase de hormonas esteroideas, producidas en la corteza suprarrenal, que están involucrados en muchas funciones fisiológicas. Algunos corticosteroides tales como el cortisol se llaman los glucocorticoides que están implicados en la fisiología ósea. Si bien el efecto antiinflamatorio de los corticosteroides puede disminuir la velocidad del movimiento de los dientes, en presencia de citocinas como la IL-6, pueden estimular la osteoclastogénesis y causar osteoporosis.²³



El efecto de los corticosteroides sobre el movimiento de los dientes puede variar según la dosis y si se administran antes de la expresión de las citocinas (período de inducción) o después de su presencia. Por lo tanto, mientras que algunos estudios demuestran un aumento en la tasa de movimiento de los dientes, otros no informaron ningún cambio.²³

1.2.3.5 Vitamina D3

La vitamina D3 (1,25-dihidroxicolecalciferol) es otro factor que puede afectar la tasa de remodelación ósea y, por lo tanto, se ha estudiado el efecto sobre la tasa de movimiento de los dientes. La vitamina D3 regula los niveles séricos de calcio y fósforo al promover su absorción y reabsorción intestinal en los riñones. Además, promueve la deposición ósea e inhibe la liberación de PTH. Basado en estos mecanismos, uno esperaría que la vitamina D3 disminuya la velocidad del movimiento de los dientes. Por el contrario, se ha demostrado que la vitamina D3 puede aumentar la velocidad del movimiento de los dientes si se inyecta localmente. Este efecto puede estar relacionado con el efecto de la vitamina D3 en el aumento de la expresión de RANKL por las células locales y, por lo tanto, en la activación de los osteoclastos.^{24, 25, 26}

1.2.3.6 Tiroxina

Otro agente que puede aumentar la velocidad del movimiento de los dientes es la hormona tiroidea (tiroxina). La tiroxina afecta la absorción intestinal de calcio; por lo tanto, está indirectamente involucrado en el recambio óseo y la inducción de osteoporosis. Se ha demostrado que la tiroxina exógena puede aumentar la velocidad del movimiento de los dientes, lo que puede estar relacionado con el aumento de la resorción ósea.²⁷



1.2.3.7 Prostaglandinas

Son un conjunto de sustancias de carácter lipídico que juegan un papel importante en el proceso inflamatorio y que además tienen un efecto sobre las células del músculo liso, la agregación plaquetaria, terminaciones nerviosas periféricas y la homeostasis de calcio. Se ha estudiado su efecto en el movimiento de los dientes que ha sugerido una posible aceleración.^{23, 26}

Por lo tanto los medicamentos que bloquean su acción, como la aspirina y los AINE podrían retrasar el movimiento de los dientes de ortodoncia.²⁶

Se necesita más investigación incluida la mejora de los métodos de aplicación, antes de que las prostaglandinas puedan considerarse para el uso clínico de rutina.²⁶

La aplicación de productos químicos para acelerar el movimiento de los dientes tiene muchos problemas. Primero, todos los factores químicos tienen efectos sistémicos que generan dudas sobre su seguridad durante la aplicación clínica. Segundo, la mayoría de los factores tienen una vida media corta; por lo tanto, se requieren múltiples aplicaciones de la sustancia química, lo que no es práctico en la ortodoncia clínica. Además, la administración de un factor de una manera que permita una distribución uniforme a lo largo de la superficie ósea alveolar en el sitio de compresión sigue siendo un desafío. La distribución desigual puede cambiar el patrón de reabsorción y, por lo tanto, la biomecánica del movimiento dental.^{6, 14}

1.3 Métodos Quirúrgicos

El tiempo de tratamiento depende de la velocidad del movimiento del diente, que a su vez depende de la velocidad de la remodelación alveolar. Se

considera posible que se pueda lograr un aumento en la velocidad de movimiento del diente acelerando la respuesta biológica del ligamento periodontal y el hueso alveolar. Un mecanismo potencial es dañar el hueso para inducir la aceleración de los procesos fisiológicos normales involucrados en la cicatrización de heridas. La respuesta local de los tejidos a los estímulos nocivos hace que los tejidos se regeneren más rápido de lo normal en un proceso regional de regeneración. Una vez que se ha iniciado el proceso de reparación, aumentan los niveles de actividad de citocinas alrededor de un diente de modo que en teoría puede aumentar la velocidad del movimiento del diente durante la terapia de ortodoncia.⁶

1.3.1 Corticotomía

Una corticotomía implica la creación de perforaciones o cortes poco profundos realizados en el hueso cortical, mientras que el hueso trabecular o medular se deja intacto, lo que difiere de una osteotomía.⁶ (Fig.14)

Figura 14 Corticotomía, Piezocisión, Microosteoperforación, Corticisión



Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18]. Available from:



1.3.2 Osteogénesis por distracción dentoalveolar

La osteogénesis por distracción fue iniciada por Codivilla en 1905 y popularizada por Illizarov como un procedimiento para alargar las extremidades. La osteogénesis por distracción dentoalveolar (DAD) es una de varias técnicas que se utilizan para el cierre rápido del espacio. Por lo general, los caninos maxilares / mandibulares se distraen distalmente en los espacios de extracción de los primeros premolares maxilares / mandibulares dentro de un período de 2 semanas. ²⁸

Los ortodoncistas que utilizan el principio de distracción osteogénica han intentado retraer el canino a un ritmo más rápido para acortar el tiempo total del tratamiento. ²⁸

Indicaciones para la retracción canina rápida:

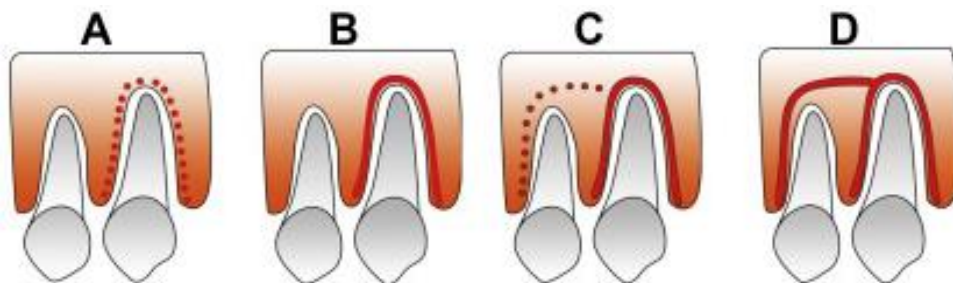
1. Casos de protrusión bimaxilar dentoalveolar
2. Apiñamiento anterior (es decir, incisivos laterales bloqueados) con requisitos máximos de anclaje
3. Casos de maloclusión clase II div 1

Técnica: La incisión horizontal de la mucosa se realiza paralela al margen gingival del canino y el premolar más allá de la profundidad del vestíbulo. Se hacen agujeros corticales en el hueso alveolar alrededor del canino (diente a distraer) con una pequeña fresa redonda de carburo. ^{28,29} (Fig.15 A)

Se usa una fresa de fisura cónica delgada para conectar los agujeros y hacer una ranura alrededor del diente para distraerlo (Fig.15 B). Los osteotomos finos se avanzan en la dirección coronal. Luego se extrae el primer premolar

o se hacen orificios corticales similares en el hueso alveolar que rodea al premolar (Fig.15 C y D) y se extrae el hueso bucal entre el corte del hueso delineado en la región canina distal anterior y el segundo premolar posterior (Fig.16). El hueso bucal y apical a través de la cavidad de extracción del premolar podría encontrarse durante el proceso de distracción. Estos deben eliminarse o alisarse entre el canino y el segundo premolar, preservando los estantes corticales palatales o linguales. El hueso cortical y trabecular palatino debe preservarse para mantener el suministro de sangre, pero el hueso apical cerca de la pared sinusal debe ser eliminado, dejando la membrana sinusal intacta para evitar interferencias durante el proceso de distracción activa. Los osteótomos a lo largo de la cara anterior del canino se usan para dividir el hueso circundante alrededor de su raíz desde la corteza palatina o lingual y los dientes vecinos. El segmento dentoalveolar de transporte que incluye el canino también incluye la corteza bucal, dejando una placa cortical lingual o palatina intacta y el hueso alrededor del ápice del canino.^{28, 29}

Figura 15 A Agujeros corticales alrededor del canino. **B** Se conectan los agujeros corticales. **C** Agujeros corticales alrededor del primer premolar. **D** Corte de hueso.



Fuente Sumit yadav MDS., PhD, Michael R. Markiewicz DDS, MPH. Dentoalveolar Distraction Osteogenesis for Rapid Maxillary Canine Retraction. Oral and Maxillofacial Surgery Clinics. [Internet] 2020 Feb. [Cited 2020 March 20]; vol. 32, Issue 1 P 83 – 88 Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edswsc&AN=000504952300008&lang=es&site=eds-live>



Figura 16 Cavidad del premolar sin el hueso cortical vestibular



Fuente Sumit yadav MDS., PhD, Michael R. Markiewicz DDS, MPH. Dentoalveolar Distraction Osteogenesis for Rapid Maxillary Canine Retraction. Oral and Maxillofacial Surgery Clinics.[Internet] 2020 Feb. [Cited 2020 March 20]; vol. 32, Issue 1 P 83 – 88 Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edswsc&AN=000504952300008&lang=es&site=eds-live>

La distracción del canino generalmente se inicia de 3 a 4 días después de la cirugía. Este es el período de latencia durante el cual los coágulos de sangre se consolidan.^{28, 29}

El distractor suele ser transportado por dientes con anclaje obtenido de caninos y primeros molares. Los dientes caninos y de los primeros molares están agrupados y el distractor comprende un tornillo de activación unido a las bandas. Las barras distractoras deben colocarse de tal manera que transmitan las fuerzas de ortodoncia a través del centro de resistencia del canino durante el cierre del espacio. Esto permite la traducción (movimiento corporal) de los caninos a los espacios de extracción.^{28, 29}



1.3.3 Surgery First

En los casos que requieren cirugía ortognática como parte de un plan de tratamiento, se ha sugerido un enfoque de Surgery First que precede al tratamiento de ortodoncia. El enfoque de Surgery First trata la estética facial deficiente y la oclusión primero, y es seguido inmediatamente por un tratamiento de ortodoncia para la alineación de los dientes y los detalles oclusales. Los criterios sugeridos para un primer enfoque quirúrgico incluyen pacientes que se presentan con apiñamiento bien alineado a leve, una curva de Spee plana a leve, proinclinación /retroinclinación normal a leve de incisivos y discrepancias transversales mínimas. Sin embargo una de las desventajas es que sin ortodoncia prequirúrgica, puede ser muy difícil obtener una oclusión estable inmediatamente después de la cirugía. ⁶

Como resultado de estos estudios la duración del FAR parece estar en el rango de dos a tres meses, después de lo cual la tasa de movimiento de los dientes vuelve a la normalidad. ⁶



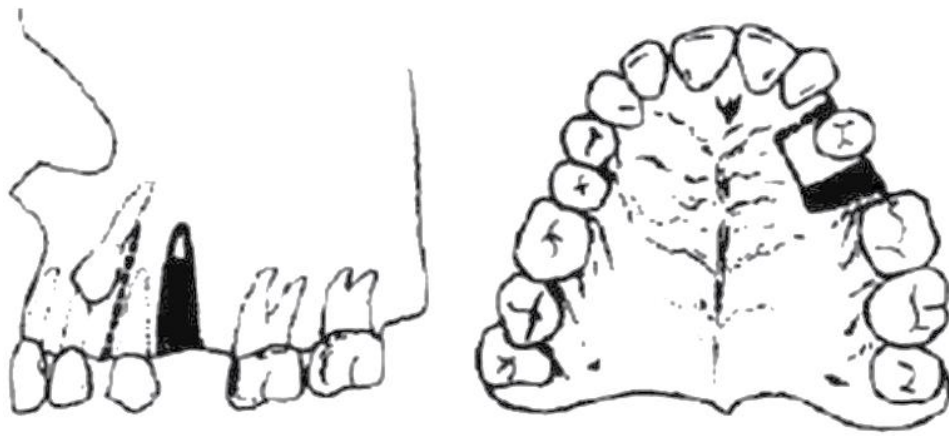
CAPÍTULO 2 CORTICOTOMÍAS

La corticotomía se introdujo como un procedimiento quirúrgico para acortar el tiempo de tratamiento de ortodoncia. La corticotomía elimina hueso cortical que resiste fuertemente la fuerza de ortodoncia en la mandíbula y mantiene el hueso de la médula para mantener la circulación sanguínea y la continuidad de los tejidos óseos para reducir el riesgo de necrosis y facilitar el movimiento de los dientes. Se revisara el historial de corticotomía, su mecanismo de acción y varios procedimientos e indicaciones.³⁰

2.1 Antecedentes de corticotomía

La mayoría de los movimientos descritos por Köle eran movimientos que se realizaban por medio de fuerzas ortopédicas aplicadas a través de aparatos removibles adaptados por tornillos ajustables. Esta técnica al ser sumamente invasiva fue poco aceptada. La ventaja de esta técnica era que presentaba movimientos dentales más rápidos en corto tiempo (6 a 12 semanas).⁴ (Fig. 17)

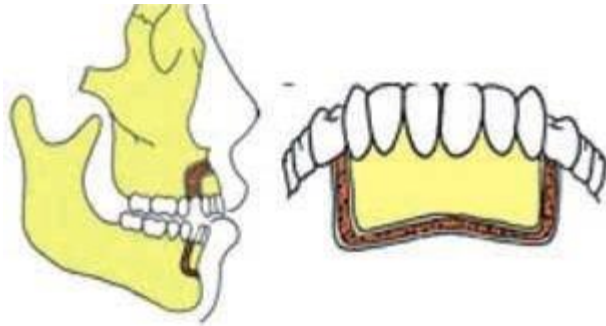
Figura 17 Separación de pequeños bloques óseos



Fuente Olguín Vargas P, Yáñez Ocampo BR. Corticotomía: perspectiva histórica / Corticotomy: historical perspective. Revista odontológica mexicana [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 17];20(2):82–92. Available

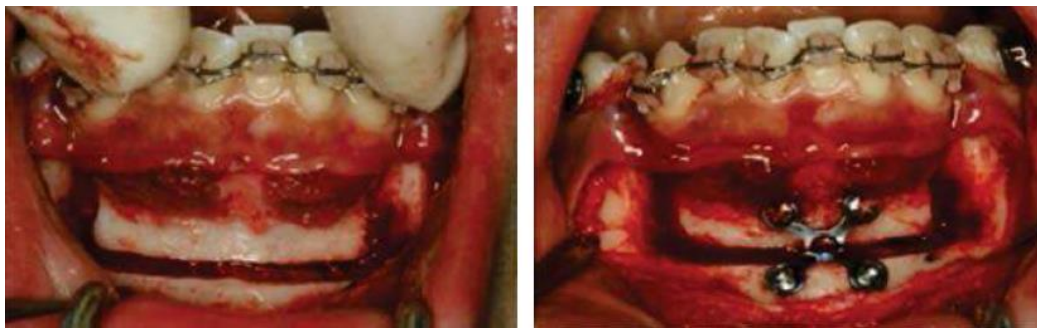
Entre 1975 y 1978 surge una técnica propuesta por Chung, denominada ortodoncia rápida, la cual combina cortes con fuerzas ortopédicas a través de dispositivos de anclaje intraóseo, generalmente miniplacas o implantes. Indicado en la protrusión anterior con o sin mordida abierta. Una de sus desventajas era su invasividad.⁴ (Figura 18 y 19)

Figura 18 Osteotomía perisegmental por Chung.



Fuente Olguín Vargas P, Yáñez Ocampo BR. Corticotomía: perspectiva histórica / Corticotomy: historical perspective. Revista odontológica mexicana [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 17];20(2):82–92. Available from:<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1870.199X2016000200082&lang=es&site=eds-live>

Figura 19 Diseño de Osteotomía por Chung con Dispositivos de anclaje intraóseo



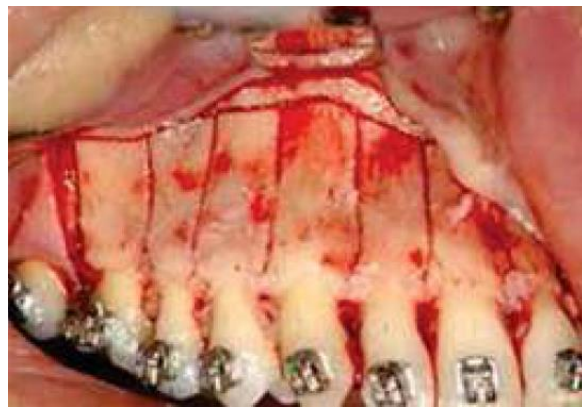
Fuente Olguín Vargas P, Yáñez Ocampo BR. Corticotomía: perspectiva histórica / Corticotomy: historical perspective. Revista odontológica mexicana [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 17];20(2):82–92. Available from:<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1870.199X2016000200082&lang=es&site=eds-live>



Dulker en 1975 utilizó la técnica básica de Kõle en perros Beagle para investigar como el movimiento rápido con corticotomía afecta la vitalidad de los dientes y el periodo marginal los cuales no fueron dañados y sugirieron dejar 2mm de hueso a nivel de la cresta alveolar. Además que observo que aproximadamente 4mm del movimiento se producían en un periodo de 8 a 20 días. ^{4, 9}

En 1978 Generson modifica la técnica de Kõle, cambiando la osteotomía supra apical por Corticotomía supra apical. Describe un método para el tratamiento de mordida abierta empleando la corticotomía alveolar selectiva.⁴ (Fig. 20)

Figura 20 Corticotomía Alveolar Selectiva



Fuente Olguín Vargas P, Yáñez Ocampo BR. Corticotomía: perspectiva histórica / Corticotomy: historical perspective. Revista odontológica mexicana [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 17];20(2):82–92. Available from:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1870.199X2016000200082&lang=es&site=eds-live>

En 2001 Wiclo desarrollo la técnica Ortodoncia Osteogénica Acelerada (AOO) y demuestra que la velocidad del movimiento se debe a una desmineralización y remineralización local y transitoria en el hueso alveolar compatible con el

fenómeno regional acelerado (RAP). Este fenómeno fue descrito por primera vez por el ortopedista H.Frost en 1983. Pese a presentar buenos resultados esta técnica se considera invasiva.⁴

Los hermanos Wilcko modifican su técnica AOO agregando injerto óseo para aumentar hueso alveolar, renombrando a esta técnica como Ortodoncia Osteogénica Acelerada Periodontalmente (PAOO).⁴ (Fig. 21)

Figura 21 Ortodoncia osteogenica acelerada (PAOO)

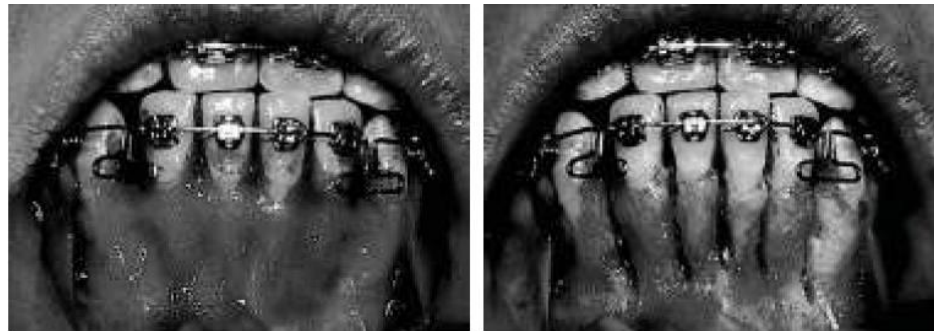


Fuente Olguín Vargas P, Yáñez Ocampo BR. Corticotomía: perspectiva histórica / Corticotomy: historical perspective. Revista odontológica mexicana [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 17];20(2):82–92. Available from:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1870.199X2016000200082&lang=es&site=eds-live>

Germec en 2006 publica un artículo, dando a conocer su técnica de corticotomía modificada; reduciendo de manera importante el tiempo del procedimiento quirúrgico, siendo la técnica sin ningún efecto adverso para tejidos periodontales y conservando la vitalidad pulpar de los dientes tratados.⁴ (Fig. 22)

Figura 22 Corticotomía modificada de Germec

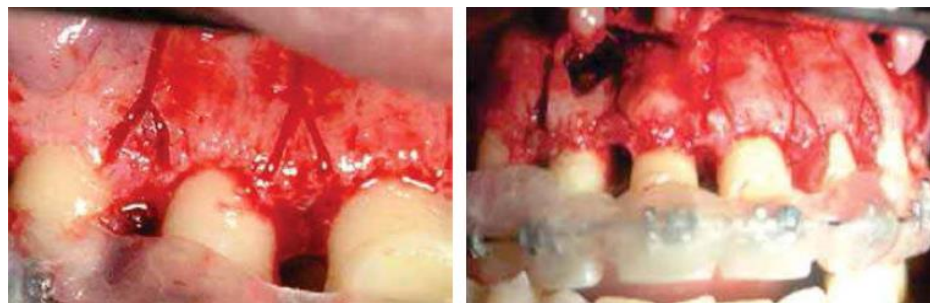


Fuente Olguín Vargas P, Yáñez Ocampo BR. Corticotomía: perspectiva histórica / Corticotomy: historical perspective. Revista odontológica mexicana [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 17];20(2):82–92. Available from:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1870.199X2016000200082&lang=es&site=eds-live>

En 2007 Varcelloti y Podesta proponen la corticotomía con el uso de piezoeléctrico con abordaje vestibular. Esta técnica la denominan Dislocación Dental Monocortical y Distracción del Ligamento Periodontal (MTDLD). Su objetivo es maximizar la rapidez del movimiento previniendo daños a los tejidos periodontales al realizar los cortes mediante un bisturí piezoeléctrico. ⁴ (Fig. 23)

Figura 23 Dislocación Dental monocortical y distracción del ligamento periodontal



Fuente Olguín Vargas P, Yáñez Ocampo BR. Corticotomía: perspectiva histórica / Corticotomy: historical perspective. Revista odontológica mexicana [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 17];20(2):82–92. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1870.199X2016000>

Dibart Publica en 2009 una técnica de corticotomía transmucosa llamada piezocisión; es considerada menos invasiva que las anteriores, pero ofrece los mismos resultados. Disminuye el tiempo de tratamiento ortodóncico en pacientes con un periodonto integro o reducido llegando así a mejores resultados con procedimientos menos agresivos⁴. (Fig.24)

Figura 24 Técnica de piezocisión



Fuente Olguín Vargas P, Yáñez Ocampo BR. Corticotomía: perspectiva histórica / Corticotomy: historical perspective. Revista odontológica mexicana [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 17];20(2):82–92. Available from:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1870.199X2016000200082&lang=es&site=eds-live>

En el año 2010 Oliveira describe la combinación de la corticotomía alveolar con una férula maxilar modificada con resorte de níquel – titanio con el objetivo de intruir molares sobre erupcionados, corregir protrusión bimaxilar, mordidas abiertas esqueléticas, y el tratamiento de pacientes con labio y paladar hendido.⁴ (Fig.25)

Figura 25 Corticotomía en molar por Intruir



Fuente Olguín Vargas P, Yáñez Ocampo BR. Corticotomía: perspectiva histórica / Corticotomy: historical perspective. Revista odontológica mexicana [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 17];20(2):82–92. Available from:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1870.199X2016000200082&lang=es&site=eds-live>

Hernández A, en el 2012 desarrollo un procedimiento mínimamente invasivo por túnel asistido con endoscopia, para esta técnica es necesaria la evaluación mediante tomografía Cone- Beam. En comparación con las anteriores técnicas disminuye el traumatismo a tejidos periodontales durante el transoperatorio y el tiempo quirúrgico.⁴ (Fig. 26)

Figura 26 Procedimiento asistido por endoscopia.



Fuente Olguín Vargas P, Yáñez Ocampo BR. Corticotomía: perspectiva histórica / Corticotomy: historical perspective. Revista odontológica mexicana [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 17];20(2):82–92. Available from:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1870.199X2016000200082&lang=es&site=eds-live>



Ventajas potenciales del tratamiento combinado con corticotomías frente a la ortodoncia tradicional

- Incremento en los límites de los movimientos dentales y disminución de la necesidad de extracciones. ^{8,23}
- Disminución en la duración de tratamiento (incremento de la tasa de movimiento dental).
- Aumento en el volumen alveolar y mejor estructura del periodonto debido a la adición del injerto óseo (corrección de dehiscencias óseas y fenestraciones preexistentes).
- Remodelado alveolar para un sutil aumento cuando el perfil del paciente así lo requiera.
- Rápida tracción de dientes sin erupcionar.
- Menos resorción radicular debido a la resistencia disminuida del hueso cortical.
- Reportes de recidiva muy bajos.
- Mayor estabilidad post tratamiento a largo plazo
- Menor necesidad de aparatos extraorales.

2.2 Indicaciones de corticotomías

- Poseer como remanente óseo alveolar un mínimo de 10 mm ápico-coronal, en sentido vestibulo-lingual (o palatino) deben tener un ancho de 7mm como mínimo, el espesor de hueso alveolar debe ser de al menos 3 mm, y será imprescindible la presencia de una aceptable cantidad de hueso medular entre las tablas óseas vestibular y lingual (o palatina) para evitar la fractura. ³⁰



2.2.1 Indicaciones Clínicas de corticotomías

- Expansión palatina asistida.⁴
- Protrusión bimaxilar dentoalveolar
- Mordida abierta anterior
- Apiñamiento
- Intrusión
- Extrusión
- Cierre de espacios

2.3 Contraindicaciones de corticotomías

- Ausencia de hueso medular que proporcione una adecuada vascularización.³⁰
- Enfermedad periodontal avanzada activa.
- Cresta ósea alveolar delgada.
- Procesos periapicales en piezas dentarias.
- Enfermedades sistémicas no controladas (ej. diabetes no estabilizada)
- Coagulopatías o discrasias sanguíneas.
- Pacientes que toman drogas que inhiben las prostaglandinas o directamente la actividad osteoclástica (ej. Bifosfonatos).

Antes de iniciar cualquier procedimiento de corticotomía se debe realizar un examen intraoral del área de interés para determinar la longitud y el grosor de la encía adherida, la salud del periodonto, la proximidad del frenillo, la distancia entre los dientes y su inclinación, y finalmente la accesibilidad del área de interés para realizar la corticotomía.^{31,32}



Una radiografía panorámica puede ayudar a determinar la calidad del hueso, la ubicación del seno, la proximidad de los nervios alveolares inferiores, la distancia entre las raíces y la longitud de las raíces y debe obtenerse justo antes de cualquier corticotomía. Todas las otras radiografías tomadas dentro de los 6 meses previos al tratamiento son suficientes y no es necesario volver a tomarlas. ^{31, 32}

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha convertido en una forma popular para tomar registros iniciales y puede usarse en lugar de una radiografía panorámica. CBCT es una herramienta útil para dar una idea general de la imagen tridimensional y la forma del hueso alveolar. Además el valor diagnóstico para detectar defectos bucales como fenestraciones y dehiscencias alveolares es alto. ^{31, 32}

La dehiscencia y fenestración ósea alveolar de origen natural son hallazgos comunes en diferentes tipos de maloclusiones, especialmente en la región anterior de maloclusiones de clase III. La dehiscencia y la fenestración pueden provocar recesión gingival y pérdida ósea adicional durante el tratamiento de ortodoncia. ^{31, 32}

Una vez teniendo los auxiliares de diagnóstico podremos elegir la técnica de corticotomía más adecuada para cada paciente. En pacientes que se presenta con una encía gruesa y plana así como sin dehiscencias aparentes y fenestraciones por CBCT preoperatoria, puede no ser necesario un aumento si los tejidos existentes de la terapia de ortodoncia planificada, pueden mantener los límites del movimiento de los dientes. En pacientes que presentan dehiscencia dentoalveolar, fenestraciones o biotipo gingival festoneado delgado, se debe considerar el aumento de tejido duro o blando para proporcionar estabilidad periodontal a largo plazo y evitar la recesión gingival postortodóntica. ³¹



El aumento de tejido blando y duro junto con las corticotomías permite un aumento de los tejidos periodontales y contrarresta los posibles efectos nocivos de las fuerzas de ortodoncia que incluyen dehiscencia alveolar post ortodoncia y fenestraciones así como la recesión gingival.³²



CAPITULO 3 TÉCNICAS DE CORTICOTOMÍA

3.1 Técnica por dislocación dental monocortical y distracción del ligamento periodontal

Varcelloti y Podesta proponen la corticotomía con el uso de piezoeléctrico con abordaje vestibular. Se desarrolla 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 periodontal ni reabsorción ósea, seguida de una distracción rápida de las fibras del ligamento periodontal que finaliza con un proceso de curación osteogénica.³³

En la cortical vestibular se realizan cortes interproximales longitudinales de 0.5 mm de profundidad así como un corte horizontal entre 1 -2 mm por encima de los ápices de la misma profundidad, teniendo forma de “Y”.³³ (Fig.27)

Figura 27 Corticotomías en “Y”



Fuente Tomaso Varcelloti MD, Andrea Podesta. Orthodontic Microsurgery: A new surgically guided technique for dental movement. The international Journal of Periodontics & Restorative Dentistry. [Internet] 2007 [cited 2020 March]; vol 27: 4 Available From: <https://pdfs.semanticscholar.org/49ca/571c1cfde4fef4cd330e75ea9cc99584d4ad.pdf>



Se inicia la aplicación de fuerzas ente 1 y 7 días una vez finalizada la cirugía, manteniendo un ritmo de activaciones cada dos semanas.³³

3.2 Ortodoncia Osteogénica Periodontalmente Acelerada (PAOO)

La ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente (PAOO) es una técnica que implica la combinación de una técnica de ortodoncia selectiva facilitada por decorticación y aumento alveolar para una mayor estabilidad postratamiento con efectos secundarios reducidos. Por lo tanto, los dientes se pueden mover de 2 a 3 veces más en un tercio o un cuarto del tiempo requerido por la terapia de ortodoncia tradicional. Por otra parte, PAOO proporciona un mayor volumen alveolar neto después del tratamiento de ortodoncia. El mayor volumen alveolar elimina la dehiscencia ósea y las fenestraciones en la mayoría de las circunstancias. Del mismo modo, el ancho adicional del hueso alveolar puede ser la causa de la mayor estabilidad ortodóncica a largo plazo observada con esta técnica.^{34, 35}

Curiosamente, las terapias actuales en odontología de traumatología y regeneración de tejidos se basan en el uso de materiales artificiales o naturales, que producen señales estimulantes que desencadenan la regeneración fisiológica, un proceso que depende de tres mecanismos: osteogénesis, osteoinducción y osteoconducción. Los xenoinjertos, aloinjerto óseo liofilizado desmineralizado, aloinjerto óseo liofilizado mineralizado y el vidrio bioactivo ofrecen tales alternativas. Varios estudios han demostrado la efectividad de los xenoinjertos como matrices osteoconductoras. Por otro lado, el vidrio bioactivo es un injerto óseo aloplástico y una posible opción para el aumento alveolar en el tratamiento de ortodoncia asistido por corticotomía. Los resultados de los estudios clínicos han indicado que el tratamiento de los



defectos intraóseos solo con injertos óseos puede mejorar los resultados clínicos, como lo demuestran las mejoras en la profundidad de sondaje.^{35, 36, 37}

La técnica PAOO se comienza realizando 1 semana antes la colocación de la aparatología de ortodoncia y que en el momento de la cirugía esté activo. Se realiza bajo anestesia local. Los colgajos mucoperiósticos de espesor total se realizan vestibularmente, palatina o lingual solo desde la superficie distal del diente del área a tratar y en dirección bilateral con incisiones de liberación sulcular, mientras se preserva la papila interdental. La decorticación alveolar selectiva se realizó en forma de surcos verticales comenzando a 2mm debajo de la cresta alveolar extendiéndose hasta 1 – 2 mm por debajo de los vértices de los dientes, alcanzando una profundidad de < 1.5 mm apenas alcanzando el hueso medular. (Fig.28) Utilizando una pequeña fresa quirúrgica redonda de acero inoxidable número 2 en una pieza de mano de baja velocidad, bajo abundante irrigación.^{35, 36, 37}

Figura 28 Decorticación alveolar



Fuente: AlHammadi HA, Wilcko MT, Ferguson DJ. Severe Mandibular Crowding Treated with Nonextraction Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics. International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry [Internet]. 2019 Sep [cited 2020 Mar 20]; 39(5):e188. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=138310287&lang=es&site=eds-live>

Después de completar el procedimiento de corticotomía, se mezcla el injerto con sangre del sitio quirúrgico hasta obtener una consistencia arenosa. (Fig.29). El coágulo resultante se transfiere en incrementos y se aplica directamente sobre las áreas decorticadas. Luego, el colgajo se reposiciona cuidadosamente en el sitio pre quirúrgico original y se sutura con seda no reabsorbible 4-0 utilizando la técnica interrumpida para evitar la pérdida del injerto.^{35, 37}

Figura 29 Colocación del injerto óseo



Fuente: AlHammadi HA, Wilcko MT, Ferguson DJ. Severe Mandibular Crowding Treated with Nonextraction Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* [Internet]. 2019 Sep [cited 2020 Mar 20]; 39(5):e188. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=138310287&lang=es&site=eds-live>

3.3 Corticisión

La cirugía de corticisión fue introducida por Young Guk Park La corticisión se introdujo como una cirugía dentoalveolar complementaria en la terapia de ortodoncia para lograr un movimiento acelerado de los dientes con una intervención quirúrgica mínima. La corticisión se basa en el concepto de que



una lesión menor en el hueso cortical adyacente al área del movimiento dental deseado podría inducir RAP. ^{38, 39}

El procedimiento de corticisión se realiza por el área vestibular en mesial – distal de los dientes a tratar. Se usa una punta de la cuchilla quirúrgica reforzada (No. 11, Bard-Parker, NJ) capaz de hacer una incisión quirúrgica con un espesor mínimo de 400 μm para separar las cortezas interproximales por vía transmucosa. La cuchilla se coloca en la encía paralela al plano oclusal, 5 mm apical desde la punta de la papila. La línea de incisión fue diseñada para mantener la integridad de la papila y el hueso crestal. La cuchilla se inserta interproximalmente golpeando el soporte de la cuchilla con un mazo en la médula ósea penetrando la encía suprayacente, el hueso cortical y el hueso esponjoso. Después de insertar la cuchilla a una profundidad de aproximadamente 8 mm, se cambia el ángulo de la cuchilla a aproximadamente 45 ° apicalmente y se golpeó adicionalmente a una profundidad de 10 a 12 mm. Esto permite un corte más largo en el hueso medular con una lesión gingival mínima. La cuchilla se reemplaza con una cuchilla nueva después de 4 a 5 cortes. (Fig.30) ^{38, 39}

El objetivo es cortar el hueso esponjoso entre las raíces del 50% al 75% de la longitud de la raíz. La cuchilla se saca por un movimiento de giro. Justo después de la corticisión, los dientes se movilizaron levemente con presión manual. Estas estimulaciones mecánicas causan más microdaños en el hueso, lo que induce la remodelación ósea. La fuerza de ortodoncia se aplicó inmediatamente después de la estimulación manual. ^{38, 39}



Figura 30 Corticisión



Fuente Nah, Min- Ki, Lee, Baek- Soo, Kim, Shin Yeop. Wide linear corticotomy and anterior segmental osteotomy under local anesthesia combined corticision for correcting severe anterior protrusión with insufficient alveolar housing. The Journal of Craniofacial Surgery. [Internet] 2017 November [cited 2020 Feb. 17]; vol. 28, Issue 8 p- 2127 – 2132 Available from: https://journals-lww-com.pbidi.unam.mx:2443/jcraniofacialsurgery/Fulltext/2017/11000/Wide_Linear_Corticotomy_and_Anterior_Segmental.55.aspx

3.4 Piezocisión

La técnica de Piezocisión combina micro incisiones con túneles selectivos que permite tanto ubicar el injerto de tejido duro o blando como realizar las incisiones piezoeléctricas. Sin embargo, el sonido de microvibración de las puntas piezoeléctricas puede causar molestias en algunos pacientes. Como hay un cierto grosor del cuchillo de piezocirugía también hay indicaciones limitadas para su uso alrededor de raíces muy cercanas. La técnica implica una incisión en la encía vestibular seguido de incisiones con un piezotomo en el hueso cortical. Sin embargo, la disponibilidad de este dispositivo en clínicas donde solo se tratan pacientes de ortodoncia puede no estar disponible para

los ortodoncistas, por lo que no es práctico en los tratamientos de ortodoncia diarios. ⁴⁰

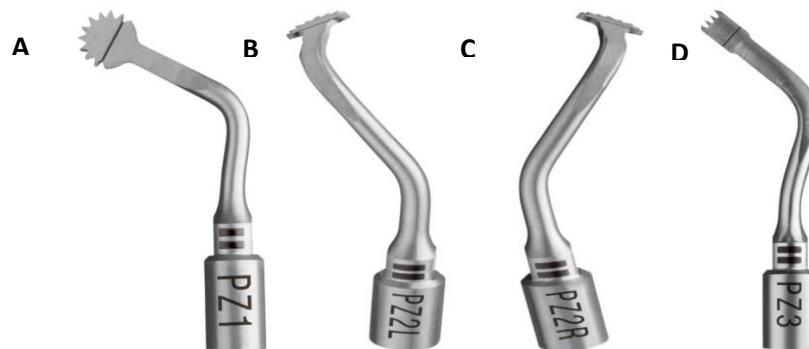
La cirugía de piezocisión se realiza con un Piezotomo, hay diferentes marcas, una de ellas es ACTEON. ⁴¹ (Fig.31 y 32)

Figura 31 Piezotomo ACTEON



Fuente <https://www.acteongroup.com/en/products/equipment/surgery/surgery-tips#/piezocisiontm-kit/piezocision/pz3>

Figura 32 A. Sierra redondeada para corticotomías anteriores B. Sierra redondeada orientada a la izquierda para corticotomías laterales en el arco vestibular derecho del paciente. Para ser utilizado con movimiento pendular. C. Sierra redondeada orientada a la derecha para corticotomías laterales en el arco vestibular izquierdo del paciente. Para ser utilizado con movimiento pendular D. Punta de sierra particularmente delgada dedicada a corticotomías anteriores para problemas de proximidad de la raíz



Fuente <https://www.acteongroup.com/en/products/equipment/surgery/surgery-tips#/piezocisiontm-kit/piezocision/pz3>



La piezocisión se realiza 2 semanas después de la colocación de los aparatos de ortodoncia. Una vez que se logra la anestesia local, se crean incisiones por vestibular e interproximal en la encía adherida o en la mucosa gingival, evitando ligamentos periodontales y raíces de los dientes. La incisión en la encía adherida es preferible ya que dará cicatrices postoperatorias menos visibles.^{41, 42}

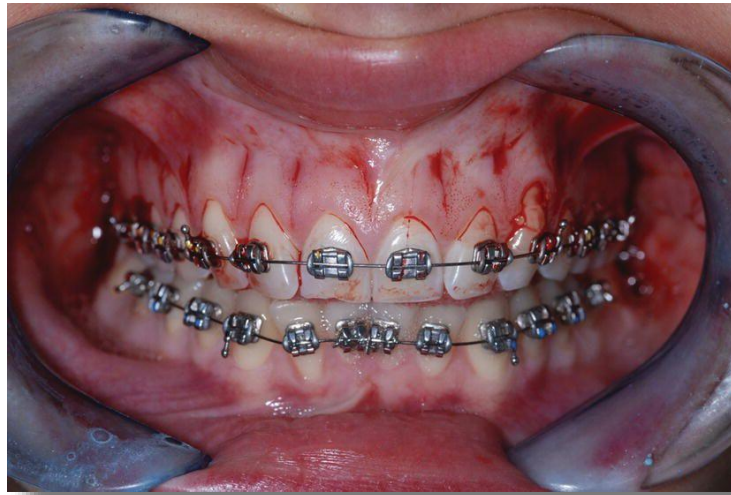
Las incisiones comienzan a 4 mm por debajo de la papila para evitar recesiones gingivales; teniendo en cuenta que los tejidos blandos y el periostio deben cortarse para crear una abertura que permita la inserción del piezotomo. (Fig.33) Se realizan corticotomías verticales de 5 a 8 mm de largo y 3 mm de profundidad con el piezotomo. No se sutura.^{41, 42, 43} (Fig.34)

Figura 33 Piezotomo ubicado en encía adherida



Fuente Miyamoto Takanari, Lang Melissa, Khan Shakeel y col. The clinical efficacy of deproteinized bovine bone mineral with 10% collagenin conjunctionwith localized piezosurgical decortication enhanced orthodontics: A prospective observational study. Journal of Periodontology. [Internet] 2019 March [cited 2020 Feb. 17] vol. 90, Issue 10: 1106 – 1115. Available from: <https://aap-onlinelibrary-wiley-com.pbidi.unam.mx:2443/doi/10.1002/JPER.18-0737>

Figura 34 Piezocisión



Fuente Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. *Compend Contin Educ Dent*. [Internet] 2009 [cited 2020 Feb. 17]; 30: 342- 344. 346, 348-350. Available from: <https://aap-onlinelibrary-wiley-com.pbidi.unam.mx:2443/doi/10.1002/JPER.18-0737>

Después del procedimiento quirúrgico, se prescribió a los pacientes: una dieta blanda durante 3 días después de la cirugía, enjuagues con clorhexidina al 0,12% dos veces al día durante 1 semana, compresas de hielo durante las primeras 12 h después de la cirugía.⁴²

Ventajas de la Piezocisión

- Es un procedimiento mínimamente invasivo.⁴³
- Hay un mínimo de molestias postoperatorias.⁴³
- Los parámetros periodontales generales se mantienen estables después del tratamiento.⁴⁴
- No se registra pérdida ósea alveolar.⁴⁴



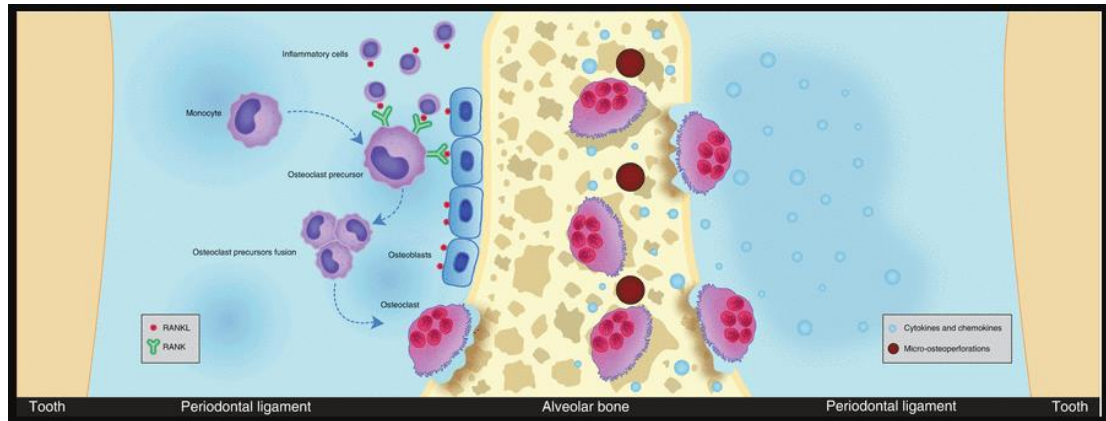
- Tiende a ser menos probable experimentar resorción radicular. ⁴⁴
- El tiempo quirúrgico es corto. ⁴³
- Permite el aumento de tejidos blandos y/o duros. ⁴³
- Es un procedimiento versátil y puede usarse en terapia de ortodoncia o incluirse como parte de un enfoque integral de tratamiento. ⁴³
- Hay un alto nivel de aceptación del paciente. ⁴³

3.5 Microosteoperforaciones (MOP)

Una de las formas menos invasiva para inducir un trauma es perforar la mucosa y el hueso adyacentes a los dientes donde se desea la respuesta ya que aumenta significativamente la expresión de citoquinas y quimiocinas que reclutan los precursores de osteoclastos y estimulan la diferenciación de osteoclastos.^{23, 45}

Estudios en animales han demostrado que la introducción de pequeños agujeros en el hueso alveolar (MOP) durante el movimiento de los dientes de ortodoncia puede estimular significativamente la expresión de marcadores inflamatorios. Esto fue acompañado por un aumento significativo en el número de osteoclastos y resorción ósea (Fig. 35). Observamos que el aumento en la remodelación ósea no se limitó al área del diente en movimiento, sino que se extendió a los tejidos que rodean los dientes adyacentes. El aumento en el número de osteoclastos y, por lo tanto, el aumento de la resorción ósea y la osteoporosidad en respuesta a las perforaciones óseas, pueden explicar el aumento en la velocidad y magnitud del movimiento dental, lo que sugiere que las perforaciones no necesitan estar cerca del diente que se moverá para acelerar la velocidad del movimiento del diente. ^{45, 46}

Figura 35 Esquema del efecto de las citocinas y microosteoperforaciones sobre la osteoclastogénesis y la resorción ósea.



Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18]. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02025a&AN=lib.MX001001989289&lang=es&site=eds-live>

Ventajas de las Microosteoperforaciones

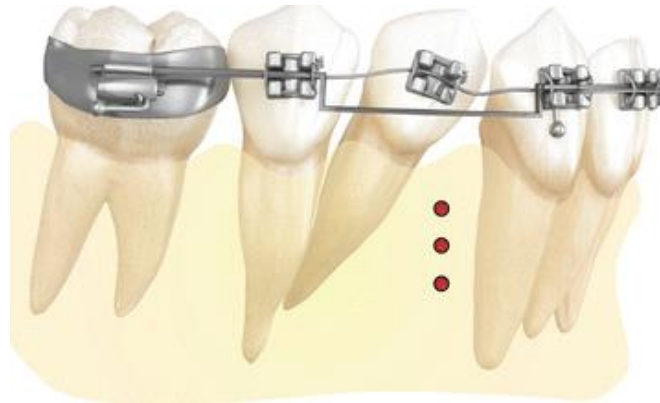
- Este procedimiento es mínimamente invasivo y sin colgajo, y el ortodoncista puede realizarlo de manera segura.
- Los MOP pueden incorporarse a la mecánica diaria, en diferentes etapas del tratamiento, y colocarse selectivamente en las áreas donde se desea el movimiento del diente.⁴⁵

Objetivos de las Microosteoperforaciones en el tratamiento de ortodoncia.

- Acelera el movimiento de los dientes objetivo (Fig.36, 37, 38)
- Facilitar el tipo de movimiento de diente deseado (Fig.39)
- Desarrollo de anclaje biológico.^{45, 46} (Fig.40)

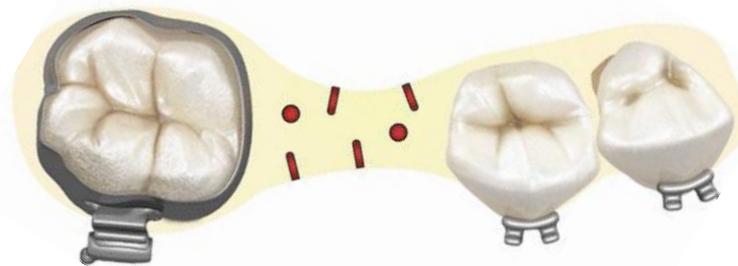
- Disminuir la posibilidad de reabsorción de raíces (Fig.41)

Figura 36 Las MOP aceleran el movimiento del diente objetivo. Los MOP (círculos rojos) deben aplicarse solo alrededor del diente objetivo para acelerar su velocidad de movimiento. Cuando sea posible, se deben aplicar MOP en ambos lados distal y mesial de la raíz a mover.



Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18]. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02025a&AN=lib.MX001001989289&lang=es&site=eds-live>

Figura 37 Aplicación de MOP en cresta alveolar residual. Cuando el diente objetivo se encuentra adyacente a un espacio de extracción, la aplicación de MOP en el área edéntula residual del hueso alveolar puede aumentar significativamente la velocidad de movimiento.



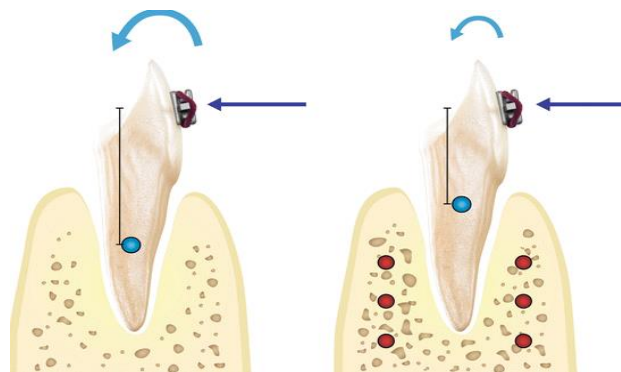
Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18]. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02025a&AN=lib.MX001001989289&lang=es&site=eds-live>

Figura 38 Aplicación bucolingual de los MOP. La aplicación de MOP en placas corticales linguales y vestibulares, en pacientes donde el hueso alveolar palatino resiste el movimiento, no solo supera el obstáculo, sino que también puede acelerar la velocidad del movimiento de los dientes.



Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18]. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02025a&AN=lib.MX001001989289&lang=es&site=eds-live>

Figura 39 El tipo de movimiento del diente depende de la relación entre la fuerza y el centro de resistencia del diente, que está determinado por el hueso circundante. Los MOP pueden cambiar la ubicación del centro de resistencia. Los MOP reducen la densidad del hueso alveolar y, como resultado, el centro de resistencia de un diente (círculo azul) se mueve oclusalmente, disminuyendo el momento generado por la aplicación de fuerza a la corona (flecha azul curvada).



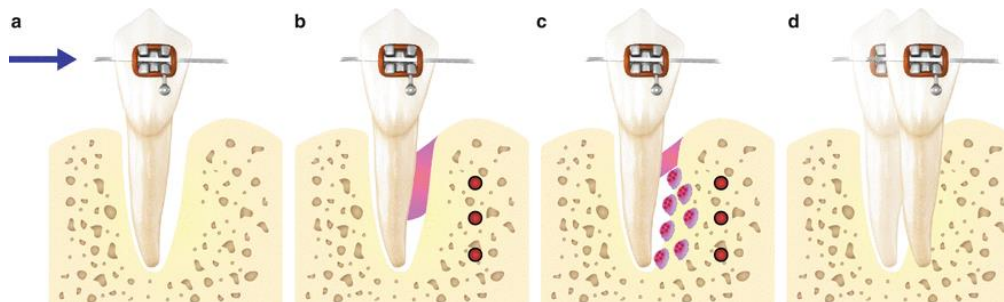
Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18]. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02025a&AN=lib.MX001001989289&lang=es&site=eds-live>

Figura 40 Los MOP pueden funcionar como anclaje biológico. Al cambiar la densidad del hueso alveolar que rodea los dientes en movimiento, las MOP pueden cambiar los requisitos de anclaje. En una retracción canina los dientes posteriores se moverían mesialmente mientras que el canino se mueve distalmente. Después de la aplicación de MOP (círculos rojos). Los dientes se movieron de manera similar pero la retracción canina aumentó. La mayor distancia recorrida por el canino durante la retracción no estuvo acompañada de un movimiento adicional de los dientes de anclaje, y se logró mediante el anclaje biológico.



Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18].

Figura 41 Los MOP pueden prevenir la reabsorción de la raíz durante el movimiento a través del hueso alveolar denso. La aplicación de MOP estimula el reclutamiento y la activación de un mayor número de osteoclastos tanto del LPD como del lado del hueso, lo que acorta la duración de la necrosis y su presencia en el área. (a) Esquema del diente antes de la aplicación de la fuerza, (b) necrosis (área rosada) después de la aplicación de la fuerza en presencia de MOP, (c) gran cantidad de osteoclastos (glóbulos rojos) reclutados en el área eliminan la necrosis más rápidamente, (d) movimiento dental realizado sin reabsorción



Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18].

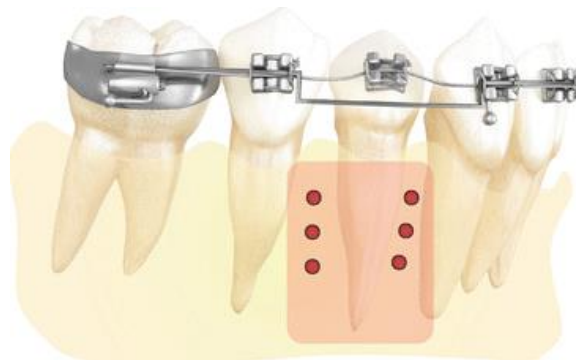


Los MOP estimulan los efectos catabólicos en el hueso que elimina el hueso viejo que rodea el diente objetivo. Luego, a esta fase le sigue un efecto anabólico que facilita la formación del hueso nuevo alrededor del diente. Los efectos catabólicos y anabólicos ocurren secuencialmente independientemente de cuándo y dónde apliquemos los MOP. Sin embargo, si el tiempo de aplicación de la MOP se planifica correctamente, cada fase puede tener importantes beneficios clínicos.^{45, 46, 47}

Áreas de aplicación clínica de Microosteoperforaciones

Para aprovechar al máximo los efectos catabólicos de las MOP, deben estar cerca de los dientes objetivo y lejos de los dientes de anclaje. Por lo tanto, los MOP para efectos catabólicos están más localizados. Para fines catabólicos, dado que se aplican perforaciones profundas, estas perforaciones se realizan generalmente en la superficie bucal entre las raíces, en el reborde alveolar (en caso de extracción), o raramente en la superficie lingual entre las raíces.^{45, 47} (Fig.42)

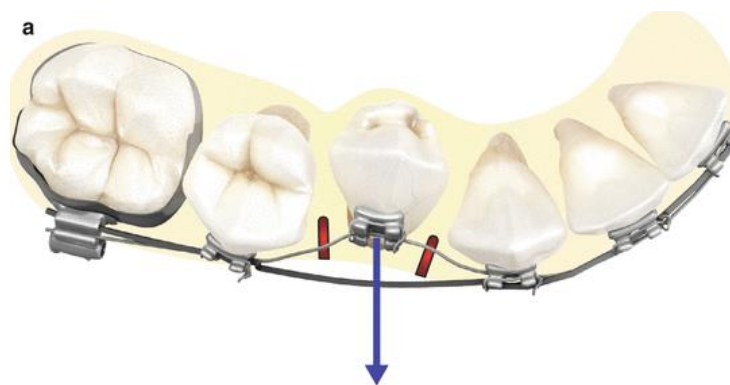
Figura 42 Perforaciones mesiales y distales



Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18].

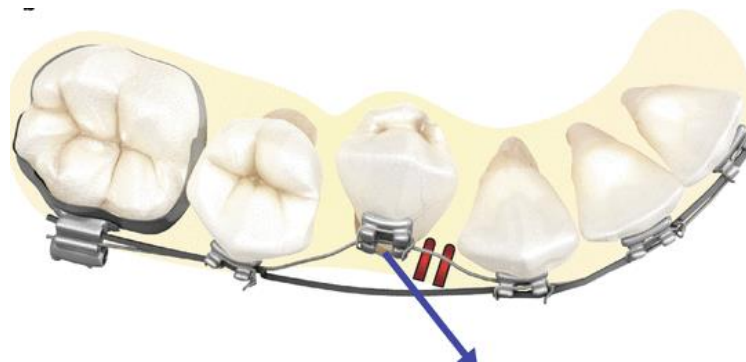
Se deben aplicar MOPs alrededor del diente objetivo para fomentar una mayor remodelación ósea (Fig.43). Por otro lado, es posible alentar el movimiento en la dirección deseada enfocando la aplicación MOP en una dirección, compensando las deficiencias mecánicas para guiar el movimiento preciso.^{45, 46} (Fig.44)

Figura 43 Los MOP se pueden aplicar alrededor del diente objetivo para el movimiento bucal en la dirección de la flecha azul.



Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18].

Figura 44 La aplicación de MOP unilaterales facilita el desplazamiento en una dirección particular (que se muestra con una flecha azul) y permite al clínico tener un mejor control sobre la dirección del movimiento



Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18].



Los límites superior e inferior de las MOP se determinan mejor en relación con la unión mucogingival (MGJ). Para comodidad del paciente, los MOP deben colocarse dentro de la encía adherida a 1 mm apical a la MGJ (Fig.45). Sin embargo, en condiciones en las que se observa una resistencia al movimiento de la raíz, colocar MOPs más apicalmente será beneficioso. ^{45, 46,47}

Figura 45 La altura de aplicación en dientes anteriores y posteriores de los MOP debe limitarse a la encía adherida.



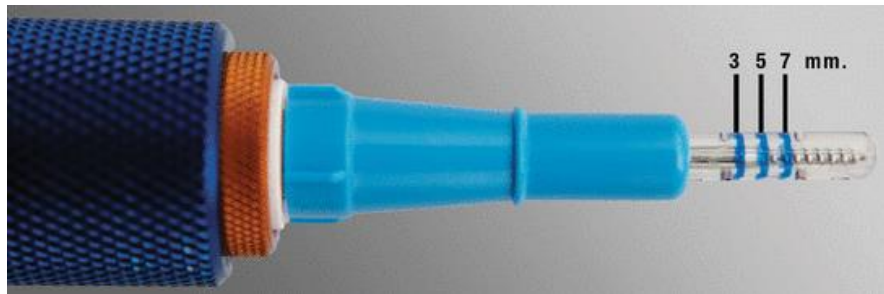
Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18].

Un sistema fabricado por PROPEL ORTHODONTICS en el que se usa un tornillo de acero inoxidable desechable para perforar la encía y el hueso, generalmente en tres ubicaciones adyacentes al diente o dientes a mover. Esta herramienta permite al médico establecer una longitud particular para la punta de corte, lo que permite un procedimiento seguro y predecible de acuerdo con su evaluación clínica del grosor del soporte periodontal de cada paciente. Se han diseñado para que no penetren en las raíces. En caso de que la punta del dispositivo al realizar la MOP se aproxime a las raíces, el paciente reaccionará inmediatamente debido a la hipersensibilidad. Además, el



dispositivo no puede penetrar más en la raíz, y la simple extracción del dispositivo y cambiar la dirección de aplicación resolverá el problema. ^{45, 46, 47, 48}(Fig. 46 y 47)

Figura. 46 PROPEL ORTHODONTICS



Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18].

Los MOP se pueden aplicar tanto en placas corticales vestibulares como linguales. Para esta última son preferibles los aparatos de contra – ángulo. (Fig.47). Sin embargo, debido a problemas de accesibilidad, visión directa y mucosa delgada que cubre la placa cortical lingual de la mandíbula, la placa cortical vestibular es el lugar más favorable para la colocación de la MOP mandibular anterior. ^{45, 46, 47}



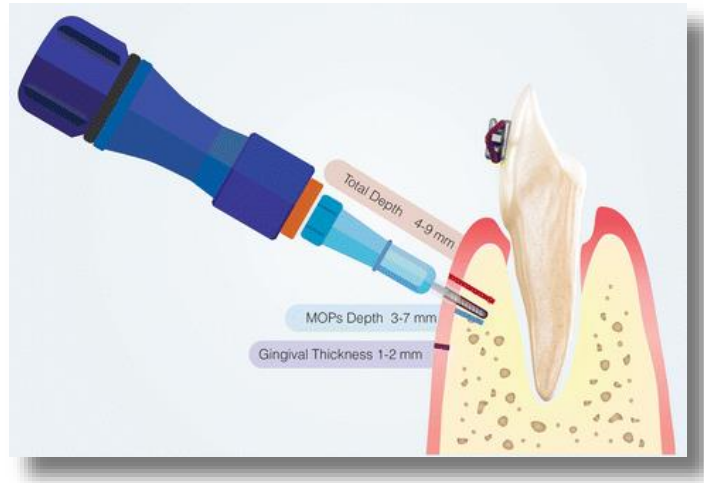
Figura 47 PROPEL ORTHODONTICS manual y de contra- ángulo



Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18].

Las MOP aumentan la respuesta inflamatoria y, por lo tanto, el recambio del hueso. Al aumentar la magnitud del trauma, se ha demostrado que aumenta la magnitud de la respuesta inflamatoria. Las MOP pueden estimular respuestas inflamatorias más grandes de dos maneras: (1) aumentando el número de perforaciones y (2) aumentando la profundidad de penetración. Los estudios han demostrado que aumentar el número de MOP aumenta la tasa de movimiento de los dientes. Sin embargo, dada el área limitada de los sitios receptores entre las raíces dentales, son ideales las perforaciones de 2 a 4 por sitio. En áreas donde no es posible aplicar el mayor número de MOP, aumentar la profundidad de perforación puede compensar el menor número de perforaciones. Se recomienda una MOP profunda con profundidades de penetración de 3–7 mm en el hueso. Sin embargo, el médico debe considerar el grosor del tejido blando y la placa cortical al decidir qué tan profundo perforar la placa cortical.^{45, 48} (Fig.48)

Figura 48 Profundidad de las Microosteoperforaciones



Fuente Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18].



CONCLUSIONES

La ortodoncia acelerada permite buscar formas de reducir los tiempos de tratamiento sin dejar de tener en cuenta lo más importante, siendo esto, el compromiso periodontal y dental que con lleva.

Una forma de hacer ortodoncia acelerada es a través de la corticotomía. Existen diferentes técnicas a las cuales puede recurrir y realizar el especialista en la consulta dental.

Siempre tomando en cuenta la historia clínica, los diversos estudios de diagnóstico y un adecuado plan de tratamiento, podremos elegir la mejor técnica para cada paciente obteniendo resultados que nos llevan a mejorar la estética, la oclusión y la estabilidad del procedimiento, siendo éstos tres últimos los objetivos primordiales en un tratamiento de ortodoncia. Así entonces, no solo es acelerar los tiempos de, sino también el poder mantener y mejorar los tejidos duros y blandos, haciendo el tratamiento integral y eficaz.



BIBLIOGRAFÍA

1. Mateu, María E., Schweizer, Hebes. Ortodoncia: Premisas, Diagnóstico, Planificación y Tratamiento. 1ª ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Guía; 2015
2. Oscar Quirós Álvarez. Haciendo fácil la Ortodoncia. 1ª ed. Venezuela: AMOLCA; 2012.
3. William R. Proffit, Henry W. Fielda, David M. Sawyer. Ortodoncia Contemporánea. 5ª ed. Barcelona, España: ELSEVIER; 21014.
4. Olguín Vargas P, Yáñez Ocampo BR. Corticotomía: perspectiva histórica / Corticotomy: historical perspective. Revista odontológica mexicana [Internet]. 2016 [cited 2020 Feb 17];20(2):82–92. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S1870.199X2016000200082&lang=es&site=eds-live>
5. López Buitrago DF, Jaramillo Abadía IC. Expansión ortopédica maxilar con ortodoncia osteogénica periodontalmente acelerada. Universitas Odontológica [Internet]. 2014 Jan [cited 2020 Feb 16]; 33(70):157–74. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lth&AN=99178893&lang=es&site=eds-live>
6. Miles, P. Accelerated Orthodontic, Treatmente – What’s the evidence? Australian Dental Journal [Internet]. 2017 March [cited 2020 Feb. 17]; Volumen 62, Issue S1: 1-8 Available from: <https://onlinelibrarywileycom.pbidi.unam.mx:2443/doi/10.1111/adj.12477>
7. Aristizabal J.F. Clinical and systemic effects of periodontally accelerated osteogenic orthodontics: A pilot study. International Journal of Odontostomatology. [Internet] 2016 April [cited 2010 Feb.17]; Vol. 10(1): 119- 127. Available from:



https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718381X2016000100019&lng=en&tlng=en#?

8. Arango JD, Roldan CM, Burgos LM, Giraldo C, Gutiérrez CE, Sánchez LA, et al. Clinical Comparison of Orthodontic Treatment Facilitated by Corticotomy and Conventional Orthodontics (Pilot Study). International journal of odontostomatology [Internet]. 2015 [cited 2020 Mar 18]; 9(2):239–48. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edsci.S0718.381X2015000200010&lang=es&site=eds-live>
9. Artache P. Important considerations, of orthodontics with self- ligating brackets versus conventional ligation. Revista Española de Ortodoncia. [Internet]; 2015. [cited 2020 Feb. 17]; Vol. 45:93 – 100. Available from: http://www.revistadeortodoncia.com/files/2015_45_2_093-100.pdf
10. Safir N. K., Samaeera Athar. Journal of Dental & Oro - Facial Research [Internet] 2018 August [cited 2020 Feb. 17]; Vol.14 issue 02. Available from: <http://www.jdorjournal.com/pdf/archives/August2018/13.pdf>
11. Shibasaki Wendel M.M. Evaluation of lower anterior dental changes in patients treated with self – ligating brackets. Journal of Oral Biology and Craniofacial Reserch. [Internet] 2019 April- Jun [cited 2020 Feb. 17]; vol. 9 (2): 183 – 186 Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6562006/>
12. Chandran N., Muralidhar N. V, Suma S2. Comparing the effect of low – Intensity laser therapy (LLLT) in decrowding anteriors using conventional and self – ligating MBT bracket systems- An in vivo study. Biomedical and Pharmacology Journal. [Internet] 2020 [cited 2020 Feb. 17]; vol. 13:(1). Available from: <https://biomedpharmajournal.org/vol13no1/comparing-the-effect-of-low-intensity-laser-therapy-lilt-in-decrowding-lower-anteriors-using-conventional-and-self-ligating-mbt-bracket-systems-an-in-vivo-study/>



13. Nor Syakirah Binti. The effect of low – level laser therapy on orthodontics tooth, movement and pain.[Internet] 2019 [Cited 2020 Feb. 17] vol.11(12). Available from:
14. Belío Reyes Irma Araceli, Bojórquez Steffani Aline, Bucio Laura, Jimenez Juan Manuel, Peraza Garay Felipe. Aplicación de láser terapéutico en algunos movimientos ortodónticos. Revista Mexicana de Ortodoncia. [Internet] 2017 Diciembre [cited 2020 Marzo]; vol. 5: 4 231 – 237. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/ortodoncia/mo-2017/mo174e.pdf>.
15. Üretürk, S.E., Saraç, M., Fıratlı, S. et al. The effect of low-level laser therapy on tooth movement during canine distalization. Lasers Med Sci. [Internet] 2017 [cited 2020 March]; vol. 32: 757–764. Available from: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1007/s10103-017-2159-0>
16. González Padilla Rafael, Razo Lira Claudia. Aceleración del tratamiento de ortodoncia: Técnicas de activación biológica. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria. [Internet] 2017 [cited 2020 Feb. 17]; 1317: 5823. Available from: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2017/art-23/>
17. Zaniboni E, Bagne L, Camargo T, Corezola do Amaral ME, Felonato M, Moretti de Andrade TA, et al. Do electrical current and laser therapies improve bone remodeling during an orthodontic treatment with corticotomy? CLINICAL ORAL INVESTIGATIONS [Internet]. [cited 2020 Mar 28]; 23(11):4083–97. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edswsc&AN=000491561300017&lang=es&site=eds-live>
18. Lombardo Luca, Arreghini Angela, Huanca Ghislanzani Luis T.. Accelerating aligner treatment using low – frequency vibration: a single center, randomized controlled clinical trial. European Journal of Orthodontics. [Internet] 2018 [cited 2020 March]; 1: 10 Available from:



- <https://media.accedent.com/wpcontent/uploads/2019/10/17074226/LombardoL. Accelerating-aligner-treatment-using-lowfrequency-1.pdf>
19. Lombardo Luca, Arreghini Angela, Ghislanzani Luis, Siciliani Giuseppe. Accelerating aligner treatment using low – frequency vibration: A single center randomized controlled clinical trial. *European Journal of Orthodontics*. [Internet] 2018 November [cited 2020 Feb. 17]; 1:10 Available from: <https://media.accedent.com/wp-content/uploads/2019/10/17074226/LombardoL. Accelerating-aligner-treatment-using-lowfrequency-1.pdf>
20. Yao Li, Xiao – Yan, Chen, Zheng – Lang Tang. Differences in accelerated tooth movement promoted by recombinant human parathyroid hormone after mandibular ramus osteotomy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. [Internet] 2019 May. [cited 2020 March]; vol.155 Issue 5 670:680 Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0889540619300216>
21. Monica S. Madan, a Zee J. Liu, b Gao M. Gu, c and Gregory J. Kingd. Effects of human relaxin on orthodontic tooth movement and periodontal ligaments in rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. [Internet] 2007 Jan [cited 2020 March]; 131(1): 8.e1–8.10. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2846749/>
22. Nakornnoi T, Leethanakul C (2), Samruajbenjakun B (2). The influence of leukocyte-platelet-rich plasma on accelerated orthodontic tooth movement in rabbits. *Korean Journal of Orthodontics* [Internet]. [cited 2020 Mar 22];49(6):372–80. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselc&AN=edselc.2-52.0-85075719241&lang=es&site=eds-liv>
23. Aristizábal-P JF. Accelerated orthodontics and express transit orthodontics (ETO) ®, a contemporary concept of high efficiency. CES



- Odontología [Internet]. 2014 Jan [cited 2020 Feb 17];27(1):56–73. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=lth&AN=98628419&lang=es&site=eds-live>
24. Khalid Almoammar. Vitamin D and orthodontics: an insight review. Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry. [Internet] 2018 Jun [cited 2020 March]; vol 10: 165–170. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6072678/>
25. Pharande Shilpa. The Effect of a Vitamin D3 Supplement (Supracal HD Tablet) in the Acceleration of Orthodontic Tooth Movement - A Clinical Comparative and Observational Study. International Journal of Science and Research. [Internet] 2018 [cited 2020 March] Available from: <https://www.ijsr.net/archive/v8i6/ART20198544.pdf>
26. Unnam D1, Singaraju GS1, Mandava P1, Reddy GV1, Mallineni SK2 and Nuvvula S2. Accelerated Orthodontics - An overview. Journal of Dental and Craniofacial Research. [Internet] 2018 March [cited 2020 March]; vol.3 1:4. Available from: <https://www.imedpub.com/articles/accelerated-orthodontics-a-review.pdf>
27. Alicja Kacprzak, Adrian Strzecki. Methods of accelerating orthodontic tooth movement: A review of contemporary literatura. Dental and Medical Problems. [Internet] 2018 [cited 2020 March]; vol. 55, 2 197 – 206. Available from: <http://www.dmp.umed.wroc.pl/en/article/2018/55/2/197/>
28. Sumit yadav MDS., PhD, Michael R. Markiewicz DDS, MPH. Dentoalveolar Distraction Osteogenesis for Rapid Maxillary Canine Retraction. Oral and Maxillofacial Surgery Clinics.[Internet] 2020 Feb. [cited 2020 March 20]; vol. 32, Issue 1 P 83 – 88 Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edswsc&AN=000504952300008&lang=es&site=eds-live>



29. Lucchese A., Carinci F., Saggese v., Lauritano. Orthodontic tooth movement and distraction osteogenesis. *European Journal of Inflammation*. [Internet] 2012 [cited 2020 March]; vol 10:1 49 – 54 Available from: https://www.researchgate.net/publication/272356021_Orthodontic_tooth_movement_and_distraction_osteogenesis
30. Won Lee. Corticotomy for orthodontic tooth movement. *Journal Korean Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*. [Internet] 2018 November. [cited 2020 Feb. 17]; Vol. 44: 251- 258. Available from: <http://www.ndsl.kr/ndsl/commons/util/ndslOriginalView.do?dbt=JAKO&cn=JAKO201809863000375&oCn=JAKO201809863000375&pageCode=PG11&journal=NJOU00550610>
31. Dounis T, Pitman LM. Decision Making for Soft and Hard Tissue Augmentation in Surgically Facilitated Orthodontics. *Clinical advances in periodontics* [Internet]. 2019 Sep 13 [cited 2020 Mar 18]; Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cmedm&AN=31520448&lang=es&site=eds-live>
32. Sun, L., Yuan, L., Wang, B. et al. Changes of alveolar bone dehiscence and fenestration after augmented corticotomy-assisted orthodontic treatment: a CBCT evaluation. *Progress in Orthodontics*. [Internet] 2019 February [cited 2020 March]; vol 20, 7. Available from: <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1186/s40510-019-0259-z>
33. Tomaso Varcelloti MD, Andrea Podesta. Orthodontic Microsurgery: A new surgically guided technique for dental movement. *Dental & Restorative Dentistry*. [Internet] 2007 [cited 2020 March]; vol.27: 4 Available from:
34. Singh S, Jayan B. Comparative Evaluation of Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics (PAOO) Versus Conventional Orthodontic Tooth Movement in Adult Patients with Bimaxillary Dentoalveolar Protrusion. *International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* [Internet].



- 2019 Jul [cited 2020 Mar 20];39(4):571. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=137310755&lang=es&site=eds-live>
35. Bahammam Maha A. Effectiveness of bovine derived xenograft versus bioactive glass with periodontally accelerated osteogenic orthodontics in adults: A randomized, controlled clinical trial. BMC Oral Health. [Internet] 2016 November [cited 2020 Feb. 17]; vol. 16: 126 Available from: <https://linkspringercom.pbidi.unam.mx:2443/article/10.1186/s12903016-0321-x>
36. AlHammadi HA, Wilcko MT, Ferguson DJ. Severe Mandibular Crowding Treated with Nonextraction Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics. International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry [Internet]. 2019 Sep [cited 2020 Mar 20];39(5):e188. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=138310287&lang=es&site=eds-live>
37. Bencini AC, Bencini LE. Técnica de ortodoncia osteogénica periodontalmente acelerada. Principios biológicos y etapa quirúrgica. Revista de la Sociedad Odontologica de La Plata [Internet]. 2018 May [cited 2020 Feb 17];28(55):7–18. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ddh&AN=130901324&lang=es&site=eds-live>
38. Nah, Min- Ki, Lee, Baek- Soo, Kim, Shin Yeop. Wide linear corticotomy and anterior segmental osteotomy under local anesthesia combined corticision for correcting severe anterior protrusión with insufficient alveolar housing. The Journal of Craniofacial Surgery. [Internet] 2017 November [cited 2020 Feb. 17]; vol. 28, Issue 8 p- 2127 – 2132 Available from: https://journals-lww-com.pbidi.unam.mx:2443/jcraniofacialsurgery/Fulltext/2017/11000/Wide_Linear_Corticotomy_and_Anterior_Segmental.55.aspx



-
39. Charavet C, Lambert F, Lecloux G, Le Gall M. Traitement orthodontique accéléré par corticotomies : quelles sont les alternatives minimalement invasives ? (French). Orthodontie Française [Internet]. 2019 Mar [cited 2020 Mar 22];90(1):5. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=135965227&lang=es&site=eds-live>
40. Yavuz, MC, Sunar, O., Buyuk, SK y col. Comparison of piezocisión and discusión methods in orthodontic treatment. Progress in Orthodontics.[Internet]. 2018. [cited 2020 Feb. 17]; vol.19:(44). Available from: <https://linkspringercom.pbidi.unam.mx:2443/article/10.1186/s40510-018-0244-y#citeas>
41. Charavet, C. Lecloux, G, Tackers, N. y col. Patient reported outcomes measures (PROMs) following a piezocision – assisted versus convetional orthodontic treatments: A randomized controlled trial in adults. Clinical Oral Investigations. [Internet] 2019 April [cited 2020 Feb. 17]; vol. 23: 4355 – 4363. Available from: <https://linkspringercom.pbidi.unam.mx:2443/article/10.1007/s00784-019-02887-z>
42. Gibreal, O., Hajeer, M. Y. & Brad, B. Evaluation of the levels of pain and discomfort of piezocision – assisted flapless corticotomy when treating severely crowded lower anterior teeth: A single – center randomized controlled clinical trial. BMC Oral Health.[Internet] 2019 April [cited 2020 Feb. 17]; vol.19: 57. Available from: <https://link-springer-com.pbidi.unam.mx:2443/article/10.1186/s12903-019-0758-9>
43. Dibart S, Sebaoun JD, Surmenian J. Piezocision: a minimally invasive, periodontally accelerated orthodontic tooth movement procedure. Compend Contin Educ Dent. [Internet] 2009 [cited 2020 Feb. 17]; 30: 342-



344. 346, 348-350. Available from: <https://aap-onlinelibrary-wiley-com.pbidi.unam.mx:2443/doi/10.1002/JPER.18-0737>
44. Miyamoto Takanari, Lang Melissa, Khan Shakeel y col. The clinical efficacy of deproteinized bovine bone mineral with 10% collagenin conjunctionwith localized piezosurgical decortication enhanced orthodontics: A prospective observational study. Journal of Periodontology. [Internet] 2019 March [cited 2020 Feb. 17] vol. 90, Issue 10: 1106 – 1115. Available from: <https://aap-onlinelibrary-wiley-com.pbidi.unam.mx:2443/doi/10.1002/JPER.18-0737>
45. Alikhani M. Clinical guide to accelerated orthodontics : with a focus on micro-osteoperforations [Internet]. Springer; 2017 [cited 2020 Mar 18]. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02025a&AN=lib.MX001001989289&lang=es&site=eds-live>
46. Shipley Tomas. Proactive treatment with Propel. Orthodontics. [Internet] 2015 April [cited 2020 March]; vol.6: 2 Available from: <https://propelorthodontics.com/wp-content/uploads/2019/08/Shipley-March-2015 OPUS.pdf>
47. Stuart I. Frost. Self – ligation and accelerated orthodontic – applications and new opportunities. Orthodontics. [Internet] 2016 June [cited 2020 March]; vol 7: 3 Available from: <https://propelorthodontics.com/wp-content/uploads/2019/08/Frost-June-2016 OPUS.pdf72>
48. <https://propelorthodontics.com/>