

**EFFECTO DE LA PIEZOINCISION EN LA VELOCIDAD DEL MOVIMIENTO
DENTAL**

Presentado por:

DAVID ALEJANDRO ARROYAVE QUIMBAYO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COLOMBIA FACULTAD DE
ODONTOLOGIA**

**POSGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
MAXILAR BOGOTA D.C**

2017

**EFFECTO DE LA PIEZOINCISION EN LA VELOCIDAD DEL MOVIMIENTO
DENTAL**

DAVID ALEJANDRO ARROYAVE QUIMBAYO

**Trabajo final presentado para optar
por el título de Especialista en
Ortodoncia y Ortopedia Maxilar**

**Director:
Dra. NATALIA CARRILLO MENDIGAÑO
Msc
Profesor Auxiliar
Facultad de Odontología**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
POSGRADO DE ORTODONCIA Y
ORTOPEDIA MAXILAR BOGOTA D.C
2017**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme brindado la oportunidad de realizar esta especialización y de acompañarme en cada paso, cada decisión tomada para completar este difícil camino y por darme fortaleza y sabiduría en el cumplimiento de mis deberes.

A mi amada esposa, porque sin su gran amor, paciencia, sacrificio, apoyo y acompañamiento, este sueño, nuestro sueño de ser ortodoncista, no hubiera sido posible. Muchas gracias Diana, Te amo.

A mi familia, por su amor y cariño, por ese apoyo incondicional desde la distancia y por siempre estar ahí, pendiente de mí.

A mis docentes, a la Dra, Natalia Carrillo por compartir sus conocimientos y brindarme su apoyo y motivación en todo momento para sacar adelante este trabajo, creo que mejor directora no hubiera podido tener, gracias Doc; al Dr. Guillermo Gracia, por su gran colaboración y por dedicar parte de su tiempo en la fase de intervención quirúrgica del trabajo.

A mis compañeros del postgrado, a esos hermanos que te regala la vida, porque a su lado fue mucho más fácil alcanzar esta meta, su apoyo fue fundamental, los quiero idiotlas.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE IMAGENES.....	5
LISTA DE GRÁFICAS	6
RESUMEN.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
3. JUSTIFICACIÓN.....	10
4. MARCO TEÓRICO	11
4.1 FASES DEL MOVIMIENTO DENTAL	11
4.2 BIOLOGÍA DEL MOVIMIENTO DENTAL.....	12
4.3 MOVIMIENTO DENTAL ACCELERADO	14
4.3.1 TÉCNICA DE ACCELERACIÓN DEL MOVIMIENTO DENTAL	16
4.3.2 PIEZOINCISIÓN	17
4.3.2.1 TÉCNICA.....	18
4.3.2.2 RIESGOS Y DESVENTAJAS.....	19
5. OBJETIVOS	20
5.1 OBJETIVO GENERAL.....	20
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
6.1 TIPO DE ESTUDIO	21
6.2 POBLACIÓN	21
6.3 MUESTRA.....	21
6.4 PROTOCOLO	21
6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	24
6.6 CONSIDERACIONES ÉTICAS	24
7. RESULTADOS	25
8. DISCUSIÓN.....	30
9. CONCLUSIONES.....	34
10. BIBLIOGRAFÍA.....	35

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Protocolo y tiempos del estudio.

Imagen 2. Colocación de anestesia

Imagen 3. Incisión con hoja de bisturí #15

Imagen 4. Piezótomo

Imagen 5. Piezoincisión

Imagen 6. Equipo NextEngine 3D Laser Scanner.

Imagen 7. Vista de un modelo escaneado por medio del software MeshLab Versión 1.2.3a.

LISTA DE GRÁFICAS

Grafica 1. Comparacion entre las mediciones manuales y digitales para la retraccion canina ($P=0.0593$).

Grafica 2. Medicion de la retraccion canina entre el grupo de piezoincisión y el grupo control para T1 ($P=0.3750$).

Grafica 3. Medicion de la retraccion canina entre el grupo de piezoincisión y el grupo control para T2 ($P=0.1250$).

Grafica 4. Medicion de la retraccion canina entre el grupo de piezoincisión y el grupo control para T3 ($P=0.3750$).

Grafica 5. Diferencias de la retracción canina entre T0 y T1 para el grupo de piezoincisión y para el grupo control ($P= 0.2500$).

Grafica 6. Diferencias de la retracción canina entre T0 y T2 para el grupo de piezoincisión y para el grupo control ($P= 0.8750$).

Grafica 7. Diferencias de la retracción canina entre T0 y T3 para el grupo de piezoincisión y para el grupo control ($P= 0.8750$).

Grafica 8. Diferencias de la retracción canina entre T1 y T2 para el grupo de piezoincisión y para el grupo control ($P= 0.8750$).

Grafica 9. Diferencias de la retracción canina entre T2 y T3 para el grupo de piezoincisión y para el grupo control ($P= 0.9999$).

RESUMEN

Actualmente los pacientes acuden a la clínica de ortodoncia con expectativas de tratamientos de corta duración. El desarrollo del movimiento dental ortodóncico acelerado al parecer ofrece una alternativa de tratamiento y puede llegar a ser una herramienta importante para el ortodoncista. Este procedimiento induce una osteopenia transitoria en la zona tratada y un incremento en el recambio tisular, que a su vez permite un movimiento dental rápido. Sin embargo, la efectividad de estas técnicas en la aceleración de los movimientos ortodóncicos no ha sido suficientemente evaluada. El propósito de esta investigación es determinar si se presenta una mayor velocidad del movimiento dental en dientes tratados con piezoincisión comparados con los que no, al realizar retracción canina en casos con indicación de extracción de los primeros premolares superiores.

Key Words: Accelerated orthodontic tooth movement, Piezocision, Osteoclast.

Palabras claves: Movimiento ortodóncico dental acelerado, Piezoincisión, Osteoclastos.

1. INTRODUCCIÓN

El movimiento dental mediado por ortodoncia depende de la remodelación de los tejidos que rodean a los dientes cuando se aplican fuerzas mecánicas (1). Para que el movimiento dental tenga lugar, se requiere la aplicación de fuerzas mecánicas capaces de activar el hueso y células relacionadas que generen cambios inflamatorios en el tejido periodontal, desencadenando el movimiento dental deseado. Estos cambios celulares dependen en gran medida de la magnitud y duración de la fuerza aplicada para producir el cambio de posición de los dientes en el arco (2).

En la actualidad los pacientes, especialmente adultos, acuden a la clínica de ortodoncia con expectativas de tratamientos de corta duración. Es por esto que diferentes investigadores han empezado la búsqueda de métodos que disminuyan la duración del tratamiento sin comprometer los resultados (3).

Estos métodos han permitido el desarrollo de diferentes técnicas, algunas invasivas como las osteotomías, corticotomías, y otras no tanto, como las piezoincisiones y micro-osteoperforaciones, con la intención de acelerar una respuesta curativa. Se propone que la aceleración del movimiento tiene lugar por medio del fenómeno de aceleración regional (RAP), el cual va a generar una remodelación localizada gracias al reclutamiento de osteoclastos y osteoblastos por mediadores y precursores celulares presentes en la circulación y que estimulan su diferenciación, permitiendo así aumentar la velocidad del movimiento dental (4–6).

Debido a la poca evidencia clínica que existe acerca de la efectividad de la piezoincisión en la aceleración del movimiento dental, este estudio tiene como propósito aportar más información acerca de esta técnica, y así poder soportar las decisiones clínicas del ortodoncista.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Entre las técnicas de aceleración del movimiento dental reportadas en la literatura está la piezoincisión, referenciada como una técnica prometedora y que presenta resultados positivos de movimiento dental acelerado en modelos animales. Sin embargo, actualmente no hay evidencia clínica suficiente que demuestre su efectividad y una reducción significativa en la duración del tratamiento ortodóncico en humanos. Por esta razón es importante determinar si se presenta una mayor velocidad del movimiento dental en dientes tratados con piezoincisión, comparados con dientes no intervenidos con esta técnica.

3. JUSTIFICACIÓN

En la consulta clínica, se presentan movimientos dentales difíciles o casos complejos en los cuales el ortodoncista podría requerir ayudas adicionales para cumplir con los objetivos propuestos en el tratamiento y reducir los tiempos para el cumplimiento de estos.

Actualmente se han propuesto algunas técnicas quirúrgicas que podrían acelerar el movimiento dental ortodóncico. Una de ellas es la piezoincisión, que podría ser una alternativa debido a la osteopenia transitoria y al incremento en el recambio tisular que esta produce en la zona tratada, y que al parecer permite un movimiento dental rápido. Pero en la literatura no se reportan resultados concluyentes que permitan recomendar ampliamente su uso clínico.

Este es un trabajo inicial que sirve de base para constituir un modelo de estudio para el análisis del efecto clínico y celular de la piezoincisión. En esta primera etapa de la investigación, se pretende establecer la implicación de la piezoincisión en la velocidad de movimiento de la retracción canina, en casos de extracciones de primeros premolares superiores.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 FASES DEL MOVIMIENTO DENTAL

En 1962 Burstone propuso que el movimiento dental se podría definir en cuatro fases, considerando la tasa de movimiento dental y el tiempo transcurrido desde la aplicación de la fuerza. Estas fases las describió como: fase inicial, fase de retraso, y dos fases finales de aceleración del movimiento.

La fase inicial se caracteriza por un periodo de movimiento dental muy rápido, producido inmediatamente después de la aplicación de la fuerza sobre el diente (7). Este movimiento rápido se atribuye al desplazamiento del diente dentro del espacio del ligamento periodontal (LPD) y la flexión del hueso alveolar. Las reacciones celulares y tisulares comienzan en esta fase, inmediatamente después de la aplicación de la fuerza. Debido a la compresión y estiramiento de las fibras y células del LPD en las áreas de presión y tensión, se inicia el proceso de reclutamiento de osteoblastos y precursores de osteoclastos, así como la quimiotaxis de células inflamatorias.

Segunda fase o de retraso: se caracteriza por la presencia de tejido hialinizado en el LPD de las zonas de compresión. El movimiento dental es limitado hasta que las células macrófagas remueven el tejido necrótico. En esta fase las áreas de compresión se reconocen por la apariencia desordenada en la disposición de las fibras del LPD. Se observa una interrupción en el flujo sanguíneo, apoptosis y necrosis celular, las cuales a su vez conducen a la formación de áreas de hialinización y la consecuente detención del movimiento que puede durar de 4 a 20 días. Solo cuando se elimina el tejido necrótico, se reabsorben los tejidos óseos adyacentes y se reorganizan las fibras del LPD, se permite la reanudación del movimiento dental. Este proceso requiere el reclutamiento de células fagocíticas, tales como macrófagos, células gigantes y osteoclastos, desde áreas adyacentes del LPD no dañadas y desde la cavidad medular del hueso alveolar. Estas células eliminan el tejido necrótico de los sitios del LPD sometidos a presión (7). Por otra parte, en las zonas de tensión el osteoblasto maduro se origina de un proceso generacional de diferenciación osteoblástica que comienza con la migración de células madre de las paredes de los vasos sanguíneos o la activación de los precursores de células madres mesenquimales (MSC) y la formación del preosteoblasto, aproximadamente 10 horas después de la aplicación de la fuerza. En las áreas de tensión del LPD se da una "respuesta osteogénica perivascular" y la consecuente producción de una nueva matriz ósea (osteóide) posterior a la proliferación y migración de los preosteoblastos hacia la superficie del hueso alveolar (8). En las zonas de tensión se presenta también la proliferación de los fibroblastos del LPD, los cuales participan en la remodelación de la matriz circundante.

En la tercera y cuarta fase se presenta un incremento gradual de la velocidad del movimiento dental. Estas dos fases también son conocidas como las fases de aceleración del movimiento. Comienzan alrededor de los 40 días después de la aplicación de la fuerza inicial. Se observan fibras de colágeno sin una orientación correcta, además las superficies óseas son irregulares, lo que

indica resorción directa o frontal. En los sitios de tensión del LPD durante estas fases, se observa aposición de hueso nuevo (7).

4.2 BIOLOGÍA DEL MOVIMIENTO DENTAL

Las fuerzas ortodóncicas producen una mecano-recepción en los tejidos de sostén del diente que permiten la traducción de este estímulo mecánico en un estímulo químico para las activaciones celulares químicas relacionadas con el metabolismo óseo. Estas activaciones se producen en dos frentes: El LPD y el hueso mediante su flexión mecánica.

El LPD es una capa muy fina de tejido conectivo fibroso que por medio de sus fibras une al diente con el hueso alveolar donde se ubica. Las principales fibras del LPD se insertan por un lado al cemento del diente, y por el otro, en la lámina cribosa del hueso alveolar.

El LPD ejerce un papel importante en la amortiguación de las fuerzas que se generan durante la masticación, el soporte dental y la transferencia de fuerzas. La fuerza aplicada a un diente hace que se libere fluido rápidamente y el diente se desplace en el espacio del ligamento, lo que conduce a la compresión de este. El resultado inmediato de este desplazamiento, es la constricción de los vasos sanguíneos en el sitio de compresión. La alteración en el flujo de sangre podría causar una disminución en los niveles de nutrición y oxígeno (Hipoxia). Dependiendo de la magnitud de la presión y el nivel de reducción de flujo sanguíneo, algunas de las células pueden sufrir apoptosis, mientras que otras pueden morir de forma no específica, lo que resulta en áreas de necrosis (9).

Las fuerzas mecánicas aplicadas se transducen desde la matriz extra celular (ECM) tensionada hasta el citoesqueleto, a través de las proteínas de la superficie celular. Las moléculas de la ECM implicadas en este proceso incluyen colágeno, proteoglicanos, laminina y fibronectina. La transducción se produce por la unión de la ECM a moléculas de adhesión celular (integrinas) y otros receptores de superficie celular. La adhesión de la ECM a estos receptores puede inducir la reorganización del citoesqueleto, la secreción de citoquinas almacenadas, la activación ribosómica y la transcripción de genes (10).

Adicionalmente, las fibras de los nervios periféricos participan en el proceso inflamatorio (inflamación neurogénica), liberando varios neuropéptidos. El péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP) y la sustancia P (SP), juegan un papel importante en la inflamación sirviendo como vasodilatadores (11). Las células endoteliales son probablemente las primeras en interactuar con estos neuropéptidos, que a su vez se unen a los leucocitos, facilitando su migración desde los capilares. Las quimioquinas activan las integrinas en la superficie celular de los leucocitos para promover una adhesión firme. La migración de los leucocitos por el gradiente quimiotáctico y su llegada al LPD, indican la aparición de una inflamación aguda (7).

Una de las quimiocinas que se libera durante movimiento de los dientes es la proteína quimiotáctica de monocitos-1 (MCP-1 o CCL2), la cual desempeña un papel importante en el reclutamiento de monocitos. Estas células dejan el torrente sanguíneo y entran en el tejido circundante para convertirse en

macrófagos tisulares u osteoclastos. Del mismo modo, la liberación de CCL3 y CCL5 Regulated on Activation Normal T Cell Expressed and Secreted (RANTES) durante el movimiento ortodóncico, conducen al reclutamiento de los osteoclastos y su activación. Los monocitos, linfocitos y mastocitos expresan receptores para neuropéptidos, que al interactuar con estas quimiocinas activan la producción de citoquinas y otros neuropéptidos. Estos productos van a generar cambios en la expresión de mediadores o liberación directa de mediadores inflamatorios como prostaglandinas (PGs) e interleucinas (IL). Las citoquinas que se encontraron para afectar el metabolismo óseo, y así el movimiento dental ortodóncico, incluyen la interleucina 1 (IL 1), IL-2, IL-3, IL-6, IL-8, factor de necrosis tumoral alfa (TNF), interferón gamma (IFN), y factor de diferenciación de los osteoclastos. El más potente de ellos es IL-1, que estimula directamente la función de los osteoclastos a través de IL-1 de tipo receptor 1, expresada por osteoclastos. Sus acciones incluyen la atracción de leucocitos y fibroblastos estimulantes, células endoteliales, osteoclastos y osteoblastos, para promover la resorción ósea e inhibir la formación de hueso (12).

La resorción ósea esta mediada por varias células, pero es el osteoclasto el encargado final de llevarla a cabo. Existen dos factores esenciales que afectan positivamente la diferenciación de osteoclastos: El factor estimulante de colonias de macrófagos (M-CSF) y el RANK Ligando (RANKL).

El M-CSF es producido por monocitos, células endoteliales y granulocitos, donde su producción es estimulada por IL-1, factor de crecimiento derivado de plaquetas (PDGF), el interferón gamma (IFN) y el factor estimulante de colonias de granulocitos (GM-CSF). El M-CSF facilita la diferenciación, induciendo RANK en las células hematopoyéticas para que puedan responder al RANKL.

La vinculación RANKL / RANK es crucial para la diferenciación, función y supervivencia de los osteoclastos. Por otro lado está la osteoprotegerina (OPG), que es otro factor derivado de células osteoblásticas y tiene como objetivo interrumpir la unión de RANKL / RANK, actuando como receptor señuelo de RANKL inhibiendo la osteoclastogénesis. Por lo tanto, la relación RANKL / OPG expresado por las células osteoblásticas y la expresión del RANK por las células precursoras de osteoclastos, determinan en gran medida la formación de osteoclastos funcionales y la activación del paso inicial de la remodelación ósea. La regulación recíproca de la expresión de RANKL y la OPG, por la compresión y la deformación por tensión, coordinan la reabsorción ósea predominante en el lado de carga y la formación ósea predominante en el lado opuesto, permitiendo el movimiento normal del diente (13).

La activación osteoclástica implica el reclutamiento y activación de los precursores de osteoclastos derivados de macrófagos-monocitos mononucleares, los cuales se encuentran en la circulación del LPD y de las cavidades de la medula ósea alveolar (14). Los preosteoclastos se unen a la matriz ósea a través de las interacciones entre los receptores de integrina en sus membranas celulares y el patrón RGD (arginina, glicina, asparagina). Estos contienen péptidos en proteínas de la matriz para formar zonas de sellados anulares alrededor de compartimentos de resorción ósea, por debajo de los osteoclastos multinucleados. Dichos compartimentos son denominados "laguna

de resorción" y en ellas el osteoclasto emite prolongaciones citoplasmáticas llamadas "ribetes en cepillo", a través de las cuales volcarán sus productos iniciando la siguiente fase denominada de resorción propiamente dicha (15,16).

En la fase resortiva, una bomba de protones (H⁺) específica y otros canales iónicos que se encuentran en la membrana del ribete en cepillo del osteoclasto, van a generar una gran disminución del pH en la laguna de resorción. Esta acidificación es acompañada por la secreción de varias enzimas lisosomales, como la fosfatasa ácida tartrato resistente (TRAP) y catepsina K, así como metaloproteasas de la matriz (MMP), entre las que se encuentran colagenasas como la MMP-9. Esta disminución del pH, junto con la liberación de enzimas que presentan actividad máxima a pH ácidos, van a producir la degradación del cristal de hidroxapatita y en forma subsiguiente la del colágeno, creando cavidades denominadas "lagunas de Howship" en el hueso trabecular y túneles cilíndricos en el hueso cortical (16).

Para que se dé una correcta resorción ósea, es necesario que en el osteoclasto se dé un intercambio de iones y proteasas. En el citoplasma osteoclástico existe una alta actividad de anhidrasa carbónica II que provoca la disociación del ácido carbónico citosólico en protones (H⁺) y bicarbonato (HCO₃⁻), siendo este último intercambiado por cloro (Cl⁻) mediante un canal específico, lo que permite la conservación del estado isoeléctrico intra-celular. El protón se dirige al ribete en cepillo, donde una bomba de protones dependiente de una ATPasa específica (H⁺ -ATPasa) lo transporta a la laguna. En la vecindad de esta bomba se sitúa un canal iónico, canal de cloro 7 (ClC7), que es un simple intercambiador de iones que utiliza el gradiente de voltaje para conseguir la energía necesaria para el transporte a través de la membrana. En concreto, este canal intercambia 2 Cl⁻ por 1 H⁺, y su función es muy relevante en los procesos de acidificación lisosómica en general, y en la resorción ósea en particular (17).

4.3 MOVIMIENTO DENTAL ACELERADO

En general se acepta que la velocidad del movimiento de los dientes está controlada por la tasa de resorción ósea, que a su vez es controlada por la actividad osteoclástica. Dentro de los mediadores que inducen la diferenciación de osteoclastos en las primeras etapas del movimiento dental, tienen gran importancia las citoquinas y quimioquinas derivadas del proceso inflamatorio que sucede como respuesta a las fuerzas. Estos mediadores van a estimular las células precursoras de los osteoclastos a diferenciarse en osteoclastos. Por lo tanto se puede suponer que los factores de reclutamiento de los precursores de osteoclastos en la circulación y que estimulan la diferenciación de estas células, deben desempeñar un papel importante en el movimiento dental (18).

La velocidad de movimiento dental ortodóncico es aproximadamente 0.5 a 1 mm por mes. Esta velocidad es variable y depende de la edad del paciente, el género y diversas condiciones sistémicas. En consecuencia, cuando el tratamiento requiere de extracciones de premolares superiores y cierre de espacios con un anclaje máximo, la distalización de los caninos puede tomar

casi 7 meses, lo que tiene una gran implicación en la duración total del tratamiento (19)(6).

Por esto varios investigadores han querido intervenir en el proceso de la aceleración de los movimientos ortodóncicos para generar varios beneficios en el tratamiento como: disminución de los riesgos naturales de desmineralización del esmalte, compromiso periodontal, duración del tratamiento más corta, efectos secundarios reducidos relacionados con la higiene oral y reabsorción radicular, aumento del rango del movimiento dental, movimientos dentales diferenciales y una mejor estabilidad post-tratamiento. Además de estas ventajas, se podría contribuir a tener pacientes más satisfechos y profesionales con consultas más eficientes (1).

La importancia de encontrar herramientas que acorten la duración de los tratamientos ortodóncicos y que estas cuenten con suficiente evidencia clínica sobre su aplicabilidad y eficacia, ha llevado a varios autores a realizar revisiones en la literatura acerca de estas técnicas de aceleración del movimiento dental. Hoogeveen y Col. (20) realizaron una revisión sistemática para evaluar si el tratamiento ortodóncico facilitado quirúrgicamente aumenta significativamente la velocidad del movimiento dental y acorta la duración del tratamiento en pacientes ortodóncicos sanos, en comparación con la ortodoncia convencional. Además, analizaron si existía diferencia en la incidencia de pérdida de vitalidad dental, problemas periodontales y reabsorción radicular entre pacientes tratados con ortodoncia quirúrgicamente asistidos y pacientes que recibieron tratamiento ortodóncico sin cirugía. Con una muestra de 18 estudios, el número combinado de pacientes tratados con ortodoncia quirúrgicamente facilitada en los estudios incluidos fue de 286 (203 procedimientos de distracción, 83 procedimientos de corticotomía). Ellos encontraron que la ortodoncia quirúrgicamente asistida puede acortar la duración del tratamiento, pero se recomienda una planificación cuidadosa de este, la activación temprana de los aparatos y los intervalos cortos entre los controles. También pudieron concluir, que la ortodoncia quirúrgicamente asistida no está asociada con las complicaciones anteriormente mencionadas. Sin embargo, si informan que el nivel de evidencia es limitado debido a deficiencias en las metodologías y el pequeño número de pacientes en los estudios.

En otra revisión sistemática realizada por Hoffmann y Col. (21) de 13 artículos (12 de corticoincisión con piezotomo y uno de MOP), de los cuales 9 eran series de casos y los 4 restantes eran ensayos clínicos, no arrojaron resultados tan alentadores como la anterior revisión. Pues la evidencia de una aceleración del movimiento dental por medio de métodos mínimamente invasivos como la corticoincisión y la osteoperforación del proceso alveolar en los seres humanos, es relativamente baja. Esto debido al pequeño número de participantes, a la heterogeneidad del diseño de su estudio, pues solo 3 contaban con un grupo control, y a que los períodos de observación eran cortos.

4.3.1 TECNICAS DE ACELERACIÓN DEL MOVIMIENTO DENTAL

La ortodoncia ha experimentado un gran desarrollo en el logro de resultados deseados, tanto clínica como técnicamente. Esto debido al uso de nuevas tecnologías, como herramientas de software para la planificación del tratamiento y fabricación de aparatología ortodóncica. Sin embargo persiste la necesidad de desarrollar nuevos métodos para acelerar el movimiento dental y reducir la duración de los tratamientos ortodóncicos (22).

En la literatura se han descrito técnicas e intervenciones, las cuales tienen como finalidad mejorar la tasa, magnitud y estabilidad del movimiento ortodóncico. Entre ellos están los abordajes quirúrgicos, farmacológicos, bioquímicos, terapia con láser y terapia de vibración, estas dos últimas descritas recientemente.

La corticotomía involucra la decorticación en forma de puntos y líneas en las corticales alveolares de los dientes a mover, dejando el hueso medular intacto. Esta técnica ha venido cambiando y evolucionando a lo largo del tiempo.

En 2001, Wilcko y Col. informaron sobre una corticotomía que incluía un aumento alveolar periodontal, llamada ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente (PAOO). Esta técnica consiste en colgajos alveolares vestibulares y linguales de grosor completo, acompañados de corticotomías selectivas en estas zonas limitada al hueso cortical. Cuando se combina con el aumento alveolar, los defectos óseos y las fenestraciones se pueden corregir sobre las superficies radiculares (23).

Una técnica mínimamente invasiva descrita recientemente en la literatura, son las Microosteoperforaciones (MOP). Estas se realizan en el hueso cortical alveolar circundante a los dientes que se quieren intervenir. Alikhani y Col. (3) proponen que las MOP generan un aumento significativo de la expresión de citoquinas y quimioquinas para reclutar precursores de osteoclastos y de esta manera estimular la diferenciación osteoclástica. De esta forma se cambia la densidad ósea, y aumentara la tasa de movimiento dental, mejorando los tiempos del tratamiento ortodóncico.

La terapia con láser de bajo nivel es otra alternativa de aceleración del movimiento dental que se encuentra en estudio. Según la literatura, esta terapia puede aumentar la tasa de movimientos dentales durante el tratamiento ortodóncico mediante el aumento de los niveles de M-CSF y RANKL en LPD, que conducen a un aumento de la osteoclastogénesis (24).

La estimulación mecánica de los dientes es otra intervención terapéutica que se encuentra en estudio. Algunos autores describen que mediante la aceleración de alta frecuencia (HFA) se puede inducir formación de hueso alveolar. La HFA desencadena una adaptación esquelética a niveles alterados y patrones de carga mecánica, donde se da una activación catabólica del osteoblasto por un lado, y realiza una inhibición de la diferenciación osteoclástica por el otro (25)(26).

4.3.2 PIEZOINCISIÓN

La técnica de la piezoincisión fue planteada inicialmente por Vercellotti y Podesta. Ellos introdujeron el uso de piezocirugía conjuntamente con la elevación de colgajos, creando un entorno propicio para el movimiento dental rápido. Si bien los resultados fueron satisfactorios, esta técnica fue considerada como invasiva ya que requería amplias elevaciones de colgajos y cirugía ósea. Igualmente, podía llegar a generar molestias postquirúrgicas, así como complicaciones postoperatorias (4).

Park y Col., y Kim y Col. introdujeron la técnica de la corticoincisión como una alternativa mínimamente invasiva para crear una lesión quirúrgica en el hueso sin colgajo. Esta técnica implica el uso de un bisturí reforzado y un mazo para ir a través de la encía hasta el hueso cortical sin levantar colgajos bucales o linguales, para producir una lesión quirúrgica suficiente que induzca al RAP, el cual permite mover los dientes rápidamente durante el tratamiento de ortodoncia (27).

Se han realizado estudios en animales como el de Dibart y Col (28), los de Kim y Col (29,30) para estudiar el efecto de la piezoincisión en la aceleración del movimiento dental ortodóncico y los de Wang y Col. (31), Sebaoun y Col. (32), Baloul y Col. (33), que estudiaron la decortificación alveolar. En ellos se ha observado una actividad osteoclástica temprana, aguda y constante por un periodo de tiempo de 1 a 2 meses, que es la fase de mayor pico. Luego empieza a disminuir y desaparece a medida que la remineralización se establece. Estos fenómenos celulares no se presentan en la misma medida e intensidad cuando se comparan los movimientos ortodóncicos realizados sin la piezoincisión, mostrando así una estimulación del recambio del hueso alveolar, lo que produce un fuerte aumento de la movilidad dentaria como resultado de la osteopenia transitoria inducida por la cirugía (28).

Sebaoun y Col. (4) describen la técnica de la piezoincisión como un procedimiento quirúrgico mínimamente invasivo destinado a acelerar el movimiento ortodóncico dental. Esta técnica es una alternativa quirúrgica para las corticotomías convencionales, donde al ortodoncista se le dan las herramientas para controlar el anclaje dental y acelerar el movimiento. Esto se da mediante la alteración selectiva de la densidad ósea que rodea a los dientes con el cuchillo piezoeléctrico, a intervalos de tiempo específicos.

Dichos autores describen que el principio de acción de la piezoincisión inicia cuando el hueso es injuriado y se produce un proceso inflamatorio, el cual va a producir un recambio óseo muy dinámico, lo que conocemos como RAP y que se presenta en el sitio de la lesión. Este fenómeno es proporcional a la extensión de la agresión quirúrgica. En la zona intervenida hay un aumento localizado en las actividades osteoclásticas y osteoblásticas, lo que resulta que en las primeras fases, se presente una disminución de la densidad ósea con un aumento del recambio óseo. Esta condición transitoria facilita el movimiento de los dientes, ya que una vez que el hueso ha sido tratado con piezoincisión, hay una ventana de 3 a 4 meses de oportunidad para mover los dientes rápidamente a través de la matriz ósea desmineralizada, antes de que el hueso alveolar se remineralice de nuevo (4).

4.3.2.1 TÉCNICA

Sebaoun y Col. (4) describen en su protocolo de realización de la técnica, la necesidad de realizar previamente una evaluación periodontal completa, la cual debe incluir sondaje periodontal y un análisis radiográfico de los dientes y zonas a tratar. Las enfermedades periodontales o cualquier lesión ósea detectada, deben ser tratadas antes de realizar la cirugía con el fin de eliminar cualquier inflamación que pueda poner en peligro un tratamiento exitoso. Es recomendable el uso preoperatorio de imágenes 3D (Cone Beam Tomografía Computarizada) para localizar áreas de proximidad radicular, así como el foramen mental. Estas imágenes también permiten al profesional evaluar la cantidad y la ubicación de áreas en las que se indica un injerto de hueso.

Por otra parte Dibart y Col. (27) describen el siguiente protocolo de aplicación de la técnica:

1. La piezoincisión puede realizarse una semana después de la colocación de la aparatología ortodóncica.
2. Se hace bajo anestesia local.
3. Se realizan incisiones verticales gingivales interproximales debajo de la papila interdental, usando una hoja de bisturí número 15 (micro-incisiones). Estas incisiones deben cruzar el periostio, permitiendo que la hoja entre en contacto con el hueso alveolar.
4. Inserción de la cuchilla del piezoeléctrico (BS1 Piezotome™, Satelec Acteon Grupo Mérignac, Francia) en las incisiones gingivales realizadas anteriormente y a unos 3 mm de profundidad.
5. Se hace la corticotomía pasando a través de la capa cortical y llegando al hueso medular para obtener el efecto completo del RAP. Se pueden agregar injertos en las zonas con encía delgada o recesiones, con corticales vestibulares muy finas o sin hueso cortical, o cuando hay presencia de dehiscencias o fenestraciones.
6. No se requiere de sutura, excepto en las zonas donde se coloca un injerto de hueso.
7. Se formula al paciente antibióticos, anti-inflamatorios no esteroideos y enjuagues bucales que contengan clorhexidina. Los sitios quirúrgicos se deben evitar durante el cepillado en la primera semana post-operatoria, para permitir una cicatrización gingival sin complicaciones.

El protocolo reportado por los autores sugiere citar al paciente por parte del ortodoncista a la primera o segunda semana después de la cirugía, con el fin de cambiar los alineadores cuando la ortodoncia es removible, o activar los arcos cuando es fija. De esta manera se toma ventaja de la fase de desmineralización temporal creada por la piezoincisión, ya que la mayor cantidad de movimiento ortodóncico se obtiene dentro de los 4 primeros meses después de realizado el procedimiento, haciendo énfasis en la naturaleza transitoria del RAP. Esto se traduce en el movimiento dental rápido y la terminación temprana del tratamiento (27).

Según el estudio realizado por Hassan (34), la piezoincisión es una técnica que no causa ningún daño periodontal, por el contrario, fortalece el periodonto mientras reduce drásticamente los tiempos de tratamiento, volviéndolo un tratamiento ideal para pacientes adultos con limitaciones de tiempo.

4.3.2.2 RIESGOS Y DESVENTAJAS

Técnicas como la corticotomía pueden conllevar posibles riesgos que impliquen daño a los dientes y al hueso. Entre estos daños esta la osteonecrosis y deterioro de la regeneración ósea (35).

La piezoincisión se introdujo como una técnica novedosa, mínimamente invasiva y al parecer así lo demuestra la literatura. Teniendo en cuenta la poca investigación y evidencia clínica acerca de este tema, en lo publicado no se referencian riesgos mayores a los ya mencionados de otras técnicas quirúrgicas utilizadas en la aceleración del movimiento dental. Solo se describen riesgos leves como infección de las incisiones, defectos mucogingivales (27) y actualmente se están realizando estudios relacionados con la reabsorción radicular (6,36).

Respecto a las desventajas que puede presentar la piezoincisión, Sakin y Col. (35) refieren que debido a la necesidad de aprovechar el lapso de tiempo en que el RAP presenta su mayor pico, se debe citar con mayor frecuencia a los pacientes. De esta manera se debería invertir mayor tiempo en silla, haciendo que la relación costo beneficio no sea la más favorable.

Otra desventaja que puede provocar la piezoincisión, son las molestias que puede presentar los pacientes por el procedimiento quirúrgico realizado.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de la piezoincisión sobre la velocidad del movimiento ortodóncico.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Medir la cantidad en mm de retracción canina de dientes tratados y no tratados con piezoincisión a los 15 días de la activación de la retroligadura.
- Medir la cantidad en mm de retracción canina de dientes tratados y no tratados con piezoincisión a los 55 días de la activación de los arcos de cierre segmentarios.
- Medir la cantidad en mm de retracción canina de dientes tratados y no tratados con piezoincisión a los 75 días de la activación de los arcos de cierre segmentarios.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 TIPO DE ESTUDIO: Estudio Experimental

6.2 POBLACION

Pacientes que empezaron tratamiento ortodóncico en la clínica de estándar de ortodoncia, en la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia, en la ciudad de Bogotá.

6.3 MUESTRA

4 pacientes que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: Pacientes sistémicamente sanos, con dentición permanente e indicación terapéutica de extracción de los 2 primeros premolares superiores. Como criterios de exclusión, no se tuvieron en cuenta pacientes que hubieran consumido medicamentos que afecten el metabolismo óseo en los últimos 6 meses, pacientes fumadores, que tuvieran enfermedad periodontal, pacientes que tuvieran caries, lesiones de esmalte o con antecedentes de trauma dentoalveolar.

6.4 PROTOCOLO

Previo consentimiento de los pacientes para la participación en el estudio, se realizó el siguiente protocolo: **(Imagen 1)**

1. Profilaxis
2. Colocación de barra transpalatina con bandas con brackets en los primeros molares superiores y de un Mini-implante Link Miss 1.8x6 en el paladar duro junto a la barra, para mejorar el control del anclaje.
3. Colocación de brackets técnica estándar slot 0.18 en dientes 15, 13, 25, 23, con arco seccional de NiTi 0,14.
4. A las 2 semanas de la colocación de los aditamentos ortodóncicos en el arco superior, se tomó impresión de la arcada superior en alginato, antes de realizar la técnica de piezoincisión en la zona del primer premolar superior derecho -14-. El primer premolar izquierdo -24- no fue objeto de piezoincisión y fue utilizado como control. Todas las piezoincisiones fueron realizadas por un mismo Cirujano Maxilofacial, las cuales consistían en una incisión vertical gingival interproximal en distal del canino superior derecho, debajo de la papila interdental usando una hoja de bisturí número 15. Inmediatamente después, con la cuchilla del piezótomo *Satelec Acteon*, se realizó la incisión vertical en el hueso cortical alveolar con una profundidad de 2mm, extendiéndose por la longitud de la raíz. **(Imagen 2-5)**
5. A los 15 días de realizadas las piezoincisiones, se citaron los pacientes para realizar las extracciones de los primeros premolares superiores a cada paciente. La retracción dental se empezó el mismo día de las

- extracciones con la activación de retroligaduras calibre 0.10 y con el cambio del arco segmentario por uno de NiTi 0.016x0.016.
6. Posteriormente, los pacientes fueron citados a los 15 días donde se tomó una nueva impresión en alginato de la arcada superior y se cambiaron los arcos segmentarios por Acero 0.16x0.22 con ansas de cierre activadas 1.5mm en ambos lados.
 7. Los pacientes fueron citados nuevamente a los 55 y 75 días post-exodoncias, para tomar impresiones en alginato de la arcada superior y para reactivar las ansas de cierre 1.5mm en ambos lados. La activación periódica de las retroligaduras y las ansas de cierre fue realizada por un mismo operador.

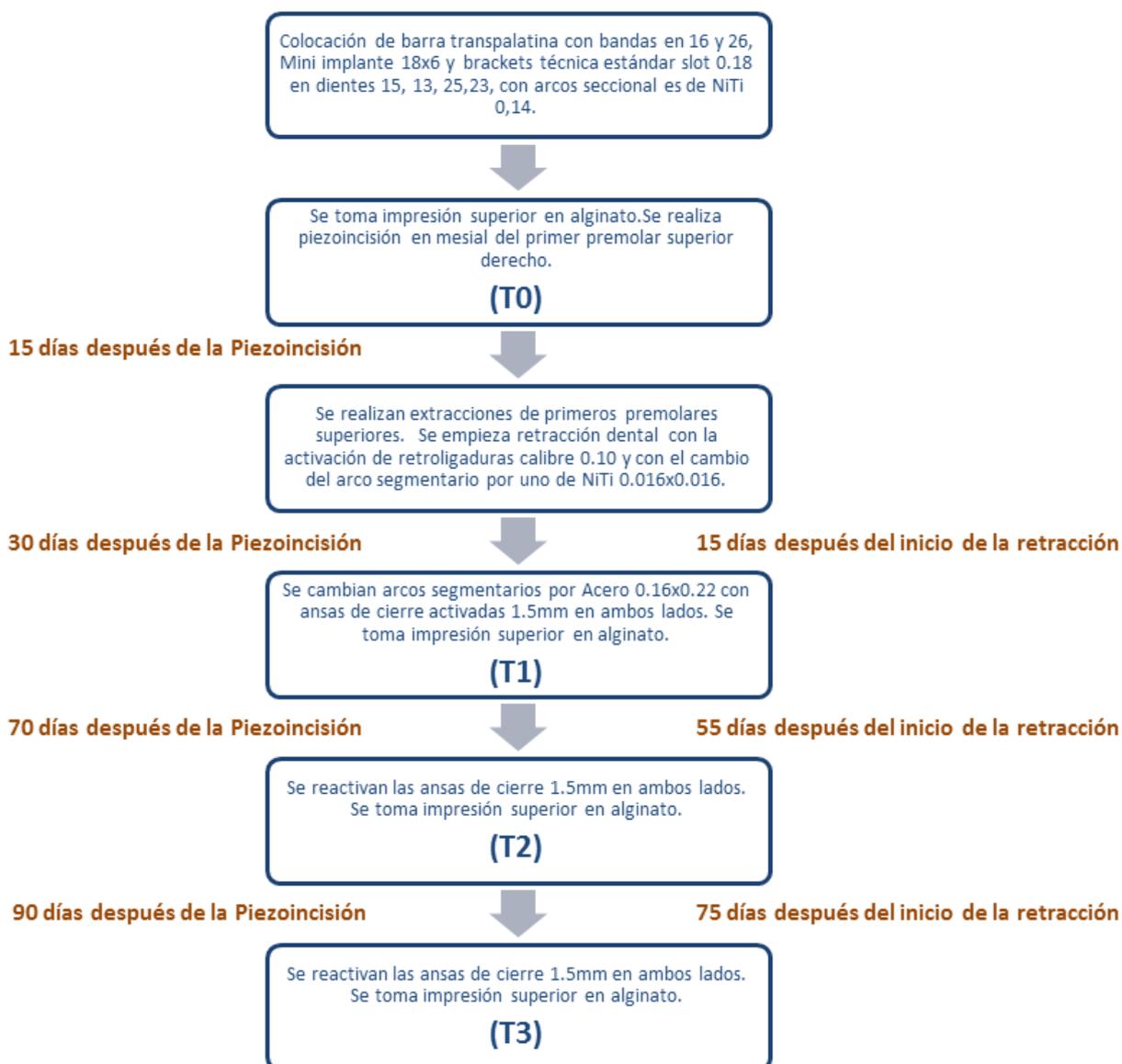


Imagen 1. Protocolo y tiempos del estudio.



Imagen 2. Colocación de anestesia



Imagen 3. Incisión con hoja de bisturí #15



Imagen 4. Piezótomo



Imagen 5. Piezoincisión

Los modelos de yeso fueron escaneados con el equipo de escáner NextEngine 3D Scanner HD y el software NextEngine ScanStudio HD v1.3.2. (**Imagen 6-7**)

Los puntos de referencia para la medición en milímetros de la magnitud del cierre de espacios post-exodoncias de ambas hemiarquadas, fueron la cúspide mesovestibular del diente 16 y la cúspide del diente 13 para el lado caso, y la cúspide mesovestibular del diente 26 y la cúspide del diente 23 para el lado control.

Para la calibración de las mediciones, tanto manuales como escaneadas, se realizaron mediciones de todos los modelos en 2 ocasiones por un mismo operador. Al trascurso de 5 días, se repitió el mismo procedimiento. Se evaluó si existía diferencia en los valores de medición mediante una prueba T pareada.



Imagen 6. Equipo NextEngine 3D Laser Scanner.

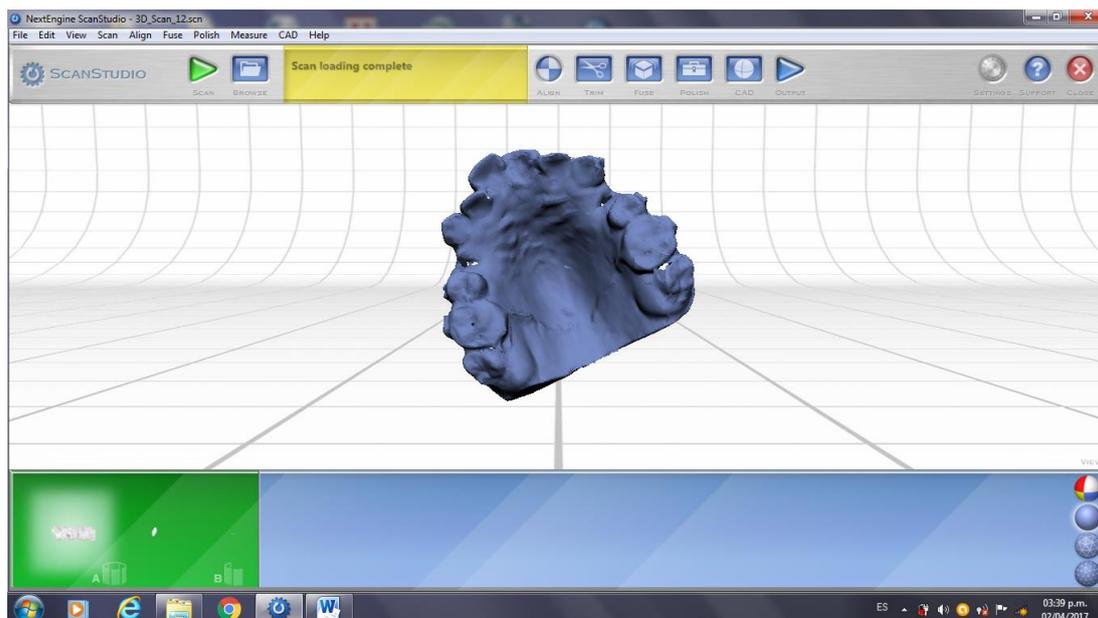


Imagen 7. Vista de un modelo escaneado por medio del software NextEngine ScanStudio HD v1.3.2

Las mediciones en los modelos de estudio se realizaron mediante el software MeshLab Versión 1.2.3a, que se utiliza para la medición de figuras tridimensionales con estructura de malla y que cuenta con una herramienta para mediciones lineales. Las mediciones manuales se realizaron mediante un calibrador pie de rey digital.

6.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó por medio de la prueba T Pareada, en el cual se compararon las mediciones tomadas en los modelos de los pacientes del estudio, tanto manuales como escaneadas para evaluar la validez de la medición digital. Adicionalmente se compararon las diferentes mediciones, tanto del grupo de piezoincisión como el de control, en cuatro periodos de tiempo: Previo a la piezoincisión (T0) y a los 15 (T1), 55 (T2) y 75 (T3) días post-exodoncias. Los resultados se consideraron estadísticamente significativos con un valor $P < 0.05$.

El programa que se utilizó para el análisis fue GraphPad Prism Version 7.02.

6.6 CONSIDERACIONES ETICAS

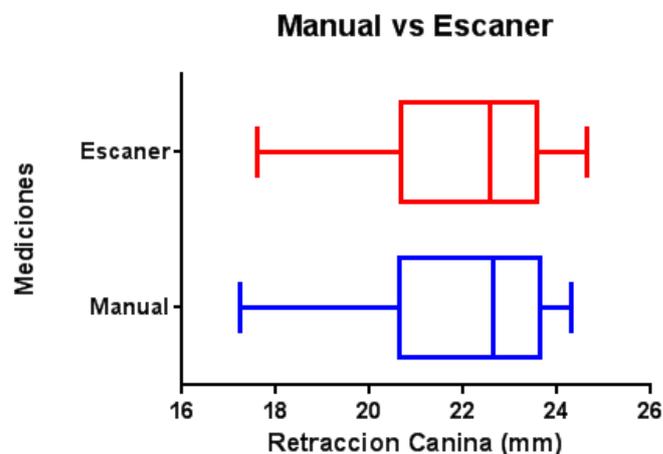
Este estudio contó con la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia, conforme a lo estipulado en la resolución 8430 de 1993.

La casa comercial *Acteon* fue la que facilitó el piezótomo *Satelec Acteon* para la realización de las piezoincisiones en este estudio.

7. RESULTADOS

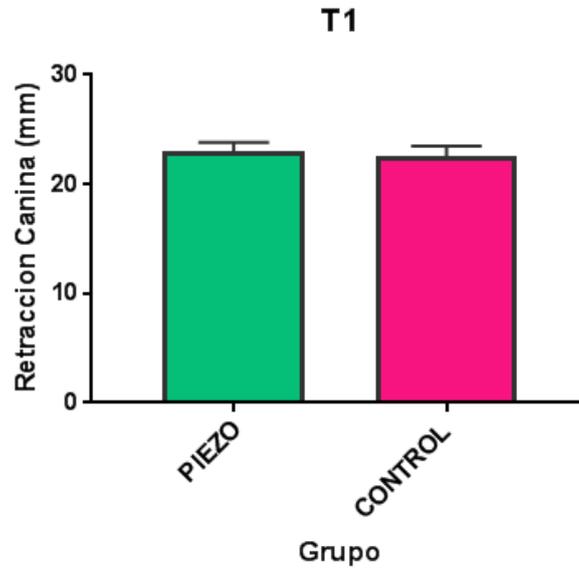
En el estudio se incluyeron 4 pacientes y de cada uno de ellos se obtuvieron 4 modelos de yeso, en los diferentes tiempos ya descritos (T0, T1, T2 y T3).

La comparación de las mediciones manuales con las mediciones de los modelos escaneados fue realizada mediante una prueba estadística T pareada (Gráfica 1). En ella se observó que no hubo diferencias significativas entre los dos métodos de medición ($P= 0,0593$), avalando el uso de la medición digital. Por esta razón, para las etapas posteriores del estudio se utilizaron las mediciones de los modelos escaneados.



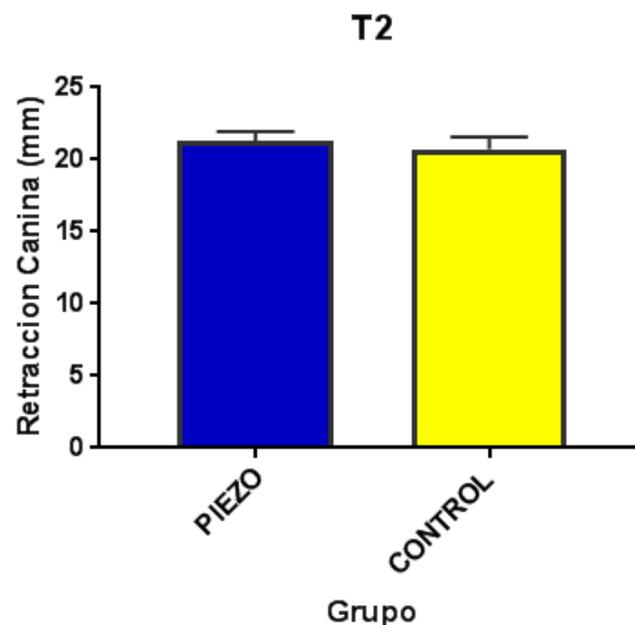
Grafica 1. Comparacion entre las mediciones manuales y digitales para la retraccion canina ($P=0.0593$).

Las mediciones de los lados caso y control en los cuatro modelos para el tiempo T1 fueron evaluadas mediante una prueba estadística T pareada, encontrando que no había diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones de los dos lados evaluados ($P= 0,3750$). (Gráfica 2).



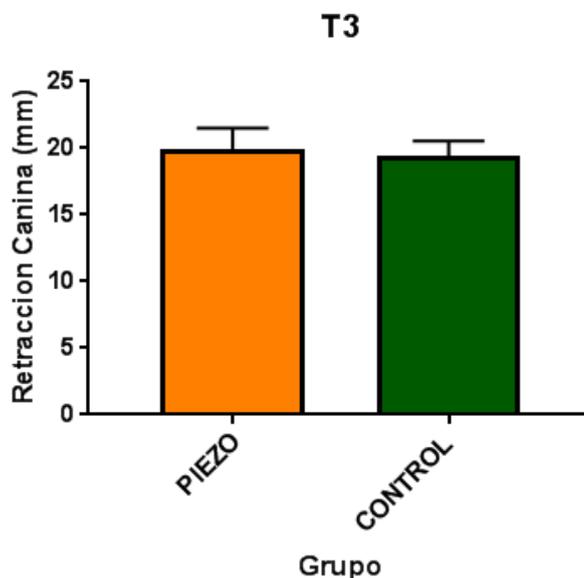
Grafica 2. Medicion de la retraccion canina entre el grupo de piezoincisión y el grupo control para T1 ($P=0.3750$).

Las mediciones de los lados caso y control en los cuatro modelos en cada paciente para el tiempo T2, también fueron evaluadas mediante una prueba estadística T pareada. En este análisis se encontró que no había diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones de los dos lados evaluados ($P= 0,1250$) (Gráfica 3).



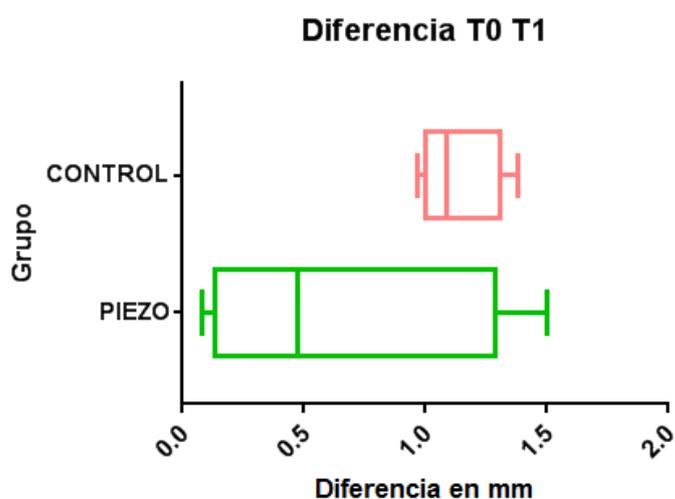
Grafica 3. Medicion de la retraccion canina entre el grupo de piezoincisión y el grupo control para T2 ($P=0.1250$).

Para T3, igualmente se utilizó la T pareada para el análisis estadístico de las mediciones de los lados caso y control en los cuatro modelos en cada paciente. Para este tiempo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los lados que se evaluaron ($P= 0,3750$). (Gráfica 4)

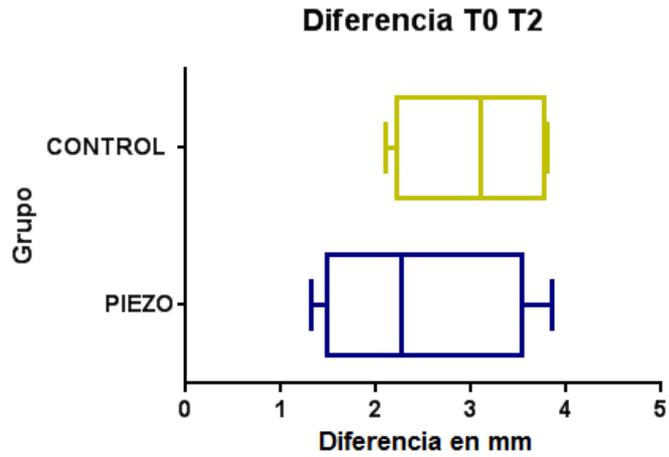


Grafica 4. Medición de la retracción canina entre el grupo de piezoincisión y el grupo control para T3 ($P=0.3750$).

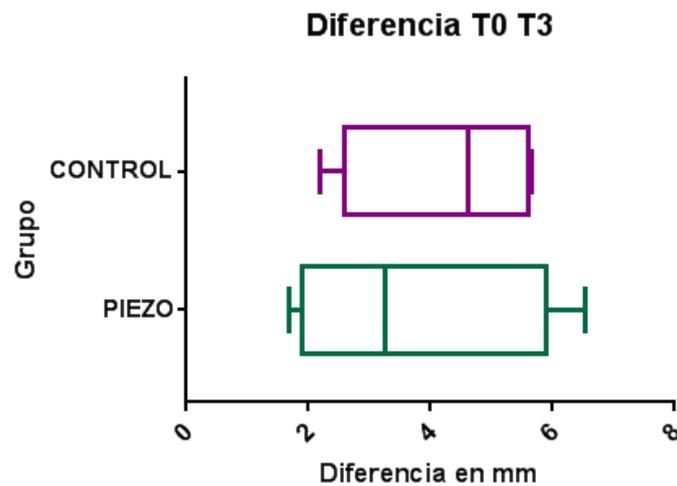
En las gráficas 5, 6 y 7 se comparan las diferencias de la retracción canina entre el grupo de piezoincisión entre T0-T1, T0-T2 y T0-T3 y las diferencias de la retracción canina entre el grupo control para estos mismos tiempos. En esta comparación no se presentaron diferencias significativas entre ambos grupos ($P >0.05$) para ninguna de las comparaciones.



Grafica 5. Diferencias de la retracción canina entre T0 y T1 para el grupo de piezoincisión y para el grupo control ($P= 0.2500$).

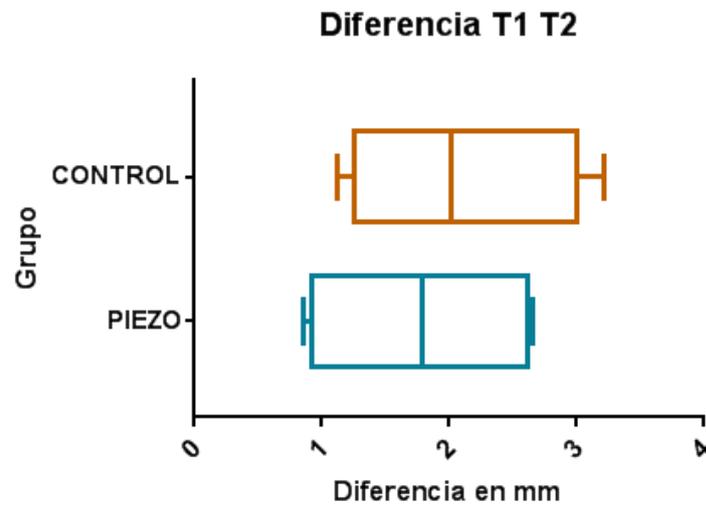


Grafica 6. Diferencias de la retracción canina entre T0 y T2 para el grupo de piezoincisión y para el grupo control ($P= 0.8750$).

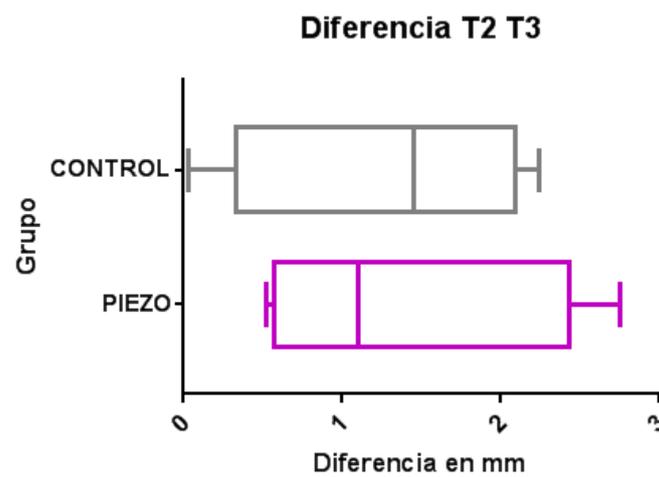


Grafica 7. Diferencias de la retracción canina entre T0 y T3 para el grupo de piezoincisión y para el grupo control ($P= 0.8750$).

En las gráficas 7 y 8, se comparan las diferencias de la retracción canina entre T1-T2 y entre T2-T3, tanto para el grupo de piezoincisión, como para el de control. En ambos análisis, no se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos ($P > 0.05$) para ninguna de las comparaciones.



Grafica 8. Diferencias de la retracción canina entre T1 y T2 para el grupo de piezoincisión y para el grupo control ($P= 0.8750$).



Grafica 9. Diferencias de la retracción canina entre T2 y T3 para el grupo de piezoincisión y para el grupo control ($P= 0.9999$).

8. DISCUSIÓN

En la actualidad muchos estudios están analizando las diferentes técnicas propuestas para la aceleración del movimiento dental. Esto debido a la necesidad de brindar a los pacientes tratamientos más cortos y con menos riesgos asociados al tratamiento ortodóncico, como son: reabsorción radicular, caries y alteraciones periodontales. Además de ser más eficaces en el cumplimiento de los objetivos del tratamiento (1).

En este estudio, para la medición de la retracción canina se utilizaron dos métodos: medición manual realizada con un calibrador pie de rey digital, la cual está documentada por Alikhani (3) en su estudio del uso de MOP en la retracción canina; y la medición de los modelos escaneados, la cual es utilizada en otros estudios sobre la piezoincisión que involucran distalización canina post-exodoncias (6)(19). Al realizar la comparación entre las mediciones manuales y las mediciones hechas en los modelos escaneados, no se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($P= 0,0593$). Por esta paridad en los resultados, se optó por escoger las mediciones obtenidas de los modelos escaneados para el análisis de la retracción canina en ambos grupos del estudio.

La ortodoncia quirúrgicamente asistida es una de las opciones propuestas para que se dé una mayor tasa de movimiento dental. Estudios realizados en animales como el de Baloul y Col. (33), demostraron que realizando una decortificación alveolar en ratas se pudo conseguir un movimiento rápido temprano del diente observado en el grupo intervenido. Esto debido al aumento de la remodelación ósea como un resultado de la intervención quirúrgica. Kim y Col. (30) en su investigación del uso del piezoeléctrico, utilizaron 10 perros beagles (4 control y 6 piezopuntura), los resultados mostraron que al inducir el RAP con el uso del piezoeléctrico, se presentaba una diferencia estadísticamente significativa en el movimiento dental del lado intervenido (2.26 veces mayor en maxilar y 2.45 veces mayor en mandíbula), comparado con el grupo control. Estos resultados apoyan la idea de que el movimiento dentario facilitado quirúrgicamente es un proceso de desmineralización-rem mineralización que se da en el hueso cortical de los dientes intervenidos.

Sin embargo, pocos estudios se han realizado para comprobar la efectividad de la piezoincisión en humanos. Por esta razón, la evidencia clínica de que esta técnica tiene efectos positivos en la aceleración dental y en la retracción canina en casos con extracciones de primeros premolares, es mínima. En los estudios de Abbas y Col. (6) y Aksakalli y Col. (19), se tienen muestras de 20 y 10 pacientes respectivamente, donde se compara la velocidad de retracción canina entre el grupo intervenido y el grupo control. En el estudio de Aksakalli, la distalización canina asistida por piezoincisión disminuyó la duración total del tratamiento y la pérdida de anclaje en la región molar. La duración de la distalización canina para el grupo de piezoincisión fue en promedio 3.54 meses, mientras que en el grupo control el promedio fue 5.59 meses. La pérdida de anclaje para los primeros molares, fue menor y la distalización canina fue mayor en el grupo piezoincisión que en el grupo control.

Estos reportes están en contraposición con los resultados obtenidos en el presente estudio, donde no se encontraron diferencias estadísticamente entre la velocidad de retracción canina para el lado tratado con piezocisión y el lado control a los 30 ($P=0.3750$), 70 ($P=0.1250$) y 90 días ($P=0.3750$) de realizada la intervención.

Aksakalli y Col. (19) y Abbas y Col (6,34), quienes evaluaron la influencia de la piezoincisión en el movimiento dental, contaban con un grupo control, igual que el de este estudio, para comparar la tasa de movilidad dental con el grupo intervenido. Pero si diferían respecto al tiempo en que se hizo la piezoincisión y la forma en que se realizó la retracción canina. En el estudio de Abbas, la piezoincisión se realizó en mesial y distal de la tabla ósea del canino a retraer, un día después de la extracción del primer premolar. Con el mismo piezótomo se removió el hueso interseptal, mesial al premolar extraído, esto con la intención de facilitar el movimiento. Los pacientes tenían montaje completo, y la retracción se hizo con resortes de NiTi. En el estudio de Aksakalli, también realizaron piezoincisiones después de las exodoncias (no se reporta tiempo) y de la fase de alineación y nivelación. Los resultados de ambas investigaciones reportaron un aumento en la velocidad de la retracción canina en el lado experimental, comparada con el lado de control. Resultados que difieren a los de este estudio, donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de piezoincisión y el grupo control

Las diferencias en los resultados pueden estar asociadas al grado de injuria realizado, ya que en los estudios reportados se realizaron dos incisiones en el hueso (6,34), y en uno de ellos, el hueso interseptal fue removido (19), mientras que en este estudio solo se realizó una incisión en distal al canino. Estos hallazgos sugieren que no está plenamente definida la cantidad de injuria que debe realizarse en el hueso para obtener una activación celular satisfactoria, que minimice la duración de la fase II del movimiento dental y por tanto tenga un efecto clínico de aceleración significativo.

Alikhani y Col. (3) en su estudio de las MOP, realizaron primero las exodoncias de los primeros premolares maxilares y luego procedieron a la cementación de la aparatología fija y la alineación y nivelación, previa a la retracción canina. La retracción solo se inició cuando fueron realizadas las MOP en el lado derecho, 6 meses después de las exodoncias, dejando el lado izquierdo como control. Los resultados fueron positivos para el aumento de la tasa de movimiento dental del lado intervenido comparado con el lado de control, en contraposición con los resultados obtenidos en el presente estudio.

Estos hallazgos sugieren que un factor que puede influenciar los resultados es el orden en el que fueron realizados los procedimientos, de esta forma al realizar las exodoncias después de las piezoincisiones, los fenómenos que ocurren a nivel celular cuando se extraen los premolares, pudieron superponerse a los que se producen con la piezoincisión y por tanto afectar el resultado final. En este estudio, las piezoincisiones se realizaron 15 días antes de las extracciones con la finalidad de analizar a nivel celular, en una segunda fase del estudio, los posibles marcadores de osteoclastos y osteoblastos que se expresaron en el ligamento periodontal de los dientes extraídos.

Sin embargo, la literatura, reporta que el RAP en seres humanos comienza pocos días después de la piezoincisión, y que la fase de mayor actividad puede ser de 1 a 2 meses, decreciendo posteriormente hasta los 6 meses o más de realizada la intervención (37). Lee y Col. (38) también reportan en su estudio que una vez que el hueso se ha desmineralizado, se presenta una ventana de 3 a 4 meses de oportunidad para mover los dientes rápidamente a través de la matriz ósea desmineralizada, antes de que el hueso alveolar se remineralice. Esto discrepa de lo encontrado en este estudio, ya que se realizaron mediciones a los 30, 70 y 90 días de haberse realizado la piezocisión y en ninguno de estos tiempos hubo diferencias estadísticamente significativas entre los datos obtenidos de los grupos experimentales y los controles, sugiriendo que el RAP obtenido por la piezoincisión no tuvo un efecto prolongado en el tiempo como reporta la literatura y que por tanto, los resultados pueden estar más asociados a la magnitud de la injuria, que al orden de la realización de los procedimientos quirúrgicos.

Respecto a la velocidad del movimiento dental, Buschang y Col. (39) reportan que en humanos se pueden esperar movimientos dentales aproximados de 4-6 mm en 2-3 meses por efecto de la duración del RAP. En los resultados del presente estudio un paciente presentó un movimiento final para T3 (90 días post-piezoincisión) de 5.56 mm en el lado control, que según lo reportado en el estudio de Buschang y Col., se encuentra dentro del rango de movimiento dental que se puede conseguir con la intervención quirúrgica, desvirtuando de algún modo la idea de que con la piezoincisión se puede conseguir movimientos dentales más rápidos. Esto sugiere que el efecto de la piezocisión puede no ser superior a los efectos de la variabilidad individual y que se pueden esperar resultados similares obtenidos con la ortodoncia convencional, sin la necesidad de realizar piezoincisión.

Resultados similares son descritos por Aylıkçı y Sakin (35). En su reporte de caso de una paciente de 19 años, en el que primero se realizaron las exodoncias de los primeros premolares superiores y luego se realizó la cementación de la aparatología fija superior, sin involucrar los incisivos. Después de finalizada la fase de alineación con arcos segmentarios, se realizó la piezoincisión en el lado derecho, dejando el lado izquierdo como control y la retracción canina se realizó con resorte cerrado. Se obtuvo una distalización de 3-4 mm en las primeras 4 semanas en el lado derecho y de 5 semanas en el lado izquierdo. La distalización canina fue más rápida en el lado derecho, especialmente durante las primeras 4 semanas. La cantidad de movimiento dental disminuyó después de la cuarta semana. Los autores suponen que estos resultados se presentaron por la naturaleza transitoria del RAP y que la piezoincisión no proporcionó una reducción dramática del tiempo durante la distalización canina. Ellos concluyen que la reducción del tiempo de tratamiento no fue "rentable" en la distalización canina.

Por otra parte, Hoffmann y Col. (21) reportan en su revisión sistemática, que un indicador exacto del efecto acelerador sólo se dio en 4 de 13 artículos seleccionados para el estudio. En las publicaciones restantes, fue imposible medir este ítem debido a la falta de un grupo de control. En otra revisión sistemática realizada por Hoogeveen y Col. (20), reportan que las observaciones clínicas y los experimentos con animales han demostrado

claramente que se presenta un movimiento temporal acelerado dental después de la intervención quirúrgica. Sin embargo, ellos exponen que no es muy claro cómo esto afecta la duración total del tratamiento, ya que esto dependerá de la indicación del momento correcto de la cirugía. Además, el número de citas y la cantidad de tiempo de silla necesaria para terminar el tratamiento, podrían ser mayores debido a los intervalos más cortos recomendados entre los controles, para aprovechar la ventana de tiempo de trabajo en la aceleración del movimiento dental que proporciona el RAP.

Varias investigaciones reportan la efectividad de la técnica de piezoincisión en casos sin extracciones, como se describe en diferentes reportes de casos (40–42), donde solo utilizan la piezoincisión como co-ayudante en la fase alineación y nivelación. Estos reportes concluyen, que utilizando la piezoincisión se pueden conseguir resultados positivos en cuanto a la reducción de los tiempos para el cumplimiento de los objetivos del tratamiento ortodóncico. Pero debemos poner en consideración estos resultados, ya que a pesar que los tiempos de finalización de los tratamientos aparentemente son cortos, estos reportes de casos no presentan puntos de comparación al no tener un grupo control, como si los presentan los estudios de cierre de espacio post-exodoncia por medio de la retracción canina mencionados anteriormente (6,19,35). Esto puede poner en duda la efectividad de la piezoincisión, ya que la variabilidad individual puede ser un factor grande de confusión al analizar los resultados para cada caso en particular.

Adicional a la ausencia de resultados estadísticamente significativos en este estudio, es necesario considerar algunos riesgos que pueden presentarse al realizar la piezoincisión. La literatura reporta que uno de ellos es la reabsorción radicular, y se especula que esta puede presentarse debido a la activación del RAP inducido por la injuria que se realiza a la cortical alveolar, el cual produce una desmineralización y osteopenia temporal en el hueso que rodea a las raíces de los dientes tratados. Esto conlleva a que los dientes que han sido tratados por corticotomías, experimenten un recambio del hueso alveolar y del ligamento periodontal más rápido y extenso que los dientes no tratados (43).

Aunque este estudio no hace análisis de la reabsorción radicular asociada a la piezoincisión, este es un riesgo que debe ser tenido en cuenta al momento de hacer uso de esta herramienta clínica. Esto debido a que tanto a nivel celular, donde ocurren procesos metabólicos que pueden inducir a que se produzca reabsorción de la raíz, como en la parte clínica, donde la planificación previa de la piezoincisión por parte del cirujano y la experticia que él tenga respecto al procedimiento, son factores que pueden influir en la aparición de este evento.

9. CONCLUSIONES

La injuria obtenida con una única piezoincisión, distal al canino a retraer, no es suficiente para generar una diferencia significativa en la velocidad de movimiento dental de retracción canina.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la velocidad de retracción canina en el grupo de piezoincisión y el grupo control a los 15, 55 y 75 días de empezar la retracción.

Las diferencias de velocidad de retracción canina interindividuales para este estudio, son mayores que las diferencias observadas cuando comparamos el grupo tratado con piezoincisión con el grupo control.

10. BIBLIOGRAFIA

1. Aristizábal J. Accelerated orthodontics and express transit orthodontics (ETO)®, a contemporary concept of high efficiency. *CES Odontol* [Internet]. 2014;27(1):56–73. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-971X2014000100006
2. Mérida I. Movimiento Ortodóntico y sus factores modificantes, Revisión bibliográfica. *Rev Latinoam Ortod y Odontopediatría*. 2011;1–23.
3. Alikhani M, Raptis M, Zoldan B, Sangsuwon C, Lee YB, Alyami B, et al. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2013;144(5):639–48. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.06.017>
4. Sebaoun J-DM, Surmenian J, Dibart S. Traitements orthodontiques accélérés par piézocision : une alternative mini-invasive aux corticotomies alvéolaires. *Clin varia Orthod Fr*. 2011;82:311–9.
5. Murphy KG, Wilcko MT, Wilcko WM, Ferguson DJ. Periodontal Accelerated Osteogenic Orthodontics: A Description of the Surgical Technique. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2009;67(10):2160–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joms.2009.04.124>
6. Abbas NH, Sabet NE, Hassan IT. Evaluation of corticotomy-facilitated orthodontics and piezocision in rapid canine retraction. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2016;149(4):473–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.09.029>
7. Krishnan V, Davidovitch Z. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2006;129(4):1–32.
8. Masella RS, Meister M. Current concepts in the biology of orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2006;129(4):458–68.
9. Sharma R, Preethi N, Sidana A. Neurological mechanisms involved in orthodontic tooth movement : A contemporary review. *Int J Contemp Dent Med Rev*. 2015;1–7.
10. Gomperts B. D. Tatham P. E. R KIM. *Signal Transduction*. 2009;Second edi:269–74.
11. González O, Otero L, Ariza J, Champsaur D, Forero C, Martínez A, et al. Fenómenos Moleculares Asociados a La Magnitud De La Fuerza Ortodóntica. 2003;
12. Horton EW. Hypotheses on physiological roles of prostaglandins. *Physiol Rev* [Internet]. 1969 Jan 1 [cited 2017 Feb 25];49(1):122–61. Available from: <http://physrev.physiology.org/content/49/1/122>
13. Huang H, Williams RC, Kyrkanides S. Accelerated orthodontic tooth

- movement: Molecular mechanisms. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2014;146(5):620–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2014.07.007>
14. Cate ARTEN, Mills C. The Development of the Periodontium: The Origin of Alveolar Bone. :69–77.
 15. Clarke B. Normal bone anatomy and physiology. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2008;3 Suppl 3:131–9.
 16. Montecinos BR, Zeni SN. Marcadores bioquímicos del remodelamiento óseo . Utilidad clínica. *Acta Bioquímica Clínica Latinoam*. 2009;43(2):177–93.
 17. Luis C, Servicio A, Hospital DR, Central U, Avda DA. Osteoclastos: mucho más que células remodeladoras del hueso. 2014;109–21.
 18. Alikhani M, Alyami B, Lee IS, Almoammar S, Vongthongleur T, Alikhani M, et al. Saturation of the biological response to orthodontic forces and its effect on the rate of tooth movement. *Orthod Craniofac Res*. 2015;18(S1):8–17.
 19. Aksakalli S, Calik B, Kara B, Ezirganli S. Accelerated tooth movement with piezocision and its periodontal/transversal effects in patients with Class II malocclusion. *Angle Orthod*. 2016;86(1):59–65.
 20. Hoogeveen EJ, Jansma J, Ren Y. Surgically facilitated orthodontic treatment: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2014;145(4 SUPPL.):S51–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.11.019>
 21. Hoffmann S, Papadopoulos N, Visel D, Visel T, Jost-Brinkmann P-G, Präger TM. Influence of piezotomy and osteoperforation of the alveolar process on the rate of orthodontic tooth movement: a systematic review. *J Orofac Orthop / Fortschritte der Kieferorthopädie* [Internet]. 2017; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28321457> <http://link.springer.com/10.1007/s00056-017-0085-1>
 22. Nimeri G, Kau CH, Abou-Kheir NS, Corona R, Davidovitch Z, Meikle M, et al. Acceleration of tooth movement during orthodontic treatment - a frontier in Orthodontics. *Prog Orthod* [Internet]. 2013;14(1):42. Available from: <http://progressinorthodontics.springeropen.com/articles/10.1186/2196-1042-14-42>
 23. Pg H, Maharashtra NM-, Pg H, Maharashtra NM-. Medical Science Wilckodontics-Accelerated Osteogenic Orthodontics and Piezocision Dr Rizwan M Sanadi Dr Manan Doshi Dr Jayant R Ambulgekar Dr Xerxes D Khambatta ABSTRACT Reader , Dept of Periodontics , Yerala Medical Trust & Research Centre ' s Dental Col. 2012;(2277):93–5.
 24. Yassaei S, Fekrazad R, Shahraki N, Shahraki N. Effect of Low Level

- Laser Therapy on Orthodontic Tooth Movement: A Review Article. www.jdt.tums.ac.ir May J Dent. 2013;10(103):264–72.
25. Alikhani M, Lopez JA, Alabdullah H, Vongthongleur T, Sangsuwon C, Alikhani M, et al. High-Frequency Acceleration. *J Dent Res* [Internet]. 2016;95(3):311–8. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0022034515621495>
 26. Wu SH, Zhong ZM, Chen JT. Low-magnitude high-frequency vibration inhibits RANKL-induced osteoclast differentiation of RAW264.7 cells. *Int J Med Sci*. 2012;9(9):801–7.
 27. Dibart S, Keser E, Nelson D. Piezocision-assisted orthodontics: Past, present, and future. *Semin Orthod* [Internet]. 2015;21(3):170–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.sodo.2015.06.003>
 28. Dibart S, Yee C, Surmenian J, Sebaoun JD, Baloul S, Goguet-Surmenian E, et al. Tissue response during Piezocision-assisted tooth movement: A histological study in rats. *Eur J Orthod*. 2014;36(4):457–64.
 29. Kim SJ, Park YG, Kang SG. Effects of corticision on parodontal remodeling in orthodontic tooth movement. *Angle Orthod*. 2008;79(2):284–91.
 30. Kim YS, Kim SJ, Yoon HJ, Lee PJ, Moon W, Park YG. Effect of piezopuncture on tooth movement and bone remodeling in dogs. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2013;144(1):23–31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2013.01.022>
 31. Wang L, Lee W, Lei D lin, Liu Y pu, Yamashita DD, Yen SLK. Tissue responses in corticotomy- and osteotomy-assisted tooth movements in rats: Histology and immunostaining. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2009;136(6):770.e1-770.e11. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2009.05.015>
 32. Dyke E Van, Ferguson DJ. *NIH Public Access*. 2008;79(9):1679–88.
 33. Baloul SS, Gerstenfeld LC, Morgan EF, Carvalho RS, Van Dyke TE, Kantarci A. Mechanism of action and morphologic changes in the alveolar bone in response to selective alveolar decortication-facilitated tooth movement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2011;139(4 SUPPL.):S83–101. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2010.09.026>
 34. Abbas, N.H., Sabet, N.E., Hassan IT. The effect of using piezocision technique in orthodontic tooth movement on the periodontal condition. *Egypt Dent J*. 2011;57(3047).
 35. Sakin C, Aylıkci O. Piezocision-assisted canine distalization. *J Orthod Res* [Internet]. 2013;1(2):70. Available from: <http://www.jorthodr.org/text.asp?2013/1/2/70/116288>
 36. Patterson BM, Dalci O, Papadopoulou AK, Madukuri S, Mahon J, Petocz P, et al. Effect of piezocision on root resorption associated with

- orthodontic force: A microcomputed tomography study. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2017;151(1):53–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.06.032>
37. Yaffe A, Fine N, Binderman I. Regional accelerated phenomenon in the mandible following mucoperiosteal flap surgery. *J Periodontol*. 1994;65(1):79–83.
 38. Lee W, Karapetyan G, Moats R, Yamashita D-D, Moon H-B, Ferguson DJ, et al. Corticotomy-/osteotomy-assisted tooth movement microCTs differ. *J Dent Res*. 2008;87(9):861–7.
 39. Buschang PH, Campbell PM, Ruso S. Accelerating Tooth Movement With Corticotomies: Is It Possible and Desirable? *Semin Orthod* [Internet]. 2012;18(4):286–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.sodo.2012.06.007>
 40. Dibart S, Surmenian J, Sebaoun JD, Montesani L. Rapid treatment of Class II malocclusion with piezocision: two case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2010;30(5):487–93.
 41. Keser EI, Dibart S. Sequential piezocision: A novel approach to accelerated orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2013;144(6):879–89. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.12.014>
 42. Dibart, Serge; Sebaoun, Jean David; Surmenian J. Piezocision: A Minimally Invasive, Periodontally Accelerated Orthodontic Tooth Movement Procedure [Internet]. Vol. 30, Compendium of Continuing of Education in Dentistry. 2009. Available from: <https://www.dentalaegis.com/cced/2009/08/case-report-piezocision-a-minimally-invasive-periodontally-accelerated-orthodontic-tooth-movement-procedure>
 43. Mostafa YA, Mohamed Salah Fayed M, Mehanni S, ElBokle NN, Heider AM. Comparison of corticotomy-facilitated vs standard tooth-movement techniques in dogs with miniscrews as anchor units. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2009;136(4):570–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.10.052>