

ACTUALIDAD EN ORTODONCIA: LAS MICRO-OSTEOPERFORACIONES EN LA ACELERACIÓN DEL TRATAMIENTO ORTODÓNICO

EDITH LOSOVIZ, ESTER GANIEWICH, STELLA FLORES DE SUAREZ*

* Docentes de la carrera de Ortodoncia del Ateneo Argentino de Odontología.

RESUMEN

La búsqueda por encontrar métodos para acortar la duración de los tratamientos de ortodoncia tiene un pasado reciente, un presente y un futuro. Las fuerzas ortodóncicas que se ejercen sobre la membrana periodontal producen movimientos dentarios por modificaciones histológicas y biomoleculares. El conocimiento de los procesos biológicos da lugar a implementar cambios para favorecer la aceleración de los procesos resortivos y neoformativos. El objetivo de esta publicación es hacer una breve síntesis de lo acontecido con este tema y exponer el procedimiento de las micro-osteoperforaciones (MOPs) como una opción complementaria al tratamiento de ortodoncia convencional. Aún no existe suficiente apoyo de ensayos clínicos en humanos para aseverar su éxito. Más aún, distintos autores publican conclusiones contradictorias. Es de esperar que, en breve, nuevas investigaciones contribuyan a respaldarlo o desestimarlos.

Palabras clave: micro-osteoperforaciones, ortodoncia, aceleración, movimiento dentario.

ABSTRACT

The quest to find methods to shorten the duration of orthodontic treatments has a recent past, a present, and a future. Orthodontic forces exerted on the periodontal membrane produce tooth movements by histological and biomolecular modifications. Knowledge of biological processes results in changes to promote the acceleration of spring and neoformative processes. The objective of this publication is to make a brief synthesis of what happened with this topic and expose the micro-osteoperforations (MOPs) procedure as a complementary option to conventional orthodontic treatment. There is not yet enough support from human clinical trials to assert its success. Moreover, different authors publish conflicting conclusions. It is to be expected that, shortly, further investigations will help to support or dismiss it.

Keywords: micro-osteoperforation, orthodontic, acceleration, tooth movement.

INTRODUCCIÓN

Una contrariedad en la ortodoncia es el tiempo prolongado del procedimiento, lo que lleva a los pacientes, especialmente a los adultos, a evitar el tratamiento o buscar opciones, tales como: alineadores, prótesis fija, carillas o implantes con resultados inferiores a los superadores posibles.

La duración media del tratamiento de ortodoncia es de aproximadamente 2 años. Tal extensión plantea posibles riesgos como caries, inflamación, recesión gingi-

val, resorción de la raíz, descalcificación del esmalte; pero, además, y muy importante, puede desalentar la cooperación del paciente, otro factor de retardo.

El rol del odontólogo, con un diagnóstico cuidadoso y la planificación adecuada, más la cooperación del paciente, pueden afectar favorablemente la duración del tratamiento. Pero existe otro factor que controla la tasa del movimiento dental: la respuesta biológica a las fuerzas ortodóncicas.

Las fuerzas ortodóncicas que se ejercen sobre la membrana periodontal producen movimientos dentarios

por eventos mecánicos, químicos y celulares que permiten alteraciones estructurales y contribuyen al movimiento del diente. El conocimiento de dichos procesos biológicos dio lugar a implementar cambios para favorecer la aceleración de los procesos resorptivos y neoformativos.

Un desafío de la ortodoncia es la disminución del tiempo de tratamiento sin comprometer su resultado. Muchos métodos se han puesto en práctica, más o menos invasivos, pero que, a la fecha, no fueron implementados rutinariamente en la atención clínica.

El objetivo de esta publicación es hacer una breve síntesis de lo acontecido en el tema y exponer el procedimiento de las micro-osteoperforaciones (MOPs) como una posible opción complementaria al tratamiento de ortodoncia convencional.

BIOLOGÍA DEL MOVIMIENTO DENTARIO

Es importante primero aclarar que, de acuerdo con Donald Enlow (1), debería utilizarse el término “membrana periodontal”, a menudo llamado ligamento periodontal. Dice textualmente:

La membrana periodontal, a menudo también es llamada ligamento periodontal. En realidad, se trata de un ligamento maduro en cuanto a su estructura histológica en la forma más estable del adulto. Sin embargo, el término membrana es mucho más adecuado para el periodo de crecimiento en la infancia. El periodonto tiene una membrana de tejido conjuntivo muy activa y dinámica, que no sólo sostiene físicamente a la pieza dentaria (no es solamente un ligamento). Esta membrana: 1) contribuye al crecimiento y al desarrollo del diente, 2) participa directamente en la erupción del diente, 3) participa directamente en los movimientos de deriva, orientación y rotación del diente, 4) proporciona la formación de tejido óseo, que reviste a la cavidad alveolar, y 5) participa directamente en la remodelación extensa del hueso que acompaña a los movimientos de los dientes. Por estas razones, el término “membrana” periodontal se relaciona más estrechamente con las funciones verdaderamente dinámicas de esta capa de tejido conjuntivo. Por otra parte, el término “ligamento” indica un tipo más estable, inactivo y no cambiante de tejido que tiene una sola función: la inserción fibrosa. Desde luego, el hueso alveolar es de origen intramembranoso y lo produce la membrana periodontal.

El movimiento dentario es el resultado de la tracción y compresión a la que está sometida la membrana

periodontal por las fuerzas ortodóncicas. Desencadenan una actividad dinámica de procesos catabólicos (reabsorptivos) y anabólicos (neoformativos) en los que participan osteoclastos, osteoblastos y osteocitos.

La resorción ósea juega un papel significativo en el movimiento de los dientes. Por lo tanto, es fundamental la presencia de osteoclastos para llevar a cabo dicha tarea. Dichos osteoclastos se generan por un proceso de diferenciación celular a partir de células madre hematopoyéticas y de la actividad de precursores osteoclásticos indiferenciados.

La compresión y la tensión inmediatamente deforman y constriñen los vasos sanguíneos y dañan células en la membrana periodontal. La respuesta inflamatoria aguda aséptica inicial está marcada por una avalancha de quimioquinas y citoquinas (proteínas mediadoras de la comunicación intercelular), osteoblastos, fibroblastos y células endoteliales.

Las células inflamatorias infiltrantes mantienen altos niveles de quimioquina y citoquina para apoyar la diferenciación de precursores de osteoclastos en células gigantes multinucleadas que realizan el proceso de reabsorción del hueso alveolar que es necesario para que los dientes se muevan. Igualmente importante es la presencia continua de quimioquinas y citoquinas antiinflamatorias, que moderan los procesos proinflamatorios y osteolíticos destructivos.

Estos datos permitieron valorar y aprovechar las respuestas proinflamatorias para acelerar de forma segura el movimiento del diente con ortodoncia. Si el hueso fuera irritado quirúrgicamente se iniciaría una cascada de inflamación que provocaría un aumento de la osteoclastogénesis causando un movimiento dental más rápido.

Harold Frost publica una revisión del llamado “Fenómeno de Aceleración Regional”, del inglés *Regional Acceleratory Phenomenon* (RAP). Explica que, frente a determinados estímulos, se producen en los tejidos de los mamíferos reacciones complejas. El fenómeno ocurre regionalmente en un sentido anatómico, involucrando a tejidos blandos y duros y está caracterizado por una potenciación y aceleración de la mayoría de los procesos en actividad de los tejidos vitales normales. Piensa que pueden representar un mecanismo de emergencia que evolucionó para favorecer la cicatrización y las reacciones defensivas del tejido local. Al mejorar las diversas etapas curativas, este fenómeno hace que la curación ocurra 2 a 10 veces más rápido que la curación fisiológica normal (2).

Otros autores se refieren a este proceso denominándolo “ortodoncia osteogénica acelerada periodontalmente”, del inglés *Periodontally Accelerated Osteogenic Orthodontics* (PAOO). (3)

Diversos factores influyen en la regulación o desequilibrio del ciclo de remodelado, entre los que destaca el sistema intercelular proteico RANK/RANKL/OPG, encargado de la activación y diferenciación de células óseas, el cual será comentado más detalladamente en párrafos posteriores. Induce a la formación de osteoclastos y a la presencia de varios mediadores inflamatorios como las citocinas IL-1, IL-8, TNF-alpha, etc.

Para entender el principio en el que se basa la técnica de las micro-osteoperforaciones para la aceleración del movimiento dentario con ortodoncia, es necesario recordar cuál es la fisiología del hueso y qué recursos pueden modificarla favorablemente a los fines propuestos. Se detalla, a continuación, una síntesis de los procesos metabólicos que se producen a nivel óseo.

Componentes del hueso

El hueso está compuesto por células y matriz extracelular. Las células más importantes y decisivas en la reabsorción y neoformación del hueso son los osteoblastos y los osteoclastos. La matriz extracelular, que es un medio de integración fisiológico, tiene componentes moleculares orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos son el colágeno Tipo I (cuya función principal es la resistencia al estiramiento), las proteínas y los proteoglicanos (moléculas moduladoras de señales en procesos de comunicación entre las células y su entorno). El componente inorgánico primordialmente está compuesto por calcio y fósforo. La conjunción del material orgánico e inorgánico es la que va a dar una de las características más importante del hueso: integridad mecánica y elasticidad (Fig. 1).

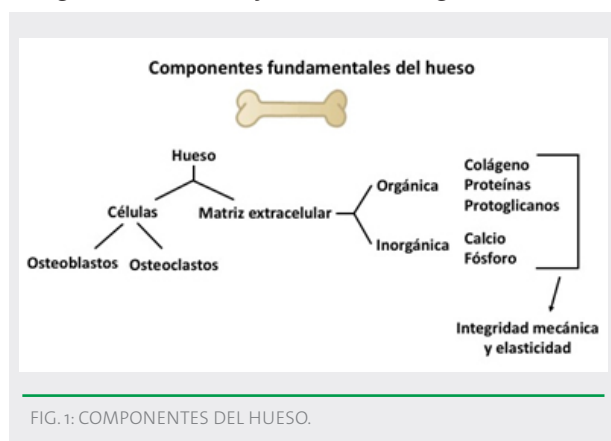


FIG. 1: COMPONENTES DEL HUESO.

Comportamiento celular: intercomunicación

Las células pueden detectar lo que pasa a su alrededor y responder en tiempo real a las señales que provienen del medio ambiente y de sus vecinas, envían y reciben millones de mensajes en forma de moléculas señalizadoras. A este proceso se lo llama “señalización celular”.

Resumen de la señalización celular

Generalmente son señales químicas a través de proteínas u otras moléculas producidas por una célula emisora (generalmente moléculas grandes e hidrófilas y corresponden a neurotransmisores, hormonas, citoquinas, factores de crecimiento, moléculas de superficie celular y de estimulación sensorial). (4) Esta señal puede ser captada por ella misma o ser secretadas y liberadas al espacio extracelular. No todas las células pueden captar un mensaje específico. Cuando una célula tiene el receptor adecuado para esa señal es llamada “célula diana” (Fig. 2).

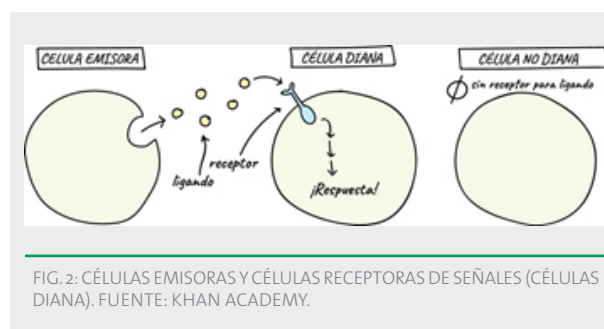
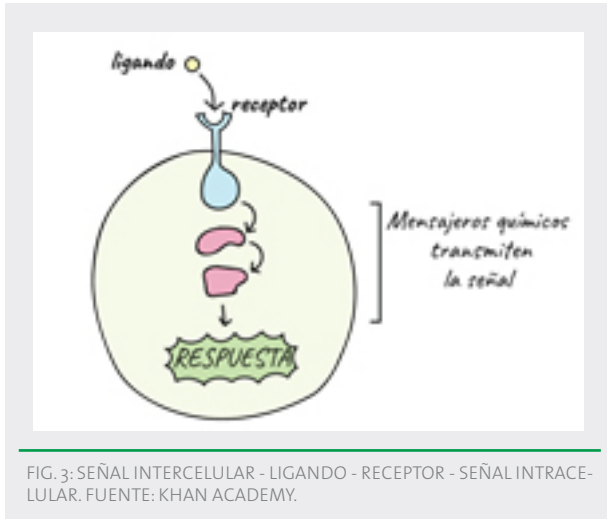


FIG. 2: CÉLULAS EMISORAS Y CÉLULAS RECEPTORAS DE SEÑALES (CÉLULA DIANA). FUENTE: KHAN ACADEMY.

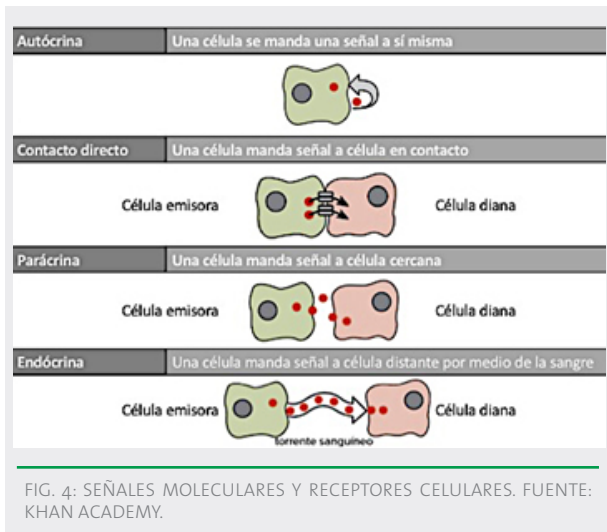
Cuando una molécula señalizadora se une a su receptor, altera la forma o la actividad del receptor, lo que desencadena un cambio dentro de la célula. Debido a que las moléculas señalizadoras funcionan uniéndose a receptores específicos, estas moléculas se conocen como ligandos, un término general para las moléculas que se unen de manera específica a otras moléculas.

El mensaje que lleva el ligando con frecuencia pasa a través de una cadena de mensajeros químicos dentro de la célula y conduce finalmente a un cambio en la misma, como una modificación en la actividad de un gen o incluso la inducción de todo un proceso como la división celular (transducción) (Fig. 3). Así, la señal intercelular (entre células) se convierte en una señal intracelular (dentro de la célula) que dispara una respuesta.



Formas de señalización

La señalización intercelular implica la transmisión de una señal de una célula emisora a una receptora y existen cuatro categorías básicas de señalización química en los organismos multicelulares, que depende de la distancia entre las células y puede ser por contacto directo, parácrina, autócrina y endócrina (Fig. 4).



Una de ellas es la señalización parácrina en que las células están cerca unas de otras y se comunican mediante la liberación de mensajeros químicos (ligandos que pueden difundirse a través del espacio entre las células).

La señalización parácrina permite a las células coordinar sus actividades de manera local con sus vecinas. Aunque se usan en muchos contextos y tejidos, las señales parácrinas son especialmente importantes durante el desarrollo, cuando permiten que un

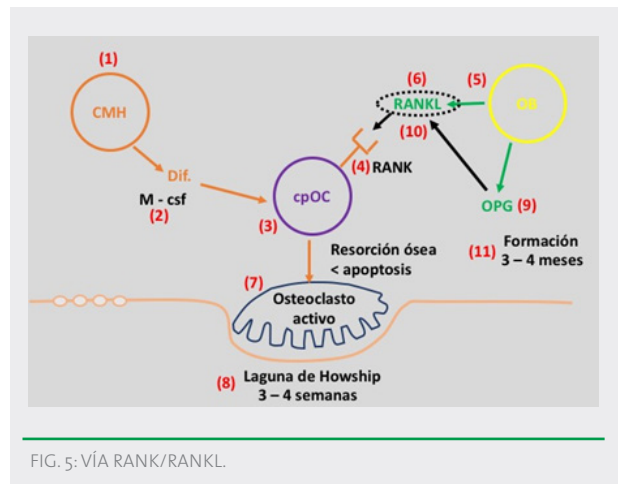
grupo de células le diga a un conjunto vecino qué identidad celular debe adoptar.

Activación y diferenciación de células óseas: Sistema RANK/RANKL

La vía RANK/RANKL es un sistema intercelular proteico encargado de la activación y diferenciación de células óseas. (5)

RANK son siglas del inglés *Receptor Activator for Nuclear Factor κB* y RANKL es el ligando correspondiente. El factor nuclear kappa Beta (κB) es un complejo proteico que controla la transcripción del ADN.

Una desregulación en alguno de sus componentes puede generar un aumento en la reabsorción ósea. Esta es la base biológica del accionar de las MOPs (Fig. 5).



1. A partir de la célula madre hematopoyética (CMH) (1), por procesos de diferenciación estimulados por el factor estimulante de colonias de macrófagos (m-csf), que es una citoquina, (2) se va a diferenciar una célula precursora osteoclástica (cpOC) (3).
2. La célula precursora osteoclástica tiene un receptor de RANK (4).
3. El osteoblasto (OB) (5) segrega RANKL (6) que es un ligando que se une a Rank.
4. Este estímulo hace que la pcOC se diferencie en Osteoclasto Activo (7) el cual favorece la reabsorción ósea y disminuye la apoptosis (muerte de los osteoclastos).
5. Se generan las lagunas de Howship (8) que estarían presentes durante 3 a 4 semanas.
6. El osteoblasto también segrega otra sustancia llamada osteoprogesterina (OPG) (9) que va a denegar los efectos anteriormente descritos a través de un señuelo que actúa uniéndose al ligando RANKL (10), disminuyendo la actividad de esta vía.

7. Cuando actúan los osteoblastos, acción que generalmente continúa, se da el proceso de formación o de re-osificación y este proceso tarda de 3 a 4 meses (11). Puede verse qué activa y qué desactiva el sistema de reabsorción y de formación o re-osificación.

Los osteoclastos (macrófagos) van a promover, entre otros, la formación de citoquinas proinflamatorias.

En la membrana periodontal, a nivel molecular, existen proteínas esenciales para la comunicación intercelular llamadas “mediadores”. Por ejemplo, las citoquinas y quimioquinas, son pequeñas proteínas (5), producidas y secretadas en forma transitoria por efecto de un estímulo, que permiten el intercambio de información entre las diferentes células durante el proceso de inflamación que pueden influir en la presencia de mediadores llamados “marcadores inflamatorios”.

La propuesta de las MOPs se presenta como un procedimiento actualizado auxiliar de microtrauma controlado a nivel dentoalveolar, que favorecería la presencia de estos marcadores inflamatorios, que podrían acelerar el movimiento del diente a través de intervenciones quirúrgicas mínimas (Fig. 6). (7)



Las fuerzas ortodóncicas por sí mismas desencadenan vías inflamatorias y actividad osteoclastica, por lo cual se presume que dicho microtrauma amplificaría la expresión de marcadores inflamatorios que normalmente se expresan durante el tratamiento de ortodoncia y que esta respuesta amplificada aceleraría, tanto la resorción ósea, como el movimiento dental. Para probar esta hipótesis Mani Alikhani y col. lo aplicaron en ratas y en un ensayo clínico en humanos. (8, 28) En ratas adultas, el tratamiento con MOPs aumentó significativamente la tracción molar con aumentos concomitantes en la expresión inflamatoria de citoquinas, osteoclastogénesis y remodelación ósea alveolar. Del mismo modo, en humanos, las MOPs aumentaron la tasa de retracción canina concomitante con el aumento de los niveles de TNF

e IL-1 investigado en el líquido crevicular gingival. La siguiente es una transcripción textual de sus resultados y conclusiones:

... Este fue el primer estudio del efecto de las MOPs en la tasa de movimiento dental en los seres humanos. Hemos demostrado que las MOPs son un procedimiento eficaz, cómodo y seguro que acelera significativamente el movimiento dental y podría resultar en tratamientos de ortodoncia más cortos. Son necesarios estudios futuros sobre el efecto del número y la frecuencia de las MOPs... Conclusiones: 1. Las MOPs aumentaron significativamente la expresión de citoquinas y quimioquinas conocidas por reclutar precursores osteoclasticos y estimular la diferenciación de osteoclastos; 2. las MOPs aumentaron la tasa de retracción canina 2,3 veces en comparación con el grupo de control; 3. los pacientes reportaron sólo molestias locales leves en el lugar el día en que se realizaron las MOPs. En los días 14 y 28, se experimentó poco o ningún dolor; 4. Las MOPs son un procedimiento eficaz, cómodo y seguro para acelerar el movimiento dental durante el tratamiento de ortodoncia...

TÉCNICAS DE ORTODONCIA ACCELERADA

Los tiempos de los tratamientos de ortodoncia generalmente se extienden entre 12-48 meses. Muchos métodos están disponibles para acelerar el movimiento dental y se los puede agrupar en “no quirúrgicos” como, por ejemplo: la medicación y la estimulación física/mecánica; y “quirúrgicos” que incluyen la corticotomía, la piezocisión y las micro-osteoperforaciones, entre otras.

Métodos no quirúrgicos

Medicamentosos

Se han utilizado drogas tales como vitamina D, prostaglandina, interleuquinas, hormona paratiroidea, etc. Pero todos estos medicamentos tienen algunos efectos adversos. Por ejemplo, la prostaglandina causa un aumento generalizado de la inflamación y causa resorción de la raíz. Por lo tanto, no existe ningún medicamento que pueda acelerar, con seguridad, el movimiento ortodóncico de los dientes.

Estimulación física/mecánica

Láser

La terapia láser de baja intensidad puede acelerar la regeneración ósea y estimular la síntesis de colágeno, que es la proteína matriz principal en el hueso. En la última década, muchos estudios han intentado

determinar las vías histoquímicas directamente asociadas con el movimiento del diente en ortodoncia. Se observó un aumento de la actividad osteoblástica y osteoclástica *in vivo* e *in vitro* producido por mecanismos que regulan la osteoclastogénesis, así como la supervivencia y activación de los osteoclastos (vía de señalización de RANKL/RANK).

Varios estudios sobre la terapia láser de bajo nivel han demostrado que el movimiento del diente de ortodoncia se incrementó en un 30-60%. Las variaciones entre los estudios parecen surgir de variaciones en la frecuencia de aplicación e intensidad del láser y, el método de aplicación de fuerza, en el diente. Sin embargo, otros estudios niegan su efectividad (9).

Vibración

Se han realizado trabajos experimentales sobre ratas aplicando vibración para agilizar el movimiento dentario a través de recursos ortodóncicos. Por ejemplo, Nishimura y col. (2008) publicaron vibración aplicada a un resorte de expansión de Ni-Ti y las muestras seccionadas mostraron aumento de la expresión RANKL en los fibroblastos y osteoclastos del ligamento periodontal de las ratas que recibieron vibración. (10) En 2010 Liu y col. publican que utilizaron un expansor de Ni-Ti en forma de omega y reportan que las ratas que recibieron vibración mostraron un 40% más de movimiento dental. (11) En el mercado aparece un nuevo producto llamado "AcceleDent" y dicho artículo es mencionado como apoyo bibliográfico en la publicación. (12)

Aparece en la web una página llamada "ortodoncia basada en la evidencia" en la que Mario Valdez se presenta como médico cirujano dentista con especialidad en ortodoncia –fundador y editor de Orthohacker– y comenta que, en sus ratos libres, busca evidencias y las comparte con los colegas. (13) Al respecto comenta:

Las últimas semanas han estado llenas de noticias atractivas para aquellos que buscamos evidencias. El tema en cuestión es el AcceleDent. Hace ya unos años escribí en Orthohacker al respecto. Al final de esa nota escribí lo siguiente: Hay que esperar y ser inquisitivos. Los mantendré informados sobre este tema conforme salgan nuevas noticias.

Pues, ya toca volver a informarlos sobre lo que hay al respecto. En anteriores días vía el Dr. Kevin O'Brien nos enteramos de la publicación de un ensayo controlado aleatorizado llamado Accelerates Tooth Movement in Orthodontic Patients: A Double-Blind, Ran-

domized Controlled Trial, publicado en el Seminars in Orthodontics la cual llegaba a la conclusión de los autores que:

La aplicación de la carga cíclica (vibración) de 0,25 N (25 gramos) a la frecuencia de 30 Hz, como un complemento al tratamiento con un aparato de ortodoncia fija, aumenta significativamente la tasa de movimiento dental ortodóncico.

Dicho artículo no fue muy bien recibido, digamos, que a muchos se nos hizo raro que el Seminars in Orthodontics pudiera publicar algo así. Tuve la oportunidad de discutir esta investigación con varios colegas, los cuales también encontraron varios agujeros en esta investigación....

De nuevo a través del Dr. O'Brien leemos otra investigación, publicada en el Journal of Dental Research, llamada "Supplemental Vibrational Force During Orthodontic Alignment A Randomized Trial". Esta investigación ofrece un resultado un tanto diferente de la anterior investigación, ya que sus autores concluyen:

Este ensayo clínico aleatorizado prospectivo encontró ninguna evidencia de que la fuerza vibracional suplementaria puede aumentar significativamente la velocidad del movimiento inicial de los dientes o reducir la cantidad de tiempo requerido para conseguir la alineación final cuando se usa en conjunción con un aparato de canto preajustado fijo.

Tenemos dos investigaciones, llevadas de manera diferente, y con resultados algo opuesto. Debido a que AcceleDent al final es un producto, nada barato, puede llegar a existir algún tipo de doble agenda al respecto, es una suposición mía.

¿Qué debemos aprender nosotros de todo esto?

Debemos aprender a leer la ciencia de una manera crítica, debemos de saber desarmar toda una investigación para de esa manera poder entender cómo llegaron a un resultado, teniendo en cuenta las limitantes, y teniendo en cuenta también los posibles conflictos de interés.

¿Y entonces que va a pasar con AcceleDent?

No se preocupen, actualmente no creo que a AcceleDent le pase algo. Lo que necesitan son más investigaciones independientes, más evidencias, más tiempo. No sé cómo está la situación económica en los países de ustedes, aquí en México digamos no está bien del todo. Así que agregar un gasto más al costo de nuestros tratamientos de ortodoncia puede ser letal para

la economía de los pacientes (los cuales muy apenas te pagan). Hasta donde tengo entendido el aparato ronda los 1000 dólares. Y todavía agrega que las evidencias no lo favorecen tanto.

Una cosa más...

Y esto quiero que quede claro, no necesitamos la respuesta de la postura oficial de AcceleDent, por favor, ellos venden el aparato, no necesitamos experiencias anecdóticas, no necesitamos opiniones, lo que necesitamos son investigaciones independientes las cuales cumplan con una metodología la cual disminuya el sesgo para poder dar una recomendación sobre el uso o no uso de este aparato.

Cabe esperar resultados con aval científico que corroboren dichos hallazgos.

Métodos quirúrgicos

Con el objetivo de acortar el movimiento dentario propiamente dicho, con aparatología ortodóncica, se introdujeron distintas técnicas quirúrgicas, tales como: la corticotomía convencional, la piezoincisión y las micro-osteoperforaciones, entre otras. Tienen como objetivo irritar quirúrgicamente al hueso para crear una herida. Esta herida inicia una respuesta inflamatoria localizada. Debido a la presencia de los marcadores inflamatorios, los osteoclastos migran a la zona y causan resorción ósea, buscada para acelerar el movimiento.

Esta descripción no abarca a la cirugía ortognática como procedimiento quirúrgico para el tratamiento de grandes desarmonías.

Corticotomía

William Proffit comenta que el norteamericano HULLIHAN, pionero en el campo de la cirugía oral, llevó a cabo experimentos para mover los dientes efectuando cortes en el hueso alveolar a finales del siglo XIX. Hoy es una práctica ampliamente difundida. (14)

La corticotomía consiste en una maniobra quirúrgica por la cual se realiza un corte o perforación en la porción cortical de un hueso. Puede realizarse con instrumental cortante de mano, rotatorio bajo abundante refrigeración o con instrumentos piezoeléctricos. En el campo de la ortodoncia se utilizan las corticotomías de forma previa al tratamiento con aparatología para producir un fenómeno de aceleración regional que facilita el movimiento dental. El RAP (Regional Acceleratory Phenomenon) produce una disminución de las densidades óseas regionales (osteopenia) en los tejidos sanos, mientras que el volumen de la

matriz ósea permanece constante. La corticotomía segmental es un procedimiento quirúrgico donde se realiza una osteotomía de segmentos interdentesales como técnica de aceleración osteogénica. La herida quirúrgica en el hueso cortical es seguida por una ráfaga transitoria en las señales de remodelación ósea localizada en tejidos duros y blandos que da paso a la reorganización del tejido y a la cicatrización que favorece un movimiento ortodóncico en menor tiempo. Originalmente los cortes segmentales se realizaban con fresas, discos, minisieras, y actualmente con técnicas menos invasivas tales como los instrumentos piezoeléctricos.

El procedimiento de la corticotomía convencional implica la elevación del colgajo mucoperiosteico de espesor completo, por vía bucal y/o lingual, seguido por los cortes con la utilización de micromotor a bajas revoluciones con irrigación o instrumentos piezoquirúrgicos, con el agregado de perforaciones para estimular el sistema de Havers y favorecer la migración celular (Fig. 7).



FIG. 7: CORTICOTOMÍA CONVENCIONAL. FUENTE: SERGE DIBART.

La corticotomía puede ser seguida de la colocación de injertos, donde sea necesario, para aumentar el espesor del hueso (Fig. 8).

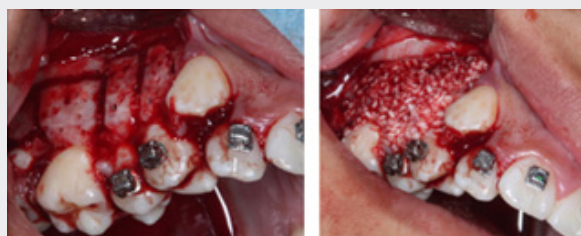


FIG. 8: CORTICOTOMÍA CONVENCIONAL CON AGREGADO DE INJERTO ÓSEO. FUENTE: R. GONZÁLEZ PADILLA, C. RAZO LIRA.

Esta técnica ha sido probada con éxito por muchos autores, para acelerar el movimiento dental. Tiene como desventajas la alta morbilidad asociada con el procedimiento de levantamiento del colgajo, el cual es invasivo, con posibilidades de daño a estructuras vitales adyacentes, dolor postoperatorio, hinchazón, infección, necrosis avascular. Por ello es de baja aceptación por parte del paciente. (15)

En 2001, Wilcko y col. mostraron un proceso transitorio de desmineralización-remineralización que tuvo lugar después de la corticotomía con injerto. (16, 17) Lo llamaron PAOO (ortodoncia osteogénica periodontalmente acelerada). Llega a las mismas conclusiones que Frost, ya mencionado en este artículo, que lo había descrito en 1983 y fue conocido como RAP (Fenómeno Acelerador Regional).

Ambos conceptos apuntan a que, en la respuesta local a un estímulo nocivo, las etapas curativas se producen 2 a 3 veces más rápido que en el proceso normal.

Piezocisión

Serge Dibart y col. (2009) introducen un procedimiento mínimamente invasivo, que combina microincisiones con túneles selectivos que permiten el injerto de tejido duro o blando y las incisiones piezoeléctricas (Fig. 9). (18)

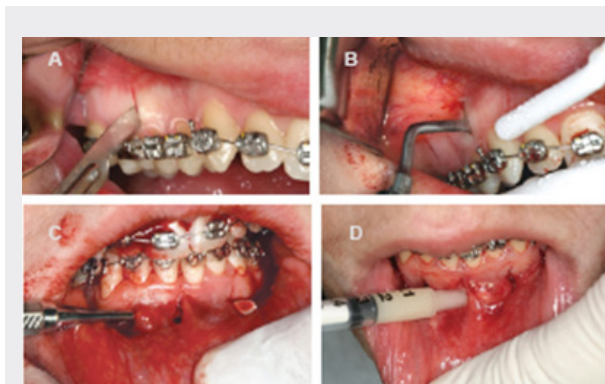


FIG. 9: A) INCISIÓN CON HOJA DE BISTURÍ N.º 15; B) PROFUNDIZACIÓN CON CORTE PIEZOELÉCTRICO; C) TUNELIZACIÓN REALIZADA CON ELEVADOR; D) INJERTO ÓSEO. FUENTE: SERGE DIBART.

La piezocirugía es un sistema para el corte óseo basado en microvibraciones ultrasónicas. Fue desarrollado para superar las limitaciones de la instrumentación tradicional. Tiene como ventajas que es mínimamente invasiva, con precisión en el corte, mejor visibilidad/accesibilidad del campo quirúrgico, disminución del sangrado, protección de tejidos blandos y mayor confort del paciente minimizando

el estrés psicológico y el dolor durante la osteotomía. El riesgo es alto de dañar las raíces con incisiones y corticotomías.

Micro-osteoperforaciones

Es una técnica complementaria de la ortodoncia. La premisa básica de la aceleración asistida quirúrgicamente es inducir un traumatismo en el hueso en la región donde se requiere aceleración.

En general, las técnicas asistidas por cirugía son invasivas y, tal como ya ha sido mencionado, tienen desventajas tales como pérdida ósea, dolor postoperatorio, edema e infección, necrosis avascular. Ello determina baja aceptación por parte de los pacientes.

Para reducir el carácter invasivo de la irritación quirúrgica del hueso se practicó otro método para acelerar el movimiento dental en conjunción con el tratamiento ortodóncico con fuerzas ligeras. Se trata de las MOPs, que implican la producción de múltiples perforaciones transmucosas dentro del hueso alveolar, situadas muy cerca de la región de movimiento dental deseado y en configuraciones específicas, dependiendo del movimiento requerido.

Según distintos autores la base es la respuesta inflamatoria aséptica natural del cuerpo al trauma físico. El microtrauma controlado en forma de MOPs mantiene la integridad y la arquitectura de los tejidos duros y blandos, amplifica la expresión de marcadores inflamatorios que normalmente se expresan durante el tratamiento de ortodoncia, y esta respuesta amplificada, acelera la resorción ósea, el movimiento dental y el aumento de la densidad ósea regional (Fig. 10). (3, 6)

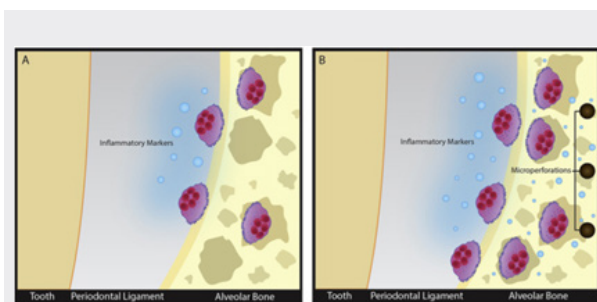


FIG. 10: EFECTO DE LAS MOPs EN LA OSTEOCLASTOGÉNESIS. A) EXPRESIÓN DE LAS MARCAS INFLAMATORIAS Y LA FORMACIÓN DE OSTEOCLASTOS EN RESPUESTA A LAS FUERZAS ORTODÓNCICAS. B) LAS MOPs AUMENTA EL NIVEL DE LOS MARCADORES INFLAMATORIOS TAL CUAL SON CCL-2, CCL-3, CCL-5, IL-8, IL-1, TNF- α Y IL-6, CONDUciendo AL AUMENTO DE LA OSTEOCLASTOGÉNESIS. FUENTE MANI ALIKHANI 2013.

Además de acelerar el ritmo del movimiento dentario, por disminuir la densidad ósea del hueso alveolar, disminuye el efecto que la tracción opera sobre

el anclaje, muy importante cuando dicho anclaje es ejercido por dientes.

Según Mani Alikhani, (19) de acuerdo con la profundidad y al ritmo de activación de las MOPs, se pueden tener efectos catabólicos y/o anabólicos.

En relación con las microosteoperforaciones se analiza: ubicación, aplicación, recaudos, procedimientos clínicos y quirúrgicos, reintervención, dolor, reabsorción radicular y altura ósea marginal y por último sus efectos.

Ubicación

Las MOPs se realizan, salvo excepciones, próximas a la pieza sobre la que se aplicará la fuerza ortodóncica. Dado que se utilizan con múltiples propósitos, deberían ser analizadas en las diferentes regiones dentoalveolares de cada caso particular para ejercer el efecto deseado.

En relación con el distalamiento de caninos en la bibliografía se plantean distintas opciones en cuanto a: altura desde el margen gingival, separación entre ellas y proximidad con la raíz del diente a movilizarse.

Saritha Sivarajan y col. (20), por ejemplo, publican: "... se hicieron tres MOPs separadas, directamente a través de la mucosa bucal, adyacente al sitio de extracción, en una dirección vertical de 2 mm de distancia y 3 mm de profundidad (medida con un tope de goma) utilizando un tornillo de ancho 1,6 mm y longitud de 6 mm..." (Fig. 11).

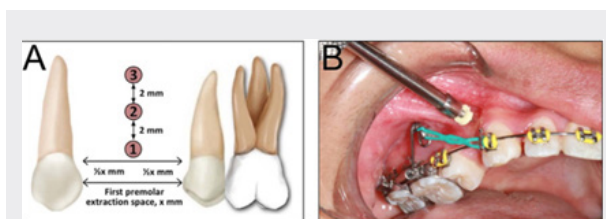


FIG. 11 A. UBICACIÓN DE LAS MOPs. MITAD DE LA DISTANCIA DEJADA POR LA EXTRACCIÓN Y 2 MM ENTRE UNA Y OTRA. B. APLICACIÓN CLÍNICA CON UN MINI IMPLANTE. FUENTE SARITHA SIVARAJAN.

En la misma situación clínica, Amal Alkebsi (21) expresa:

1. Se hicieron MOPs de 1,5 mm de ancho y 3 a 4 mm de profundidad dentro del hueso. Las MOPs se realizaron utilizando minitornillos de 1,5 mm de diámetro y 6 mm de longitud a 3 mm por distal del canino.

2. Los puntos de inserción del tornillo fueron demarcados por puntos de sangrado utilizando una sonda periodontal calibrada. Una hilera consta de 3 perforaciones distales al canino.

3. Para la estandarización del protocolo, se determinó la ubicación exacta de la inserción del tornillo de la siguiente manera: el primer punto se ubicó 3 mm distal al canino y 6 mm del margen gingival libre. El segundo punto fue marcado 5 mm desde el primero. La tercera MOP fue marcada a 5 mm de la segunda. Las distancias netas entre las MOPs después de la inserción de los minitornillos de 1,5 mm de diámetro fueron de 3 mm entre cada orificio, 2 mm desde el punto de contacto y 5 mm del margen gingival libre.

4. El minitornillo de 6 mm de largo se insertó a 3 a 4 mm de profundidad en el hueso teniendo en cuenta el espesor del tejido blando de 2 a 3 mm (Fig. 12).

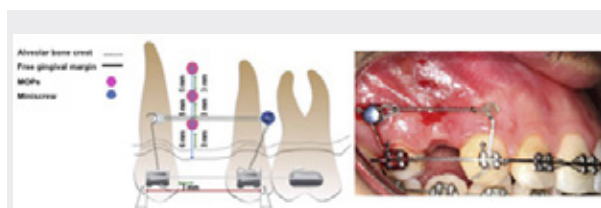


FIG. 12: UBICACIÓN DE LAS MOPs. POR BUCA, EN EL SITIO DE LA EXTRACCIÓN, MÁS PRÓXIMA AL CANINO, CON UNA SEPARACIÓN DE 5 MM. LA INFERIOR A 6 MM DEL MARGEN GINGIVAL.

Otro ejemplo de aplicación es la distalización de molares, acompañando aparatología fija activa por palatino. Kemal Gulduren y col. (22) practicaron las MOPs inmediatamente antes de iniciar la movilización y, tanto las reintervenciones, como las activaciones se repitieron tres veces cada tres semanas. Utilizó una fresa de 1.4 mm de ancho a 5 o 6 mm de profundidad, hasta que la punta penetró en el esponjoso (Fig. 13).



FIG. 13: MARCAS ROJAS DONDE FUERON APLICADAS LAS MOPs. APARATOLÓGIA DISTALIZADORA. FUENTE KEMAL GULDUREN.

Aplicaciones

Podrían ser un recurso en múltiples aplicaciones como por ejemplo acelerar la retracción de caninos, cerrar un diastema, enderezar un molar, distalizar varias piezas simultáneamente, alinear un sector (Fig. 14. A, B, C, D) favorecer la intrusión o la extrusión, auxiliar en la expansión palatina, reavivar áreas de extracciones antiguas, facilitar la corrección de rotaciones dentarias, aumentar el espesor del hueso al-

veolar, facilitar la erupción de dientes retenidos que han sido liberados, etc.



Recaudos

Como regla general debe tenerse en cuenta informar al paciente sobre los procedimientos a realizar y documentar su consentimiento (consentimiento informado).

Al igual que en cualquier otro procedimiento quirúrgico, conlleva las mismas contraindicaciones:

1. enfermedad periodontal activa no tratada,
2. osteoporosis no controlada u otras patologías óseas locales o sistémicas, y
3. uso a largo plazo de medicamentos como por ejemplo agentes antiinflamatorios, antibióticos, bloqueadores de los canales de calcio, inmunosupresores, etc.

Son considerados de riesgo los pacientes diabéticos, con desórdenes endócrinos, alteraciones cardíacas, hepáticas, renales, embarazadas, fumadores y consumidores de alcohol.

Procedimientos clínicos y quirúrgicos

1) Consideraciones previas

- El tratamiento ortodóncico con aparatología fija es iniciado de acuerdo con el diagnóstico y al plan de tratamiento previsto, incluyendo los requerimientos de anclaje. Las MOPs no cambian las leyes físicas y mecánicas que rigen el movimiento dentario. El acortamiento del tiempo de tratamiento solo sería posible combinando un diseño mecánico correcto complementado con el uso de las MOPs.
- El término reactivación se refiere a acciones sobre la aparatología ortodóncica en tanto que reintervención al acto de repetir las MOPs.
- Tanto la frecuencia de reactivación como de reintervención varía según la opinión de distintos autores. En líneas generales puede decirse que, en casos clínicos sin extracciones, por ej. enderezamiento molar, tracción de piezas retenidas, intru-

sión, extrusión, etc. las MOPs se practican juntamente con la activación ortodóncica inicial. En los casos con extracciones, en que el fenómeno RAP se inicia como consecuencia de ellas, las MOPs se indican 2 a 3 meses posteriores a la exodoncia. (8, 20, 21, 23) Attri y col. aclaran que en los ensayos clínicos las extracciones fueron realizadas con anticipación para evitar que interfirieran en los resultados puros de las MOPs. Esta consideración debe ser tenida en cuenta. (24) Juega un rol en la toma de decisión el objetivo ortodóncico, el área de acción, la edad del paciente, entre otros.

- Debe realizarse un estudio de imágenes del área a abordar. Habitualmente se utilizan radiografías periapicales para determinar la ubicación de las MOPs.
- El espesor de la mucosa adherida puede medirse con una sonda periodontal que, a la vez, dejará la impronta para su posterior ubicación.
- Previo al acto quirúrgico se le indica al paciente efectuar un enjuague bucal con un producto antiséptico (ejemplo: clorhexidina al 0.2%).
- Se suministra anestesia local (infiltrativa o tópica según distintas opiniones y situaciones).
- Previamente se eligió el método para realizar las MOPs (ejemplificado a continuación).
- La hemostasia se puede lograr con una torunda de algodón y presión local.
- Puede indicársele a los pacientes hacer buches 3 veces por día con clorhexidina al 0.2% durante los 3 días posteriores.
- Puede prescribirse un analgésico, por ejemplo: paracetamol (1000 mg) para ser tomado según necesidad.
- Se Instruye a los pacientes de no tomar drogas antiinflamatorias no esteroideas (AINES) (22). Estas drogas inhiben la secreción de prostaglandinas con lo cual disminuye el número de osteoclastos, lo que reduce el movimiento del diente con ortodoncia. (25)
- Se repiten según criterios y objetivos.

2) Métodos para realizar las MOPs

Se publican distintos métodos para realizar las MOPs:

- a. utilización de instrumental rotatorio,
- b. utilización de mini implantes,
- c. utilización de propulsor mecánico que se comercializa a tal fin.

3) Utilización de instrumental rotatorio con fresa standard

La utilización de instrumental rotatorio implica el uso de micromotor con reducción de torque y con abundante irrigación.

Pueden ser realizadas con una fresa de tungsteno de 0,8 mm y el uso de micromotor con reducción de torque de 1:16.000 revoluciones y con abundante irrigación (Fig. 15). (26)



FIG. 15: MOPS REALIZADAS CON MICROMOTOR CON REDUCCIÓN DE TORQUE DE 1:16.000 REVOLUCIONES. FUENTE: CAROLINA MINTE-HIDALGO.

4) Utilización de instrumental rotatorio con fresa perforadora específica

Un perforador específico (drill) fue diseñado por el Dr. Kim Jae Hoon apropiadamente para realizar las MOPs (Fig. 16), utilizable con irrigación y bajas revoluciones. Está confeccionado en tres medidas ajustadas a las profundidades que se desea perforar (3mm, 5mm y 7mm de longitud) con topes integrados en el diseño de la fresa. Tiene la facilidad de generar múltiples perforaciones sin fatigar la muñeca del operador.



FIG. 16: MOPSY DRILL. FRESA PERFORADORA ESPECÍFICA PARA MOPS. FUENTE: KIM JAE HOON.

5) Utilización de mini implantes

La colocación de mini tornillos en ortodoncia se ha convertido en un hecho casi diario en muchas prácticas clínicas. A menudo, la colocación de mini tornillos y la micro-osteoperforación alveolar se pueden emplear para aplicaciones específicas en el mismo individuo. Los pacientes y los ortodoncistas deben entender la facilidad de la colocación de los mini tornillos. Se aclara que la alveocentesis (MOPs) es un procedimiento fácil de realizar en el consultorio (no es imprescindible quirófano) e igualmente fácil de tolerar por el paciente. La microinvasividad del tratamiento permite que el paciente regrese de inmediato a sus actividades normales.

Amira Aboalnaga, además de efectuar las MOPs con mini tornillos, utiliza como guía para la ubicación de las MOPs un segmento vertical de alambre sujeto en el bracket del canino (Fig. 17). (27)



FIG. 17: UTILIZACIÓN DE MINI IMPLANTE PARA REALIZAR LAS MOPS. GUÍA PARA LA UBICACIÓN CON MARCAS QUE DIVIDEN DOS TERCIOS DE LA LONGITUD DE LA RAÍZ CANINA EN TERCIOS IGUALES PARA REALIZAR UNA MOP EN CADA TERCIO. FUENTE: AMIRA ABOALNAGA.

Es interesante resaltar la práctica presentada por Saritha Sivarajan (20) en la que utiliza un tope de goma como referencia para la profundidad a alcanzar (Fig. 11).

6) Utilización de propulsor

Es un dispositivo esterilizable diseñado exclusivamente para realizar el procedimiento de alveocentesis (MOPs). (3, 8, 26) El instrumento proporciona un borde de ataque quirúrgico de acero inoxidable similar en apariencia a un mini tornillo de ortodoncia, pero con un diseño para perforar atraumáticamente el alvéolo directamente a través de la encía queratinizada y la mucosa móvil (Fig. 18).

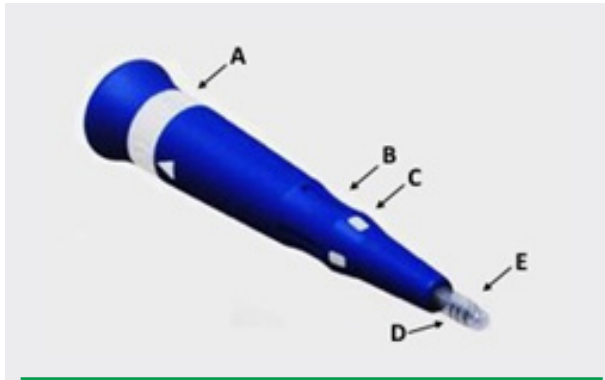


FIG. 18: MICRO-OSTEOPERFORADOR MECÁNICO MOTORIZADO (PROPEL INC.) A) DIAL PARA AJUSTAR LA PROFUNDIDAD ENTRE 3 Y 7 MM. B) POSICIONADOR DEL DEDO ÍNDICE; C) LED INDICADOR DE DETECCIÓN DE ACUERDO CON LA PROFUNDIDAD. D) PUNTA AUTORRETRACTIL. E) CUBIERTA. FUENTE: C CAROLINA MINTÉ HIDALGO.

La punta de acero inoxidable quirúrgico tiene 1,6 mm de diámetro en su parte más ancha. Posee un dial de profundidad ajustable a 1 mm, 3 mm, 5 mm, y 7 mm, dependiendo de la zona de operaciones. Los tornillos de perforación de un solo uso se empaquetan individualmente y se esterilizan con radiación gamma.

Reintervención

La frecuencia de reintervención varía según la práctica de distintos autores en un lapso que va de 3 sema-

nas a 4 meses. Si se parte de la base que después de 2 a 3 meses se reducen los marcadores inflamatorios las MOPs deberían repetirse dentro de este lapso.

Dolor

El dolor es una sensación subjetiva difícil de medir. En múltiples publicaciones fueron utilizados distintos métodos para evaluar las molestias ocasionadas al paciente por las MOPs tales como dolor, incomodidad, dificultades en la alimentación y/o en el habla.

Por ejemplo, Sonal Attri (24) utiliza una “Escala Analógica Visual” (VAS del inglés Visual Analog Scale), con intervalos del 1 al 10, para registrar dolor, incomodidad, dificultad para comer y problemas del habla (Fig. 19). Los datos fueron recolectados 24 h y 28 días después de las MOPs. Los significados de las puntuaciones del VAS fueron los siguientes: sin dolor “0”, dolor severo “10”; muy cómodo “0”, muy incómodo “10”; ninguna dificultad para comer “0”, muy difícil de comer “10”; sin problemas de habla “0”, muy difícil de hablar “10”. Les pidió a los pacientes que evitaran tomar analgésicos durante el tratamiento y en cada cita, se les preguntó si consumieron alguno para evitar cualquier interferencia en la comparación de la percepción del dolor.

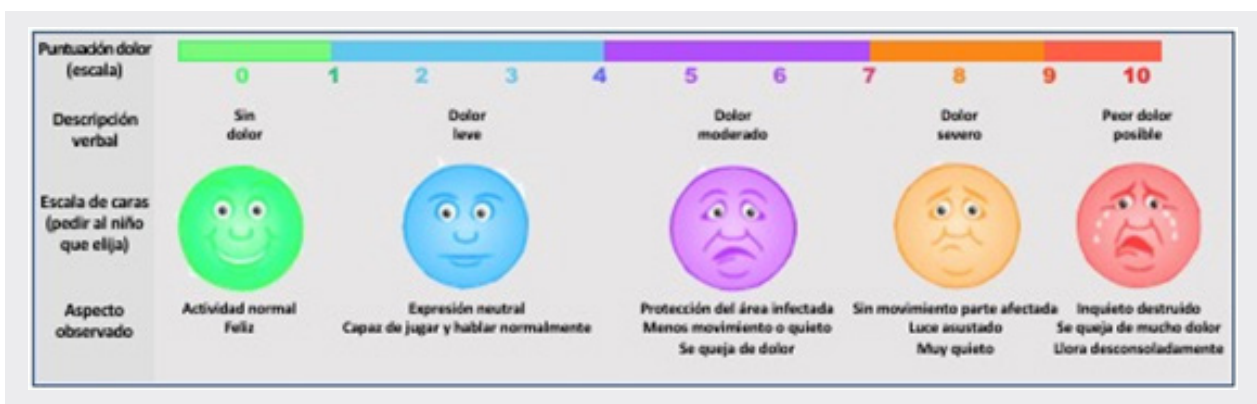


FIG. 19: ESCALA ANALÓGICA VISUAL. FUENTE: SONAL ATTRI.

La muestra consistió en 60 sujetos (33 mujeres y 27 varones). Observó en la escala VAS una mediana de “1” a las 24 h después de recibir los MOPs, que disminuyeron a una mediana de “0” después de 28 días, lo que indica que el paciente experimentó un mínimo malestar después de que se realizaron los MOPs. La percepción del dolor no se evaluó inmediatamente después de los MOPs, ya que el paciente estaría bajo los efectos de la anestesia. Por lo tanto, la puntuación podría ser confundida. Similares resultados fueron obtenidos en otras publicaciones. (8, 19, 22, 24, 27, 28, 30, 33).

Reabsorción radicular y altura ósea marginal

Una de las cuestiones analizadas se vincula a la posible reabsorción radicular. En un trabajo publicado por Cheung (29) realizado en ratas concluye que las MOPs no aumenta el riesgo de reabsorción radicular. Mehak Bansal (30) analizó en humanos tanto el efecto sobre la raíz como sobre el hueso alveolar realizando el seguimiento con tomografía computada del alineamiento de incisivos inferiores utilizando MOPs. Concluye que no hubo reabsorción radicular ni pérdida de altura del hueso marginal.

Efecto

Un número importante de publicaciones afirman resultados positivos en cuanto a reducción del tiempo de tratamiento. (3, 8, 19, 20, 24, 28, 29, 30, 34)

Shailesh Shenava comenta que, convencionalmente, los tratamientos de ortodoncia pueden extenderse entre 12 y 48 meses. En su investigación sobre la retracción canina la observación fue realizada durante un período de 16 semanas, que solo constituía una pequeña porción del tratamiento general para estos casos con extracciones y al respecto comenta: "Sobre la base de los resultados actuales, no es posible comentar sobre el efecto potencial de las MOPs durante la alineación de la ortodoncia u otras etapas del tratamiento". (3)

Saritha Sivarajan y col. (20) demostraron que la retracción canina por mes en un tratamiento ortodóncico convencional fue de 0,28 mm mientras que con MOPs se verificó una distancia media de 0,63 mm.

Otros autores concluyen que las MOPs no mostraron una variación estadísticamente significativa en cuanto al movimiento dentario. (27, 31, 32, 33) Sin embargo, parecerían facilitar el movimiento de la raíz. (25)

En cuanto a la comparación del efecto de la corticotomía en relación con las MOPs, Junghan Kim y col. en un trabajo experimental en conejos concluyeron que el movimiento de los dientes aumentó con corticotomía en un 45 % en relación con las MOPs con un 32%. Sin embargo, resaltan que este último, como procedimiento, es menos invasivo. (34)

SÍNTESIS SOBRE LAS MOPs

La posibilidad de **acortar** la duración de los tratamientos es, sin duda, un tema de interés de la ortodoncia. Esta expectativa de una duración más corta puede ser más pronunciada en adultos.

La **acción interdisciplinaria** amplía el horizonte, no solo para agilizar el movimiento dentario, sino también generar protocolos que reduzcan los efectos secundarios.

El estudio del metabolismo óseo y las posibilidades de alterarlo con externalidades positivas dio lugar al concepto del **Fenómeno de Aceleración Regional (RAP) y ortodoncia Osteogénica Acelerada Periodontalmente (PAOO)** que son el fundamento de distintas prácticas clínicas para lograrlo.

Históricamente se han implementado **distintos métodos quirúrgicos y no quirúrgicos** en el intento de reducir la duración del tratamiento ortodóncico medicamentoso, tal como el suministro de vitamina D, prostaglandina, interleucinas, hormona paratiroidea, misoprostol, etc.; estimulación física con el uso de terapia láser de baja intensidad, electromagnetismo, corriente eléctrica, vibración mecánica y quirúrgicos a través de corticotomías, distracción osteogénica, piezoincisión, micro-osteoperforaciones.

De los diversos métodos quirúrgicos empleados (la corticotomía, la piezocisión y las MOPs), puede concluirse que la corticotomía y la piezocisión requerirían los servicios de un cirujano oral o de un cirujano periodontal, que aumentan los **costos** para el paciente. Las MOPs son el procedimiento menos invasivo, ya que **no hay necesidad de efectuar colgajos** de espesor completo como se requiere en la corticotomía convencional o incisiones como se requiere en la piezocisión. Por lo tanto, las MOPs **pueden ser realizadas fácilmente por el ortodoncista**, sin la necesidad de atención de otro especialista.

El **lugar indicado** para la aplicación de MOPs, como regla general, es la proximidad a la o las piezas sobre la que se aplicará la fuerza ortodóncica.

Deben aplicarse **fuerzas ortodóncicas ligeras** para que las MOPs ejerzan su efecto en la membrana periodontal.

Como **efecto secundario favorable** reduciría la fuerza recíproca sobre el anclaje por la disminución de la densidad del hueso alveolar y por la abreviación temporal del movimiento.

Las MOPs no cambian las leyes físicas y mecánicas que rigen el movimiento dentario. El acortamiento del tiempo de tratamiento solo es posible combinando un diseño mecánico correcto complementado con las MOPs.

Sus **aplicaciones** serían múltiples. Por ejemplo: para acelerar la retracción canina, el cierre de un diastema, enderezar un molar, distalizar varias piezas simultáneamente, alinear un sector, favorecer la intrusión, auxiliar en la expansión palatina, reavivar áreas de extracciones antiguas, facilitar la corrección de rotaciones dentarias, aumentar el espesor del hueso alveolar, etc.

En el avance de la investigación los objetivos buscados se relacionan con implementar **prácticas lo menos invasivas posibles, reducir probables molestias** ocasionadas al paciente tales como dolor, incomodi-

dad, dificultades en la alimentación y/o en el habla, evitar **reabsorción radicular, conservar la altura ósea marginal y evitar dehiscencias**.

Anteriores ensayos en humanos han sido realizados por los investigadores de una universidad donde este **procedimiento fue patentado y licenciado a una empresa** para el desarrollo de un producto comercial (Alikhani et al 2013). Por lo tanto, no se puede descartar el sesgo al discutir los resultados de ellos. Los resultados de este ensayo deben ser vistos con precaución.

Hasta la fecha, la base de **evidencia para MOPs** es pequeña y contradictoria, con algunos datos tempranos derivados de modelos animales y otros ensayos clínicos en humanos. Sus conclusiones no son coincidentes, se estima desde grandes éxitos a acción nula. Además, actualmente no hay evidencia con respecto a la eficiencia de esta técnica **durante el período total del tratamiento de ortodoncia**.

Al respecto Shailesh Shenava dice que, si se asume que la respuesta biológica a diferentes tipos de movimiento dental es similar y que la respuesta global no está influenciada por los intervalos de las MOPs, extrapolar estos hallazgos a una duración media del tratamiento de 18 meses sugeriría una posible **reducción en el tiempo de tratamiento de hasta el 30%**. Sin embargo, esto es altamente especulativo y tendría que ser justificado con más evidencia de estudios prospectivos que investigan el efecto de las MOPs durante todo el período de tratamiento. (3)

Este dato difiere del publicado por Mani Alihani (2013) en el que expresa una posible reducción del 62%. (6)

Implementar terapias invasivas al paciente de ortodoncia deben estar más que justificadas, no sólo por las afirmaciones de las empresas que venden materiales, sino por **evidencias y estudios reducidos en sesgos**. Aunque existan evidencias para las microosteoperforaciones, los resultados no apoyan de manera triunfal las afirmaciones de las empresas. Se esperan más investigaciones al respecto. (35)

CONCLUSIONES

Acelerar el movimiento de los dientes y, en consecuencia, acortar el período de tratamiento, con resultados predecibles, son una parte esencial de la ortodoncia moderna.

El procedimiento de las micro-osteoperforaciones es una propuesta actual; como método mínimamente invasivo es fácil de usar, repetible y con respaldo científico.

Puede eliminar algunas desventajas de distintas técnicas quirúrgicas; como, por ejemplo: la corticotomía, evitando así, la necesidad de realización de colgajos.

Estudios experimentales han demostrado que las MOPs actúan alterando el proceso de remodelación ósea por un aumento en el número de osteoclastos y la formación de nuevo hueso.

Se definen diferentes técnicas para aplicar microosteoperforaciones en la literatura, pero se necesitan más estudios que evalúen las diferencias entre las técnicas para determinar el método ideal, el tiempo y la frecuencia de la aplicación, con el fin de lograr una aceleración óptima del movimiento dentario.

Aunque se informa que no se observan efectos secundarios como dolor o resorción de la raíz debido a micro-osteoperforaciones, se requieren estudios a largo plazo con más muestras.

En coincidencia con varios de los autores mencionados en la bibliografía, serían deseables más estudios longitudinales con un tamaño de muestras con mayor número de casos para fundamentar, aún más, lo descrito en esta presentación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Enlow, D.H. Crecimiento maxillofacial. Ed. W.B. Saunders Company, 2a edición, 1984.
2. Frost, H. The Regional Acceleratory Phenomenon: A Review. Henry Ford Hosp Med J Vol 31, No 1, 1983.
3. Shenava, S; Nayak, U.S.; Bhaskar, V; Nayak, A. Accelerated Orthodontics – A Review. International Journal of Scientific Study, vol 1 N° 5, 2014
4. Valdespino-Gómez, VM; Valdespino-Castillo, PM; Valdespino-Castillo, VE. Interacción de las vías de señalización intracelulares participantes en la proliferación celular: potencial blanco de intervencionismo terapéutico. Academia Mexicana de Cirugía A.C. Ed Masson Doyma, México 2015
5. Wright, H.L. RANK, RANKL and osteoprotegerin in bone biology and disease. Curr Rev Musculoskelet Med, 2(1): 56-64, mar 2009
6. Grenón, S.L.; Mereles, B.; Salvi Grabulosa, M.; Payes Monzón, F.; Benitez, J. D. Citocinas y Quimiocinas. Cátedra de Inmunología de Bioquímica y Farmacia. Facultad de Ciencias Exactas Química y Naturales. Universidad Nacional de Misiones, 2014.

7. Bolat, Esra. Micro-Osteoperforations. Ed. Intechopen, capítulo 6 73:94 2019.
8. Alikhani, M.; Raptis M.; Zoldan B.; Sangsuwon C.; Lee Y. B.; Alyami, B.; Corpodian C.; Barrera, L.M.; Alansari S.; Khoo, E.; Teixeira, C. Effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 144: 639-48, 2013.
9. Long, H.; Pyakurel, U.; Wang, Y.; Liao, L.; Zhou, Y.; Lai, W. Interventions for accelerating orthodontic tooth movement: A systematic review. *Angle Orthod*. 83:164-171, 2013.
10. Nishimura, M., Chiba, M., Ohashi, T., Sato, M., Shimizu, Y., Igarashi, K., Mitani, H. Periodontal tissue activation by vibration: intermittent stimulation by resonance vibration accelerates experimental tooth movement in rats. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 133(4):572-583, 2008.
11. Liu D et al. Acceleration of Orthodontic tooth movement by mechanical vibration. 2010 AADR Annual meeting Washington D.C.
12. Aceledent. <https://aceledent.com/orthodontists/>
13. Valdez, Mario. Aceledent, evidencias a favor evidencias en contra. <http://ortodonciabe.com/2015/06/29/aceledent-evidencias-a-favor-evidencias-en-contra/>
14. Proffit, W. ortodoncia contemporánea – Ed. Elsevier 6º Edición, 2019.
15. Padilla, R.G.; Lira, C.R. Aceleración del tratamiento de ortodoncia: técnicas de activación biológica. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*, 2017.
16. Wilcko, W. S. J. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two case reports of crowding. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry*; 21(1): 9-20, 2001.
17. Vargas, P.; Yáñez Ocampo, B.R. Corticotomy: historical perspective. *Revista Odontológica Mexicana*. Vol 20 N° 2, 2016.
18. Dibart, S. A Minimally Invasive, Periodontally Accelerated Orthodontic Tooth Movement Procedure. *Compend Contin Educ Dent*, 30(6):342-4, 346, 348-50, Jul-Aug 2009.
19. Alikhani, Mani. *Clinical Guide to Accelerated Orthodontics with a Focus on Micro-Osteoperforations*. Springer International Publishing, 2017.
20. Sivarajan, S.; Doss, J. G.; Papageorgiou, S. N.; Cobourne, M. T.; Wey, M.C. Mini-implant supported canine retraction with micro-osteoperforation: A split-mouth randomized clinical trial. *Angle Orthod.*: 89:183-189, 2019.
21. Alkebsi, A; Al-Maaitah, E.; Al-Shorman, H.; Abu Alhaja, E. Three-dimensional assessment of the effect of micro-osteoperforations on the rate of tooth movement during canine retraction in adults with Class II malocclusion: A randomized controlled clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, Vol 153 N° 6, 2018.
22. Gulduren, K; Tumer, H; Oz, U. Effects of micro-osteoperforations on intraoral miniscrew anchored maxillary molar distalization. *J Orofac Orthop*, 81:126-141, 2020.
23. Prasad, S. Effect of micro-osteoperforations. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 145:273, 2014.
24. Attri, S.; Mittal, R.; Batra, P.; Sonar, S.; Sharma, K.; Raghavan, S.; Rai, KS. Comparison of rate of tooth movement and pain perception during accelerated tooth movement associated with conventional fixed appliances with micro-osteoperforations – a randomised controlled trial. *Journal of Orthodontics*, DOI: 10.1080/14653125.2018.1528746, 2018.
25. Arias OR, Márquez-Orozco MC. Aspirin, acetaminophen, and ibuprofen: their effects on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 130(3):364-370, 2006.
26. Minte-Hidalgo, C.; Alikhani, M.; Teixeira, C.; Sandoval-Vidal, P. Teoría Bifásica del Movimiento Dentario Aplicada Mediante Micro-Osteo-Perforaciones. *Int. J. Odontostomat*. vol.13 no.2 Temuco, jun. 2019.
27. Aboalnaga, A.; Salah Fayed, M.; El-Ashmawi, N.; Soliman, S.A. *Progress in Orthodontics* <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0274-0>, 2019.
28. Alikhani, M.; Alansari, S.; Sangsuwon, C.; Alikhani, M.; Chou, M.Y.; Alyami, B.; Nervina, J.M.; Teixeira, C. Micro-Osteoperforations: Minimally Invasive Accelerated Tooth Movement. *Semin Orthod*, 21:162-169, 2015.
29. Cheung, T; Parkb, J; Leec, D; Kimc, C; Olsonc, J; Javadid, S; Law-sone, G; McCabef, J; Moong, W; Tingh, K; Hongi, C. Ability of Mini-Implant Facilitated Micro-osteoperforations to Accelerate Tooth Movement in Rats. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 150(6): 958-967, December 2016.
30. Bansal, M.; Sharma, R.; Kumar, D.; Gupta, A. Effects of mini-implant facilitated micro-osteoperforations in alleviating mandibular anterior crowding: A randomised controlled clinical trial. *J Orthodont Sci* 8:19, 2019.
31. Fu, T; Liu, S; Zhao, H; Cao, M; Zhang, R. Effectiveness and Safety of Minimally Invasive Orthodontic Tooth Movement Acceleration: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Dent Res*. 98(13):1469-1479, 2019.
32. Cramer, Chris L.; Campbell, PM; Opperman, LA; Tadlock, LP; Buschang PH. Effects of micro-osteoperforations on tooth movement and bone in the beagle maxilla. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*; 155:681-92, 2019.

33. Alkadasi, B; Aldhoreae, K.; Halboub, E.; Mahgoub, N.; Alnasri, A.; Assiry, A.; Xia, H.Y. The Effectiveness of Micro-osteoperforations during Canine Retraction: A Three-dimensional Randomized Clinical Trial. Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry 637-645, 2019.

34. Kim, J; Kook, Y.; Bayomec, M.; Park, J.H.; Lee, W.; Choid, H.; Abbas, N.H. Comparison of tooth movement and biological response in corticotomy and micro-osteoperforation in rabbits. Korean J Orthod 49(4):205-213, 2019.

35. Valdez, Mario. Evidencias sobre el efecto de la microosteoperforación en la tasa de retracción. <http://ortodonciabe.com/2019/08/19/evidencias-sobre-el-efecto-de-la-microosteoperforacion-en-la-tasa-de-retraccion-canina/>, 2019.

Agradecimiento

A la Dra. Serena Lee, quien nos introdujo en el tema con eficiencia y humildad, brindando sus conocimientos y su experiencia clínica. Su apoyo contribuye a incentivarnos en nuevas acciones y abre un desafiante camino por recorrer.