

Cambios morfofuncionales en el periodoncio asociados al movimiento dentario por tratamiento ortodóncico

Morfofunctional changes in the periodontium associated to the teeth movement due to orthodontic treatment

Dr. Oscar Rodríguez Reyes^{1*}

Dra. Martha Elena Fajardo Puig¹

Lic. Margarita María Hernández Cunill¹

¹Facultad de Estomatología, Universidad de Ciencias Médicas, Santiago de Cuba, Cuba.

*Autor para la correspondencia. Correo electrónico: orreyes18@infomed.sld.cu

RESUMEN

Los cambios morfofuncionales que se producen en las estructuras de soporte dentario durante el movimiento ortodóncico involucran procesos bioquímicos, histológicos y fisiológicos. Desde hace más de un siglo, existen disímiles teorías que tratan de explicarlos; sin embargo, todavía se siguen realizando estudios a fin de comprenderlos más a fondo. En la presente comunicación se ofrece una actualización secuencial y resumida de dichos episodios, con el propósito de incrementar el nivel de conocimientos sobre el tema y mejorar la calidad en la atención ortodóncica.

Palabras clave: técnicas de movimiento dental; cambios morfofuncionales; ortodoncia; periodoncio.

ABSTRACT

Morfofunctional changes which take place in the supporting structures during the orthodontic movement involve biochemical, histological and physiologic processes. For more than one century, dissimilar theories exist that try to explain to them; however,

studies are still being carried out in order to understand them thoroughly. In the present communication a sequential and summarized updating of these episodes, with the purpose of increasing the knowledge on the topic and improving the quality in the orthodontic care.

Key words: dental movement techniques; morfofunctional changes; orthodontics; periodontium.

Recibido: 09/01/2018

Aprobado: 03/07/2018

Introducción

Siempre que el cuerpo humano, o algún órgano, recibe un estímulo o alteración de su condición fisiológica normal, se producen respuestas o reacciones adaptativas para mantener las funciones regulares de este. Generalmente ocurre una reacción primaria para regular las alteraciones leves y, según aumenten la intensidad del estímulo y su continuidad en el tiempo, mayor será la respuesta, al hacer que esta se prolongue y agrave, con la modificación del normal y correcto funcionamiento fisiológico.

Durante la realización del movimiento dentario por ortodoncia (MDO), ocurren una serie de respuestas a un estímulo determinado conocido como fuerza. La reacción del organismo variará según la intensidad de la fuerza aplicada, su dirección y duración en el tiempo, así mismo se considerarán como variables importantes: la conformación estructural del hueso alveolar, las fibras periodontales y la morfología dentaria.⁽¹⁾

La comprensión de los mecanismos celulares y moleculares que regulan el movimiento ortodóncico, las modificaciones celulares y las alteraciones estructurales que llevan a la liberación de mediadores químicos, así como la evaluación de los cambios celulares y vasculares de los procesos inflamatorios que ocurren durante el tratamiento ortodóncico, resultan un conocimiento imprescindible para el especialista, a fin de evitar daños en los tejidos involucrados y el fracaso de la terapéutica.⁽²⁾

En este trabajo se comunica de manera breve una actualización secuencial y resumida de dichos episodios, con el propósito de incrementar el nivel de conocimientos sobre el tema y mejorar la calidad de la atención en ortodoncia.

Desarrollo

¿Qué se entiende por movimiento dentario ortodóncico y cuáles son sus respuestas morfofuncionales generales?

El MDO ha sido definido como la respuesta biológica a la interferencia en el equilibrio fisiológico del complejo dentofacial por una fuerza externa aplicada. Es un fenómeno orgánico para la adaptación de la dentición, en la que las fuerzas mecánicas aplicadas sobre el diente provocan cambios biológicos en las células y la matriz extracelular que las rodea. Para desplazar los dientes se estimula el periodonto de forma mecánica aplicando fuerzas en la corona dental. Según la cantidad de presión y el tiempo en que actúa se crean áreas de reabsorción y aposición ósea.⁽²⁾

La respuesta biológica del ligamento periodontal y el hueso alveolar a las fuerzas mecánicas durante el MDO se ha interpretado como un proceso inflamatorio aséptico, y se producen cambios en el flujo sanguíneo, lo que lleva a la secreción de diferentes mediadores inflamatorios tales como citoquinas, factores de crecimiento, neurotransmisores, factores estimulantes de colonias y metabolitos del ácido araquidónico. Como resultado de estas secreciones, durante este proceso inflamatorio se produce la remodelación ósea.⁽³⁾

El principio de que al aplicar una fuerza sobre un diente se produce resorción ósea en el área de compresión y aposición ósea en el área de tensión, de la cual resulta el MDO, se enunció hace más de 160 años. Estas modificaciones ocurren para mantener la estructura y el espesor del ligamento periodontal. No se trata de que el diente simplemente se desplace a través del hueso, sino de que las estructuras de sostén se mueven con el diente.

Las fuerzas ejercidas fueron clasificadas por Schwartz, desde 1932, según sus efectos biológicos, de la siguiente forma:

- Primer grado: Fuerza leve y rápida que no produce efectos duraderos en el periodonto de inserción.
- Segundo grado: Fuerza inferior a la presión sanguínea capilar (20-26 g/cm²) en el ligamento periodontal. Produce resorción ósea directa en el área de presión. Al cesar, el periodonto de inserción retorna a la normalidad, sin resorción radicular.
- Tercer grado: Fuerza superior a la presión capilar, que origina isquemia por la compresión del ligamento periodontal, áreas de necrosis del tejido óseo y resorción radicular.
- Cuarto grado: Fuerza tan intensa que produce resorción a distancia (socavante o indirecta) y daño pulpar por lesión del paquete vasculonervioso en el ápice radicular.

Se deduce, entonces, que las fuerzas leves y continuas que no superan el nivel de presión capilar serían las más favorables. Según Oppenheim (1944), las fuerzas intermitentes son las más adecuadas, pues su duración no es suficiente para causar problemas en el ligamento periodontal. Se propone también utilizar fuerzas en períodos de activación distantes para mover los dientes sin efectos iatrogénicos.

Las características histológicas que van unidas a las modificaciones generadas por las fuerzas ortodónticas incluyen cambios en el número y el tipo de células, alteraciones vasculares y en la matriz extracelular. En el movimiento dental ortodóntico interviene el mecanismo de transducción; es decir, la conversión de una fuerza física (mecánica, electrostática) en una respuesta biológica.

Asimismo, las señales iniciadoras de cambios metabólicos en las células y los tejidos periodontales son la alteración del flujo sanguíneo y linfático, los cambios de presión y volumen en el espacio periodontal, la distorsión de moléculas de la matriz, la distorsión de la membrana plasmática y el citoesqueleto, los efectos bioeléctricos generados por estrés (flexión del hueso) inducido mecánicamente en las fibras colágenas y en los cristales de hidroxapatita (las cargas electronegativas producen osteogénesis, mientras que las cargas positivas se perciben en las superficies convexas y dan lugar a resorción), las influencias hormonales, los fenómenos inflamatorios y otros acontecimientos nerviosos e inmunocelulares.⁽⁴⁾

Respuestas morfofuncionales específicas en el lado de compresión ósea

La resorción del hueso alveolar ocurre en el lado hacia el cual el diente se está moviendo, mientras que, al mismo tiempo, se reconstruye el soporte periodontal. Durante el movimiento dentario fisiológico se observan, a nivel microscópico, osteoclastos residentes en lagunas reabsortivas esparcidas en la pared ósea alveolar, que indican resorción activa. Después de un tiempo, la resorción cesa y las lagunas de Howship son ocupadas por osteoblastos, que forman el hueso, donde quedan incluidas nuevas fibras periodontales. Este mecanismo de inserción fibrilar se realiza tanto en la pared del hueso alveolar, como en el cemento radicular. Simultáneamente, la resorción ósea activa se inicia en nuevas ubicaciones; la pared alveolar se retrae, entonces, por aparición de zonas alternantes de resorción y reparación.

Cuando se habla del movimiento dentario durante el tratamiento de ortodoncia, se debe referir la intensidad de la fuerza aplicada. Las fuerzas ortodóncicas adecuadas que van a lograr la movilización, sin alterar la estructura dentaria o las circundantes, se encuentran dentro de un rango relativamente pequeño.^(5,6)

El primer amortiguador de la fuerza externa es la presión hidráulica de los líquidos del espacio periodontal, constituidos por la corriente sanguínea y el material conectivo de relleno. El impacto se transmite uniformemente a todo el espacio periodontal y provoca un escape de líquido hacia el exterior a través del sistema circulatorio. Una vez superada la amortiguación hidráulica, es la barrera fibrilar la que se opone al desplazamiento dentario y, si la fuerza vence la resistencia de las fibras colágenas, entonces se dará lugar al remodelado óseo, para permitir la movilización del diente. Si la intensidad es leve y no llega a bloquear totalmente la irrigación de la zona, se iniciará una actividad osteoclástica, que destruirá y reabsorberá la pared ósea alveolar que se opone al desplazamiento dentario: la resorción ósea directa del lado de presión.⁽²⁾

Al disminuir el riego sanguíneo durante varios días, se inicia el proceso de resorción. El hueso del lado de la presión se reabsorbe por actividad de las células progenitoras, diferenciadas a osteoclastos por mediación química del AMPc, que destruyen paulatinamente la lámina ósea. Sin resistencia que se le oponga, la raíz dentaria se desplaza en el sentido de la fuerza.

En estudios de cinética celular se indica la existencia de dos tipos de células osteoclásticas al aplicar una fuerza ligera: un primer grupo proveniente de una población celular local y, un segundo grupo, de mayor magnitud, procedente de zonas distantes y llevadas al lugar por medio del flujo sanguíneo. El ancho del ligamento periodontal aumenta considerablemente para dar lugar a la alta actividad proliferativa celular y vascular. Al generarse este espacio, aumenta la irrigación sanguínea y se facilita el acceso de los osteoclastos pertenecientes al segundo grupo. Las células óseas y fibroblásticas proceden de células locales. El remodelado óseo no solo ocurre en el espacio de la lámina dura de la cresta alveolar. Este proceso se realiza igualmente en los espacios medulares y bajo el periostio, en las superficies externas de los maxilares, a fin de mantener constante la estructura y el grosor del hueso alveolar, por lo que se puede afirmar que el diente no se mueve solo a través del hueso, sino que todo el hueso se mueve y se adapta al movimiento.⁽¹⁾

A medida que ocurre el remodelado óseo, las células del componente fibroso del ligamento son igualmente remodeladas. Sin embargo, la unión del cemento con el hueso radicular que proporciona fijación al diente debe mantenerse por medio de la reconstrucción del sistema fibrilar. Las fibras periodontales se reconstruyen en dependencia de la actividad proliferativa de los fibroblastos, que facilitan la unión de los haces dentales con los procedentes del hueso alveolar, lo que explica la capacidad del diente para reinsertarse en el hueso. En pacientes adultos, el colágeno maduro posee mayores concentraciones de hidrogeniones, lo que lo hace más estable; esto justifica la dificultad para provocar ciertos movimientos y la tendencia a la recidiva. Igualmente, en el movimiento ortodóncico en adultos es determinante la conformación de las paredes óseas, las cuales se presentan densas y con pocos espacios medulares, lo que dificulta el acceso de las células para producir la resorción. Las áreas alveolares mesiales y distales son más esponjosas y vascularizadas que las vestibulares y linguales, de modo que favorece el movimiento en una dirección mesial o distal más que hacia la vestibular o lingual.⁽⁷⁾

Respuestas morfofuncionales específicas en el lado de la tensión

En el lado opuesto a la dirección en la que el diente se está moviendo ocurre la aposición del hueso, a la vez que se produce una nueva inserción de las fibras periodontales. Las fibras preexistentes en el ligamento quedan incluidas pasivamente por el frente del avance óseo, así como las fibras segregadas al momento por fibroblastos que migran del hueso, que constituyen nuevas fibras de Sharpey. Por medio de la aposición de capas óseas simultáneas al movimiento dentario, se mantiene constante el espesor del ligamento periodontal (0,2 - 0,25 mm de ancho).^(8,9)

Durante el movimiento dentario ortodóncico se produce la formación de hueso en el lado de tensión que, al igual que el lado de la presión, busca mantener estable el grosor del ligamento periodontal. Los procesos que se realizan en esta localización son más estereotipados. Al producirse la tensión en el ligamento periodontal no ocurre interrupción del riego sanguíneo, lo cual favorece la proliferación y diferenciación celular, bastante notable de 24 a 48 horas después de haber aplicado la fuerza. La tensión originada por la fuerza produce una tensión ligamentosa, como consecuencia de la tracción que reciben las fibras colágenas al separarse del hueso. Esto activa la función osteoblástica y se sintetiza un tejido osteoide, poco reabsorbible. Al cesar la acción de la fuerza, el diente intenta volver a su posición inicial, pero se encuentra imposibilitado por la presencia de tejido osteoide que no se reabsorbe. Luego, ocurre la calcificación del tejido por depósito de sales minerales y la matriz osteoide se transforma en hueso. Por último, se lleva a cabo la reconstrucción del tejido fibrilar, manteniendo entonces la fijación del diente al hueso. Con el movimiento dentario, las fibras del lado óseo se convertirán en fibras de la matriz colágena del nuevo hueso, las fibras intermedias pasarán a ser las fibras del lado óseo y las fibras periodontales neoformadas por la actividad proliferativa del fibroblasto darán lugar al plexo que une las fibras de ambos lados (cuadro).⁽¹⁾

Al igual que en el lado de la presión, la regeneración en el lado de la tensión en tratamientos de ortodoncia realizados en adultos se produce con más lentitud que en pacientes jóvenes, puesto que la actividad osteoblástica se encuentra disminuida y la proliferación celular es más tardía, lo que ocasiona mayor movilidad y un desplazamiento más lento.

En investigaciones recientes, se ha estudiado la intervención de los restos epiteliales de Malassez (REM) durante la movilización dentaria ortodóncica. Los REM son remanentes de la vaina epitelial radicular de Hertwig que, después de su fragmentación, pasan a formar parte del ligamento periodontal. Algunas de sus células son incorporadas al cemento y otras permanecen cercanas a la superficie radicular. Las funciones de los REM habían sido asociadas únicamente con la aparición de quistes; sin embargo, se ha demostrado que al ser estimuladas por medio del estrés mecánico que se produce en el ligamento durante el tratamiento, aumentan de tamaño y de número, además de intervenir significativamente en el metabolismo y la remodelación del ligamento periodontal.⁽²⁾

Cuadro. Resumen de los principales mediadores químicos implicados en el movimiento por tratamiento ortodóncico y sus funciones

Mediadores químicos	Funciones
Histamina (Amina vasoactiva)	Vasodilatación, aumento de la permeabilidad vascular
Bradicinina (sistema de las cininas)	Vasodilatación, aumento de la permeabilidad vascular, dolor
Sistema del complemento	Potenciar la respuesta inflamatoria, facilita la fagocitosis y lisis sobre algunas células
Sistema de la coagulación	Forma coágulo de plaquetas y de fibrina estable, impide la hemorragia.
Prostaglandina E ₂ (PGE ₂)	Estimula la diferenciación celular osteoblástica y la nueva formación de hueso.
Leucotrienos (LTB ₄)	Agente quimiotáctico y activador de neutrófilos.
Lipotoxinas	Vasodilatación, inhibición de leucocitos polimorfonucleares.
Citoquinas (IL-1, TNF, IL-6)	Estimulan la reabsorción ósea, inducen la proliferación de osteoclastos.
Neuropéptidos (sustancia P, PRGC -péptido relacionado genéticamente con la calcitonina-)	Transmisión del dolor, potencian el edema y regulan la presión sanguínea.
Segundos mensajeros (AMP _c y GMP _c)	Producen la conversión enzimática en el citoplasma para la remodelación ósea.
Sistema RANK/RANKL/OPG	Presentes en osteoblastos y osteoclastos precursores, necesarios para la formación de osteoclastos a partir del sistema monocítico-macrofágico.

Conclusiones

El movimiento dentario ortodóncico involucra procesos bioquímicos, fisiológicos e histológicos, en un escenario donde se produce un proceso inflamatorio que no es patológico, pero donde los mediadores químicos liberados (principalmente prostaglandinas y citosinas) poseen una importante función, al modular y regular dichos procesos para permitir el movimiento dentario. La comprensión de los mecanismos celulares y moleculares que regulan el movimiento ortodóncico, resulta un conocimiento imprescindible para el especialista, pues así se evitan daños en los tejidos involucrados y el fracaso del tratamiento.

Referencias bibliográficas

1. Schemel ME, Cabrera A. Fisiología Periodontal del movimiento dentario durante el tratamiento ortodóncico. Acta Odontológica Venezolana. 2010 [citado 10/12/2017]; 48(3). Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2010/3/art-21/>
2. Peña Montero CA, Rojas García AR, Gutiérrez Rojo JF. Mediadores químicos y efecto de los analgésicos en el tratamiento de ortodoncia. Rev Tamé. 2012 [citado 11/12/2017]; 1(2):55-61. Disponible en: http://www.uan.edu.mx/d/a/publicaciones/revista_tame/numero2/Tam122-08.pdf
3. Padilla Cáceres TC, Catacora Padilla P. Enfoque biológico y aceleración del movimiento dental ortodóncico: revisión de literatura. Rev Postgrado SCIENTIARVM. 2017 [citado 14/12/2017]; 3(1). Disponible en: <http://www.scientiarvm.org/archivo-texto.php?IdA=51&Id=8>
4. Frydman J. Ortodoncia en adultos, fundamentos biológicos e histológicos. En: Tratado ortodóncico en el adulto. 2 ed. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2006 [citado 14/12/2017]. Disponible en: <http://media.axon.es/pdf/59699.pdf> .
5. Tortolini P, Fernández Bodereau E. Ortodoncia y periodoncia. Av Odontoestomatol. 2011 [citado 15/12/2017]; 27 (4): 197-206. Disponible en: <http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v27n4/original3.pdf>

6. Sacoto Navia M. Fármacos que afectan la velocidad del movimiento dental durante el tratamiento ortodóncico. Clínica de Ortodoncia Invisible Barcelona & Estética Dental 2012 [citado 15/12/2017]. Disponible en: <https://marianasacotonavia.com/2012/09/07/farmacos-que-afectan-la-velocidad-del-movimiento-dental-durante-el-tratamiento-ortodoncico/>
7. Mercado S, Carreón B, Zapana N. Movimiento dental acelerado mediante fuerzas vibratorias (ACCELEDENT®) en tratamientos ortodónticos contemporáneos llevada a la práctica diaria. Rev Evid Odontol Clinic. 2016 [citado 21/12/2017]; 2(1). Disponible en: <https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/EOC/article/view/90/72>
8. González P, Rivera YL. Respuesta inflamatoria ante un movimiento ortodóntico [citado 21/12/2017]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/munevarjuan/respuesta-inflamatoria-durante-el-movimiento-dental-ortodntico>
9. Ramos Márquez J. Biomecánica de los tejidos periodontales. Kiru. 2013 [citado 22/12/2017]; 10(1):75–82. Disponible en: <http://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2013/Kiruv.10.1/Kiru v.10.1 Art.12.pdf>