

# CAMBIOS PULPARES VASCULARES Y ESTRUCTURALES INDUCIDOS POR FUERZAS ORTODÓNTICAS: UNA REVISIÓN

<sup>1</sup>Ludwing J. Delgado C., <sup>2</sup>Carlos Alberto Ojeda C., <sup>3</sup>Humberto Ferreira A., <sup>4</sup>Eugenio Ordoñez M.

<sup>1</sup>Odontólogo, U. Santo Tomás, Residente de II año, Especialización en Endodoncia, U. Santo Tomás.

<sup>2</sup>Odontólogo, U. Nacional, Residente de II año, Especialización en Endodoncia, U. Santo Tomás.

<sup>3</sup>Odontólogo, U. de Cartagena, Residente de II año, Especialización en Endodoncia, U. Santo Tomás

<sup>4</sup>Odontólogo, U. Metropolitana de Barranquilla, Residente de II año, Especialización en Endodoncia, U. Santo Tomás

Autor responsable de correspondencia: Dr. Ludwing Javier Delgado C.

Correo electrónico: ludwingdel@yahoo.com

## RESUMEN

Se ha sugerido que, en ocasiones, las fuerzas ortodónticas producen alteraciones en la angiogénesis, estructura y flujo sanguíneo pulpar. Sin embargo, en la literatura se encuentran reportes de estimulación de la angiogénesis a través de los factores de crecimiento; cambios estructurales debidos a fibrosis, apoptosis, degeneraciones pulpares y necrosis; cambios vasculares por una reducción en el flujo sanguíneo pulpar, y cambios en la confiabilidad de las pruebas de sensibilidad. El propósito de esta revisión es plantear varios cuestionamientos sobre los cambios pulpares vasculares y estructurales inducidos por fuerzas ortodónticas. [Delgado L, Ojeda CA, Ferreira H, Ordoñez E. Cambios pulpares vasculares y estructurales inducidos por fuerzas ortodónticas: Una revisión. *Ustasalud Odontología* 2005; 4: 44 - 47 ]

**Palabras clave:** Angiogénesis, movimiento dental, flujo pulpar, vitalidad pulpar.

## VASCULAR AND STRUCTURAL PULP CHANGES INDUCED BY ORTHODONTIC FORCES: A REVIEW

### ABSTRACT

It is thought that, in occasions, the orthodontic forces produce alterations in the angiogenesis, structures and capillary pulpar flow. Nevertheless, it can be found reports of stimulation of the angiogenesis through the growth factors; structural changes due to fibrosis, apoptosis, degenerations pulpares and necrosis; vascular changes by a reduction in the sanguineous flow to pulpar, and changes in the trustworthiness of the sensitivity tests. The purpose of this article is to raise several questions on the structural and vascular pulpar changes induced by orthodontic forces.

**Key words:** Angiogenesis, Tooth movement, Pulpar flow, Pulpar vitality.

Recibido para publicación: 23 de noviembre de 2004. Aceptado para publicación: 12 de abril de 2005.

## INTRODUCCIÓN

Los movimientos ortodónticos generan cambios estructurales y de respuesta de la pulpa dental. Los procesos de angiogénesis y neovascularización son esenciales en muchos eventos tales como en el desarrollo embriológico, la cicatrización de heridas y los procesos patológicos que involucran el crecimiento de los vasos sanguíneos.<sup>1</sup> Derringer y colaboradores encontraron que la respuesta angiogénica de la pulpa dental a fuerzas ortodónticas era el aumento de los factores de crecimiento angiogénico.<sup>2</sup>

Los efectos del movimiento dental con aparatología ortodóntica sobre la estructura de la pulpa han sido ampliamente estudiados. Mjör y Stenvik mostraron que las

fuerzas intrusivas y extrusivas causaron degeneración de la capa odontoblástica debido a disturbios circulatorios en el tejido pulpar humano.<sup>3</sup> McDonald y Pittford encontraron que el flujo sanguíneo pulpar disminuía (por aproximadamente 32 minutos) cuando eran aplicadas fuerzas ligeras y continuas; esta disminución continua por un periodo extenso de aumento del flujo sanguíneo durante 48 horas.<sup>4</sup>

Estos cambios en la estructura pulpar humana producen hipoxia que podría reducir la transmisión nerviosa. Clínicamente, se traduce en una respuesta menos confiable a las pruebas de sensibilidad.<sup>5</sup> Por lo tanto, es muy importante realizar cuestionamientos sobre la verdadera acción de las fuerzas ortodónticas en la estructura y vasculatura pulpar.

El propósito de esta revisión es plantear varios cuestionamientos acerca de algunos puntos relacionados con los cambios pulpares vasculares y estructurales inducidos por fuerzas ortodónticas.

### ¿Los movimientos ortodónticos afectan la angiogénesis pulpar?

Angiogénesis se define como la formación de nuevas estructuras capilares a partir de una vasculatura preexistente.

La formación de vasos sanguíneos es un proceso complejo y de múltiples etapas que requiere una serie de eventos celulares en los cuales las células endoteliales, en ciertas áreas, degradan su membrana basal, proliferan y migran dentro del estroma en forma de un brote, el germen capilar; éste se elonga y organiza dentro de las ramificaciones capilares con un lumen. Esos eventos ocurren en respuesta a estímulos angiogénicos.<sup>1</sup> Los procesos de angiogénesis y neovascularización son esenciales en muchos eventos como el desarrollo embriológico, la cicatrización, la reparación de heridas (siendo un prerrequisito para un proceso exitoso, incluso en el diente) y los procesos patológicos que involucran crecimiento de vasos sanguíneos como en la formación de tumores.<sup>6</sup>

Durante la dentinogénesis primaria, una rica vasculatura se desarrolla en la zona odontogénica del complejo dentino-pulpar, mostrando una fenestración incrementada de vasos para la nutrición de los odontoblastos. Cuando se ha completado la formación de la dentina se observa una disminución de estas fenestraciones y un retiro de los vasos de la capa odontoblástica. En el diente maduro la red capilar es ampliamente confinada a la región subodontoblástica. Los capilares periféricos parecen estar, estrechamente, relacionados a la actividad de los odontoblastos.<sup>7</sup>

Después de un daño dental, la dentina reparativa o reaccionaria, variantes de la dentinogénesis terciaria, aumenta la reparación de los tejidos e igualmente la revascularización de la pulpa. Este es un evento importante de la respuesta cicatrizal del diente.<sup>8,9</sup>

Por lo tanto, se considera que la respuesta angiogénica se refiere a un efecto acumulativo de factores reguladores positivos y negativos.<sup>10</sup> Un número de factores de crecimiento polipeptídicos han estado implicados en la iniciación de la respuesta angiogénica, en la regulación de la proliferación endotelial y en la cicatrización de heri-

das.<sup>11</sup> Estos incluyen el factor de crecimiento fibroblástico (FGF2), el factor de crecimiento derivado de las plaquetas (PDGF), el factor de crecimiento epidermal (EGF), el factor de crecimiento transformante (TGF  $\beta$ ), y en condiciones de hipoxia e isquemia, factor de crecimiento celular endotelial (VEGF).<sup>12</sup> Estos factores de crecimiento polipeptídicos pueden estimular la migración, la mitosis y la diferenciación de las células endoteliales en cultivos y pueden inducir la neovascularización en modelos animales.

Es conocido que las fuerzas ortodónticas producen daño mecánico y reacciones inflamatorias en el periodonto;<sup>13</sup> daño celular, cambios inflamatorios y disturbios circulatorios en la pulpa por la falta de circulación colateral con reducción de los niveles de oxígeno.<sup>14</sup> Durante el curso de un tratamiento prolongado con aparatología ortodóntica fija, se han observado cambios angiogénicos en respuesta a una repetida estimulación de los factores de crecimiento.<sup>15</sup>

Davidovitch y Rygh concluyeron que no es el tipo de movimiento dental o la fuerza lo que es de importancia, sino la estimulación de los vasos sanguíneos. La activación del sistema vascular es el factor clave.<sup>16,17</sup> La magnitud de la fuerza no necesariamente debe ser excesiva, incluso pequeñas fuerzas de corta duración de alrededor de cuatro horas pueden ser necesarias para evocar la respuesta celular.<sup>19</sup>

Roberts y colaboradores sugirieron que la matriz de dentina contenía factores de crecimiento angiogénicos responsables de la señalización de la respuesta angiogénica local, que podría aumentarse en los casos en que un evento de reparación se lleve a cabo.<sup>1</sup>

Derringer y colaboradores encontraron la formación de una red de microvasos que indicaba una respuesta angiogénica en las pulpas de cultivos de este tejido.<sup>15</sup> Esta respuesta fue significativamente mayor en las pulpas extraídas y estudiadas de los dientes tratados ortodónticamente al compararlas con los dientes del grupo control (sin tratamiento). Sugirieron que existía un incremento en la liberación de los factores de crecimiento asociados con la aplicación de la fuerza ortodóntica. En este estudio, se encontró un incremento del 100% en el número total de microvasos.<sup>15</sup>

### ¿Hay cambios estructurales en el tejido pulpar con la aplicación de fuerzas ortodónticas?

Algunos estudios se han basado en la evidencia de que el tejido pulpar dental responde de manera deletérea a las

fuerzas ortodónticas, muchas veces, con efecto sobre la vitalidad del diente.<sup>19</sup> Algunos autores han reportado cambios vasculares en la pulpa dental como respuesta a movimientos ortodónticos.<sup>20-22</sup>

Nixon y colaboradores, en 1993, encontraron cambios vasculares significativos con un incremento del número de vasos sanguíneos pulpares funcionales relacionados con el grupo de aplicación de fuerzas ortodónticas. También, observaron un aumento en la predentina dependiente de la fuerza hacia el día 5 y 10 del ciclo de movimiento dental.<sup>23</sup> Guevara y McClugage, en 1980, encontraron que fuerzas intrusivas podrían detener el flujo sanguíneo pulpar en la porción apical llevando a muerte pulpar por un corte de irrigación.<sup>22</sup>

### ¿Los movimientos ortodónticos afectan el flujo sanguíneo pulpar?

Profitt explicó que la aplicación de fuerzas ortodónticas podría producir una reacción inflamatoria periodontal pero no pudo demostrar que este efecto fuera más allá de una inflamación moderada de la pulpa.<sup>24</sup> Aunque las publicaciones histológicas han demostrado que el tejido pulpar reacciona desde un éxtasis vascular circulatorio hasta una necrosis.

Mostafa y colaboradores mostraron que las fuerzas intrusivas y extrusivas causaron degeneración de la capa odontoblástica y disturbios en la circulación del tejido pulpar; reportó la dilatación, la congestión de los vasos sanguíneos y el edema del tejido pulpar.<sup>25</sup>

Turley y colaboradores aplicaron fuerzas ortodónticas extrusivas a dientes de perros intruidos, observaron que la mitad de los dientes estaban totalmente necróticos, los demás presentaban degeneración y calcificación del tejido pulpar.<sup>26</sup>

Moss y Timms notaron marcados cambios pulpares incluyendo depósitos de dentina secundaria y presencia de pólipos pulpares.<sup>27</sup> Hamilton y Gutmann reportaron que los movimientos ortodónticos pueden causar una respuesta inflamatoria y/o degenerativa de la pulpa en dientes con una completa formación apical. El impacto sobre la pulpa se observa principalmente sobre el sistema neurovascular, el cual relaciona los neurotransmisores específicos (neuropéptidos) que pueden influenciar tanto en el flujo sanguíneo como en el metabolismo celular.<sup>28</sup>

Oppenheim mostró signos de degeneración pulpar severa. Estos hallazgos se enfocaron a la falta de circulación colateral de la pulpa durante el movimiento dental, por esto es recomendable el uso de fuerzas ligeras e intermitentes para reducir el daño al tejido dental y de esta manera proporcionar mayor tiempo de reparación.<sup>29</sup>

Labart y colaboradores reportaron un aumento en la «respiración pulpar» como resultado de las fuerzas ortodónticas que habían sido aplicadas de manera continua sobre incisivos de ratones en erupción. Se observó que el tejido alrededor del hueso y del ligamento periodontal eran semejantes al de un diente con ápice abierto y foramen grande.<sup>30</sup>

Seltzer y Bender reportaron alteraciones en la vasculatura pulpar con una subsiguiente alteración del metabolismo de las células pulpares causando un aumento en el depósito de dentina reparativa tanto en la porción coronal como en la radicular.<sup>31</sup>

Bunner y Jonson concluyeron que las alteraciones de los axones intrapulpares eran mínimas y que no progresaban con movimientos ortodónticos conservadores.<sup>32</sup>

### CONCLUSIÓN

Los estudios acerca del efecto del movimiento ortodóntico sobre la pulpa dental han demostrado una inducción de factores de crecimiento angiogénico, lo que favorece la angiogénesis pulpar, el aumento en el número de vasos sanguíneos, el aumento de generación de predentina, el desplazamiento de los odontoblastos, la reducción inicial del flujo sanguíneo pulpar con el subsiguiente aumento para terminar finalmente con la normalización del flujo. Los movimientos ortodónticos leves producen efectos reversibles en el tejido pulpar humano.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Roberts-Clark DJ, Smith AJ. Angiogenic growth factors in human dentin matrix. *Arch Oral Biol* 2000; 45: 1013 - 1016.
2. Derringer KA, Jagers DJ, Linden RWA. Angiogenesis in human dental pulp following orthodontic tooth movement. *J Dent Res* 1996; 75: 1761 - 1766.
3. Stenvik A, Mjör IA. Pulp and dentin reaction to experimental tooth intrusion. A histologic study of the initial changes. *Am J Orthod* 1970; 57: 370 - 385.

4. McDonald F, Pittford TR. Blood flow changes in permanent maxillary canines during retractions. *Eur J Orthod* 1994; 16: 1 - 9.
5. Rowe AHR, Pittford TR. The assessment of pulpal vitality. *Int Endod J* 1990; 23: 77 - 83.
6. Baume LJ. 1980. The biology of the pulp and dentine. En: Myers HM. *Monographs in oral science*. Basel: Karger; 1980.
7. Yoshida S, Ohshima H. Distribution and organization of peripheral capillaries in dental pulp and their relationship to odontoblasts. *Anat Rec* 1996; 245: 313 - 326.
8. Lesot H, Begue-Kirn C, Kubler MD, Meyer JM, Smith AJ, Cassidy N, Ruch JV. Experimental induction of odontoblast differentiation. *Cell Mater* 1993; 3: 201 - 217.
9. Jin H, Thomas HF, Chen J. Wound healing and revascularization: a histologic observation of experimental tooth root fracture. *Oral Surg Oral Med Oral Path Oral Rad Endod* 1996; 81: 26 - 30.
10. Folkman J, Klagsbrun M. A family of angiogenic peptides. *Nature* 1987; 329: 671 - 672.
11. Folkman J, Klagsbrun M. Angiogenic factors. *Science* 1987; 235: 442 - 457.
12. Harik SI, Hritz MA, LaManna JC. Hypoxia induced brain angiogenesis in the adult rat. *J Physiol* 1995; 485: 525 - 530.
13. Rygh P, Bowling K, Hovlandsdal L, Williams S. Activation of the vascular system: a main mediator of periodontal fiber remodeling in orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1986; 89: 453 - 468.
14. Mostaza YA, Iskander K, el-Mangoury NH. Iatrogenic pulpal reactions to orthodontic extrusion. *Am J Ortho Dentofac Orthop* 1991; 99: 30 - 34.
15. Derringer KA, Jagers DJ, Linden RWA. Angiogenesis in human dental pulp following orthodontic tooth movement. *J Dent Res* 1996; 75: 1761 - 1766.
16. Davidovitch Z. Cell biology associated with orthodontic tooth movement. En: Berkovitz BKB, Moxham BJ, Newman HN. *The periodontal in health and disease*. 2nd ed. Orlando: Mosby Yearbook; 1995. p.259 - 277.
17. Rygh P, Bowling K, Hovlandsdal L, Williams S. Activation of the vascular system: a main mediator of periodontal remodeling in orthodontic tooth movement. *Am J Orthod* 1986; 89: 453 -468.
18. Roberts WE, Ferguson D. Cell Kinetics of the periodontal ligament. En: Norton and Burstone, editors. *The biology of tooth movement*. London: CRC Press; 1989. p. 55 - 71.
19. Hamersky P, Weimar A, Taintor J. The effect of orthodontic force application on the pulpal tissue respiration rate in human premolar. *Am J Orthod* 1980; 77: 368 - 378.
20. Aisenberg MS. The tissues and changes involved in orthodontic tooth movements. *Am J Orthod* 1948; 34: 854 - 859.
21. Anstendig HS, Kronman JH. A histological study of pulpal reaction to orthodontic tooth movement in dogs. *Angle Orthod* 1972; 42: 50 - 55.
22. Guevara MH, McClugage SG. Effects of intrusive forces upon the microvasculature of the dental pulp. *Angle Orthod* 1980; 50: 129 - 134.
23. Nixon CE, Saviano JA, King GJ, Keeling SD. Histomorphometric study of dental pulp during orthodontic tooth movement. *J Endod* 1993; 17: 13 - 16.
24. Proffit WR, Fields HW. *Contemporary orthodontics*. St Louis: Mosby -year Book, 1993: 266 - 281.
25. Mostafa YA, Iskander KG, El-Mangoury NH. Iatrogenic pulpar reactions to orthodontic extrusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991; 99: 30 - 34.
26. Turley PK, Joiner MW, Helstrom S. The effect of orthodontic extrusion on traumatically intruded teeth. *Am J Orthod* 1984; 85: 47 - 56.
27. Moss JP, Timms DJ. A histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. *Trans Eur Orthod Soc* 1971: 263 - 271.
28. Hamilton RS, Gutmann JL. Endodontic - orthodontic relationships: a review of integrated treatment planning challenges. *Int Endod J* 1999; 32: 343 - 360.
29. Oppenheim A. Biologic orthodontic therapy and reality. *Angle Orthod* 1936; 6: 5 - 38.
30. Labart WA, Taintor JF, Diyer JK, Weimer AD. The effect of orthodontic forces on pulp respiration in the rat incisor. *J Endod* 1980; 6: 724 - 727.
31. Seltzer S, Bender IB. *The dental pulp*. 3rd edition. Philadelphia: J.B. Lippincot Company. 1984: 210 -211.
32. Bunner M, Johnson D. Quantitative assessment intrapulpal axon response to orthodontic movement. *Am J Orthod* 1982; 77: 368 - 378.