

# Reacción pulpar frente a fuerzas ortodónticas: evaluación de la primera semana de tratamiento

## *Pulpal response to orthodontic forces: evaluation of the first week of treatment*

Monardes Cortés H\*, Zúñiga Caballero A\*\*, Bravo Muñoz C\*\*\*, Venegas Arqués M.C\*\*\*, Hidalgo Eusse A\*\*\*\*, Steinfort Needham K\*, Abarca Reveco J\*.

### RESUMEN

*Objetivos:* Evaluar la correlación entre: (i) los niveles de fuerza aplicados a dientes anteriores en las etapas iniciales del tratamiento ortodóntico; (ii) la percepción de dolor y (iii) la sensibilidad pulpar.

*Universo y Muestra:* Clínica de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Máxilo-Facial de la Universidad San Sebastián en Santiago de Chile durante los años 2012 al 2014. Se obtuvo una muestra no probabilística por conveniencia de 136 dientes en 37 pacientes con brackets y Arcos de <sup>TM</sup>Nitinol termoactivados (35°C) de 0.014 pulgadas.

*Material y Método:* Estudio observacional prospectivo. Los dientes fueron evaluados con un dinamómetro siendo las fuerzas clasificadas en cuatro categorías: leves, óptimas, altas y extremas. El dolor fue medido con la Escala Visual Análoga al primer, segundo y séptimo día, después del comienzo de la aplicación de la fuerza y al séptimo día también se sometieron los dientes a test térmicos.

*Resultados:* Después de unas horas del comienzo de la aplicación de la fuerza, el dolor comenzó a disminuir. Con el aumento de magnitud de las fuerzas, el dolor no varió en intensidad. El 39.1% de los dientes que recibieron fuerzas “óptimas” y el 22.4% de los que recibieron fuerzas “extremas”, mostraron una respuesta aumentada al frío. El 1% de los dientes sometidos a fuerzas “extremas” presentó una respuesta aumentada al calor.

*Conclusiones:* En los primeros siete días, no se observó daño pulpar irreversible independiente de la magnitud de la fuerza aplicada.

**PALABRAS CLAVE:** Fuerza ortodóntica, Escala VAS, Test sensibilidad pulpar.

### ABSTRACT

*Objectives:* To evaluate the correlation between: (i) force levels applied to anterior teeth in the initial stages of orthodontic treatment; (ii) pain perception, and (iii) pulp sensitivity.

*Setting and Sample Population:* Orthodontics and Maxillofacial Orthopedics Clinic at San Sebastián University in Santiago, Chile from 2012 to 2014. A non-probabilistic convenience sample was obtained of 136 teeth in 37 patients with braces and 0.014-inch heat-activated (35°C) Nitinol<sup>TM</sup> arch wires.

---

\* Programa de Especialización en Endodoncia, Facultad de Odontología, Universidad San Sebastián, Sede Santiago.

\*\* Programa de Especialización en Ortodoncia, Facultad de Odontología, Universidad San Sebastián, Sede Santiago.

\*\*\* Ortodoncista, Práctica Privada.

\*\*\*\* Endodoncista, Hospital Clínico Metropolitano la Florida, Santiago.

*Material and Method:* Prospective observational study. Teeth were evaluated with a dynamometer. Forces were classified into four categories: mild, optimal, high, and extreme. Pain was measured with the Visual Analog Scale (VAS) on the first, second, and seventh day after the force application, and thermal tests were applied on the seventh day.

*Results:* A few hours after the beginning of the force application, the pain began to diminish. The pain did not vary in intensity with increasing force magnitude. 39.1% of the teeth which received “optimal” forces and 22.4% of those which received “extreme” forces exhibited an increased response to cold. 1% of the teeth subjected to “extreme” forces exhibited an increased response to heat.

*Conclusions:* In the first seven days, no irreversible pulpal damage was observed regardless of the magnitude of the applied force.

**KEY WORDS:** Orthodontic force, VAS Scale, Pulp sensitivity test. (MeSH).

**Fecha de recepción:** 4 de septiembre de 2018.

**Fecha de aceptación:** 23 de septiembre de 2018.

Monardes Cortés H, Zúñiga Caballero A, Bravo Muñoz C, Venegas Arqués M.C, Hidalgo Eusse A, Steinfors Needham K, Abarca Reveco J. *Reacción pulpar frente a fuerzas ortodónticas: evaluación de la primera semana de tratamiento.* 2018; 34, (5): 237-243.

## INTRODUCCIÓN

La respuesta pulpar frente a tratamientos ortodónticos no ha sido extensamente discutida<sup>1</sup>, pero sí se postula que los movimientos ortodónticos dependiendo de su duración, tipo, magnitud y resistencia fisiológica de los tejidos, pueden provocar daño pulpar irreversible<sup>2</sup>. Posterior a la aplicación de fuerzas ortodónticas se aprecia sensibilidad dentaria, que se manifiesta como dolor que aparece el primer día, disminuye al tercer día y termina al séptimo día<sup>3</sup>.

Las fuerzas ortodónticas pueden causar reacciones pulpares y periapicales al aumentar la presencia de mediadores del dolor<sup>4,5</sup>, lo que clínicamente se manifiesta como un cambio en la respuesta frente a test pulpares<sup>6</sup>. Esta sobreproducción de mediadores del dolor ocurriría debido a una inflamación neurogénica producida por las fuerzas mecánicas<sup>4</sup> o también por una hipoxia intrapulpar. Este estado hipóxico se produciría por un trauma mecánico a los vasos sanguíneos dentarios<sup>7</sup>. En un estudio en humanos se observó una marcada disminución en el flujo pulpar entre 24 y 168 horas posterior a la tracción de caninos retenidos usando micro-tornillos<sup>8</sup>, lo que estaría en acuerdo con esta teoría.

A pesar de que existe evidencia disponible sobre los efectos histológicos de las fuerzas ortodónticas sobre el tejido pulpar, todavía no hay evi-

dencia concluyente sobre la correlación entre la magnitud de las fuerzas y daño pulpar irreversible<sup>1</sup>. Reitan<sup>9</sup> sugieren un rango específico de fuerzas óptimas para el movimiento ortodóntico, que deberían oscilar entre 25 y 75g, ya que valores sobre 75-100g podrían inducir daño pulpar y periodontal<sup>2</sup>. En un estudio de Lazaretti et al.<sup>10</sup>, se aplicaron fuerzas de 60g por 21 días en premolares humanos y se observó ausencia de sintomatología y de cambios histológicos irreversibles; sólo aumentó la presencia de calcificaciones pulpares. Se vuelve importante determinar el efecto clínico específico que magnitudes de fuerza excesivas tienen sobre el tejido pulpar, si pudieran inducir daño pulpar irreversible o incluso necrosis<sup>1</sup>. Esto ayudaría a estandarizar los tratamientos ortodónticos con el fin de proteger la pulpa y reducir el riesgo de patología pulpar iatrogénica. En un estudio realizado por Han et al.<sup>11</sup>, se observó degeneración odontoblástica, calcificaciones pulpares, congestión vascular e infiltrado inflamatorio, doce semanas después de la aplicación de fuerzas severas. Esta experimentación se realizó con aparatología específica para producir ese nivel de fuerza y no en pacientes en tratamiento ortodóntico propiamente tal.

Los test pulpares térmicos son de fácil acceso y han sido ampliamente utilizados en la literatura; estudios sugieren que es un método confiable junto a la historia del diente y a otros hallazgos clí-

nicos y radiográficos, para determinar el estado clínico pulpar<sup>6</sup>. Sin embargo, debe hacerse notar el hecho de que estos tests entregan información sobre el estado neural de la pulpa y no sobre su aporte vascular, por lo que sus resultados solo sirven como referencia<sup>12</sup>. Los test térmicos al frío proveen de resultados confiables en la evaluación del estado pulpar en dientes sanos y enfermos<sup>12</sup>. Por otro lado, se ha visto que los test eléctricos no son necesariamente fiables en pacientes ortodónticos, ya que el tratamiento aumentaría el umbral de sensibilidad<sup>6</sup>. No así el test térmico al frío.<sup>6,12</sup>

El objetivo de este estudio es el de evaluar la percepción de dolor y la sensibilidad pulpar a test térmicos durante la primera semana de aplicación de fuerzas ortodónticas, y relacionar el tipo y magnitud de estas fuerzas al daño pulpar.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional prospectivo en una muestra no probabilística por conveniencia, que comenzaron su tratamiento ortodóntico en la Clínica de Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Máxilo-Facial de la Universidad San Sebastián en Santiago de Chile durante los años 2012 al 2014. La muestra cumplió con los siguientes criterios de inclusión: (i) no haber recibido tratamientos ortodónticos previos que requirieran de aparatología fija en todo el arco dental y (ii) la presencia de dientes anterosuperiores o inferiores en malposición. Los criterios de exclusión fueron historia dental de dientes anteriores con: (i) trauma (ii) formación radicular incompleta o ápice abierto, (iii) restauraciones amplias o complejas (iv) tratamientos endodónticos o (v) lesiones apicales.

Cada diente fue clasificado de acuerdo al tipo de movimiento ortodóntico siendo estos rotacionales o sagitales.

Al principio del tratamiento ortodóntico se tomó una radiografía panorámica y se realizó tests de sensibilidad pulpar a cada diente, antes del montaje de los brackets.

Los brackets (Balance®, Dentsply GAC, Tomy, Japón) y el arco de <sup>TM</sup>Nitinol termoactivado de 0.014 pulgadas (0,36mm) (3M Unitek®, Form III) fueron instalados y los dientes fueron ligados con ligaduras elásticas. La magnitud de las fuer-

zas generadas se midió en forma perpendicular al diente (sin presencia de ligadura) usando un dinamómetro manual (1303 Dontrix ETM Corporation, RMO<sup>TM</sup>). La medición se realizó en onzas. Las mediciones se transformaron a gramos y se clasificaron de la siguiente manera: (i) extremas (>100g), altas (76-100g), (iii) óptimas (26-75g) y (iv) leves (0-25g).

La percepción de dolor por diente fue determinada mediante la Escala Visual Análoga (VAS) al: (i) primer día (T1=24horas), (ii) segundo día (T2 = 48 horas) y al (iii) séptimo día (T3 = 168 horas) después del inicio de la aplicación de la fuerza ortodóntica.

El estado pulpar se evaluó en todos los dientes, siete días después del inicio de las fuerzas ortodónticas. Se utilizó un spray de Tetra-fluoro-etano (Endo Ice. Coltene/Whaledent<sup>TM</sup>) para el test al frío y Compuesto de Modelar (Godiva, Kerr<sup>TM</sup>) para el test al calor.

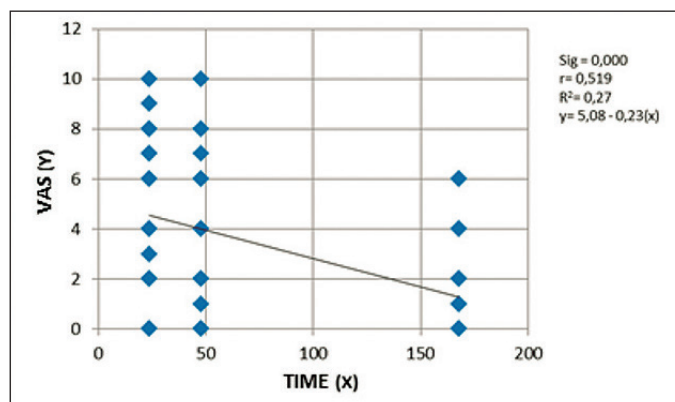


Foto 1. Plano de dispersión de la relación entre la percepción de dolor (VAS) y el tiempo.

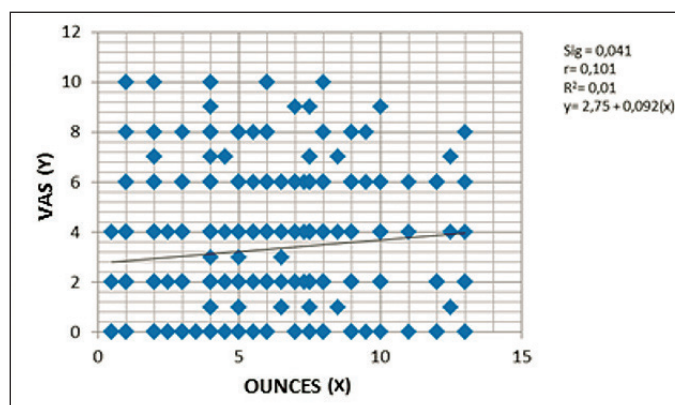


Foto 2. Plano de dispersión de la relación entre el dolor percibido y las fuerzas aplicadas.

Los test se aplicaron primero a dientes control: dientes anteriores sanos, no sometidos a fuerzas ortodónticas, y después a los dientes bajo evaluación.

Los resultados a los test térmicos se registraron de la siguiente forma:

- Sin respuesta: el diente evaluado no tiene sensibilidad.
- Respuesta normal: el diente evaluado presenta la misma respuesta que el diente control.
- Respuesta aumentada: el diente evaluado tiene una respuesta mayor a la del diente control.

Los datos se analizaron mediante una regresión lineal para la percepción de dolor pulpar y mediante el Test de Mann-Whitney y el Test Z para comparación de proporciones con la corrección de Bonferroni para la sensibilidad a los cambios térmicos, mediante el programa estadístico MYSTAT™.

## RESULTADOS

Un total de 37 pacientes cumplieron los criterios de inclusión, obteniendo una muestra de 136 dientes; 63 dientes presentaron rotación con un promedio de fuerzas aplicadas de 5,8 oz o 164,1g (SD=3.06 oz); 73 dientes presentaron malposición sagital con un promedio de fuerzas de 5,1 oz o 144,3g (SD=2.94 oz).

Los resultados de la medición de dolor percibido en T1, T2 y T3 mostraron una relación significativa con un intervalo de confianza de 95% ( $p < 0.01$ ), siendo una correlación de carácter lineal inversa con una capacidad moderada ( $r = 0.519$ ,  $R^2 = 0.27$ ), en donde a cada hora transcurrida, el dolor percibido según la escala VAS disminuyó 0.23 puntos (Fig.2).

Al analizar el dolor percibido en relación a la intensidad de la fuerza ortodóntica, no se observó relación entre este dolor y fuerzas que oscilaron entre 1oz (28,3g) y 14oz (396,2g). En términos inferenciales, sí existe una relación significativa con un intervalo de confianza de 95% ( $p < 0,05$ ) entre estas variables, de carácter lineal directo, pero con una capacidad explicativa baja (1%) ( $r=0,101$ ,  $R^2=0,01$ ), en donde un incremento de

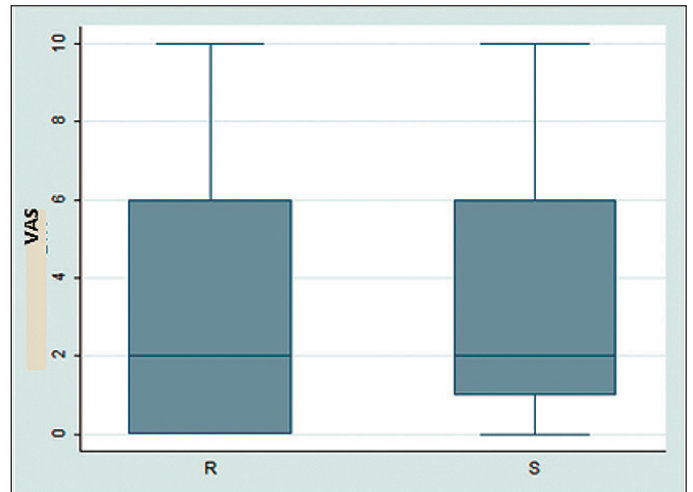


Foto 3. Percepción de dolor (VAS) en relación a movimientos rotacionales y sagitales.

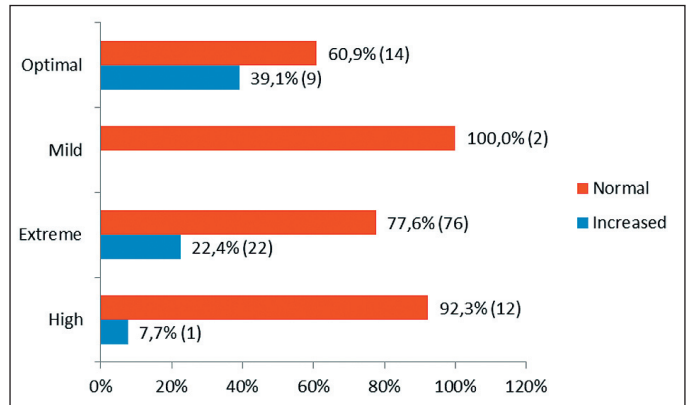


Foto 4. Sensibilidad al frío en relación a las fuerzas aplicadas.

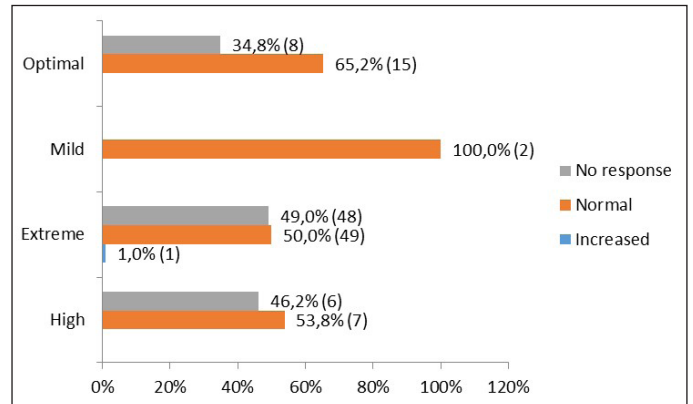


Foto 5. Sensibilidad al calor en relación a las fuerzas aplicadas.

0,092oz de fuerza aplicada resultó en un incremento de 1 punto de percepción de dolor medido con escala VAS (Fig.3).

Al comparar percepción de dolor con tipo de movimiento – rotacional o sagital – no se presenta-

ron diferencias significativas ( $P > 0.81$ ) en el análisis de resultados con el Test de Mann-Whitney (Fig.4), por lo tanto, la percepción de dolor no está relacionada con el tipo de malposición y su tratamiento correctivo.

Analizando la respuesta al Test de sensibilidad al frío después de siete días, sólo se observó una diferencia significativa en los incisivos centrales superiores, en los que 16 dientes (38,1%) presentaron una respuesta aumentada ( $p < 0.05$ ) con un intervalo de confianza de 95% usando el Test Z con la corrección de Bonferroni.

En los resultados obtenidos al relacionar la intensidad de la fuerza aplicada con la respuesta a los test de sensibilidad, no se observó una relación estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ).

Con respecto a la respuesta a los test de sensibilidad en relación al tipo de movimiento eje-cutado, 34% de los dientes sometidos a movimiento sagital sagital presentaron una sensibilidad aumentada al frío, mientras que 11% de los dientes sometidos a movimiento de rotación presentaron sensibilidad aumentada al frío, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ( $p < 0.05$ ).

En relación al test al calor, el 100% de los dientes sometidos a fuerzas leves presentaron respuesta normal y el 1% de los dientes sometidos a fuerzas extremas presentaron una respuesta aumentada.

## DISCUSIÓN

La medición de fuerzas de este estudio fue realizada con un dinamómetro manual, que es fácil de manipular y que ha sido utilizado previamente en este tipo de estudios<sup>4</sup>. A pesar de que actualmente existen métodos más sofisticados y técnicas más precisas, como el método de elemento finito, estos requieren del desarrollo de complejos modelos matemáticos y por lo tanto de un operador calificado para que los resultados tengan validez<sup>13</sup>, por lo cual no fueron elegidos para este estudio.

En relación al dolor percibido, los resultados obtenidos en este estudio están de acuerdo con lo observado anteriormente<sup>14</sup>: el dolor cede con el tiempo, siendo su nivel más alto a las 24 horas y disminuyendo a las 48 horas, alcanzando un mínimo a las 168 horas (una semana).

No se observó una correlación positiva entre la magnitud de la fuerza y la percepción del dolor, lo que está de acuerdo con lo observado con otros estudios<sup>15</sup>. Por otro lado, Reitan<sup>9</sup> observó que fuerzas leves estaban asociadas a menor dolor percibido por el paciente, y que fuerzas severas estaban asociadas a fuerte dolor percibido. Estas diferencias pueden haber ocurrido por la naturaleza subjetiva del dolor y por notorias variaciones individuales<sup>16</sup>. Otras razones incluyen estado emocional del paciente, estrés, diferencias culturales, edad y género<sup>16</sup>; todas variables que no fueron tomadas en consideración en este estudio.

De acuerdo a los datos obtenidos, se puede establecer que el dolor que siente el paciente en la primera etapa de la aplicación de fuerzas ortodónticas no tiene asociación con la magnitud de éstas, lo que es consistente con lo observado por Leavitt<sup>14</sup>, que asegura que no hay relación entre estas variables, por lo que cuando la intensidad aumenta, el dolor no aumenta.

Se puede inferir que independiente de la magnitud de las fuerzas o del tipo de malposición, las fuerzas ortodónticas no inducen un estado pulpar irreversible o necrosis pulpar al corto plazo, lo que se encuentra en acuerdo con lo observado en otros estudios<sup>11,14</sup>. Es más, se ha observado que la mayoría de las necrosis pulpares que pueden ocurrir durante el tratamiento ortodóntico, son en relación a dientes con antecedentes de trauma<sup>17</sup>. Esta por verse si esto se reproduce en un análisis a largo plazo.

Los resultados muestran que los dientes que recibieron fuerzas leves no mostraron un aumento a la sensibilidad al frío, en acuerdo con lo observado en la literatura<sup>10</sup>; mientras que los dientes que recibieron fuerzas óptimas, altas o extremas, presentaron una sensibilidad aumentada, por lo que se podría inferir que se produciría un cambio pulpar reversible<sup>18</sup>, lo que se correlaciona con lo observado en estudios histológicos<sup>19</sup>. Por otro lado, en estudios donde se compararon fuerzas de 50 y 200g no se observaron diferencias significativas en la respuesta a test de sensibilidad en ambos grupos<sup>11</sup>.

Las limitaciones de este estudio incluyen el tamaño de la muestra, el uso de tests subjetivos de evaluación (Escala VAS y Test Térmicos) y

no considerar otras variables en forma independiente, como edad y género, todos los que pudieron tener algún efecto en los resultados. Por otro lado, son métodos frecuentemente utilizados para evaluación de cambios pulpares y sus resultados pueden dar una idea de que esperar clínicamente en pacientes sometidos a tratamiento ortodóntico.

Los disímiles resultados obtenidos con los test de frío y calor, se pueden explicar por el hecho que la sensibilidad al frío es efectiva en estados iniciales de la inflamación pulpar, en cambio la sensibilidad al calor se corresponde con el deterioro continuo de la pulpa, y se asocia a un tejido pulpar con inflamación aguda o parcialmente necrótico.<sup>20</sup>

Para investigaciones posteriores, se vuelve necesario determinar percepción de dolor y sensibilidad pulpar por un período más largo de tiempo, con el fin de determinar si las diferentes magnitudes de fuerzas o tipos de movimiento tienen algún efecto a largo plazo. Otra sugerencia sería utilizar Flujiometría Láser Doppler u Oximetría de Pulso para evaluar en forma objetiva el efecto de las fuerzas sobre la microcirculación pulpar y no solo una apreciación clínica de daño pulpar<sup>12</sup>. Esto en particular por lo que fue observado en un estudio donde se evaluó flujo sanguíneo y sensibilidad pulpar posterior a una cirugía ortognática, en donde se vio que la respuesta al frío no tuvo relación con las alzas y bajas relativas del flujo sanguíneo medido con Flujiometría Láser Doppler.<sup>21</sup>

También sería interesante determinar el efecto de estas fuerzas sobre dientes con antecedentes de caries, restauraciones, trauma o calcificaciones pulpares y observar si el daño se sumaría al que ya presenta el diente<sup>2</sup>.

Los resultados obtenidos indicarían que fuerzas excesivas no producirían daños pulpares irreversibles, por lo menos en un corto plazo.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones de este estudio, se puede concluir que no existe una relación directa entre la magnitud o tipo de fuerzas ortodónticas y el dolor percibido por el paciente o su sensibilidad frente a test térmicos.

## BIBLIOGRAFIA

1. Von Böhl M, Ren Y, Fudalej P, Kuijpers-Jagtman AM. Pulpal reactions to orthodontic force application in humans: a systematic review. *J Endod*. 2012; 38(11):1463-9.
2. Hamersky P, Weimer A, Taintor J. The effect of orthodontic force application on the pulpal tissue respiration rate in the human premolar. *Am J Orthod*, 1980; 77:368-78.
3. Wang J, Jiang F, Chen J, Ye NS, Huang YH, Wang S, Huang RH, Pei J, Liu P, Zhang L, Zhao ZH, Chen QM, Lai WL, Lin YF. Cognitive Behavioural therapy for orthodontic pain control: a randomized trial. *J Dent Res*, 2012; 91(6): 580-5.
4. Caviedes-Bucheli J, Moreno JO, Ardila-Pinto J, del Toro-Carreño J, Saltaín-Quintero H, Sierra-Tapias CL et al. The effect of orthodontic forces on calcitonin gene-related peptide expression in human dental pulp. *J Endod*, 2011; 37(7): 934- 937.
5. Chavarría-Bolaños D, Martínez-Zumaran A, Lombana N, Flores-Reyes H, Pozos-Guillén A. Expression of substance P, calcitonin gene-related peptide,  $\beta$ -endorphin and methionine-enkephalin in human dental pulp tissue after orthodontic intrusion. A pilot study. *Angle Orthod*, 2014; 84: 521-526.
6. Alomari FA, Al-Habahbeh R, Alsakama BK. Responses of pulp sensibility tests during orthodontic treatment and retention. *Int Endod J*, 2011; 44: 635-643.
7. Römer P, Wolf M, Fanghänel J, Reicheneder C, Proff P. Cellular response to orthodontically-induced short-term hypoxia in dental pulp cells. *Cell Tissue Res*, 2014; 355:173-180.
8. Sabuncuoglu A, Ersahan S. Changes in human pulp blood flow during canine retraction. *Acta Odontol Scand*, 2016; 436-42.
9. Reitan K. Clinical and histologic observations of tooth movement during and after orthodontic treatment. *Am J Orthod*, 1967; 53: 721-745.

10. Lazaretti DN, Bortoluzzi GS, Torres Fernandes LF, Rodriguez R, Grehs RA, Martins Hartman MS. Histologic evaluation of human pulp tissue after orthodontic intrusion. *J Endod.* 2014; 40: 1357-1540.
11. Han G, Hu M, Zhang Y, Jiang H. Pulp vitality and histologic changes in human dental pulp after the application of moderate and severe intrusive orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2013; 144 (4): 518-22.
12. Alghaithy RA, Qualtrough AJE. Pulp sensitivity and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth: A critical review. *Int Endod J*, 2016; doi: 10.1111/iej/12611 (epub ahead of print).
13. Geramy A, Bouserhal J, Martin D, Baghaeian P. Bone stress and strain modification in diastema closure: 3D analysis using finite element method. *Int Orthod*, 2015; 13(3): 274-86.
14. Leavitt AH, King GJ, Ramsay DS, Jackson DL. A longitudinal evaluation of pulpal pain during orthodontic tooth movement. *Orthod Craniofac Res.* 2002; 5(1): 29-37.
15. Ogura M, Kamimura H, Al-Kalaly A, Nagayama K, Taira K, Nagata J. et al. Pain intensity during the first 7 days following the application of light and heavy continuous forces. *Eur J Orthod*, 2009; 31(3): 314-9.
16. Sandhu S, Leckie G. Orthodontic pain trajectories in adolescents: Between -subject and within - subject variability in pain perception. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2016; 149: 491-500.
17. Javed F, Al-Keraif AA, Romanos EB, Romanos GE. Influence of orthodontic forces on human dental pulp: a systematic review. *Arch Oral Biol* 2015; 60 (2): 347-56.
18. Sabuncuoglu A, Ersahan S. Changes in maxillary incisor dental pulp blood flow during intrusion by mini-implants. *Acta Odontol Scand*, 2014; 72: 489-96.
19. Wei FL, Geng J, Guo J, Wang H, Liu DX, Zhang BJ, Wang CL. Metabolic changes of human dental pulp after rapid palatal expansion. *Orthod Craniofac Res*, 2013; 16: 185-192.
20. Jafarzadeh H, Abbott PV. Review of Pulp Sensibility Tests. Part I: General Information and Thermal Tests. *Int Endod J*, 2010; 43: 738-762.
21. Chen E, Goonewardene, Abbott P. Monitoring Dental Pulp Sensitivity and blood flow in patients receiving mandibular orthognatic surgery. *Int Endod J*, 2012; 45: 215-223.

**CORRESPONDENCIA:**

Héctor Monardes Cortés.  
Bellavista 7, 8° piso  
Recoleta, Santiago de Chile  
e-mail: hector.monardes@uss.cl