



## ROMPIMIENTO APICAL TRANSITORIO REVISIÓN NARRATIVA DE LA LITERATURA CIENTIFICA

### RESUMEN

**Objetivo general:** realizar una revisión de literatura científica para establecer la relación entre los movimientos ortodónticos intrusivos y extrusivos con la formación del RAT/TAB.

**Materiales y métodos:** revisión narrativa de la literatura, incluyendo 12 estudios en inglés y español publicados en las bases de datos MEDLINE, COCHRANE y PubMed, y utilizando como términos MeSH: TAB-Fuerzas ortodóntica, intrusive, orthodontic movements, forces y damage pulpar y como término de búsqueda TAB AND Intrusive Orthodontic movements, TAB AND orthodontics, TAB AND forces, TAB AND damage pulpar. Tres investigadores realizaron la revisión de artículos y resolvieron diferencias con un experto quien se encargó de unificar datos atendiendo a los criterios de selección, para luego continuar con su lectura total.

**Resultados:** se revisaron 6 ensayos clínicos, 2 reportes de caso, 3 revisiones de literatura y 1 estudio observacional descriptivo retrospectivo, con participación de ambos géneros que tenían edades entre 11 y 48 años. Diferentes pruebas se emplearon en las investigaciones para verificar los cambios generados por los movimientos ortodónticos, entre ellos el test eléctrico en la pulpa, valoración de la enzima aspartato aminotransferasa, el flujo sanguíneo pulpar, pruebas de sensibilidad, radiográficas, cultivos de tejido, entre otras; que develaron la presencia de cambios importantes a nivel pulpar.

**Conclusiones:** los cambios que se presentan a nivel pulpar están directamente asociados a la magnitud de las fuerzas intrusivas y extrusivas, y la capacidad de reacción de la pulpa, siendo necesario considerar los valores establecidos como adecuados, antes de iniciar cualquier tratamiento ortodóntico.

**Palabras clave:** rompimiento apical transitorio, movimientos ortodónticos, extrusión, intrusión.

### ABSTRACT

**General objective:** Performing a review of scientific literature to establish the relationship between intrusive and extrusive orthodontic movements with the formation of RAT/TAB.

**Materials and methods:** Narrative review of the literature, including 12 studies in english and spanish published in the databases: MEDLINE, COCHRANE and PubMed, and using the MeSH terms: TAB-Orthodontic forces, intrusive, orthodontic movements, forces and pulp damage, and as searching term TAB AND intrusive orthodontic movements, TAB AND orthodontics, TAB AND forces, TAB AND pulp damage. Three researchers conducted the review of articles, and resolved the differences with an expert who unified the data according to the selection criteria, in order to proceeding with its total reading.

**Results:** Six clinical essays were reviewed, two case reports, three literature reviews, and one retrospective descriptive and observational study, with participation of both male and female genders, that were between 11 and 48 years old. Different tests were used in the studies to verify the changes generated by the orthodontic movements, some of them are: electrical test in the pulp, assessment of the enzyme aspartate aminotransferase, pulp blood flow, sensitivity tests, radiographic, tissue cultures, among others. The tests revealed the presence of important changes at the pulp level.

**Conclusions:** Pulp changes are directly associated with the magnitude of the intrusive and extrusive forces, and the responsiveness of the pulp. It is necessary to consider the values established as appropriate, before starting any orthodontic treatment.

**Key words:** Transient Apical Breakdown, orthodontic movements, extrusion, intrusion.

## INTRODUCCIÓN

El rompimiento apical transitorio (RAT/TAB Transient apical breakdown) es una lesión moderada de la pulpa y/o una lesión combinada entre ligamento periodontal (PDL) y la pulpa en dientes con formación radicular completa; (1); Ocurre como resultado de un trauma dentoalveolar y/o por tratamientos ortodónticos, mediante la aplicación de una fuerza a un diente durante determinado periodo de tiempo, dando lugar a un cierto grado de reacción biológica en la pulpa dental. El tiempo necesario para que el TAB/RAT ocurra es variable y puede llegar a tardar hasta varios años para su resolución (2).

Debido a su etiología y a sus signos y síntomas regresivos, el TAB/RAT se caracteriza por un cambio de color a gris de la corona clínica, pruebas de sensibilidad pulpar térmicas negativas y radiográficamente por una zona de rarefacción, reabsorción apical y ensanchamiento del espacio del ligamento periodontal. Estos cambios pueden dar signos similares a los de una necrosis pulpar, por lo que puede llevar al clínico a un diagnóstico erróneo y como consecuencia de esto un tratamiento inadecuado, ya que por lo general no requiere más tratamiento que el seguimiento y la eliminación del

factor causal, sin la necesidad de un tratamiento endodóntico no quirúrgico (3).

Generalmente, los movimientos ortodónticos tienen un efecto directo sobre la zona apical; pero a diferencia de los de tipo extrusivo, los intrusivos son los que tienen un mayor efecto sobre dicha zona, dado que se da un desplazamiento del ápice hacia la base del hueso alveolar comprimiendo los vasos sanguíneos en el que los tejidos traumatizados experimentan un proceso espontáneo de reparación de estas estructuras sin causar un daño permanente en la pulpa (4), por lo tanto se presenta una leve respuesta inflamatoria pulpar solo al inicio del movimiento(5).

Por esta razón es relevante presentar una revisión narrativa de la literatura científica a la comunidad académica, que proporcione conocimiento sobre la posible relación que existe al ejercer movimientos ortodónticos de tipo intrusivo y extrusivo, con la formación del RAT/TAB y de esta manera, contar con mejores estrategias de diagnóstico con las cuales poder realizar un tratamiento adecuado; sin dejar de lado el conocimiento de los factores asociados a movimientos y/o fuerzas ortodónticas y preservar el tejido pulpar vital.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizó una revisión narrativa de la literatura científica teniendo como objeto de estudio el Rompimiento Apical Transitorio – TAB. Como estrategia de búsqueda se identificaron los estudios publicados que evaluaban el TAB en relación con las fuerzas ortodónticas de tipo intrusivo, artículos que encerraban la calidad que requieren los estándares de las guías AMSTAR (Shea et al. 2007) y PRISMA (Urrutia y Bonfill 2010); utilizando la base de datos MEDLINE, COCHRANE y PubMed, empleando como términos MeSH: TAB- Fuerzas ortodóntica, intrusive, orthodontic movements, forces y damage pulpar y como término de búsqueda TAB AND Intrusive Orthodontic movements, TAB AND orthodontics, TAB AND forces, TAB AND damage pulpar.

Para la selección de los artículos, se revisaron los títulos en cada una de las bases de datos, con los siguientes criterios de inclusión: estudio en humanos, artículos que evalúen RAT/TAB sobre las fuerzas ortodónticas, artículos científicos cuyo diseño de estudio se relacione con el RAT/TAB y fuerzas intrusivas movimientos ortodónticos, artículos que cumplan con los estándares de las guías AMSTAR (Shea et al. 2007) y PRISMA (Urrutia y Bonfill 2010),

artículos en idioma inglés y español, y estudios de reporte de casos. Tres investigadores revisaron de forma independiente tanto los títulos como los abstract de los artículos, y posteriormente se clasificaron en tres grupos: incluido, excluido y requiere más información, cualquier diferencia entre los investigadores se resolvió a través del experto con el fin de unificar datos.

Finalmente se realizó lectura de los artículos que cumplieron con los criterios de inclusión y que se tuvieron en cuenta para obtener los resultados de esta investigación.

## **RESULTADOS**

Después de la revisión de la literatura, un total de 12 artículos fueron seleccionados considerando los criterios de inclusión y exclusión.

Se obtuvieron 6 ensayos clínicos, 2 reportes de casos, 3 revisiones de literatura y un estudio observacional descriptivo retrospectivo; encontrándose la participación tanto de hombres como de mujeres, con edades que oscilaban entre los 11 y 48 años. Una limitación importante en la mayoría de los estudios fue que las muestras en general eran pequeñas, sólo en

uno de ellos la muestra fue lo suficientemente grande para que las diferencias estadísticas fueran lo suficientemente relevantes (anexo A).

### **La aplicación de fuerzas de intrusión.**

Este tipo de fuerzas fueron importantes en las diferentes investigaciones, como sucedió con la desarrollada por Veberiene y cols, quienes consideraron dos grupos de investigación, en donde los valores medios de magnitud de la fuerza de inclinación intrusiva fueron  $82 \pm 73,6g$  y  $97 \pm 97,2g$  respectivamente. En esta investigación fue importante la valoración de la enzima intracelular aspartato aminotransferasa (AST), pues la literatura sugiere que se eleva significativamente en la pulpa de los dientes tratados ortodonticamente, reflejando cambios metabólicos en la pulpa dental como la reducción en los niveles de oxígeno y trastornos circulatorio; aun así, los resultados fueron similares en ambos grupos de estudio:  $0.27 \pm 0.17U/mg$  en los dientes con 7 días de carga mecánica + 7 días de descanso (Grupo B) y  $0.21 \pm 0,15U/mg$  en los dientes con 14 días de carga mecánica (Grupo A); con resultados que tampoco difirieron entre grupos al realizar el test eléctrico en la pulpa (EPT), utilizado para adquirir información sobre la vitalidad de la pulpa con base a las

sensaciones subjetivas del paciente ( $38,92 \pm 24,61mA$  en el grupo A y  $36,77 \pm 26,84mA$  en el grupo B). Los autores reportan que reportan que, aunque en diversas investigaciones (Nixon CE 1992 Kvilsland S. 1989) los grupos de comparación muestran resultados diferentes; ellos no encontraron correlación significativa entre la actividad de la AST y las respuestas de EPT en los dientes tratados con fuerzas ortodónticas de intrusión de ambos grupos (6), y esto puede ser principalmente debido a los cortos periodos de evaluación por lo que puede ser necesario realizar un mayor seguimiento.

Otra de las características consideradas fue el comportamiento del flujo sanguíneo pulpal; de aquí que Barwick y cols, buscaron medir la influencia de la aplicación de 4 minutos de fuerzas intrusivas en el flujo sanguíneo pulpal humano (PBF por sus siglas en inglés), para lo cual cada sujeto incluido en la prueba participó en cinco sesiones de prueba. Durante cada sesión, el PBF se midió durante un período basal de 4 minutos, luego durante la aplicación de la fuerza de 4 minutos, y después durante un período de 12 minutos después de retirar la fuerza. Se fijaron pesos de 0, 5, 50 ó 500 gm al extremo de la palanca para producir fuerzas intrusivas que oscilaban entre 75 y 4498 gm. Durante la quinta sesión de

pruebas, se administró anestesia local con vasoconstrictor (epinefrina 1: 100.000) en lugar de la aplicación de fuerza para luego intentar detectar reducciones en PBF. Los valores PBF basales no difirieron entre las sesiones. Los niveles de fuerza no tuvieron ningún efecto estadísticamente significativo sobre el PBF; sin embargo, el PBF disminuyó significativamente después de la administración del vasoconstrictor. Estos resultados sugieren que el PBF no se altera durante la aplicación de una breve fuerza ortodóntica intrusiva, Sin embargo las fuerzas intrusivas de mayor duración puede tener efectos sobre PBF no observado en este experimento (7).

Evidentemente las fuerzas aplicadas durante los tratamientos de ortodoncia generan cambios a nivel pulpar, incluso cambios en el color de la corona clínica ; pueden no responder a las pruebas de sensibilidad de frío y eléctricas, ser sensibles a la percusión, y radiográficamente, evidenciar reabsorción radicular y radiolucidez apical. Tales características son generalmente asociadas al TAB, por lo que no es necesario el tratamiento en el diente, excepto el retiro periódico de las fuerzas con la eventual eliminación de los aparatos ortodónticos; lo que al final logra un retorno de las características iniciales de la situación pulpar y dental (8,9). Sin embargo, es

necesario considerar todos los cambios que son inherentes a este proceso.

**Cambios histológicos.** Al investigar con relación a este tipo de cambios, Derringer y cols, estudiaron la influencia de las fuerzas aplicadas en zonas específicas durante dos semanas en pacientes ortodónticos, comparándolas con zonas en las que no hubo intervención. Tras extraer los dientes y retirar las pulpas, éstas se fijaron en cultivos de colágeno, y se cultivaron en medio de crecimiento durante cuatro semanas. A través de microscopía óptica, fue posible observar que a los cinco días de iniciar el cultivo aparecieron microvasos, los cuales están asociados con la morfología de las células endoteliales; tales microvasos fueron observados en mayor cantidad en los cultivos de dientes tratados ortodónticamente que en las pulpas de dientes de control. Estos resultados son consistentes con la hipótesis de que hay un aumento en los factores de crecimiento angiogénico en la pulpa de los dientes ortodónticamente tratados (10).

Por su parte, la investigación de Popp y cols, no reportó el tipo de fuerzas aplicadas durante los tratamientos de ortodoncia, pero examinó los efectos sobre la pulpa y el ligamento periodontal a través de radiografías antes de la intervención

ortodóntica, al final del tratamiento y aproximadamente 5 años después; comparándolas con pacientes sin tratamiento. Aunque se observó radiográficamente un estrechamiento del canal pulpar al finalizar el periodo de seguimiento del grupo experimental y del grupo de control, este se interpretó como un proceso de envejecimiento normal. La aparición de cálculos pulpares fue mayor en el grupo experimental y con un aumento constante durante el tiempo que duró el tratamiento (11).

**Cambios histológicos de las fuerzas extrusivas.** Stenvik, consideró el efecto de las fuerzas ortodónticas extrusivas sobre la dentina y la pulpa a nivel histológico en 26 premolares humanos; observando reacciones menores relacionadas con el sistema circulatorio en la pulpa cuando las fuerzas de extrusión se oponían a las fuerzas de mordida. Las fuerzas de extrusión aplicadas estuvieron inicialmente a 100g o 200g, con una reducción de la fuerza en un 10 a 20%. Uno de los cambios estuvo relacionado con la movilidad, pero la relación se expresó entre la intensidad de la fuerza y el grado de movilidad; sin embargo, a nivel macroscópico la pulpa tenía una apariencia muy similar ante las diferentes fuerzas aplicadas. Es importante resaltar que los cambios observados fueron

significativamente a nivel del sistema circulatorio. Algunas de las pulpas parecían hiperémicas, por poseer un mayor número de vasos de pequeño calibre que contenían eritrocitos, sobre todo en la pulpa coronal; los eritrocitos se encontraron extravascularmente. Además de las alteraciones circulatorias en la pulpa, se encontraron pequeñas islas de células epiteliales en el área apical, sugiriendo que se está produciendo un proceso de protección de los tejidos subyacentes ante las lesiones o estímulos externos. Los procesos reparativos se observaron en los defectos de reabsorción en la superficie de la raíz poco después de la extracción forzada (12).

En el estudio desarrollado por Kemal y cols, se aplicaron sólo 75g en las fuerzas de extrusión, durante periodos de prueba de 10 y 40 días; aunque ninguno de los dientes de los grupos mostró reacciones inflamatorias o formación de dentina reparadora en los periodos de prueba a causa de las fuerzas aplicadas; de esta manera pudieron afirmar que la magnitud de fuerzas aplicadas, no causaron cambios patológicos significativos en el tejido pulpar humano; no se encontraron respuestas inflamatorias importantes, lo que indica que las fuerzas aplicadas están dentro del rango recomendado en la literatura, Reitan and

Vanarsdall, recomendaron que la fuerza extrusiva para los adultos deber entre 25 y 30 gr, para prevenir el daño pulpar, por otro lado, Profitt and fidelds, consideraron que el rango deber ser entre 50 y 75 gr. (13).

El concepto de fuerzas ortodónticas óptimas ha cambiado con el tiempo; sin embargo, el consenso de diferentes autores ante este factor, es que las fuerzas óptimas no producen una reacción (150 a 200g), mientras que las fuerzas por encima de ese nivel conducen a la necrosis de los tejidos..

Los cambios en la vasculatura y flujo pulpar en respuesta a las fuerzas ortodónticas, han cobrado gran interés en los últimos años; se ha demostrado por ejemplo que existe un decrecimiento inicial en el flujo sanguíneo que dura aproximadamente 30 minutos, y que luego tiende a aumentar tras 48 horas; lo importante es realizar estas mediciones considerando los diferentes tipos de movimiento ortodóntico (14).

Caviedes y cols., por su parte, midieron la expresión del péptido relacionado con el gen de la calcitonina (CGRP) en pulpa dental humana sana; pues la extensión de la lesión de la pulpa dental se correlaciona con el grado de respuesta inflamatoria generada, que está mediada por neuropéptidos. La investigación, conformada por 3 grupos de

10 muestras de pulpa dental y un grupo control en los que no se aplicaron fuerzas, otro con aplicación de fuerzas moderadas y un último con fuerzas severas; estos dos sometidos a movimientos ortodónticos de inclinación y extrusión. Los autores encontraron una mayor expresión de CGRP (Peptido relacionado con el gen de la calcitonina) en el grupo de fuerza severa seguido por el grupo de fuerza moderada. Los valores más bajos de CGRP (Peptido relacionado con el gen de la calcitonina) fueron para el grupo de control con diferencias estadísticas significativas respecto al grupo de fuerzas severas ( $p < 0,0001$ ), también con diferencias estadísticas cuando se comparan los grupos de fuerza moderada y severa ( $p < 0,0001$ ), lo que llevó a concluir que La expresión de CGRP (Peptido relacionado con el gen de la calcitonina) en la pulpa dental humana aumenta cuando los dientes se someten a fuertes fuerzas ortodónticas (15).

## DISCUSIÓN

Diferentes aspectos pueden ser analizados cuando se trabaja con la aplicación de distintas fuerzas ortodónticas con respecto al tejido pulpar, como la liberación de enzimas, la respuesta a estímulos, el flujo sanguíneo pulpar, entre otros; todos ellos

son importantes pues aportan información muy oportuna que ayudan a dilucidar situaciones como el TAB, que requieren de un diagnóstico apropiado y oportuno. La constante investigación es entonces una necesidad, pero al respecto Veberiene y cols, sugieren que un limitante importante en este tipo de estudios es que resulta imposible obtener una muestra de dientes para someter a varios modos de tratamiento en el mismo paciente. Aun así, aspectos como el AST y EPT se ha encontrado que están modificados con estos tratamientos, por lo que la aplicación de fuerzas ortodónticas pueden llevar a alteraciones circulatorias y respiratorias en tejidos sometidos a tratamiento. Los cambios en la vascularidad del tejido pulpar durante el movimiento dental ortodóntico sugieren que el flujo sanguíneo a la pulpa dental disminuye inicialmente a la aplicación de la fuerza ortodóntica. Sin embargo, está aumenta 7 días después. Se encontró que dentro de los 7 días el umbral de respuesta EPT se incrementó. Estos procesos, dependiendo del grado de sus alteraciones, pueden causar cambios en la actividad celular metabólica, daño celular o reacciones de defensa (6).

Estas alteraciones también fueron importantes para Caviedes y cols, indicando que los movimientos ortodónticos han sido

considerados las causas de algunas alteraciones inflamatorias en la pulpa dental y son proporcionalmente correlacionadas con la magnitud, dirección y duración de la fuerza aplicada. Los neuropéptidos, incluida la CGRP (Peptido relacionado con el gen de la calcitonina, liberados de las fibras sensibles de tipo C tras la estimulación mediante estímulos mecánicos son capaces de regular la reacción inflamatoria controlando el tono vascular y el flujo sanguíneo, promoviendo una llegada rápida y grande de células inmunocompetentes y mediadores inflamatorios. Un punto importante a considerar es que el CGRP aumentado en la pulpa dental, sugiere que las fuerzas ortodónticas son capaces de desencadenar una respuesta celular similar a la observada durante la progresión de caries o el trauma oclusal; y que las fibras nerviosas sensoriales responden a fuerzas ortodónticas excesivas. El CGRP liberado de las fibras nerviosas puede provocar una alteración significativa en la homeostasis de los tejidos y la sensibilidad al dolor, provocando la liberación de mediadores inflamatorios. Si las fuerzas ortodónticas no son eliminadas, las fibras nerviosas pueden generar sensibilidad, experiencia espontánea de depolarización y no ayudar a mejorar en el proceso de respuesta espontánea al dolor. Entonces, es requerimiento eliminar las fuerzas severas

que se puedan estar aplicando y así evitar la magnificación del proceso de respuesta inflamatoria (15).

Para Popp y cols, el tratamiento ortodóntico realizado durante la adolescencia no causa mayor riesgo de daño a la pulpa y al periodonto (11). El problema es que aún se requiere de más investigación sobre los cambios angiogénicos en la pulpa dental humana asociados con el movimiento dentario ortodóntico. La angiogénesis es la formación de nuevas estructuras capilares que finalmente conducen a la organización de estructuras más grandes mediante un proceso de neovascularización.(16,17). Son muy limitados los resultados; por ejemplo, Stenvik dio un reporte muy somero, indicando en su investigación que la reacción inicial de la pulpa se limitó al sistema circulatorio y parecía ligera en comparación con el efecto de las fuerzas intrusivas donde se podían ver también cambios en otros componentes de la pulpa. El efecto de la extrusión sobre la dentina y la pulpa también parece ser menor que el de las fuerzas intrusivas de la misma magnitud (12).

Finalmente, cuando lo importante es referenciar la carga ejercida, Barwick y cols, justifican los resultados de la literatura que indican que la aplicación de diferentes

fuerzas por periodos cortos de tiempo, no generan cambios irreversibles en los distintos tejidos. En consecuencia, las fuerzas intrusivas de mayor duración o breves fuerzas aplicadas a los dientes sometidos a tratamiento ortodóntico pueden tener efectos sobre el PBF. Pero también sugieren la necesidad que otras investigaciones investiguen los cambios en el PBF durante la aplicación de la fuerza intrusiva de mayor duración. Con esto, queda en evidencia que los aumentos en la aplicación de la fuerza llevan a un aumento en el flujo sanguíneo. Los cambios de flujo sanguíneo dentro de la pulpa durante el movimiento de un diente no son una mera reducción sin respuesta adicional, sino que tienen cambios dinámicos que superan la perfusión potencialmente pobre de los tejidos. Se ha encontrado que el flujo sanguíneo puede volver a la normalidad dentro de 72h una vez se ha retirado la fuerza aplicada (7). Este marco de tiempo se ha considerado insignificante con respecto al daño a largo plazo al tejido pulpar (17,18). Por su parte, Kemal y cols, recomendaron que la fuerza de extrusión para los adultos debe estar entre 25 a 30 g para prevenir daño pulpar (13).

## **CONCLUSIONES**

Con la revisión de las diferentes investigaciones, quedó en evidencia que los cambios que se puedan presentar a nivel pulpar están directamente asociados a la magnitud de las fuerzas tanto intrusivas como extrusivas, y la capacidad de reacción de la pulpa, por lo que considerar los valores recomendados a través de diferentes estudios como adecuados, es uno de los puntos de partida al iniciar cualquier tratamiento ortodóntico; claro está, sin descartar los tiempos de recuperación que se han podido establecer. De esta manera, ante aspectos como el flujo sanguíneo pulpar, éste puede ser conservado sin alteraciones con la aplicación de una breve fuerza ortodóntica intrusiva; incluso también se puede afirmar que las fuerzas ortodónticas afectan la pulpa dental induciendo cambios vasculares que son de naturaleza inflamatoria, si se sobrepasa la capacidad de reacción de la pulpa y el ligamento periodontal se puede generar un Rompimiento Apical Transitorio (TAB)

Es indispensable el uso de varias y diferentes ayudas diagnósticas al momento de realizar una evaluación de los cambios a nivel pulpar; pues, aunque todas y cada una pueden aportar resultados importantes, algunas como las radiografías tienen inherentes problemas como la alineación

dental, difícil de replicar en diferentes periodos de tiempo.

## **RECOMENDACIONES**

Diferentes cambios son notorios a nivel pulpar cuando se genera la aplicación de fuerzas ortodónticas; sin embargo, es importante poder realizar comparaciones entre uno y otro tipo de movimiento; pues, aunque la literatura revela diferentes hallazgos para situaciones como los movimientos intrusivos o extrusivos, son nulos los reportes donde se pueda realizar una comparación directa entre ambos. De esta manera, son necesarios más estudios de tipo experimental que consideren situaciones como medición del flujo sanguíneo, vascularización, respuesta inflamatoria, etc., en pacientes tras la aplicación de ambas fuerzas.

Esto lo que indica es la necesidad de contar con más reportes e investigaciones, para poder generar más comparaciones. Puede incluirse diferentes tipos de fuerza o tiempos de aplicación de la misma, inclusive intercalando tiempos de receso en el tratamiento. Se sugieren también investigaciones que involucren medios de crecimiento para hacer seguimiento al tejido pulpar, pues el uso de la microscopia es una

herramienta que puede aportar gran variedad de resultados, en la que además se puede involucrar diferentes profesionales odontológicos para obtener más y mejores aportes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Andreasen FM Transient apical breakdown and its relation to color and sensibility changes after luxation injuries to teeth. *Endod Dent Traumatol* 1986; 2: 9-19.
2. Lozano O, Vera J, Salas M, Trigueros J, Vidal K. transient apical breakdown and its relationship with orthontic forces: a case report. *JOE* 2014.1-3.
3. Bedoya LF, Gay MM. Rompimiento apical transitorio y su relación con el trauma causado por movimientos de ortodoncia. *Ustasalud* 2010; 9:101-111.
4. Mostafa YA, Iskander KG, El-Mangoury NH. Iatrogenic pulpal reactions to orthodontic extrusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991; 99: 30-34.
5. Andreassen FM. Transient root resorption after dental trauma: The clinician dilemma. *Esthet Restor Dent* 2003; 15: 14-34.
6. Veberiene R, Smailiene D, Danielyte J, Toleikis A, Dagys A, Machiulskiene V. Effects of Intrusive Force on Selected Determinants of Pulp Vitality. *Angle Orthod.* 2009; 79: 1114–1118.
7. Barwick PJ, Ramsay DS. Effect of brief intrusive force blood flow. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1996; 110: 273-279.
8. Lozano O, Vera J, Salas M, Trigueros J, Vidal K, Vega G. Transient apical breakdown and its relationships with orthodontic forces: a case report. *J Endod* 2014; xx(x): 1-3.
9. Cohenca N, Karni S, Rotstein I. Transient apical breakdown following tooth luxation. *Dent Traumatol*, 2003; 19: 289-291.
10. Derringer KA, Jaggars DC, Linden RWA. Angiogenesis in Human Dental Pulp Following Orthodontic Tooth Movement. *J Dent Res*, 1996; 75: 1761-1766.
11. Popp TW, Artun J, Linge L. *Am J Orthod Dentofac Orthop*, 1992; 101: 228-233.
12. Stenvik A. The effect of extrusive orthodontic forces on human pulp and dentin. *Scand J dent Res*, 1971; 79: 430-435.
13. Kernal R, Haya H, Tarim B, Subay A, Cox CF. Response of Human Pulpal

Tissue to Orthodontic Extrusive Applications. Journal of Endodontics, 2001; 27(8): 508-511.

Sandstedt. European Journal of Orthodontics, 2006; 28: 221-240.

14. Krishnan V, Davidovitch Z. Celular, molecular and tissue-level reactions of orthodontic force. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 129: 469e.1-460e.32.
15. Caviedes J, Moreno JO, Ardila J, del Toro HR, Saltaín H, Sierra CL, Macías F, Ulate E, Lombana N, Muñoz HR. The effect of orthodontic forces on Calcitonin gene-related peptide expression in human dental pulp. J Endod, 2011; 37: 934-937.
16. Derringer KA, Jagers DC, Linden RWA. Angiogenesis in Human Dental Pulp Following Orthodontic Tooth Movement. J Dent Res, 1996; 75: 1761-1766.
17. Hamilton RS, Gutmann JL. Endodontic-orthodontic relationships: a review of integrated treatment planning challenges. International Endodontic Journal, 1999; 32: 343-360.
18. Meikle MC. The tissue, cellular, and molecular regulation of orthodontic tooth movement: 100 years after Carl

#### ANEXO A. Características de los estudios incluidos

Estudio/Autores	Año	Publicación	País	Diseño de estudio	Tamaño de la muestra	Edades
-----------------	-----	-------------	------	-------------------	----------------------	--------

						(Sexo M, F)
Veberiene y cols.	2010	Angle Orthod	Lituania	Ensayo clínico	13 (13M)	Prom. 16.5 ± 2.7 años
Caviedes y cols.	2011	J Endod	Colombia	Ensayo clínico	30	Entre 18 y 37 años
Barwick y cols.	1996	AJODO	Australia	Ensayo clínico	8 (7M, 1F)	Prom. 34.8 ± 9.0 años
Stenvik	1971	Scand. J. dent. Res	Norway	Ensayo clínico	26	12 a 13 años
Kemal y cols.	2001	J Endodont	USA	Ensayo clínico	40	15 a 18 años
Derringer y cols.	1996	J Dent Res	Inglaterra	Ensayo clínico	30	11 a 14 años
Popp y cols.	1992	AJODO	USA	Observacional descriptivo	127	Entre 9 y 26 años
Lozano y cols.	2014	J Endod	México	Reporte de caso	1	48
Cohenca y cols.	2003	Dent Traumatol	Israel	Reporte de caso	1	15
Hamilton y Gutmann	1999	Internal Endodont J	USA	Revisión de literatura	---	---
Meikle	2006	Europ J Ortodont		Revisión de literatura		
Krishnan y cols.	2006	AJODO	India USA	Revisión de literatura	---	---