

Reabsorción radicular en incisivos maxilares asociada al tratamiento ortodóntico convencional, de autoligado y con sistemas de alineadores: revisión de literatura

Root resorption in maxillary incisors associated with conventional orthodontic treatment, self-ligating and aligners: Literature review

María Jesús Wattson Gómez¹ y Ana Lilia Dobles Jiménez²

Fecha de ingreso: 12/6/19. Fecha de aceptación: 5/7/19

Resumen

La reabsorción radicular es un efecto indeseado que ocurre secundario a los procesos inflamatorios que median el movimiento dental durante los tratamientos de ortodoncia. Actualmente existen distintos tratamientos para abordar las maloclusiones dentales, y cada uno posee un riesgo potencial de provocar acortamientos radiculares en los pacientes. La presente revisión de literatura analiza evidencia científica actualizada sobre el efecto que los distintos tratamientos tienen sobre los ápices radiculares, así como los posibles factores externos que pueden predisponer a acortamientos radiculares, utilizando como medio diagnóstico la tomografía computarizada de haz cónico.

Palabras clave

Reabsorción radicular, ortodoncia, autoligado, alineadores, *brackets* preajustados/convencionales, tomografía computarizada de haz cónico.

Abstract

Root resorption is an unwanted effect that occurs secondary to the inflammatory processes that mediate tooth movement during orthodontic treatments. Currently there are different treatments to address dental malocclusions and each one has a potential risk of provoking root shortening in patients. The present literature review analyzes updated scientific evidence on the effect that different treatments have on the root tips, as well as the possible external factors that can predispose to root shortening using cone beam computed tomography as a diagnostic tool.

1 DDS. Residente del posgrado en Ortodoncia y Ortopedia Funcional. ULACIT. San José, Costa Rica.
Correo electrónico: marywattson89@gmail.com

2 Especialista en Ortodoncia y Ortopedia Funcional. Docente del posgrado en Ortodoncia y Ortopedia Funcional. ULACIT. San José, Costa Rica

Keywords

Root resorption, orthodontics, self-ligating, clear aligner, preadjusted / conventional brackets, cone beam computed tomograph (CBCT)

Introducción

La reabsorción radicular comprende uno de los efectos mayormente asociados a movimientos dentales por tratamientos de ortodoncia. Krieger et al. (2013) definen la reabsorción radicular como la pérdida permanente de tejido dentario a nivel del ápice de la raíz que puede ocurrir como un proceso secundario de la combinación de múltiples factores mecánicos, genéticos y de la variabilidad biológica e individual de cada persona. Los procesos de reabsorción radicular pueden aparecer como una secuela inevitable del tratamiento en cualquier pieza dental dentro de la cavidad oral, y se presenta con mayor frecuencia en piezas uniradiculares en la zona incisiva maxilar (Eissa, Carlyle y Bialy, 2018).

A pesar de que la reabsorción radicular inducida por tratamientos de ortodoncia es impredecible, ha surgido la necesidad de mejorar las técnicas actualmente existentes en el mercado con el objetivo de buscar movimientos dentales más eficaces y biológicamente más inocuos. La evolución de la tecnología ha permitido el desarrollo de nuevas mecánicas terapéuticas en el ámbito de la ortodoncia que no se restringen únicamente a las terapias con *brackets* preajustados convencionales. Actualmente existen técnicas con sistemas que favorecen movimientos dentarios eficaces, basados en los principios de menor fricción y fuerzas constantes a lo largo del tiempo (Eissa et al., 2018), así como aquellos que buscan complementar la estética con un movimiento considerado “menos agresivo”, mediante la utilización de alineadores en secuencia con fuerzas ligeras e intermitentes, que les permiten a los tejidos radiculares reponerse periódicamente del daño inflamatorio (Krieger et al., 2015; Eissa et al., 2018).

Esta investigación busca recopilar información actualizada para comparar el efecto y la magnitud de la reabsorción radicular mediante el uso de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), que ocurre en los incisivos maxilares como consecuencia de los diferentes tipos de tratamientos ortodónticos que existen actualmente, así como la presencia de posibles factores predisponentes en los pacientes. Tener conocimiento de cómo los diversos tratamientos pueden activar o incrementar un proceso de reabsorción es de vital importancia para los ortodoncistas, no solo para conocer cuáles tratamientos se asocian en mayor medida a reabsorciones severas, sino para evitar aquellas terapéuticas predisponentes en pacientes susceptibles.

En esta revisión, se abordaron los principales procesos biomecánicos que median el movimiento dental en cada uno de los tratamientos ortodónticos, con el fin de determinar cuáles tratamientos son los mayormente asociados a reabsorciones radiculares más severas, así como establecer si existen posibles factores externos que contribuyan a agravar un proceso celular de reabsorción a nivel radicular.

Revisión de literatura

I. Etiología y factores predisponentes

Los movimientos dentales por ortodoncia están mediados por procesos de inflamación que requieren la activación de mecanismos celulares a nivel óseo y radicular. Para que exista movimiento dental a través del

alveolo, debe haber una reabsorción en el tejido óseo subyacente y a lo largo de la pared alveolar. Durante esta etapa, es común encontrar además lagunas de reabsorción que se extienden a lo largo de la superficie radicular y que, en condiciones ideales, son reparadas por los cementoblastos, es decir, se mantiene un proceso constante de daño y reparación. Cuando este equilibrio se pierde y los cementoblastos no son capaces de reparar el daño producido por el proceso inflamatorio, ocurre una reabsorción no controlada y, por ende, más severa (García, 2016).

Aldeeri et al. (2018) mencionan que la reabsorción radicular puede clasificarse según su severidad en tres estadios: a) presencia de reabsorción radicular o remodelado del cemento, b) reabsorción profunda que afecta las capas externas de la dentina además de reparación del cemento y c) reabsorción circunferencial de la raíz con evidencia de acortamiento.

A pesar de que han sido múltiples las investigaciones en materia de reabsorción radicular a través de los años, no existe actualmente claridad sobre cuál es el principal factor causante. Autores afirman que no existe una única causa, sino que, de manera contraria, la reabsorción ocurre producto de factores multi-causales biológicos, mecánicos, clínicos, genéticos e individuales de cada paciente (Aman et al., 2018; Krieger et al., 2013). García (2016), en su investigación sobre etiología de la reabsorción radicular, menciona como posibles factores predisponentes el tiempo de tratamiento, la magnitud y el tipo de fuerza aplicada, la aparatología utilizada, proximidad radicular a las corticales óseas, genética, trauma previo, edad, raza, sexo y medicamentos, entre otros. Sin embargo, a la fecha existen posiciones contrarias basadas en la evidencia respecto a la correlación de estos factores, por lo que no ha sido posible establecer una relación concreta y directa con ninguno de ellos (Aldeeri et al., 2018).

II. Biomecánica de los sistemas ortodónticos

Sistemas Ortodónticos de Autoligado

Los sistemas ortodónticos han ido evolucionando a lo largo del tiempo, con el fin de proveer mecánicas de movimiento no solo más eficaces, sino también más biológicas a los tejidos dentarios y adyacentes. En la década de 1930, se introdujeron por primera vez en el mercado los sistemas de autoligado como una opción novedosa. Sin embargo, no fue sino hasta años recientes que tomó mayor popularidad (Leite et al., 2012).

El mecanismo de acción de los sistemas de autoligado actúa primordialmente bajo la premisa de dos sistemas de fuerzas: activos y pasivos. Los *brackets* de sistemas activos poseen un clip con un resorte que mantiene energía almacenada y ejerce de manera constante cierta presión contra el arco. Los sistemas pasivos, por su parte, se caracterizan por tener una tapa que, al cerrarse, no invade el espacio del slot y, por lo tanto, no ejerce presión sobre el *bracket*. El movimiento dentario en los sistemas de autoligado se basa en el principio de menor fricción, con el fin de que el movimiento dentario a través del arco sea más fluido. Esta menor fricción se traduce en mayores tasas de movimiento, mejor aceptación de los pacientes al tratamiento, menor cantidad de citas y de tiempo en silla y períodos de tratamiento más cortos. Sin embargo, a pesar de que el movimiento es “más efectivo”, han surgido grandes cuestionamientos acerca

de cuáles efectos pueden ocurrir a nivel apical en las raíces de los dientes, cuando estos son sometidos a tratamientos ortodónticos más acelerados (Leite et al., 2012).

Sistemas ortodónticos con alineadores

Los alineadores ortodónticos aparecieron por primera vez en la década de los 90, como una alternativa que llegó a revolucionar la forma en la que podían moverse las piezas dentales. Fueron llamados “alineadores” debido a que permitían aliviar apiñamientos leves y llevar los dientes hasta su posición ideal dentro del arco dentario. La necesidad de poder realizar más movimientos para aliviar apiñamientos llevó a crear secuencias de alineadores para solventarlo (Fowler, 2010).

Los alineadores consisten en secuencias de fundas diseñadas específicamente para poder realizar movimientos dentales entre 0.25-0.33 mm por cada alineador, y deben utilizarse aproximadamente 22 horas diarias para ser efectivos y lograr cierto grado de movimiento. Cuando el movimiento deseado con cada alineador se ha alcanzado, se avanza al siguiente haciendo recambios cada 2 semanas para lograr nuevamente movimiento dental (Fowler, 2010). La biomecánica de los alineadores consiste en la aplicación de fuerzas intermitentes, en donde la magnitud de la fuerza aplicada decae a cero cuando se retira el aparato ortodóntico y recupera su fuerza original cuando vuelve a colocarse en boca o es reemplazado por uno nuevo. Este tipo de fuerzas con períodos de “pausa” les permite a los tejidos radiculares –como el cemento reabsorbido– recuperarse del daño producido por el proceso inflamatorio y evitar que el grado de reabsorción sea mayor (Fowler, 2010; Brezniak y Wasserstein, 2008).

A pesar de que este tipo de sistemas ortodónticos permiten remodelaciones en el cemento dañado y han sido considerados como tratamientos menos invasivos a los tejidos radiculares, aún existe controversia. Estudios demuestran que la reabsorción radicular es inevitable, y que reabsorciones severas como consecuencia de este tipo de tratamiento pueden darse incluso en casos aislados (Fang, Qi y Liu, 2019).

III. Reabsorción radicular: comparación entre sistemas ortodónticos

Para valorar los efectos que tienen los diferentes sistemas ortodónticos en los tejidos dentarios –principalmente a nivel radicular– se recopilaron 8 estudios de las diferentes alternativas de tratamiento que utilizaran la tomografía computarizada de haz cónico como medio diagnóstico para comparar los cambios que ocurren en el ápice como consecuencia de cada uno de los tratamientos ortodónticos (tabla 1).

Los tratamientos con alineadores transparentes han sido considerados por años como inofensivos para los tejidos radiculares; sin embargo, como cualquier tratamiento de ortodoncia mediado por procesos de inflamación, existe un riesgo ante la reabsorción inherente al tratamiento. Krieger, et al. (2013) analizaron una muestra de 100 pacientes tratados con sistemas de alineadores y concluyeron que la reabsorción radicular se presentó en un 46 % de todos los dientes valorados, y que todos los pacientes tratados con alineadores tuvieron al menos 2 piezas con acortamiento radicular. El mayor porcentaje de reabsorción se encontró asociado a disminuciones de más de 0-10 % de la longitud original correspondientes al 27.75 % de los casos. En este estudio se analizaron además factores externos como posibles causantes de la reabsorción,

pero el único factor que logró relacionarse a acortamientos significativos fueron los movimientos de extrusión, a pesar de que otros autores los relacionan principalmente a movimientos de intrusión.

En la investigación realizada por Aldeeri y colaboradores (2018), se dividió la muestra en cuatro grupos de estudio: un grupo control sin tratamiento, un grupo tratado con alineadores y dos grupos sometidos a distintas magnitudes de fuerzas: livianas (25 g) y pesadas (225 g). Al realizar las mediciones, obtuvieron que la menor reabsorción fue presentada en el grupo control sin tratamiento y que los grupos tratados con fuerzas livianas (25 g) y alineadores presentaron reabsorciones de 5 y 6 veces más correspondientemente, en comparación con el grupo control. Sin embargo, no hubo diferencias significativas en el grado de acortamiento radicular entre alineadores y fuerzas livianas. Los pacientes tratados con fuerzas pesadas (225 g) presentaron los mayores niveles de reabsorción (9 veces mayor respecto al grupo control). Ambos estudios mostraron que los tratamientos con alineadores no son independientes de que se produzca reabsorción radicular posterior al tratamiento (Aldeeri et al., 2018; Krieger et al., 2013).

Otro estudio que ha demostrado que la reabsorción también se presenta asociada a los alineadores dentales es el de Aman et al., (2018), que determinaron que un 1.25 % de los pacientes tratados sufrió acortamientos severos en la longitud radicular (>25 % de la longitud original). Tanto los incisivos centrales maxilares como laterales sufrieron disminuciones radiculares, a pesar de que entre ambas piezas no hubo una diferencia significativa en el acortamiento. Algunos factores externos como el sexo, tipo de maloclusión, apiñamiento y cercanía radicular a las corticales óseas fueron mayormente asociados como predisponentes de la reabsorción; sin embargo, sigue sin poderse establecer una relación directa entre factores externos y la magnitud de la reabsorción radicular.

Al evaluar de manera individual el efecto que tienen los *brackets* preajustados sobre la magnitud de la reabsorción radicular en estudios aislados, Lunda, Grondahl, Hasen y Grondahld (2012) demostraron que este tipo de aparatología es capaz de producir reabsorción radicular. Estos investigadores realizaron un estudio con una muestra de 152 pacientes con maloclusiones de CI y evaluaron las raíces de todas las piezas dentales, desde los incisivos hasta los primeros molares, utilizando *brackets* preajustados MBT. Al concluir el estudio, determinaron que un 94 % del total de pacientes evaluados habían presentado reabsorciones de >1 mm en al menos una pieza dental, y que las piezas que con mayor frecuencia sufrieron reabsorciones radiculares (> 1 mm) fueron las laterales maxilares. En estas piezas dentales, la reabsorción se presentó en un 56.3 % de todos los casos evaluados.

Otras investigaciones como la de Curado de Freitas, Lyra, Alencar y Estrela (2013) también respaldan estos datos. En su estudio, evaluaron a 58 pacientes tratados con *brackets* preajustados MBT y concluyeron que las piezas dentales que más sufrieron procesos de reabsorción fueron los incisivos maxilares: laterales (94.5 %) y centrales (87.7 %), respectivamente. Además, determinaron que hubo una diferencia significativa en cuanto a la magnitud de la reabsorción radicular asociada a tratamientos con o sin extracciones. Las piezas involucradas en tratamientos sin extracciones presentaron reabsorciones en un 45.2 %, mientras que en tratamientos con extracciones se presentaron en un 66.7 %. Afirman que esta mayor proporción puede deberse a que en tratamientos con extracciones, las piezas dentales son sometidas a fuerzas por períodos más prolongados, y a que se requieren movimientos dentales mayores individuales o en masa para lograr el cierre de los espacios.

Si se comparan los niveles de reabsorción producidos entre los sistemas de *brackets* preajustados vs. los de autoligado, los resultados tienden a ser comparables entre investigaciones. Leite et al. (2012) realizaron un estudio comparativo de ambos tipos de tratamientos y concluyen que todas las piezas tratadas tanto con autoligado como con *brackets* preajustados habían sufrido acortamientos significativos en la longitud radicular. Sin embargo, no encontraron diferencias significativas en la magnitud de la reabsorción entre uno y otro tipo de tratamiento. Aras y colaboradores (2018) obtuvieron resultados similares en su investigación. Al evaluar ambos sistemas de tratamiento con una muestra de 32 pacientes, obtuvieron reducciones radiculares importantes en incisivos laterales y centrales maxilares con ambos tratamientos. Sin embargo, al comparar los dos sistemas, la reducción en estas piezas no fue significativa entre uno y otro. Los pacientes tratados con *brackets* convencionales mostraron un porcentaje de reabsorción en las superficies palatinas y proximales radiculares significativamente mayor en comparación con los de autoligado: 20 % vs. 6 %, respectivamente. Además, un 68.5 % de los casos tratados con *brackets* preajustados tuvieron uno o más dientes (incluso hasta 4) con superficies de reabsorción, mientras que con los sistemas de autoligado, solo un 37.5 % de los casos tuvieron 1 o 2 dientes afectados.

Un estudio comparativo entre los tres tipos de tratamientos realizado por Eissa et al. (2018) concluyó que independientemente del tipo de tratamiento, los tres grupos de estudio presentaron disminuciones significativas en la longitud radicular: alineadores (0-1.4mm), autoligado (0.1-2.3mm) y convencionales (0-2.5mm). Todos los incisivos mostraron un acortamiento radicular significativo con el sistema Damon y los *brackets* preajustados. Hubo diferencias importantes entre el grupo de alineadores y los *brackets* convencionales. No hubo diferencias significativas entre alineadores y sistemas preajustados, ni entre los *brackets* preajustados y los de autoligado.

Al analizar los diferentes estudios y realizar comparaciones, es evidente que existe un riesgo de reabsorción radicular en los tres casos, la cual no es dependiente de ningún tipo de tratamiento en específico.

Tabla 1. Comparación de los distintos tratamientos ortodónticos y su efecto en la magnitud de reabsorción radicular (RR) mediante diagnóstico con CBCT.

Autor (Año)	Diagnóstico	Aparatología	Resultados
Aman et al., 2018	CBCT	Alineadores	<p>RR centrales maxilares: 0.49+/-0.57.</p> <p>RR laterales maxilares: 0.53+/-0.53.</p> <p>No hubo diferencia significativa entre centrales y laterales.</p> <p>1.25 % de los pacientes tuvieron RR severas (>25 % longitud radicular).</p> <p>Factores externos como sexo, maloclusión, apiñamiento, aproximación post- tratamiento a las corticales: disminución significativa en la reducción radicular.</p> <p>Factores como trauma previo, uso de elásticos, edad, tiempo, cercanía pre- tratamiento a las corticales: no hubo disminución significativa en la longitud radicular.</p>
Eissa et al., 2019	CBCT	Alineadores Convencionales Autoligado (Damon)	<p>Disminución significativa en grupo de alineadores (0-1.4 mm).</p> <p>Disminución significativa en grupo Damon (0.1-2.3 mm).</p> <p>Disminución significativa en grupo convencionales (0-2.5 mm).</p> <p>Diferencia significativa en alienadores vs. convencionales.</p> <p>No hubo diferencia en alineadores vs. Damon/ Damon vs. convencionales.</p>

Krieger et al., 2013	CBCT	Alineadores	<p>La RR se presentó en un 46 % de todos los dientes evaluados.</p> <p>Cada paciente tuvo al menos 2 piezas con acortamiento radicular.</p> <p>Reducción >0-10 %: se presentó en un 27.75 %.</p> <p>Reducción >10-20 %: se presentó en un 11.94 %.</p> <p>Reducción >20 %: se presentó en un 6.31 %.</p> <p>Factores externos como la edad, sexo, pieza dental, cambios en la relación corona-raíz, movimientos sagitales y verticales no tuvieron una influencia significativa, excepto movimientos de extrusión.</p>
Aldeeri et al., 2018	CBCT	Alineadores	<p>Grupo control: menor reabsorción.</p> <p>Fuerzas livianas (25 g): RR 5 veces más que el grupo control.</p> <p>Alineadores: RR 6 veces más que el grupo control.</p> <p>Fuerzas pesadas (225 g): RR 9 veces más que el grupo control.</p> <p>Diferencias significativas en los niveles de reabsorción entre todos los grupos, excepto entre los alineadores y las fuerzas livianas.</p>
Leite et al., 2012	CBCT	Autoligado Convencionales	<p>Grupo autoligado: todos los dientes mostraron diferencias significativas en la reducción de la longitud radicular.</p> <p>Grupo convencionales: todos los dientes mostraron diferencias significativas en la longitud radicular.</p> <p>No hubo diferencia significativa en el grado de reabsorción radicular al comparar ambos grupos.</p> <p>RR se debe al menos en un 50 % a factores genéticos.</p>

Aras et al., 2018	CBCT	Autoligado Convencio- nales	<p>RR significativa en incisivos centrales y laterales maxilares con ambos sistemas de tratamiento. La RR al comparar ambos tipos de tratamiento no fue significativa.</p> <p>No hubo diferencia significativa entre ambos tipos de tratamiento.</p> <p>Convencionales: porcentaje significativamente mayor de reabsorción en las superficies palatinas y proximales respecto a autoligado (20 % vs. 6 % respectivamente) Un 68.75 % de los pacientes tratados con brackets convencionales tuvieron uno o más dientes (hasta 4) con superficies de reabsorción radicular.</p> <p>Autoligado: un 37.5 % de los pacientes tuvieron 1 o 2 dientes afectados.</p>
Lunda et al., 2012	CBCT	Convencio- nales	<p>RR >1mm se encontraron con más frecuencia en laterales (maxilares 56.3 %, mandibulares 43.1 %), seguidos de centrales maxilares (41.4 %).</p> <p>RR >4mm se encontraron en un 2.6 % de los incisivos maxilares y en las raíces palatinas de los premolares.</p> <p>El 94 % del total de pacientes presentó reabsorción >1 mm en al menos 1 diente.</p> <p>El 6.6 % de los pacientes tuvo 1 o más dientes con reabsorciones mayores a 4 mm.</p> <p>Un 1 % de todos los pacientes tuvieron igual o más de 14 dientes con RR de igual o más de 1 mm; ninguno tuvo más o igual de 4 dientes con acortamiento de >4 mm.</p>
Curado de Freitas et al., 2013	CBCT Radiografía	Convencio- nales	<p>Piezas dentales más afectadas: laterales maxilares (94.5 %), seguidos por centrales mandibulares (87.7 %).</p> <p>Menor RR: grupo premolares.</p> <p>Mayor RR: grupo de dientes que involucraban tratamientos con extracciones (66.7 %) que en el grupo sin extracciones (45.2 %). La diferencia fue estadísticamente significativa.</p>

Conclusiones

La reabsorción radicular es un efecto inevitable del tratamiento ortodóntico que no puede asociarse a un único factor causal. Su etiología es de carácter multivariable y, hasta la fecha, no puede establecerse una relación directa con ninguno de los posibles factores predisponentes.

Las piezas dentales mayormente afectadas por la reabsorción radicular son los incisivos maxilares, principalmente los laterales maxilares.

Todos los tratamientos de ortodoncia producen reabsorciones radiculares en mayor o menor grado. De los tratamientos evaluados, las menores tasas de reabsorción se presentaron en pacientes tratados con fuerzas livianas y tratamientos con alineadores, mientras que los tratamientos convencionales y las fuerzas pesadas, mostraron mayores grados de acortamiento radicular.

Referencias

- Aldeeri, A., Alhammad, L., Alduham, A., Ghassan, W., Shafshak, S. & Fatani, E. (2018). Association of Orthodontic Clear Aligners with Root Resorption Using Three-dimension Measurements: A Systematic Review. *The Journal of Contemporary Practice*, 19(2), 1558-1564.
- Aman, C., Azevedo, B., Bednar, E., Chandiramami, S., German, D., Nicholson, E., . . . Scarfe, W. C. (2018). Apical root resorption during orthodontic treatment with clear aligners: A retrospective study using cone-beam computed tomography. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 153(6), 842-851.
- Aras, I., Unal, I., Huniler, G. & Aras, A. (2018). Root resorption due to orthodontic treatment using self-ligating and conventional. *Journal of Orofacial Orthopedics*, 79(3), 181-190.
- Brezniak, N. & Wasserstein, A. (2008). Root Resorption Following Treatment with Aligners. *Angle Orthodontist*, 78(6), 1119-1124.
- Curado de Freitas, J., Lyra, O. C., Alencar, A. H. & Estrela, C. (2013). Long-term evaluation of apical root resorption after orthodontic treatment using periapical radiography and cone beam computed tomography. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 18(4), 104-112.
- Eissa, O., Carlyle, T. & Bialy, T. E. (2018). Evaluation of root length following treatment with clear aligners and two different fixed orthodontic appliances. A pilot study. *Journal of Orthodontic Science*, 7(11), 1-6.
- Fang, X., Qi, R. & Liu, C. (2019). Root resorption in orthodontic treatment with clear aligners: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & Craniofacial Research*. <https://doi.org/10.1111/ocr.12337>
- Fowler, B. (2010). A comparison of root resorption between Invisalign treatment and contemporary orthodontic treatment. 1-100.
- García, M. (2016). Etiología y prevención de la reabsorción radicular inducida por ortodoncia. *Revista Científica Odontológica*, 12(1), 43-49.

- Krieger, E., Drechsler, T., Schmidtman, I., Jacobs, C., Haag, S. & Wehrbein, H. (2013). Apical root resorption during orthodontic treatment with aligners? A retrospective radiometric study. *Head & Face Medicine*, 9(21), 1-8.
- Leite, V., Conti, A. C., Navarro, R., Almeida, M., Oltramari-Navarro, P., Almeida, R. & Leite, V. (2012). Comparison of root resorption between self-ligating and conventional preadjusted brackets using cone beam computed tomography. *Angle Orthodontist*, 82(6), 1078-1082.
- Lunda, H., Grondahl, K., Hansen, K. & Grondahld, H.-G. (2012). Apical root resorption during orthodontic treatment A prospective study using cone beam CT. *Angle Orthodontist*, 82(3), 480-487.