

Reabsorción radicular inflamatoria en sujetos con tratamiento ortodóntico. Cartagena (Colombia)

Inflammatory root resorption in orthodontic treatment subjects. Cartagena (Colombia)

Farith González Martínez¹, Vicente Robles Guiza², Leidys Rivero Fuentes²,
María Margarita Palis Martelo², Jhonny Pulido Ramos²

Resumen

Objetivo: Determinar la ocurrencia de Reabsorción Radicular Inflamatoria en sujetos sometidos a movimiento dental con cuatro técnicas de ortodoncia.

Materiales y métodos: Estudio de cohorte con seguimiento a un año, evaluando la reabsorción radicular inflamatoria con cuatro técnicas de ortodoncia, a partir de la escala de Levander and Malmgren. Las mediciones se realizaron en 176 dientes, usando tres radiografías periapicales por participante cada tres meses. Los datos fueron analizados a través de proporciones de incidencia. El Riesgo Relativo se utilizó para la asociación entre la presencia de reabsorción y la técnica de ortodoncia, con intervalos de confianza del 95 %. Para la significancia estadística se aplicaron los test de Kruskal Wallis, Mc-Nemar y Fischer. Se realizó un análisis multivariante por regresión logística.

Resultados: La incidencia de Reabsorción Radicular fue del 68,2 %, presentándose a los nueve y doce meses. Se observaron cambios radiculares con grado 1 en 8,5 % de los dientes y grado 2 en 2,8 %, siendo laterales los de mayor proporción (6,3%). En los dientes sometidos a la técnica de Arco de canto se encontró un riesgo 3,3 veces mayor en comparación con las técnicas pre-ajustadas.

Conclusiones: Existe Reabsorción Radicular en los dientes sometidos a movimiento dental durante el tratamiento de ortodoncia, sin embargo, estos cambios se consideran leves y dependen de la biomecánica utilizada en cada técnica.

Palabras clave: Tratamiento de ortodoncia, técnicas de ortodoncia, movimiento radicular, reabsorción radicular inflamatoria.

Fecha de recepción: 16 de marzo de 2012
Fecha de aceptación: 25 de julio de 2012

¹ Odontólogo. Magíster en Salud Pública, Universidad Nacional de Colombia. Profesor Jefe del Departamento de Investigación, Facultad de Odontología, Universidad de Cartagena (Colombia).

² Odontólogo, residente de último año Especialización en Ortodoncia, Universidad de Cartagena (Colombia).

Correspondencia: Farith González Martínez. Departamento de Investigación, Facultad de Odontología, Universidad de Cartagena. Campus de Zaragocilla, Cartagena (Colombia). Tel. 05756698172 Ext. 115. Fax 05756698172 Ext. 124. farithgm@hotmail.com

Abstract

Objective: To determine the occurrence of root resorption in subjects undergoing tooth movement with orthodontic four techniques.

Materials and method: A cohort study with up to one year, evaluating root resorption in orthodontic four techniques. The measurements were made on 176 teeth, using the scale of reabsorption of Levander and rots. Periapical radiographs using three in each individual, which were taken every three months. The data were analyzed using proportions of incidence. To compare the results obtained in each of the techniques are used the risk ratio (RR) with confidence intervals 95 %, the Kruskal Wallis, Mc-Nemar and Fischer`s test. We performed a multivariable logistic regression analysis.

Results: The incidence of inflammatory resorption was 68.2, appearing at nine and twelve months, showing contour changes in the first grade in 8.5 % and second grade in 2.8 %. In the teeth subjected to edgewise technique was found 3.3 times higher risk of root resorption compared with other techniques.

Conclusions: There is evidence of inflammatory resorption in the contour of the root in teeth subjected to tooth movement during orthodontic treatment, however, these are considered mild and depend on each technique used mechanotherapy.

Keywords: Orthodontic treatment, orthodontic techniques, root movement, inflammatory root resorption.

INTRODUCCIÓN

La Reabsorción Radicular Inducida ortodónticamente (RRIO) es un problema asociado con tratamientos de ortodoncia, y recientemente ha tenido considerable atención (1, 2). La pérdida del material orgánico en el ápice radicular durante el movimiento dental es impredecible, y cuando se extiende a la dentina es irreversible (3). Se conocen varios factores etiológicos, como: la susceptibilidad individual (4), factores sistémicos, locales y anatómicos asociados a la mecanoterapia (5, 6). Harris (5) reportó que la reabsorción se presenta en el 10 % de los dientes de pacientes sin antecedentes de fuerza ortodóntica. En este mismo aspecto se han encontrado reportes de reabsorción radicular idiopática.

La biomecánica utilizada durante el tratamiento de ortodoncia se considera que puede influir directamente en la severidad de la reabsorción; en este orden de ideas, la in-

trusión se considera el tipo de movimiento que perjudica más la raíz del diente (7), debido a que el ápice radicular y el periodonto asociado pueden experimentar una alta compresión por el estrés causado ante las fuerzas aplicadas desde la corona. Por otro lado, se ha reportado que los movimientos dentales controlados pueden causar menor daño al tejido duro, porque la presión se distribuye uniformemente en una superficie ósea más extensa (8).

De esta forma, la RRIO en estos pacientes se considera un efecto indeseable que se debe controlar para garantizar el éxito del tratamiento, ya que seguir realizando movimientos dentales en estas condiciones podría traer como consecuencia una disminución del soporte estructural que aporta la raíz del diente, lo cual influiría en su posterior pérdida (9). Sin embargo, hay dificultades relacionadas con muchas variables que influyen en este problema, lo cual produce cierta incertidumbre al momento de tomar

decisiones que contribuyan a disminuir la ocurrencia de este evento (10). Por otro lado, para medir las RRIO, en la literatura se han utilizado varios instrumentos radiográficos que han demostrado cierta confiabilidad, siendo el de mayor evidencia el sistema de registro de Levander and Malmgren (11,12).

Este estudio es relevante debido a que con los hallazgos se podrían implementar movimientos dentales con un mayor control de las fuerzas durante el tratamiento de ortodoncia, lo que beneficiaría a la comunidad académica odontológica y a la sociedad en general.

El objetivo del estudio fue determinar la ocurrencia de Reabsorción Radicular Inflamatoria en sujetos sometidos a movimiento dental con cuatro técnicas de ortodoncia en las clínicas odontológicas de una universidad pública de la ciudad de Cartagena (Colombia).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este es un estudio analítico de cohorte cerrada, con seguimiento cada tres meses durante un año. Se evaluó la RRIO en 176 dientes incisivos superiores e inferiores de 22 participantes; el número de dientes que recibieron movimiento dental a través de cuatro técnicas de ortodoncia fueron: (Arco de canto; n=40; MBT; n=56; Ricketts; n=48, Roth; n=32), en las clínicas odontológicas de una universidad pública de la ciudad de Cartagena.

Los sujetos fueron seleccionados en forma no probabilística a partir del cumplimiento de los siguientes criterios: individuos con edades entre 11 y 34 años con indicación

para tratamiento de ortodoncia y requerimientos de movimientos dentales de retracción e intrusión. Además, se excluyó a los sujetos con antecedentes de tratamiento de ortodoncia, Reabsorción Inflamatoria Radicular Externa, trauma dental, dislaceraciones de las raíces, caninos impactados, formación radicular incompleta, caries dental, mujeres en estado de embarazo, sujetos con antecedentes de asma o hábitos como onicofagia y deglución atípica.

Para confirmar la inclusión al estudio se utilizó un formato de consentimiento informado por escrito, en el que se le explicó a cada individuo que al aceptar su participación se le tomarían tres radiografías periapicales cada tres meses durante un año, resaltando el riesgo que esta exposición podría traer sobre su salud y las responsabilidades que los investigadores asumirían en este sentido, tomando precauciones como la protección con delantal de plomo durante cada procedimiento. Todo esto estuvo soportado por las disposiciones éticas emanadas de la Declaración de Helsinki, modificación de Edimburgo 2000, y la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia. Este estudio fue presentado ante el comité de ética institucional.

Para almacenar la información se diseñó un formato con las siguientes variables: presencia de RRIO, tiempo de tratamiento, tipo de diente, necesidad de extracciones, técnica de ortodoncia utilizada, edad y sexo. Para iniciar los procedimientos, los examinadores fueron estandarizados en la toma de radiografía y en la medición de la longitud radicular, siendo seleccionado el de mayor aproximación a los resultados obtenidos por un radiólogo que actuó como estándar de oro. Para la concordancia intra

e interexaminador se utilizó la prueba Kappa Cohen a partir de un límite favorable de 0.80. Para la calibración de la medición de la longitud radicular se utilizó como testigo un alambre de acero inoxidable 0.018 de 10 mm de longitud sobre la superficie de la placa radiográfica (13), luego se confirmó que la longitud radiográfica coincidiera con la longitud real.

A los participantes se les realizaron tres radiografías para cada evaluación, usando una reglilla milimetrada adosada a la película en todos los dientes centrales y laterales de ambos maxilares (equipo de rayos X marca ORIX 70 mediante la técnica de paralelismo “66kv, 7.5 MA y 0.10 s”, con posicionadores marca RINN, con bloque de mordida anterior BITE BLOCK XCP: 54-086).

Durante la medición radicular se tomó como referencia anatómica la línea amelo-

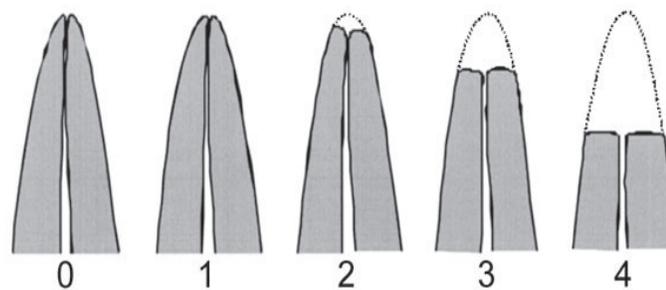
cementaria ubicada en el centro de la corona, proyectada sobre el canal radicular hasta el ápice (12). La escala utilizada para determinar la cantidad de reabsorción fue el sistema de registro de Levander and Malmgren (11) (cuadro 1).

Las radiografías iniciales fueron tomadas antes de que los participantes tuvieran montaje de bracketts. Para la primera y segunda evaluación, las mediciones se realizaron en la etapa de alineación de dientes (los sujetos presentaban arco trenzado, luego arco nitinol 0.014, 0.016 y 0.018). Para el tercer y cuarto trimestre, los sujetos se encontraban en etapa de retracción o intrusión con un arco rectangular de diámetro 0.016 x 0.022, 0.017 x 0.025 y 0.019 x 0.025 y los aditamentos usuales para estos casos (ansas en “t”, tie back o cadenas en masa).

Cuadro 1. Escala de Levander and Malmgren

GRADO 0	GRADO 1	GRADO 2	GRADO 3	GRADO 4
Ausencia de reabsorción radicular	Longitud radicular normal y solo hay un cambio en el contorno	Reabsorción moderada. Pequeña área de la raíz es perdida con la exhibición del ápice	Reabsorción acentuada, pérdida hasta un tercio de la longitud de la raíz	Reabsorción extrema, pérdida de más de un tercio de la longitud de la raíz

Fuente: Elaborado por los autores.



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis e interpretación de los datos se utilizó el paquete estadístico STATA® (Stata Corp. LP, College Station, TX, USA); se aplicaron inicialmente medidas de estadística descriptiva (tendencia central y dispersión). La ocurrencia de reabsorción radicular se evaluó a través de proporciones de incidencia acumulada. Para medir el impacto de la exposición se utilizó el Riesgo Atribuible Proporcional. Por otro lado, se puso a prueba la asociación entre la presencia de reabsorción con la técnica de ortodoncia y con el tipo de diente involucrado, usando como estimador la razón de riesgos (Riesgo Relativo) con intervalos de confianza del 95 %. Luego de evaluar el supuesto de normalidad de los datos a través del test de Kolmogorov-Smirnov se decidió usar el test no paramétrico de Mc-Nemar para las diferencias entre los estimadores antes y después de cada trimestre y el test de Kruskal Wallis para las diferencias entre todos los tiempos.

Para evaluar la significancia estadística entre la incidencia acumulada de reabsorción con la edad, sexo y necesidad de extracción se utilizó el test exacto de Fischer's. Por último, para ajustar los estimadores por edad se realizó un análisis por regresión logística

multivariable, con valores de probabilidad aceptados como significativos $p < 0,05$.

RESULTADOS

La muestra de 176 dientes incisivos centrales y laterales fue obtenida de 22 pacientes que tenían un promedio de edad de 18,9 años ($DE=6,2$), siendo más frecuente el grupo de edades entre 11 y 18 años, con el 59,1 %, seguido de 19 a 26, con 27,3 %. Con respecto al sexo, el 77,3 % fueron mujeres y 22,7 % varones. En cuanto a la necesidad de extracción dental previo al tratamiento de ortodoncia, el 31,8 % de los participantes requirieron exodoncias de primeros premolares. Con respecto a las técnicas de ortodoncia que recibieron los sujetos de estudio, se reorganizaron en forma dicotómica para la pertinencia del análisis, quedando distribuidas de la siguiente forma: Arco de canto; $n=40$ y Técnicas pre-ajustadas; $n=136$.

En lo referente a la incidencia acumulada o proporción de los participantes que presentaron cambios en la forma del contorno radicular al finalizar el estudio (12 meses), se observaron evidencias clínicas en el 68,2 %. El evento en estudio solo se presentó después de nueve meses de observación, con 45,5 % (tabla 1).

Tabla 1. Presencia de reabsorción radicular inflamatoria de acuerdo con el tiempo de seguimiento

	INCIDENCIA ACUMULADA DE REABSORCIÓN/TRIMESTRAL										Total/año	
	Inicial		Tres		Seis		Nueve		Doce			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Presencia												
Sí	0	0	0	0	0	0	10	45,5	5	41,7	15	68,2
No	22	100	22	100	22	100	12	54,5	7	58,3	7	31,8
Total	22	100	22	100	22	100	22	100	12	100	22	100

Fuente: Datos tabulados por los autores.

En cuanto al grado de reabsorción dental evidenciada a través de la escala de Levander and Malmgren (14), se encontró grado 1 en el 8,5 % de los dientes evaluados (IC 95%; 4,4-12,7) y grado 2 en el 2,8 % (IC 95%; 0,3-5,3) (tabla 2).

Tabla 2. Severidad de reabsorción de acuerdo a la escala de Levander and Malmgren

	Incidencia de RRIO/año		
	n=176	Porcentaje (%)	IC 95%
Escala Reabsorción			
0	156	88,6	83,9-93,4
1	15	8,5	4,4-12,7
2	5	2,8	0,3-5,3
3	0	0	-
4	0	0	-

Fuente: Datos tabulados por los autores.

Al relacionar la incidencia de este evento con la edad, el sexo y la necesidad de extracción no se encontraron diferencias estadísticas (tabla 3).

Tabla 3. Incidencia de reabsorción en los sujetos de estudio de acuerdo con la edad, sexo y necesidad de extracción

	Incidencia de RRIO/año				Total
	SÍ	Porcentaje (%)	NO	Porcentaje (%)	
Edad*					
11 a 18	8	61,5	5	38,5	13
19 a 26	4	66,7	2	33,3	6
27 a 34	3	100	0	0	3
Sexo*					
F	11	64,7	6	35,3	17
M	4	80	1	20	5
Extracción*					
SÍ	6	85,7	1	14,3	7
No	9	60	6	40	15
Total	15	68,2	7	31,8	22

*ns=sin significancia estadística.

Fuente: Datos tabulados por los autores.

En cuanto al análisis a nivel dental, de los 176 dientes evaluados, se presentaron cambios en 20 órganos dentarios (11,4 %), siendo los dientes más afectados los laterales, con el 6,3 %.

A nivel bivariable, al evaluar la asociación entre la incidencia acumulada de RRIO con las técnicas ortodónticas usadas se observó mayor riesgo en la técnica de Arco de canto con respecto a las Pre-ajustadas (RR=3,29; IC 95%; 1,25-8,65). En cuanto al impacto de la exposición, se encontró que el 69,5 % del riesgo de presentar el evento en estudio se puede explicar a partir de la técnica de Arco de canto. Al evaluar la asociación con el tipo de diente involucrado no se encontró significancia (RR=1,25; IC 95%; 0,49-3,19).

Al análisis multivariable, se ajustaron los estimadores de asociación por edad y se mantuvo la significancia para la técnica de ortodoncia (RR=3,1; IC 95%; 2,50-3,87). Al incluir en el modelo de regresión logística las variables técnica de ortodoncia y tipo de diente, este fue el mejor modelo que explica la RRIO, teniendo significancia estadística (Fischer`s=5,8; P=0.05) (tabla 4).

DISCUSIÓN

La RRIO es considerada una importante secuela del tratamiento ortodóntico (3,4). Sin embargo, el remodelado leve de la raíz es difícil registrarlo radiográficamente y se dificulta aun más si no es realizado con buenos criterios de evaluación; esto puede llevar a muchos errores, que se minimizan utilizando radiografías estandarizadas tomadas con el método del paralelismo. En este estudio se lograron estandarizar tanto la técnica radiográfica como la medición observada, lo cual permitió evitar el sesgo de información por mala clasificación.

Tabla 4. Factores asociados a Reabsorción Radicular Inflamatoria tomando el diente como unidad de análisis

	Reabsorción radicular n=176		Bivariable dental			Multivariable			
	Frecuencia absoluta	Porcentaje (%)	RR‡ crudo	IC 95%	RAP¶ (%)	RR** ajustado	IC 95%	RR⌘	IC 95%
Técnica (n)									
Canto (40)	9	22,5							
Pre-ajustadas (136)	11	8,1	3,29*	1,25-8,65	69,6	3,11⌘	2,50-3,87	3,3†	1,25-8,68
Tipo de diente (n)									
Laterales (88)	11	12,5							
Centrales (88)	9	10,2	1,25	0,49-3,19	20	0,97	0,78-1,19	1,26	0,48-3,28
Total	20	11,4							

*P=0.02; ⌘P=0.000; †P=0.01; ‡Razón sin ajustar; ¶riesgo atribuible proporcional; **razón ajustada por edad; ⌘significancia del modelo multivariable ajustado por regresión ($\chi^2=5,8$; P=0.05).

Fuente: Datos tabulados por los autores.

El soporte de la valoración de la reabsorción en la terapia ortodóntica fue tomado de varios estudios reportados en la literatura (3,14), los cuales concluyen que existen factores mecánicos que pueden afectar el estado de los tejidos periodontales, tales como tipo de movimiento, la naturaleza y tiempo de aplicación de la fuerza, sin embargo, en dientes que están experimentando movimientos ortodónticos se presenta significativamente más reabsorción con una fuerza pesada que cuando son utilizadas fuerzas ligeras. Lo cual puede indicar que el tratamiento ortodóntico prudentemente realizado, con fuerzas ligeras y control tridimensional de las raíces, en muy raras ocasiones provoca reabsorciones de mediana cuantía; no obstante, los tratamientos prolongados con amplios movimientos de torque e intrusión pueden conducir a severas lesiones radiculares (15).

La intrusión probablemente es el movimiento que más produce RRIO (14). El movimiento de cuerpo, inclinación, torque, extrusión y expansión palatina pueden también estar

implicados, aunque algunos estudios han reportado una predisposición genética para presentar RRIO después de un tratamiento de ortodoncia (16). Estudios experimentales muestran que el proceso de reabsorción cuando va acompañado de movimientos del cuerpo dental causa menos daño al tejido duro que los movimientos de inclinación, ya que la concentración de las fuerzas por este movimiento es mayor y específicamente dirigida al ápice (17,18). En este estudio, la mayor parte de los movimientos evaluados fueron de retracción.

Según los resultados de este estudio, la incidencia de reabsorción fue del 68,2 %, observándose en la mayoría de los casos en el menor grado (1). Estos resultados son similares a los reportados por Ártun (19) en 2009, quien no encontró registro significativo de reabsorción radicular entre los 6 y los 12 meses después de cementados los brackets. De lo anterior se puede decir que para lograr observaciones de reabsorciones periapicales de mayor grado (grado 3 y 4) es necesario tener un periodo de seguimien-

to mayor que el utilizado en este estudio (12 meses), ya que en este lapso de tiempo se observaron con mayor frecuencia reabsorciones leves correspondientes a una remodelación del contorno radicular y algunos casos moderadas (2,8 %) (11-13).

Por otra parte, según los resultados observados, el diente de mayor incidencia de RRIO fue el lateral superior izquierdo; esto también ha sido reportado en varios estudios citados por Rupp (20) en 1995.

Al relacionar la incidencia de RRIO con el sexo no se presentó ninguna asociación, resultados similares a los reportados en la literatura por Owman (21), sin embargo, con la edad, en este estudio se observó una tendencia, siendo superior en edades mayores, aunque no fue significativa. En este sentido, Sastre (22) en 1995 reportó que las reabsorciones radiculares aumentan con la edad, lo cual se atribuye a alteraciones anatomopatológicas que alcanzan con los años el ligamento periodontal.

Con respecto a las comparaciones entre la presencia de RRIO con las cuatro técnicas, en este estudio la de mayor incidencia fue Arco de canto, y se presentó mayor riesgo cuando se comparó con las técnicas preajustadas; esto demuestra un alto riesgo, atribuido al tratamiento, lo cual supera en importante proporción al riesgo general. Esto se explica probablemente por la biomecánica basada en fuerzas ligeras y continuas utilizada en las técnicas preajustadas, lo cual es biológicamente más adaptado a las características del diente. Resultados similares fueron encontrados por Janson (23) en 2000, en un estudio en el que muestra que la técnica Bioeficiente y la técnica de Arco recto presentaron menor RRIO que la técnica de Arco de canto.

Teniendo en cuenta la literatura confrontada y a la luz de las limitaciones del estudio, se puede concluir que existe evidencia de cambios en el contorno de la raíz en los dientes sometidos a movimiento dental durante el tratamiento de ortodoncia, observándose cambios leves en la mayoría de los casos y dentro de las condiciones anatómo-fisiológicas de los órganos dentarios. No obstante, puede que las mecanoterapias utilizadas en cada técnica se conviertan en un factor que aumente el riesgo de generar reabsorción radicular, lo cual se incrementaría con el tiempo de tratamiento y la edad de los sujetos.

Agradecimientos: A la Universidad de Cartagena por el apoyo académico y administrativo durante la realización del estudio. Al postgrado de Ortodoncia por el apoyo de la infraestructura y equipos durante la evaluación.

Financiación: Universidad de Cartagena (Colombia).

Conflicto de intereses: Ninguno.

REFERENCIAS

- (1) Bishara SE, Vonwald L, Jakobsen JR. Changes in root length from early to mid - adulthood: resorption or opposition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999; 115: 563-8.
- (2) Mohandesan H, Ravanmehr, Valaei N. A radiographic analysis of external apical root resorption of maxillary incisors during active orthodontic treatment. *European J of Ortho* 2007; 29: 134-139.
- (3) Stenvik A, I.A Mjor. Pulp and dentin reactions to experimental tooth intrusion. *Am J Orthod* 1970; 57: 370-385.
- (4) Weltmana B. Root resorption associated with orthodontic tooth movement: A systematic review. *Am J Orthod* 2010; 137: 462-476.

- (5) Harris MR, Sims MR. Root resorption in bicuspid intrusion: a scanning electron microscopic study. *Angle Orthod* 2009; 102: 239-45.
- (6) Årtun I, Smale F, Behbehani D, Doppel M. Apical root resorption six and 12 months after initiation of fixed orthodontic appliance therapy. *Angle Orthod* 2005; 75: 919-926.
- (7) Remington DN. Long term evaluation of root resorption occurring during orthodontic treatment. *Am J. Orthod* 1989; 96: 43- 6.
- (8) Kennedy DB, Joondeph DR, Osterberg SK, Little RM. The effect of extraction and orthodontic treatment on dentoalveolar support. *Am J Orthod* 1983; 84: 183-90.
- (9) Tronstad L. Root Resorption –etiology, terminology and clinical manifestations. *Endod Dend Traumatol* 1988; 4: 241-52.
- (10) Anil S, Al Ghamdi H. A method of Gauging Dental Radiographs during treatment Planning for Dental Implants. *Am J Orthod* 2007; 84: 183-90.
- (11) Levander E, Malmgren O, Eliason J. Evaluation of root resorption relation to orthodontic treatment regimes. A clinical experimental study. *Eur J Orthod* 1994; 16: 223-8.
- (12) Lupi JE, Handelman CS, Sadowsky C. Prevalence and severity of apical root resorption and alveolar bone loss in orthodontically treated adults. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996; 109: 28-37.
- (13) Bender I, Byers MR, Mori K. Periapical replacement resorption of permanent, vital, endodontically treated incisors after orthodontic movement: report of two cases. *J Endod* 1997; 23 (12): 768-73.
- (14) Schwarz AM. Tissue changes incidental to orthodontic tooth movement. *Int J Orthod* 1932; 18: 331-52.
- (15) Eric JW, Liou and Peter MH Chang. Apical root resorption in orthodontic patients with in-masse maxillary anterior retraction and intrusion with miniscrews. *Am J of Orthodon and Dentofacial Orthop* 2010; 137: 207-212.
- (16) Al-Qawasmi RA, Hartsfield Jr, Everett E, Flury, L. Genetic predisposition to external apical root resorption. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123: 242-252.
- (17) Linge L. Patients characteristics and treatment variables associated with apical root resorption during orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1991; 99: 35 - 43.
- (18) McNab S. External apical root resorption of posterior teeth in asthmatics after orthodontic treatment. *Am J Orthod* 1999; 116: 545-51.
- (19) Årtun J, Van 't Hullenaar R. Identification of orthodontic patients at risk of severe apical root resorption. *Am J of Orthod* 2009; 135: 448-455.
- (20) Rupp R. Root resorption related to orthodontic and other factors: A review of the literature. *J Gen Orthod* 1995; 6: 25-9.
- (21) Owman Moll P. Root resorption after orthodontic treatment in high –and low – risk patients: analysis of allergy as a possible predisposing factor. *Eur J Orthod* 2000; 22: 657-63.
- (22) Sastre T. Reabsorción radicular asociada al tratamiento ortodóntico: Revisión Bibliográfica. *Rev Esp Ortod* 1997; 27: 17-22.
- (23) Janson GR. A radiografic comparison of apical root resorption after orthodontic treatment with 3 different fixed appliance techniques. *Am J Orthod* 2000; 118: 262-73.