



Resistencia a la fractura de dientes con raíces debilitadas usando postes con y sin relleno radicular. Revisión sistemática

Resistance to fracture of teeth with weakened roots using posts with and without root filling. A systematic review

Katerine Carvajal Cabrales,* Meisser Vidal Madera Anaya,§ Gelen Patricia Bennett Zurita^{II}

RESUMEN

Los dientes con paredes radiculares delgadas poseen un alto índice de fractura, por lo que es un reto encontrar el método ideal para proveerles resistencia. Para tal fin se utilizan postes con y sin relleno intrarradicular; pero aún no existe claridad acerca de la diferencia entre estas opciones terapéuticas. El objetivo de esta revisión fue comparar resultados de la evidencia sobre la resistencia a la fractura en dientes con raíces debilitadas reforzadas con postes con y sin relleno, luego de ser sometidos a fuerzas compresivas. Una búsqueda electrónica se realizó en las bases de datos (Medline, Embase, PubMed y Ovid), sin restricción por año o idioma, arrojando 148 artículos. La extracción de datos y la evaluación de calidad de cada artículo se realizaron de forma independiente por cada autor siguiendo los parámetros establecidos en la calibración. Finalmente se seleccionaron siete artículos que cumplieron con los criterios de inclusión. Luego de la recolección de información y análisis, se concluyó que el incremento de la resistencia en dientes con raíces debilitadas se produce con el uso de postes intrarradiculares, aunque indistintamente si están o no acompañados de refuerzo radicular dentinal.

ABSTRACT

Teeth with thin root walls exhibit high fracture rate; it is therefore a challenge to find the ideal method to provide them with resistance. To this end, posts, either unfilled or filled with intra-root filling have been used, nevertheless, to this date, no certainty has been established on the differences among these therapeutic options. The main purpose of the present review was to compare evidence results on resistance to fracture of teeth with weakened roots which had been reinforced with either filled or unfilled posts, after being subjected to compressive forces. An electronic search was conducted in different databases (Medline, Embase, PubMed and Ovid). The search was unrestricted with respect to year or language. Aforementioned search produced 148 articles. Each author independently conducted data extraction and quality assessment of each article, following parameters established in calibration (gauging). Finally, seven articles meeting with inclusion criteria were selected. After information collection and analysis, it was concluded that resistance increase in root-weakened teeth was effected when intra-root posts were used, irrespectively of whether these posts had or did not have dentin root reinforcement material.

Palabras clave: Resistencia a la fractura, fractura dental, raíz dental, dientes no vitales.

Key words: Resistance to fracture, tooth fracture, tooth's root, non vital teeth.

INTRODUCCIÓN

Los traumatismos dentales pueden causar daño o pérdida de dientes en niños y adolescentes, el sector anterosuperior es donde más se presentan.^{1,2} Estas injurias pueden causar necrosis pulpar en dientes permanentes jóvenes e interrumpir su desarrollo radicular, ya que la raíz alcanza su longitud y conformación total cuatro años después de la erupción dental. Por lo tanto, los ápices quedan abiertos, las paredes radiculares delgadas y divergentes; formando dientes inmaduros susceptibles a fracturas.^{3,4}

Actualmente se utilizan diversos procedimientos y materiales para reforzar las paredes radiculares débiles después de la terapia endodóntica, entre los más empleados están los ionómeros, resinas, postes, fibras de polietileno y Resilon®.⁵⁻⁹ Sin embargo,

hay controversia de criterios en la selección del tratamiento ideal; además de los pocos datos clínicos que guían a un tratamiento óptimo, lo que hace necesario estudiar los diferentes materiales utilizados para este fin.

* Odontóloga, Rehabilitadora Oral, Docente del Departamento de Prostodoncia, Facultad de Odontología, Universidad de Cartagena, Colombia.

§ Odontólogo, Magíster en Epidemiología Clínica, Magíster en Bioquímica, Investigador del grupo GISPOUC, Facultad de Odontología, Universidad de Cartagena, Colombia.

II Odontóloga, Magíster en Ciencias Odontológicas (C), Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Los postes son utilizados para la restauración de dientes con grandes pérdidas a nivel coronal, además son indicados como refuerzo radicular por sus propiedades biomecánicas que permiten la distribución de fuerzas en sentido apical y aumento de resistencia dental.¹⁰⁻¹² Materiales como los postes de transiluminación que conducen luz a todo el interior de la raíz, aseguran una polimerización completa y una correcta unión entre la dentina radicular y componentes poliméricos de materiales resinosos, obteniendo resultados clínicos favorables en dientes debilitados aportándoles resistencia.¹³⁻¹⁵

Para contribuir a la aclaración de la terapéutica indicada en estas condiciones dentales, la presente revisión sistemática tuvo como objetivo comparar los resultados de la evidencia en cuanto a resistencia a la fractura en dientes con paredes radiculares debilitadas reforzadas con postes con y sin relleno, luego de recibir fuerzas compresivas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estrategia de búsqueda

Para el desarrollo de este estudio se realizó una búsqueda electrónica de la literatura en las bases de datos Medline, Embase, PubMed y Ovid, sin restricción de año o idioma. Se utilizó el término «*fracture resistance*» y «*fracture strength*», combinado con «*tooth fracture*», «*tooth root*», «*root canal*», «*immature teeth*», «*flared walls*», «*weakened root*» y «*tooth nonvital*».

Criterios de selección

Se incluyeron estudios *in vitro* que evaluaron la resistencia a la fractura de postes con o sin relleno. Además, que usaran dientes incisivos superiores permanentes humanos, con paredes dentinales radiculares delgadas, y con la evaluación de las mediciones de fuerzas en laboratorio.

Los artículos seleccionados se revisaron de forma individual, buscando relación directa con los objetivos del presente trabajo y se evaluó la calidad metodológica de éstos, teniendo en cuenta criterios del peso de evidencia científica, basados en la validez interna.

Análisis y recolección de datos

Los hallazgos fueron almacenados y organizados en una base de datos digital, y luego se procesaron y analizaron estadísticamente. Los resultados de los estudios seleccionados fueron expresados en distin-

tas unidades de fuerza tales como libras, kilogramos, kilonewton, siendo necesaria para su análisis y posterior comparación la conversión de todos los valores a Newton.

La medida primaria para evaluar los efectos de los materiales fue la diferencia estándar de las medias de resistencia a la fractura entre los dientes sometidos a compresión. Además, se utilizaron las medidas de desviación estándar. Para las diferencias entre las medias se utilizó el test no paramétrico de Wilcoxon, asumiendo intervalos de confianza al 95% y valores de probabilidad límite para la decisión por debajo de 0.05. Los estudios se combinaron usando para la prueba de hipótesis, el test de heterogeneidad de los estimadores primarios (estadístico de prueba Q). Todos los cálculos se hicieron con el software de Stata Corp. versión 10.1.

RESULTADOS

Se identificaron 148 artículos, de los cuales siete cumplieron con los criterios de inclusión y el resto se descartaron por diversos motivos que se muestran en la figura 1. En seis de los estudios seleccionados, las paredes radiculares fueron debilitadas utilizando sistemas de fresados rotatorios intracanales, obteniendo grosores de 1 mm.¹⁶⁻²¹ En un estudio no se reportó el grosor de las paredes, pero se tuvo en cuenta el diámetro del conducto radicular (*Cuadro I*).²²

La evaluación de la calidad metodológica y consistencia de las investigaciones se muestran en el *cuadro II*.

Se evaluó un total de 24 grupos distribuidos en los siete artículos, en 15 grupos se evaluaron los postes con relleno y en 9 sin relleno. El tamaño de muestra promedio de los grupos fue de 9.9 y 9.3 dientes respectivamente.

Con respecto a la comparabilidad de los grupos de dientes, éstos tuvieron características comunes con respecto a las variables, como la velocidad de la carga, grosor de las paredes, tipo de material de relleno y de poste utilizado en ambos grupos.

De acuerdo con la velocidad de aplicación de carga, en el grupo con relleno el 66.7% fue de 1 mm/min y en el 26.7% de 2 mm/min. Mientras que en el grupo de postes sin relleno en el 66.7% fue de 1 mm/min y 33.3% de 2 mm/min. Con respecto al grosor de las paredes en el grupo de postes con relleno el 33.3% tenía 1 mm; el 13.3% 1.5 mm y 2 mm en el 13.3%. En el grupo de postes sin relleno la distribución fue similar; 44.4% de 1 mm, 11.1% de 1.5 mm y el 22.2% de 2 mm.

En cuanto al tipo de material de los postes; en el grupo sin relleno el 55.6% eran de níquel cromo

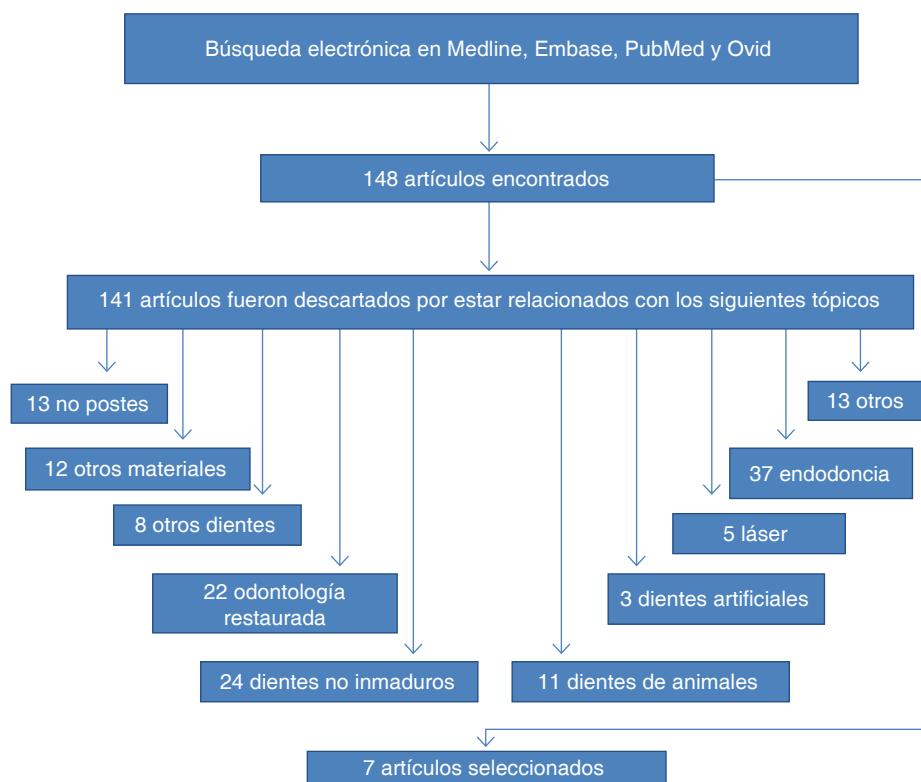


Figura 1.

Búsqueda y selección de estudios.

Cuadro I. Características metodológicas de los estudios.

Autor	Dientes	Estado coronal	Grosor de paredes	Distribución de la muestra	Simulación de LP	Dinamómetro
Tjan <i>et al.</i> ¹⁶	CS	S-LAC	1 mm 2 mm	G1: poste metálico Au tipo IV (1 mm) G2: poste metálico Au tipo IV (2 mm)	Sí	0.05 plg x min 30°
Saupe <i>et al.</i> ¹⁷	CS	S-LAC	0.5 mm 0.75 mm	GA: poste metálico Au tipo III (no férula) GB: poste metálico Au tipo III + resina (no férula)	Sí	2 mm x min
Katebzadeh <i>et al.</i> ¹⁸	CS	S-LAC	ND	G5: resina + poste metálico	ND	2 plg x min
Goncalves <i>et al.</i> ²²	IS	S-LAC	ND Diámetro del conducto radicular 3.2 mm	CP: control poste metálico cobre aluminio LT: relleno resina + poste titanio (PTi) LF: poste de transiluminación (PTR) + relleno con resina LZ: PTR+ relleno con resina + PTi LR: PTR+ relleno con resina + PTi	No	1 mm x min 135°
Liang <i>et al.</i> ¹⁹	CS	S-LAC	1 mm	G1: poste metálico NiCr G2: poste metálico NiCr+ resina	No	2 mm x min 135°
Wu <i>et al.</i> ²⁰	IS	S-LAC	1 mm	G0: poste metálico NiCr G2: cemento resina + poste NiCr G3: ionómero + poste NiCr	Sí	2 mm x min 135°
Kivanç <i>et al.</i> ²¹	IS	S-LAC	1: 1 mm 2: 1.5 mm 3: 2 mm	L: resina + poste de fibra de vidrio E: poste de fibra de vidrio M: poste metálico NiCr	No	1 mm x min 45°

LP: ligamento periodontal; IS: incisivos superiores; CS: centrales superiores; S-LAC: seccionada a límite amelocementario; ND: no declara.

(NiCr), el 33.3% de oro (Au) y el 11.1% de cobre aluminio (CuAl). En el grupo de postes con relleno el 40% utilizó fibra de vidrio, el 20% NiCr, el 26.7% titanio (Ti) y el 6.7% Au. En este grupo, el relleno fue resina en el 93.3% y el 6.7% ionómero de vidrio.

Según los hallazgos obtenidos, se encontró una media de resistencia a la fractura en el grupo de dientes que usaron postes intrarradiculares sin relleno de 795.8 N (DE = 642.3) y para el grupo de dientes que usaron postes intrarradiculares con relleno la media

fue de 666.9 N (DE = 332.7) aunque no hubo diferencia estadísticamente significativa (diff = 128.9; IC = -281.7-539.4; valor p: 0.65) (*Cuadro III*).

DISCUSIÓN

La poca cantidad de artículos encontrados que cumplieran con los criterios de inclusión y la falta de datos específicos para algunas variables confusoras fueron las principales limitaciones de esta revisión, sin

Cuadro II. Evaluación de calidad de estudios.

Autor	Año	Tipo de estudio	Tamaño de muestra	Aleatorización	Grupos comparables	Medición enmascarada
Tjan et al. ¹⁶	1985	<i>In vitro</i>	40	ND	Sí	No
Saupe et al. ¹⁷	1996	<i>In vitro</i>	40	Sí	Sí	No
Katebzadeh et al. ¹⁸	1998	<i>In vitro</i>	100	Sí	Sí	No
Goncalves et al. ²²	2006	<i>In vitro</i>	48	ND	Sí	No
Liang et al. ¹⁹	2007	<i>In vitro</i>	12	Sí	Sí	No
Wu et al. ²⁰	2007	<i>In vitro</i>	21	Sí	Sí	No
Kivanç et al. ²¹	2009	<i>In vitro</i>	165	Sí	Sí	No

ND: no declara.

Cuadro III. Resistencia a la fractura de dientes con paredes debilitadas.

Autor	Postes con relleno		Postes sin relleno	
	Muestra	Resistencia (N)	Muestra	Resistencia (N)
Wu et al. ²⁰	7	640	7	370
	7	490		
Kivanç et al. ²¹	11	557.82		
	11	593.97	11	1,708.73
	11	838.45	11	1,659.36
	11	562.18	11	1,220.18
	11	708.93		
	11	938.36		
Goncalves et al. ²²	8	520.9		
	8	479.9	8	212.8
	8	391.6		
	8	333.0		
Liang et al. ¹⁹	6	639.3	6	360.8
Katebzadeh et al. ¹⁸	20	578.27		
Saupe et al. ¹⁷	10	1,730.87	10	1,196.41
Tjan et al. ¹⁶			10	216.63
			10	210.85
Media (DE)		666.9 (332.7)		795.8 (642.3)
IC = 95%		482.7-851.1		302.1-1,289.5

N: Newton; *Dif. medias = 128.9; IC = 95%: -281.7-539.4; valor p = 0.65.

embargo, con el análisis de la calidad metodológica de los artículos, se seleccionaron siete con características similares, lo que permite obtener hallazgos confiables con respecto al tratamiento indicado para reforzar los dientes debilitados.

En esta revisión no se encontró diferencia estadísticamente significativa al comparar la resistencia a la fractura de dientes debilitados usando postes con y sin relleno; resultado similar al de Carvalho *et al.*,¹⁴ quien comparó paredes reforzadas con postes de zirconio y resina compuesta. Demostrando que los dientes con paredes debilitadas aumentan su resistencia a la fractura con postes con y sin relleno, lo cual es razonable debido a que los postes metálicos imparten una alta resistencia a la fractura por su composición metálica; y por su parte la resina compuesta con los postes, aumenta el grosor de las paredes dentinales radiculares y por consiguiente las fortalece. Cabe anotar que la diferencia en la distribución de la velocidad de aplicación de fuerza en los grupos fue mínima; lo que puede explicar que no existan diferencias significativas en los resultados, ya que en evaluaciones de laboratorio cuando las variaciones son mínimas así mismo influye en los resultados.

A pesar de no encontrar diferencia entre los dos tratamientos, se resalta que el grupo restaurado sólo con postes siendo todos metálicos, presentó mayor valor de resistencia a la fractura; lo que concuerda con lo reportado por Kivanç *et al.*,²¹ y Maccari *et al.*,²³ esto puede ser porque a menor grosor de las paredes, mayor será el diámetro del poste y la cantidad de metal que resiste a una carga de fractura en comparación con canales estrechos; a su vez este tipo de reconstrucciones pueden resistir mejor a cargas estáticas transversales en comparación con los postes adhesivos, y por la adaptación íntima del colado con la anatomía radicular.²⁴ Sin embargo, en la distribución de los grupos evaluados, la aleación de NiCr estuvo en mayor proporción en el grupo de postes sin relleno que en el grupo con relleno, siendo estos últimos en mayoría de fibra de vidrio; lo que probablemente pudo influir en los resultados, ya que las aleaciones metálicas son más resistentes a las fuerzas compresivas en comparación con las de fibra de vidrio.^{24,25}

Por su parte autores como Saupe *et al.*,¹⁷ Katebzadeh *et al.*,¹⁸ Liang *et al.*,¹⁹ Wu *et al.*,²⁰ y Fukui *et al.*,²⁶ concluyeron que el uso de postes metálicos con resina incrementan la resistencia a la fractura, siendo estadísticamente significativa esta diferencia con los que no usan relleno. Esto se podría explicar debido a que el material de relleno utilizado aumenta el grosor de las paredes radiculares del diente, creando una superficie más resistente que absorbe y distribuye las

cargas transmitidas durante los movimientos masticatorios de una manera uniforme que la otorgada por los materiales metálicos, ofreciendo un mejor pronóstico en el funcionamiento de las restauraciones.^{6,7}

A su vez, Goncalves *et al.*,²² encontraron que la opción terapéutica con mayor resistencia a la fractura fueron postes de titanio con relleno, en comparación con dientes restaurados únicamente con postes de cobre aluminio. Probablemente porque al permitir una polimerización y adhesión adecuadas del relleno, se logra que la estructura remanente del diente quede reforzada por la integración de estos componentes.²⁷ Cabe resaltar que en este estudio se confrontan materiales con módulo de elasticidad diferentes, ya que el poste en titanio tiene una rigidez menor que el de cobre aluminio y más cercana a la del diente natural, lo que podría llevar a un aumento de tensiones en la interfase poste dentina en este último grupo.²⁸ Dichas tensiones pueden ser la razón de por qué los dientes con raíces debilitadas y restaurados únicamente con postes metálicos, tuviesen el valor de resistencia más bajo que los demás grupos evaluados, demostrándose la susceptibilidad al no usar rellenos radiculares, o en su defecto, técnicas como el diseño *ferrule* que permite aprovechar el remanente dentario vertical con un bisel de 2 mm en la línea de terminación, proporcionándole mayor resistencia a la fractura dental.²⁹

Aunque es evidente que hay aumento en la resistencia a la fractura con el uso de postes con y sin relleno, no se puede establecer cuál opción suministra mejores resultados en cuanto a resistencia a la fractura de raíces debilitadas, lo que sugiere la necesidad de realizar estudios que se sumen a la evidencia disponible, en donde se comparen el uso de postes con y sin relleno y a su vez se establezca la posible diferencia entre el uso de postes metálicos y postes adhesivos, controlando todas las posibles variables confusoras y estandarizando el método de aplicación de fuerzas, para así obtener resultados más confiables que guíen al clínico para establecer un criterio terapéutico ideal.

CONCLUSIÓN

El incremento de la resistencia a la fractura en dientes con paredes debilitadas, se puede obtener usando tanto postes únicos dentro del conducto como postes combinados con refuerzos radiculares; ambas opciones proporcionan mayor resistencia a las paredes durante cargas compresivas. Los postes sin material de relleno tendrán como ventaja su fácil y rápida elaboración, larga historia de éxito y excelentes propiedades físicas. Sin embargo, cuando sea esencial la

estética y el clínico cuente con materiales y sistemas de última tecnología, el uso de postes reforzados con resina constituye una novedosa y práctica opción de tratamiento.

REFERENCIAS

- Fariniuk LF, Souza MH, Westphalen VP, Carneiro E, Silva UX, Roskamp L et al. Evaluation of care of dentoalveolar trauma. *J Appl Oral Sci.* 2010; 18 (4): 343-345.
- Faus-Damiá M, Alegre-Domingo T, Faus-Matoses I, Faus-Matoses V, Faus-Llácer VJ. Traumatic dental injuries among schoolchildren in Valencia, Spain. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2011; 16 (2): 292-295.
- Velásquez V, Álvarez M. Tratamiento pulpar en la apexificación de dientes inmaduros mediante agregado trióxido mineral. *Odontol Sanmarquina.* 2009; 12 (1): 29-32.
- Zogheib L, Pereira J, Valle A, Oliveira J, Pegoraro L. Fracture resistance of weakened roots restored with composite resin and glass fiber post. *Braz Dent J.* 2008; 19 (4): 329-333.
- Morales N, González C. Estudio *in vitro* comparativo de la resistencia a la fractura radicular en dientes inmaduros y obturados con dos cementos endodónticos. *Rev CES Odont.* 1998; 11 (1): 9-15.
- Goldberg F, Kaplan A, Roitman M, Manfre S, Picca M. Reinforcing effect of a resin glass ionomer in the restoration of immature roots *in vitro*. *Dent Traumatol.* 2002; 18: 70-72.
- Pene JR, Nicholls JI, Harrington GW. Evaluation of fiber-composite laminate in the restoration of immature, nonvital maxillary central incisors. *J Endod.* 2001; 27 (1): 18-22.
- Hemalatha H, Sandeep M, Kulkarni S, Sheikh S. Evaluation of fracture resistance in simulated immature teeth using resilon and rib bond as root reinforcements-an *in vitro* study. *Dent Traumatol.* 2009; 25: 433-438.
- Newman MP, Yaman P, Dennison J, Rafter M, Billy E. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with composite posts. *J Prosthet Dent.* 2003; 89: 360-367.
- AL-Wahadni AM, Hamdan S, Al-Omri M, Hammad MM, Hataimleh MM. Fracture resistance of teeth restored with different post systems: *in vitro* study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008; 106: 77-83.
- Morgan S, Rodrigues A, Sabrosa C. Restoration of endodontically treated teeth. *Dent Clin North Am.* 2004; 48 (2): 397-416.
- Musikant BL, Cohen BI, Deutsch AS. Post design and the optimally restored endodontically treated tooth. *Compend Contin Educ Dent.* 2003; 24 (10): 788-792, 794-796.
- Okuma M, Nakajima M, Hosaka K, Itoh S, Ikeda M, Foxton RM et al. Effect of composite post placement on bonding to root canal dentin using 1-step self-etch dual-cure adhesive with chemical activation mode. *Dent Mater J.* 2010; 29 (6): 642-648.
- Carvalho CA, Valera MC, Oliveira LD, Camargo CH. Structural resistance in immature teeth using root reinforcements *in vitro*. *Dent Traumatol.* 2005; 21 (3): 155-159.
- Makade CS, Meshram GK, Warhadpande M, Patil PG. A comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated teeth restored with different post core systems-an *in vitro* study. *J Adv Prosthodont.* 2011; 3 (2): 90-95.
- Tjan AH, Wang SB. Resistance to root fracture of dowels channels with various thicknesses of bucal dentin walls. *J Prosthet Dent.* 1985; 53 (4): 496-500.
- Saupe WA, Gluskin AH, Radke RA Jr. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and a resin reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised roots. *Quintessence Int.* 1996; 27 (7): 483-491.
- Katebzadeh N, Dalton BC, Trope M. Strengthening immature teeth during and after apexification. *J Endod.* 1998; 24 (4): 256-259.
- Liang B, Chen Y, Wu X, Yip K, Smales R. Fracture resistance of roots with thin walls restored using an intermediate resin composite layer placed between the dentine and a cast metal post. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2007; 15 (1): 19-22.
- Wu X, Chan AT, Chen YM, Yip KH, Smales RJ. Effectiveness and dentin bond strengths of two materials for reinforcing thin-walled roots. *Dent Mater.* 2007; 23 (4): 479-485.
- Kivanç BH, Alaçam T, Ulusoy Ol, Genç O, Görgül G. Fracture resistance of thin-walled roots restored with different post systems. *Int Endod J.* 2009; 42 (11): 997-1003.
- Goncalves LA, Vansan LP, Paulino SM, Sousa MD. Fracture resistance of weakened roots restored with a transilluminating post and adhesive restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2006; 96 (5): 339-344.
- Maccari P, Cosme D, Oshima H, Burnett L, Shinkai R. Fracture strength of endodontically treated teeth with flared root canals and restored with different post systems. *J Esthet Restor Dent.* 2007; 19 (1): 30-36.
- Quintana M, Castilla M, Matta C. Resistencia a la fractura frente a carga estática transversal en piezas dentarias restauradas con espigo-muñón colado, postes de fibra de carbono y de aleación de titanio. *Rev Estomatol Herediana.* 2005; 15 (1): 24-29.
- Fraga R, Chaves B, Mello G, Siqueira Jr J. Fracture resistance of endodontically treated roots after restoration. *J Oral Rehabil.* 1998; 25 (11): 809-813.
- Fukui Y, Komada W, Yoshida K, Otake S, Okada D, Miura H. Effect of reinforcement with resin composite on fracture strength of structurally compromised roots. *Dent Mater J.* 2009; 28 (5): 602-609.
- Vallejo M, Maya C, Martínez N. Resistencia a la fractura de dientes con debilitamiento radicular. *Rev CES Odont.* 2011; 24 (1): 59-69.
- Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR et al. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J.* 2006; 39 (1): 31-39.
- Zhi-Yue L, Yu-Xing Z. Effects of post-core design and ferrule on fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors. *J Prosthet Dent.* 2003; 89 (4): 368-373.