

## EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA FRACTURA DE RAÍCES COMPLEMENTADAS INTERNAMENTE CON DIFERENTES MATERIALES RECONSTRUCTORES

Andrea D. Sánchez Velasco\*, Gladys A. Rojas Palaviccini\*\*, Sonia A. Miranda Montealegre\*\*, Héctor F. Fernández Prato\*.

Práctica privada\*. Departamento de Odontología Restauradora\*\*, Facultad de Odontología, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. E-mail: [andasave19@hotmail.com](mailto:andasave19@hotmail.com) [gr000222@hotmail.com](mailto:gr000222@hotmail.com)

### RESUMEN

En muchas ocasiones dientes antero-superiores han perdido gran parte de la estructura coronaria y conductos radiculares amplios (dientes jóvenes, sobreinstrumentados, cariados), representando un reto para el clínico decidir si usar un perno paralelo y llenar el espacio con cemento o usar uno cónico que se adapte estrechamente al conducto preparado, de manera que el diente restaurado sea capaz de seguir funcionando adecuadamente en boca sin fracturarse. El objetivo de este estudio fue comparar la resistencia a la fractura de raíces con conductos amplios complementados con diferentes materiales reestructores y pernos de fibra de vidrio. Se evaluó in vitro, en una máquina Instron, la resistencia a la fractura de un total de 30 raíces: 10 complementadas internamente con ionómero de vidrio tipo II Fuji® y 10 complementadas con resinas para reconstruir muñones Paracore®, comparándolos con un grupo control, donde las raíces no fueron ampliadas y los pernos fueron cementados con cemento resinoso Variolink®. Los resultados expresaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos; concluyendo que los dos tipos de materiales se comportan de manera similar al grupo sin complementación interna.

**Palabras clave:** pernos prefabricados, conductos cónicos, reforzamiento radicular, intraradicular reconstrucción.

### IN VITRO EVALUATION OF RESISTANCE TO FRACTURE OF ROOTS INTERNALLY SUPPLEMENTED WITH DIFFERENT RECONSTRUCTORS MATERIALS

### ABSTRACT

In many cases upper anterior teeth have lost root canal structure and extensive coronary artery (young teeth sobreinstrumentados, decayed), representing a difficult challenge for the clinician to decide whether to use a parallel pin and fill the space with cement, or use a cone that fits closely into the prepared canal, so that, the restored tooth is able to continue to function properly in the mouth without fracture. The objective of this study was to compare the resistance to fracture of roots with large ducts supplemented with different reconstructores materials and fiberglass bolts. With an Instron machine, was evaluated in vitro the fracture toughness of a total of 30 roots, 10 internally supplemented with type II glass ionomer Fuji® and 10 supplemented with resins to reconstruct parachor® cores, compared with a control group, where the roots were not extended

and the bolts were cemented with resin cement Variolink ®. The results stated that there was no statistically significant differences between groups, concluding that the two types of materials behave similarly to the group without internal supplementation.

**Keywords:** prefabricated bolts, conical tubes, root reinforcement, intracanal reconstruction.

## Introducción

Un diente después de haber sido tratado endodónticamente puede reanudar la totalidad de su función. No obstante, se requieren técnicas especiales para restaurarlo. Habitualmente, la pérdida de gran cantidad de estructura dental debido a caries, tratamiento endodóntico y restauraciones previas; hace que la retención de la restauración sea problemática y aumente la probabilidad de que se produzca la fractura de la estructura dental remanente durante la función. Adicionalmente, la parte cervical de los dientes está sometida a fuerzas compresivas, tensionales y de torsión significativas (1). Se han propuesto diferentes técnicas clínicas para resolver estos problemas, y las opiniones difieren sobre cuál es la más apropiada (2).

Existen muchos sistemas de pernos prefabricados, los cuales pueden ser clasificados con base a su geometría (forma y configuración) o por su método de retención. Hoy día están disponibles los pernos prefabricados no metálicos los cuales exhiben ventajas clínicas como facilidad de uso, potencial adhesivo y principalmente propiedades biomecánicas similares a las de la estructura dental. Esto proporciona una mejor expectativa en cuanto a la longevidad del diente y de la restauración, reduciendo la posibilidad de fractura dental (3).

Son muchas las ocasiones en las cuales se presentan casos de dientes tratados endodónticamente que han perdido gran parte de la estructura coronaria y presentan conductos amplios (dientes jóvenes, sobreinstrumentados, cariados o con variaciones anatómicas en sus conductos) pero que conservan suficiente estructura remanente. El odontólogo deberá

decidir, si usa un perno paralelo y llena el espacio con cemento o usa uno cónico que se ajuste exactamente al conducto preparado (4) (5). Los últimos sistemas de pernos prefabricados se presentan en diferentes diámetros (1,0mm y 2,1mm aproximadamente). Ante la presencia de conductos muy amplios, el perno de diámetro mayor quedaría holgado y es aquí donde se hace necesario realizar un perno-muñón colado hecho a la medida de manera que se adapte a la superficie interna de la raíz, sin embargo, se ha determinado consistentemente que la resistencia a la fractura es menor en dientes restaurados con la técnica de perno-muñón colado, que aquellos restaurados con pernos prefabricados (6). Esta es una de las razones por las cuales es poco frecuente su uso actual, unida al hecho de que involucra más pasos clínicos y de laboratorio en su elaboración. Por estos motivos es que se plantea comparar la resistencia a la fractura de raíces con conductos cónicos amplios complementados con diferentes materiales reconstructores y perno de fibra de vidrio.

## Materiales y métodos

Se recolectaron 30 dientes monorradiculares que debían cumplir con las siguientes condiciones de inclusión: recién extraídos por indicaciones ortodónticas o periodontales, de dimensiones estandarizadas con un rango de mínima diferencia entre los grupos de 2 mm. No poseer tratamiento endodóntico, líneas de fractura, ni caries dental. Previo al análisis, los

dientes se conservaron en formalina al 10% hasta el momento de su preparación.

**Preparación de la muestra:** Se elaboró un molde para el vaciado delacrílico con silicona President Coltene® de 1,5 cm<sup>2</sup> x 2 cm de alto cuya base fue atravesada por una aguja de anestesia larga (Fig 1); ésta hizo el recorrido desde el exterior, atravesando internamente cada diente monorradicular que estaba ubicado en el centro del molde realizado con silicona, cada diente se ubicó en los moldes orientados por el conducto radicular centrado y fueron vaciados conacrílico de autocurado hasta 3 mm apical del margen cervical del diente (Fig 2) para fijarlos y permitir en este paso:

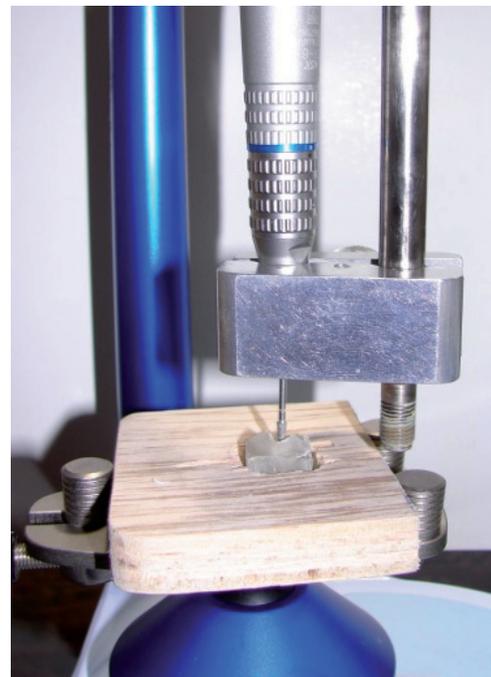
1. Cortar la porción coronal de cada diente con un disco de diamante de doble superficie (KG Sorensen), a 2mm coronal del límite amelocementario.
2. Preparar el conducto radicular para la colocación del poste.
3. Colocar la muestra en la máquina de prueba universal Instron (Shimadzu Autograph AGS-J Series) y realizar los ensayos mecánicos en forma centrada (7).



**Fig 1.** Molde de silicona para el vaciado delacrílico.



**Fig 2.** Raíz centrada colocada en el interior del bloque deacrílico de autocurado a 3 mm apical del margen cervical.



**Fig 3.** Desobturación de los conductos radiculares en el paralelógrafo de Ney

**Desobturación y ampliación de los conductos radiculares:** La muestra fue fijada al soporte de un paralelógrafo de Ney, y la pieza de mano se sujetó al mandril del paralelógrafo (Fig

3); los conos de gutapercha fueron removidos con una fresa Peeso N° 6 a una profundidad de 10 mm desde la unión amelo cementaria. Posterior a la desobturación los dientes fueron divididos aleatoriamente en 3 grupos de 10 dientes cada uno. Seguidamente con una fresa en forma de punta de flecha se ampliaron cuidadosamente los conductos radiculares de los grupos 2 y 3 (Fig 4).



**Fig 4.** Ampliación de los conductos radiculares con una fresa en forma de punta de flecha.

#### **Cementación de los pernos y complementación de las raíces del grupo 2 y 3:**

Grupo N° 1 (control): 10 dientes con conductos intrarradiculares a los cuales se les cementaron pernos de fibra de vidrio Angelus® N° 3 con cemento resinoso Variolink®

Grupo N° 2: 10 dientes con conductos intrarradiculares preparados ampliamente en forma cónica, los cuales fueron complementados internamente con cemento de Ionómero de vidrio tipo II Fuji® y pernos de fibra de vidrio Angelus® N° 3.

Grupo N° 3: 10 dientes con conductos intrarradiculares preparados ampliamente en forma cónica, los cuales fueron complementados internamente con resina para reconstruir

muñones Paracore® y pernos de fibra de vidrio Angelus® N° 3.

**Reconstrucción de muñón:** Para que los muñones tuvieran una forma semejante se realizaron unos patrones en acrílico con una forma determinada, los cuales fueron estampados para obtener así unos conformadores y poder colocar en su interior el material reconstructor de muñón (Fig 5).



**Fig 5** Conformadores para muñones

A las 30 muestras se les realizó la reconstrucción del muñón con resina para reconstruir muñones Paracore® (Coltene Whaledent) utilizando para ello los conformadores de muñones.

**Tallado de la preparación de los especímenes:** se realizaron las preparaciones con una terminación cervical en hombro redondeado de 1mm de espesor, conservando estructura dental vertical remanente de 2mm en 360° (Fig 6) y una distancia de 4mm (Fig 7) desde

el borde cervical hasta un escalón preparado donde se apoya la máquina de prueba universal Instron (Shimadzu Autograph AGS-J Series).



**Fig 6** Ferrule 2mm en 360°



**Fig 7** Distancia desde el borde cervical hasta el escalón preparado.

**Encerado y revestido, colado y cementado de las coronas totales:** Se enceraron, revisitaron y colaron las 30 coronas y una vez culmi-

nado todos los colados, se realizó la adaptación de las coronas a los especímenes, se pulieron, se arenaron con óxido de aluminio y se cementaron con Ionómero de vidrio tipo I Fuji®, colocando seguidamente barniz en los bordes para cubrir al ionómero en sus inicios de fraguado, simulando con todo esto una situación clínica en odontología restauradora. (Fig 8).



**Fig 8** Corona cementada. Se observa el escalón donde se apoyará la máquina.

**Pruebas mecánicas:** Se utilizó una máquina de prueba universal Instron (Shimadzu Autograph AGS-J Series), para aplicar fuerzas controladas sobre el diente de 1mm/min. Las fuerzas sobre el diente fueron dirigidas en un ángulo de 130° de su eje longitudinal (Fig 9), este ángulo fue seleccionado para simular el ángulo de contacto encontrado en oclusiones clase I entre el maxilar superior e inferior a nivel de dientes anteriores (8). La máquina se apoyaba sobre el escalón realizado en la corona total.

Todos los especímenes fueron cargados hasta que se produjo la fractura. Este procedimiento fue realizado en las instalaciones de Biomat, en la Facultad de Odontología de la Universidad de los Andes.



**Fig 9** Fuerzas aplicadas sobre el diente, dirigidas en un ángulo de 130° de su eje longitudinal.

## Resultados

Para la obtención de los resultados se empleó el programa SPSS versión 9 estudiantil.

Se aplicó el análisis de varianza de una sola vía para determinar si existía diferencia significativa en el empleo de 2 materiales reconstructores sobre la resistencia a la fractura de raíces con conductos cónicos amplios comparado con el grupo control no complementado internamente (Tabla I). Los valores de resistencia a la fractura obtenidos son mostrados en la Tabla II.

Los resultados expresan que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los 3 grupos. ( $p=0,05 < 0,715$ ) señala que los 2 tipos de materiales se comportan de manera similar al grupo sin complementación interna.

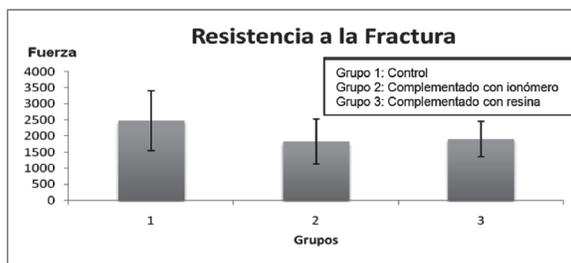
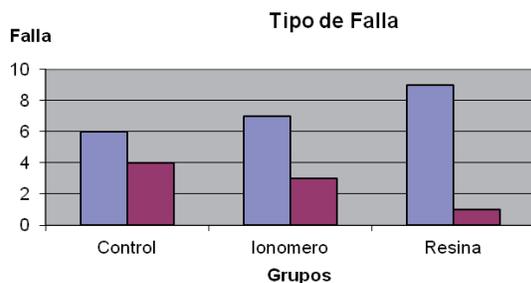
El análisis del tipo de falla mostró que 22 de los 30 dientes evaluados tuvieron fallas catastróficas y que sólo 8 de ellos demostraron fallas no catastróficas o reparables. El grupo 1 (conductos no ampliados) mostró 6 fallas catastróficas; el grupo 2 (ampliados y reconstruidos con ionómero de vidrio tipo II) señaló 7 fallas catastróficas y el grupo 3 (ampliados y reconstruidos con resina reconstructora dual) tuvo 9 fallas catastróficas (Gráfico N°2).

**Tabla I.** ANOVA en una sola vía

Análisis de varianza					
Fuerza	Suma de Cuadrados	df	Media	F	Nivel de significancia
Entre los grupos	17,333	26	,667	,750	,715
Dentro de los grupos	2,667	3	,889		
<b>Total</b>	<b>20,000</b>	<b>29</b>			

**Tabla II:** Carga de falla de los especímenes

Principal fuerza o carga de falla de los especímenes	
Grupos de diseño	Principal fuerza o carga de falla en Newton
1	2474,6 N $\pm$ 932,89 N
2	1822,6 N $\pm$ 699,53 N
3	1907,2 N $\pm$ 542,62 N

**Gráfico 1.** Carga principal soportada por cada uno de los grupos**Gráfico 2** Tipo de fallas de cada uno de los grupos

## Discusión

Hoy día con el avance de la odontología restauradora se puede esperar que muchos

materiales adhesivos tengan un comportamiento biomecánico similar a los tejidos dentarios y puedan ser empleados para fortalecer las raíces y ayudar a prevenir la fractura. En este estudio se evaluó in vitro la resistencia a la fractura de raíces complementadas internamente con Ionómero de vidrio tipo II Fuji® y resina para reconstruir muñones Paracore®. Estos dos grupos se compararon con el grupo control, en el cual, las raíces no fueron ampliadas y los pernos fueron cementados con cemento resinoso Vario-link®; determinando si estos materiales favorecerían la resistencia de las raíces a ser fracturadas.

Se puede afirmar que es viable clínicamente la complementación interna de las raíces cónicas, ya que los resultados indican que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los resultados obtenidos por los tres grupos. Esto quiere decir que, las raíces del grupo 1 (control), las cuales no fueron ampliadas y poseían suficiente estructura dental remanente, tuvieron una resistencia a la fractura de manera muy similar a los grupos 2 y 3 los cuales tenían conductos ampliados y fueron complementados internamente con dos materiales diferentes, ionómero de vidrio y resina restructora dual, respectivamente. Esto puede deberse al avance en los sistemas adhesivos y nuevos agentes ce-

mentantes que han demostrado tener un módulo elástico parecido al de la dentina. Como lo afirma Craig, citado en (9), el reemplazo y reforzamiento de la estructura dental radicular con materiales que son elásticamente compatibles con la dentina es mucho mejor que el reemplazo de estructura radicular con postes colados. El sistema de postes colados presenta un alto módulo elástico, los cuales tienen el potencial de transferir y concentrar la tensión alrededor de la raíz estructuralmente comprometida. En contraste, los sistemas de composite tienen un módulo elástico bajo, los cuales distribuyen adecuadamente la tensión en la dentina (9).

La causa del buen comportamiento del ionómero de vidrio en este estudio, puede ser por su capacidad de adherirse químicamente a la estructura dental, reforzando adecuadamente a la raíz y evitando su fractura rápidamente. Como asevera (10) la dentina radicular es proporcionalmente más rica en dentina peritubular y en componentes inorgánicos, lo cual puede proveer una mejor superficie de adhesión para el cemento de ionómero de vidrio.

Las raíces correspondientes al grupo 3 (reforzadas internamente con resina reconstructora dual) necesitaron una carga ligeramente superior al grupo 2 (reforzadas internamente con cemento de ionómero de vidrio tipo II) para ser fracturadas. Todo esto confirma los resultados obtenidos por otras investigaciones (11), en donde demuestran que existe un incremento en la resistencia a la fractura radicular, aparentemente como resultado del incremento de las paredes radiculares por el empleo de adhesivos dentinales y resinas de composite polimerizadas por luz.

En este estudio se utilizó una resina reconstructora de muñón de polimerización dual; esto simplificó mucho la técnica reconstructora, obviando fotopolimerizar previamente con un perno plástico. Se realizó directamente la cementación del poste en un solo paso con el mismo material reconstructor. Esta técnica

fue descrita en un reporte de caso clínico (12). Reafirmado a través de un estudio el gran potencial de la resina para el reforzamiento del remanente radicular, cuando es empleada como material de obturación endodóntico en raíces inmaduras (13).

El presente estudio demostró que el tipo de material empleado para la complementación interna no tuvo influencia directa sobre la resistencia a la fractura de las raíces. Podemos atribuir este resultado al hecho de que los especímenes presentaban estructura coronal remanente.

En cuanto al ferrule; todos los especímenes presentaron 2mm de estructura vertical remanente en 360°, este puede ser un factor fundamental en los resultados expresados en este estudio, ya que al poseer esa cantidad de estructura dental favoreció a que la raíces se resistieran a ser fracturadas. Esto coincide con (4) donde revela que 1mm de estructura dental coronal remanente casi duplica la resistencia a la fractura de los dientes.

Diversos factores pueden influir en dicha resistencia: tipo de diente (anteriores o posteriores), grado de calcificación, distancia desde el límite amelocementario hasta el punto en el cual fue aplicada la carga, dirección de la fuerza, altura del muñón para la preparación dental y el efecto ferrule (14).

El incremento en la longitud del ferrule incrementa significativamente la resistencia a la fractura de los dientes endodónticamente tratados restaurados con postes prefabricados (15). Sin embargo, es importante acotar que las fuerzas responsables de las fallas en este estudio fueron considerablemente altas comparadas con las máximas fuerzas fisiológicas que actúan en los dientes intraoralmente.

En este estudio, casi todos los especímenes mostraron fractura oblicua a nivel cervical de la raíz. Las fracturas en la mayoría de los casos ocurrieron en la pared palatina de los mismos.

Indican que los 360° de pared axial circunferencial puede no ser un factor deter-

minante que contribuya a la resistencia a la fractura; puede ser más importante la presencia de la pared axial que se opone a los contactos oclusales que generan las cargas (16). En dicho estudio, la pared axial palatina fue más efectiva que la pared axial labial en proveer resistencia a la fractura ante las fuerzas aplicadas. Por otra parte, los resultados muestran que la pared axial palatina es tan efectiva como los 360° de pared axial cincunferencial.

La mayoría de fallas catastróficas (fallas no reparables de la raíz) fueron registradas en el grupo N°3 (reforzadas con resina reconstructora dual) y un menor número de fallas catastróficas se registró en el grupo N°1 quizá por poseer un conducto radicular no ampliado. Diversas investigaciones describen que la resistencia a la fractura está directamente relacionada a la cantidad de estructura dental remanente (9). Otras expresan que el volumen de dentina remanente después de la preparación dental es lo más relevante en la resistencia del diente (17). Comparado con un diente sano y pulpa vital, la integridad estructural de un diente endodónticamente tratado está comprometida. Es necesario mantener la mayor cantidad de tejido dental como sea posible, durante los procesos restaurativos, ya que las raíces con poco soporte estructural son menos capaces de soportar el impacto funcional.

Comparando el grupo N°3 con el grupo N°2 en cuanto al tipo de fallas catastróficas registradas podemos decir que puede ser causado porque en la reconstrucción con ionómero existe una zona de unión entre el material restructor coronal (resina) y el material restructor radicular (ionómero), son material diferentes y su interfase se convierte en un punto débil. Esto puede ser favorable ya que la falla por sobrecarga se presenta más oclusal y puede ser clínicamente reparable. En el otro caso, se crea un solo bloque de material, más resistente, entre el material restructor ra-

dicular y el material restructor coronal, no presentando esta interfase. Se observa claramente que este grupo requirió una fuerza un poco mayor para producir una falla, no en el material restructor, sino mas apical en la estructura radicular siendo de tipo catastrófica, ya que no permite ser reparada clínicamente y que implica la pérdida de la raíz.

Es importante resaltar que el tipo de test empleado fue estático, simulando sólo un ciclo de fracaso, el cual no es representativo en una condición intraoral. En la boca, los dientes están sujetos a cargas cíclicas de masticación y están inmersos en un ambiente húmedo expuestos a cambios químicos y térmicos. Este estudio examinó un ángulo de fuerza en una sola dirección y esto no necesariamente representa una condición clínica.

## Conclusiones

Los resultados de este estudio demostraron que: Si se presenta estructura dental remanente es posible complementar un conducto amplio con cualquiera de los dos materiales, ionómero tipo II o resina dual para reconstruir muñones ya que se demostró que ofrecen en estas condiciones una alta resistencia a la fractura.

Son mayores las posibilidades de fallas irreversibles (catastróficas) con la complementación de conductos amplio con resina dual que con la complementación de ionómero de vidrio.

## Referencias

1. Yoldas O, Akova T, Uysal H. An experimental análisis of stresses in simulated flared root Canals subjected to various post core applications. *J Oral Rehab.* 2005;32:427-432
2. Rosenstiel S, Land M, Fujimoto J. Prótesis Fija. Procedimientos clínicos y de laboratorio. España: Salvat Editores, 1991.
3. Alves R, Nogueira E. Estética dental nueva generación. Sao Paulo: Artes Médicas Latinoamericanas, 2003.
4. Sorensen J, Engelman M. Efecto de la resistencia de un diente tratado endodónticamente en la adaptación de un poste o falso muñón. *Year Book en Prostodoncia Fija y Removible.* Caracas: Actualidades Médico Odontológicas, 1990. Pp 25-36
5. Boksman L, Bertoldi A, Kogan E, Friedman M, De Rijk W. Fiber Post Techniques for Anatomical Root Variations. Monday, 09 May 2011 17:58 Recuperado el 20-07-2011, disponible en: <http://www.dentistrytoday.com/component/content/article/428-endodontic-posts/5352-fiber-post-techniques-for-anatomical-root-variations>
6. Schwartz R, Summitt J, Robbins W. Fundamentos en Odontología Operatoria: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericanas, 1999.
7. Miranda S. Influencia de los cementos de resina y vidrio ionomérico en la retención de pernos muñones. Trabajo de ascenso de la Universidad de los Andes, 1995.
8. Sorensen J, Martinoff J. Intracoronal reinforcement and coronal coverage: A study of endodontically treated teeth. *JPD*, 1984;51(6):780-784
9. Saupe W, Gluskin A, Radke R. A comparative study of 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):483-91
10. Johnson M, Stewart G, Nielsen C, Hatton J. Evaluation of root reinforcement of endodontically treated teeth. *Oral surg oral med oral pathol oral radiol endod*, 2000;90(3):360-364
11. Lui J. Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic posts. *Quintessence Int*, 1994;25 (5):313-319
12. Dugarte R, Miranda S, Ucar A, Rojas G. Colocación de poste y readaptación de corona preexistente, pilar de una dentadura parcial removible. *Rev Odontol de Los Andes*, 2008;3(2):28-37
13. Stuart C, Schwartz S, Beeson T. Reinforcement of immature roots with a new resin filling material. *J Endod.* 2006;32(4):350-3  
Assif D, [Biteniski](#) A, Pilo R, Oren E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. *JPD*, 1993; 69(1):36-40
14. Pereira J, De Ornelas F, Conti P, Do Valle A. Effect of a crown ferrule on the fracture resistance of endodontically treated teeth restored with prefabricated posts. *JPD*, 2006;95(1):50-54
15. Clarisse C, Dumbrige H, Al-Bayat M, Griggs J, Wakefield C. Influence of remaining coronal tooth structure location on the fracture resistance of restored endodontically treated anterior teeth. *JPD*, 2006;95(4):290-296
16. Wu X, Chan A, Chen Y, Yip K, Smales R. Effectiveness and dentin bond strengths of two materials for reinforcing thin-walled roots. *Dent Mat*, 2007; 23(4):479-485-