

Estudio *in vitro* de resistencia a la fractura de dientes tratados con endodoncia y restaurados con dos sistemas de postes.

An in vitro study of fracture resistance in endodontically-treated teeth restored using two different post systems.

Dr. Francisco Ojeda Gutiérrez.

Departamento de Estomatología Integral
Facultad de Estomatología.
Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
San Luis Potosí, México

Dra. Francelia Puente Solís.

Departamento de Estomatología Integral
Facultad de Estomatología.
Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
San Luis Potosí, México

Dra. Ma. del Pilar Goldaracena Azuara.

Departamento de Prostodoncia
Facultad de Estomatología.
Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
San Luis Potosí, México.

Dr. Víctor Manuel Montero Rodríguez.

Laboratorio de Prostodoncia.
Facultad de Estomatología.
Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
San Luis Potosí, México

Recibido en Mayo de 2011.

Aceptado para publicación en Agosto de 2011.

Resumen

Objetivo: El propósito del presente estudio fue evaluar la resistencia a la fractura después de recibir fuerzas de tensión o compresión de dientes unirradiculares tratados endodónticamente y restaurados con postes vaciados o prefabricados.

Metodología: Se realizó un estudio experimental *in vitro*, usando 60 dientes unirradiculares de reciente extracción a los que se realizó tratamiento de endodoncia con instrumentación manual. Las muestras se dividieron aleatoriamente en dos grupos de estudio de 30 cada uno de ellos y en los que se realizaron dos diferentes técnicas de postes: Grupo A (postes prefabricados) y grupo B (postes colados). Una vez cementados, se sometieron a fuerzas de tensión y compresión.

Resultados: Los resultados para la prueba de tensión indican que existe diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.04$) entre los grupos ya que el de postes vaciados necesitó más

fuerza para ser desalojado que el grupo de postes prefabricados. El resultado de la prueba de compresión demostró que los postes vaciados requieren de una menor fuerza compresiva para desalojar que los postes prefabricados, con diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p = 0.001$).

Conclusiones: Los postes vaciados necesitaron menor fuerza de compresión que los postes prefabricados para fracturar el diente, lo que pudo ser como resultado del desgaste que sufre el remanente para recibir el poste. Los endopostes vaciados soportaron mejor las fuerzas de tensión o desalojo debido a que es una sola estructura y presenta una superficie mayor de contacto entre la superficie interna de la preparación y el poste. Los endopostes prefabricados al recibir cualquiera de las dos fuerzas no fracturaron el diente; sin embargo, la falla ocurrió en el cementado del poste, en la reconstrucción con resina o en ambos.

Palabras clave: Endopostes vaciados,
endopostes prefabricados.

Abstract

Objective: The aim of this study was to evaluate the resistance to fracture under tension and compression forces of endodontically-treated single-root teeth restored with casts or prefabricated posts.

Methodology: An in vitro experimental study was performed using 60 recently extracted single-rooted teeth treated endodontically with manual instruments. The samples were randomly divided into two study groups of 30 teeth each on which two different post techniques were performed: Group A (prefabricated posts) and group B (cast posts). Following cementation, tension and compression forces were applied.

Results: The results of the tension test indicated a statistically significant difference ($p = 0.04$) between the groups with the cast-post group needing more force to dislodge than the prefabricated-post group. The results of

the compression test showed that the cast-post group required a smaller compressive force to dislodge than the prefabricated-post group, with statistically significant differences between the groups ($p = 0.001$).

Conclusions: The cast posts needed less compression force than the prefabricated posts before fracturing occurred; this may be as a result of the wear that the remnant dental tissue undergoes in order to receive the post. Cast posts better withstood both tension and dislodging forces due to their being a single structure with a greater contact surface between the internal surface of the preparation and the post. The prefabricated posts did not fracture the teeth when subjected to either force; however, damage did occur to the interface between the cement and the post, in the resin reconstruction or in both.

Key words: *cast posts, prefabricated posts.*

Introducción

El uso frecuente de postes de madera en la cultura Shogun en Japón en el siglo XII colocados en conductos vacíos provocó episodios repetidos de inflamación y dolor.¹ Sin embargo, los postes de madera permitían el escape de los llamados “humores mórbidos” a través de un surco en el poste o en el conducto radicular proporcionando una vía para la supuración continua. En 1747, Pierre Fauchard utilizó dientes maxilares anteriores para anclaje hechos de oro y plata sostenidos con mastique; cien años después, se utilizaron dientes de hipopótamo, morsa o bovino para reemplazar la estructura dentaria perdida. La colocación de pivotes (postes) en coronas artificiales para unirlas a raíces naturales se convirtió en el método más común de insertar dientes artificiales.² Durante más de 200 años se han publicado informes de intentos de restauración de dientes utilizando postes y coronas. En la práctica clínica diaria nos encontramos frecuentemente con órganos dentarios severamente destruidos, como consecuencia de caries, traumatismos, por una excesiva remoción de la dentina radicular durante el tratamiento odontológico,^{3, 4, 5} o por la pérdida de humedad al retirar el tejido pulpar durante el tratamiento

endodóntico.⁶ Por otro lado, son motivos de fractura dentaria la fuerza excesiva durante la condensación de la gutapercha, la corrosión del metal del poste después de la restauración o la preparación misma del espacio para el poste.^{7, 8, 9} Cualquiera que sea la causa, entre mayor sea la estructura dentaria perdida es menor la resistencia estructural del diente y por lo tanto, mayor el riesgo a la fractura.^{10, 11, 12, 13, 14}

En un esfuerzo por mejorar la resistencia a la fractura de los dientes tratados endodónticamente se han usado diferentes materiales, entre ellos: resinas compuestas, ionómero de vidrio, amalgama, restauraciones adhesivas, cerámicas y sistemas de poste-muñón. Algunos estudios han evaluado los materiales de los postes,^{15, 16} el diseño,^{13, 17, 18} agentes adhesivos,^{19, 20} la tensión que soportan,^{21, 22} y la carga.²³

En relación al tipo de poste utilizado, el poste colado se ha considerado el estándar de oro en cuanto a las restauraciones con poste-muñón. Éstos, presentan ventajas como: mejorar la adaptación marginal, no limitan la inserción de la corona y posibilitan la sustitución de la restauración cuando no adapta sin exigir necesariamente el retiro del núcleo.^{24, 25} En contraparte, dentro de sus desventajas se incluyen: la colocación en dos tiempos y la sombra oscura que aparece en el margen gingival, lo cual es causado por el proceso de oxidación;^{26, 27} a

pesar de ello, sigue siendo uno de los métodos más confiable para reponer estructura dental perdida y su utilización tiene una larga historia de éxito comprobada clínicamente.²⁸

En los últimos años, los postes prefabricados han evolucionado sustancialmente. Están confeccionados de diversos materiales como fibra de vidrio, cuarzo, polietileno entretejido y zirconio,^{29, 30} y son recomendados por su rapidez y fácil colocación y por ser menos agresivos al remanente dentario.³¹

Idealmente un poste debería tener las siguientes características:

- Forma similar al volumen dental perdido
- Mínimo desgaste al prepararlos
- Resistentes a la fatiga
- No corrosivos
- Biocompatibles
- Propiedades mecánicas similares a la de la dentina

Modulo de elasticidad similar al de la dentina.³² Las restauraciones con postes representan una alternativa de tratamiento para los órganos dentarios que recibieron tratamiento endodóntico; sin embargo, la restauración final depende de las variaciones anatómicas, la extensión de la destrucción, la cantidad del hueso remanente, la función del diente, o bien, si la restauración es individual o es soporte de un puente.

El propósito del presente estudio fue evaluar la resistencia a la fractura después de recibir fuerzas de tensión o compresión de dientes unirradiculares tratados endodónticamente y restaurados con postes vacíos o prefabricados.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio experimental in vitro, usando 60 dientes unirradiculares de reciente extracción sin restauraciones previas, sin tratamiento endodóntico, sin signos aparentes de fisura o fractura y con la corona lo más conservada posible. Una vez seleccionados los dientes, se eliminó el material orgánico; se mantuvieron en solución de cloruro de sodio al 0.9% (Laboratorios PISA, S.A. Guadalajara Jal, México) a temperatura ambiente; todos los órganos dentarios se cortaron con fresa de carburo 701L (Kavit dental meisinger Germany) en la corona 2 mm por encima de la unión cemento-esmalte. En cada una de las muestras, se realizó el tratamiento de endodoncia con instrumentación manual usando limas tipo K (Dentsply-Maillefer, Suiza) y con técnica estandarizada para todos

los casos (# 50 en apical y 3 limas en retroceso) y posteriormente fueron obturados con técnica de condensación lateral modificada³³ (Fotografía 1); los tratamientos fueron realizados por un mismo operador.

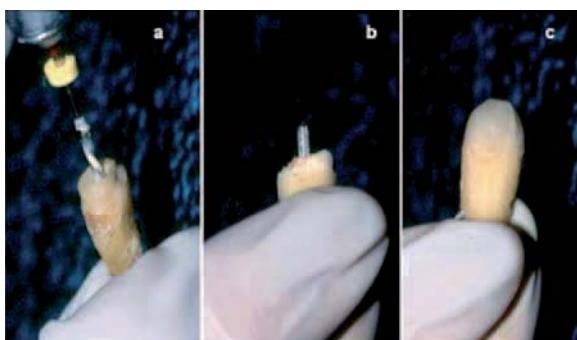


Fotografía 1. Preparación de las muestras mediante técnica de instrumentación y obturación de condensación lateral modificada.

Una vez concluidos los tratamientos endodónticos, se procedió a dividir aleatoriamente las muestras en dos grupos de estudio de 30 cada uno de ellos y en los que se realizaron dos diferentes técnicas de postes: Grupo A (postes prefabricados) y grupo B (postes colados). Todos los postes tuvieron una longitud de 10 mm. Cada uno de estos grupos tuvo a su vez, dos subgrupos ($n=15$) en función del tipo de fuerza a la cual se sometieron (tensión o compresión). Los postes fueron cementados con cemento de ionómero de vidrio (Ketac-cem™, 3M ESPE, Germany).

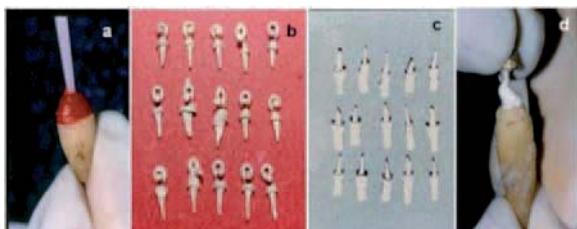
Los postes prefabricados fueron colocados de la siguiente manera: Una vez realizado el espacio para su colocación utilizando la fresa #5 del sistema Parapost (Parapost, Stainless Steel, Coltene Whaledent, Germany), se procedió a cementarlos. Posteriormente, se eliminó el excedente y se procedió al grabado ácido de la porción coronaria del diente usando ácido fosfórico (Scotchbond, Etchant, 3M ESPE, St Paul MM, USA) por 20 segundos, seguido de lavado y secado; se colocó una capa de adhesivo (3M ESPE, Adper, Single Bond 2, USA) durante 10 segundos teniendo una superficie preparada para colocar la resina (All-Bond 2, Bisco) incrementando con pequeñas porciones y polimerizando por medio de luz de una lámpara cuarzo-alógeno-tungsteno (Optilux 501, Kerr-Sybron Corporation, USA) para reconstruir el muñón (Fotografía 2a-c). Las muestras fueron almacenadas y mantenidas en humedad hasta su sometimiento a las respectivas pruebas de fuerza.

Los postes vacíos se diseñaron con técnica de impresión directa de acrílico;³⁴ una vez preparado el espacio en el diente desobturando 10 mm con fresa Gattes # 4 (Dentsply Maillefer, Suiza),



Fotografía 2 a. Preparación del espacio para el poste; b. Colocación del postes prefabricado; c. Reconstrucción con resina.

se lubricó e impresionó el conducto con resina acrílica; (Duraleyl, Inlay Pattern Resin, Torino Italy) (Fotografía 3-a) para llevarlos al laboratorio de Prostodoncia de la Facultad de Estomatología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí y ser vaciado utilizando una aleación de metal Aluminio-Cobre-Paladio (Regiocast ALPRODEN, Aleaciones y Productos Dentales S.A. de C.V., Monterey, NL, México).

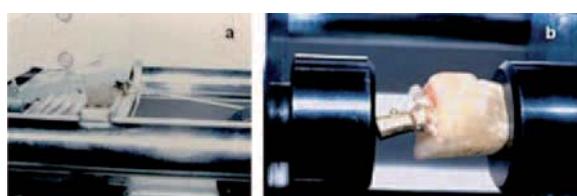


Fotografía 3 a. Impresión con resina acrílica; b. Diseño de roseta para postes vaciados sometidos a tensión; c. Diseño de base para postes vaciados sometidos a compresión; d. Cementado de postes vaciados.

Para los postes del grupo sometido a fuerzas de tensión, se les diseñó una roseta (Fotografía 3-b) y una base para los postes sometidos a compresión (Fotografía 3-c) y enseguida fueron arenados y cementados (Fotografía 3-d). En todos los órganos dentarios se dejó obturado con gutapercha (Hygenic Coltene /Whaledent Inc, Langenau/Germany) en promedio 5 mm; los especímenes fueron colocados en cubos de acrílico con el objetivo de ser sometidos a las diferentes pruebas. (Fotografía 4) Durante la polimerización, el acrílico fue enfriado con agua para evitar la deshidratación del diente. Despues las muestras se llevaron a la máquina Instron, "Tensómetro" (Instron Horizontal Testing Systems Nor Wood, MA, USA) para ser sometidos a las pruebas de tensión o compresión (Fotografía 5a-b).

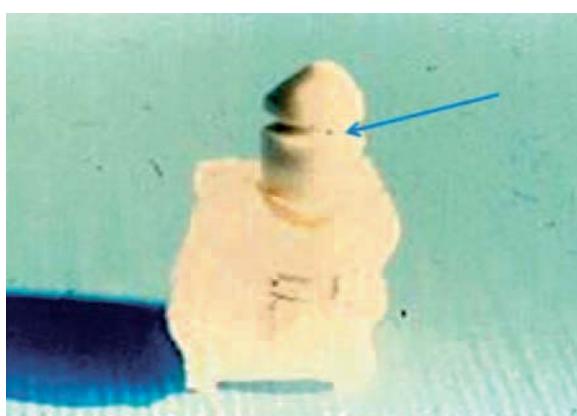


Fotografía 4. Diseño de base acrílica para ser sometidos a las pruebas.



Fotografía 5 a. Postes sometidos a pruebas de tensión; b. Postes sometidos a pruebas de compresión.

Los especímenes recibieron una fuerza de carga por debajo del borde incisal a la mitad de la superficie palatina/lingual a un ángulo de 45° para simular un ángulo de contacto oclusal de clase I. Esta carga de presión se ejerció hasta que ocurrió la fractura y el valor de la fuerza fue registrado en Newtons al momento de producirse la fractura. Los especímenes sometidos a tensión fueron jalados hasta que ocurrió el desprendimiento del poste o la resina o de ambos (Fotografía 6), también la fuerza fue medida en Newtons.



Fotografía 6. Desprendimiento de la resina del remanente dentario.

Se registraron medidas de tendencia central y dispersión para cada uno de los grupos de estudio. Para identificar posibles diferencias entre ellos y dada la distribución no paramétrica de los datos se usó la prueba de Rangos Señalados de Wilcoxon, estableciendo un valor de $p < 0.05$ como estadísticamente significativo.

Resultados

Los resultados de la prueba indican que la fuerza de tensión para desalojar el poste en el grupo A1 está en un valor mínimo de 1.52 N y un máximo de 23.95 N, con una media de 8.91 N. El grupo B1 está en un valor de mínimo de 6.11 N y un máximo de 30.58 N, con una media de 15.29 N (Cuadro 1).

Cuadro 1. Datos correspondientes a tensión

	N	Promedio ± Desviación Estándar	Mediana	Rango
Postes prefabricados (A1)	15	11.20 ± 6.90	8.91	1.52 - 23.95
Postes vaciados (B1)	15	16.20 ± 6.70	15.29	6.11 - 30.58

P = 0.04, Rangos Señalados de Wilcoxon
Datos expresados en Newtons

Estos resultados para la prueba de tensión indican que existe diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.04$) entre los grupos ya que el grupo B1 (postes vaciados) necesitó más fuerza para ser desalojado que el grupo A1 (postes prefabricados); lo cual puede ser como resultado de que el poste vaciado tiene exactamente la medida del espacio intraconducto y por lo tanto, tiene mayor superficie de contacto y ajuste entre el poste y la dentina y una menor capa de cemento.

Los resultados de la prueba de compresión se muestran en el Cuadro 2. Los grupos de estudio se comportaron de la siguiente manera: El grupo A2 (postes prefabricados) está en un valor mínimo de 142.75 N, y un máximo de 459.18 N, con una media de 356.77 N y el grupo B2 (postes vaciados) está en un valor mínimo de 81.54 N y un máximo de 285.42 N, con una media de 183.48 N. El resultado de la prueba de compresión demostró que los postes vaciados requieren de una menor fuerza compresiva para desalojar (romper la raíz) que los postes prefabricados, con diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($p = 0.001$); esto puede ser resultado del desgaste dentinario

para la impresión del conducto y por ende la menor cantidad de tejido dentario remanente.

Cuadro 2. Datos correspondientes a compresión

	N	Promedio ± Desviación Estándar	Mediana	Rango
Postes prefabricados (A2)	15	330.98 ± 102.26	356.77	142.71 - 459.18
Postes vaciados (B2)	15	197.07 ± 69.64	183.48	81.54 - 285.42

P = 0.001, Rangos Señalados de Wilcoxon
Datos expresados en Newtons

Discusión

La dentina por si misma provee una base sólida para la restauración de dientes tratados endodónticamente ya que la fuerza estructural depende de la cantidad y la fuerza inherente de la dentina así como de su integridad y fuerza anatómica; sin embargo, los órganos dentarios contratamiento endodóntico son más propensos a la fractura debido a la pérdida de humedad que es suministrada por la pulpa vital, por los defectos estructurales debido a caries, trauma anterior a la restauración con poste y corona o por el propio acceso endodóntico.³ Así, las recomendaciones propuestas por algunos autores de que los dientes tratados endodónticamente requieren restauración con poste y corona parecen lógicas.³⁴

La confección de un poste endodóntico incrementa la retención para la restauración final;³⁵ aumentando la longevidad del mismo, aunque también se requiere de seguir los principios básicos que incluyen el diseño de una férula interna o externa cuando no existe suficiente estructura dental para una mejor distribución de las fuerzas torsionales, siendo el propósito del poste restaurar la estructura dental perdida para aumentar la retención y la estabilidad de la corona,³⁶ así como prevenir el paso de líquidos orgánicos y microorganismos hacia el interior del conducto.^{37, 38, 39} Para este fin, se emplean materiales como: amalgama, núcleos de resina compuesta y ionómero de vidrio y aleaciones utilizadas en los postes vaciados.⁴⁰ Por otro lado, los postes prefabricados de acero inoxidable, postes estéticos de titanio, postes de cerámica, polímeros y fibra de carbono y vidrio, han ganado popularidad debido principalmente a sus propiedades biomecánicas⁴¹ y estéticas;⁴² sin

embargo, cualquiera que sea el tipo de poste vaciado o prefabricado debe proveer una base sólida para retener la prótesis ya que la retención depende de varios factores como: el tipo de aleación, diseño, porosidad de la superficie, longitud, diámetro y tipo de material cementante. Algunos estudios para medir la tensión han usado una gran cantidad de métodos: El método de indicador de tensión,⁴³ la prueba de carga,^{21, 22} el método del elemento finito,¹⁶ el conjugado de elementos^{16, 44, 45} y el método fotoelástico.^{46, 47} La prueba de carga de tensión y presión son consideradas efectivas para la medición de las cargas hasta la fractura y/o de destrucción del espécimen. En el presente estudio se comparó a los postes vaciados y prefabricados cementados con ionómero de vidrio y reconstruidos con un núcleo de resina sometida a fuerza de tensión o compresión. La mayoría de los estudios han utilizado postes vaciados, y existen pocos reportes que han utilizado núcleos de resina con diferentes postes prefabricados.⁴⁸ Los resultados en este sentido son contradictorios. Lovdahl y Nicholls encontraron que los dientes tratados endodónticamente no restaurados fueron dos veces más resistentes a la fractura que los dientes restaurados con postes.⁴⁹ Zhi-Yue y Yu Xing reportaron que los dientes con endopostes vaciados fueron más resistentes a la fractura que los dientes tratados únicamente con tratamiento endodóntico.⁵⁰ Isidor y cols, observaron que los postes prefabricados con muñón de resina compuesta son más resistentes a la a la carga cíclica que los postes colados.⁵¹ Heydecke y cols, no encontraron diferencia en la resistencia la fractura entre los postes vaciados y prefabricados.⁵² Dilmener y cols, reportaron que los postes de metal mostraron ser más resistentes a la fractura que los postes de zirconio con núcleos de resina y los postes de acero inoxidable y núcleo de resina o que los postes de fibra de vidrio;⁵³ resultados similares fueron encontrados por Raygot y cols. sin tomar en cuenta sus propiedades estéticas.⁵⁴ En otro estudio por Sendhilnathan y Sanja Nayard, demostraron que los dientes restaurados con postes vaciados mostraron mayor resistencia a la fractura que los dientes restaurados con postes prefabricados de titanio y muñón de composite de ahí que los postes colados son preferidos a otros sistemas.⁵⁵ Komada y cols. encontraron que a la fuerza de tensión el poste colado tiene una alta concentración de fuerza alrededor de la base del poste y no en la cara palatina;⁵⁶

estos hallazgos coinciden con otros estudios de Sidoli y cols. Quienes reportaron una gran cantidad de casos con fracturas radiculares verticales debido a la utilización de postes colados.⁵⁷ En el presente estudio todos los postes vaciados presentaron fracturas verticales radiculares. Además, en nuestro estudio los grupos de los postes vaciados que recibieron fuerza de tensión tuvieron una resistencia a la fractura significativamente mayor que los postes prefabricados y restaurados con resina. Estos hallazgos coinciden con lo reportado en otros estudios;^{14, 58} lo que puede ser explicado por el hecho de que los muñones colados están mejor adaptados a la pared dentinaria y consisten en estructuras homogéneas que reproducen el contorno interno de los conductos radiculares aumentando la retención.^{59, 60} El grupo restaurado con postes vaciados que recibieron fuerza de compresión tuvieron una resistencia a la fractura significativamente más baja, lo que difiere de otros estudios.⁶¹

Diferentes estudios han demostrado que los postes prefabricados con paredes paralelas y ranurados son los más retentivos y que ejercen menos estrés sobre la raíz reduciendo el índice de fractura.^{62, 63, 64} Estos resultados coinciden con lo reportando en nuestro estudio ya que los postes prefabricados reconstruidos con resina no fracturaron la raíz del diente; sin embargo pueden evidenciarse algunas fallas en el grosor del material cementante, o en el adhesivo en la interface entre el agente fijador y la dentina radicular,^{65, 66} o en la estructura de la resina compuesta o en la interface de la resina compuesta y la pared dentinaria dando como resultado un descenso en la retención.¹⁴

También se han realizado estudios clínicos con buenos resultados a largo plazo en el que se compara el rango de supervivencia de los dientes restaurados con postes prefabricados y núcleos y postes vaciados. Los resultados mostraron que no hay diferencia significativa entre los grupos después de 10 años de seguimiento.⁶⁷ Se ha reportado hasta un 96.6% de éxito después de 6 años.²⁸ Otros autores han encontrado resultados similares,^{68, 69} aunque también se han reportado estudios de fracasos de los postes.⁷⁰

Actualmente los postes prefabricados se recomiendan por ser más rápidos de colocar, y menos agresivos al tejido dentario remanente que los postes vaciados; sin embargo, el poste-muñón-vaciado ha sido considerado el estándar de oro en cuanto a las restauraciones con poste-muñón

y por mucho tiempo ha sido considerado el método más confiable para reponer estructura dental perdida.

Es importante destacar que no sería apropiado simplemente extrapolar estos resultados a situaciones clínicas, como no es posible realizar una simulación exacta del ambiente de la cavidad oral. En situaciones clínicas reales, el profesional debe conocer las características físicas y biomecánicas de los postes, el uso de nuevos materiales y tecnología, aunado al conocimiento de la anatomía, endodoncia, periodoncia y de los principios de restauración de los dientes, lo que le permitirá hacer una selección cuidadosa de los postes en cuanto a biocompatibilidad, módulo de elasticidad, retención, estabilidad y estética para lograr un éxito a largo plazo, sin olvidar que la función principal del poste es de remplazar la estructura dentaria perdida y proveer retención para la restauración final y que su colocación es solamente en aquellos casos de pérdida extensa de estructura dental, ya que el poste no hace al diente más fuerte.

Conclusiones

Los postes vaciados necesitaron menor fuerza de compresión que los postes prefabricados para fracturar el diente, lo que pudo ser como resultado del desgaste que sufre el remanente para recibir el poste.

Los endopostes vaciados fracturaron todos los dientes cuando recibieron fuerza de compresión, actuando como cuña.

Los endopostes vaciados soportaron mejor las fuerzas de tensión o desalojo debido a que es una sola estructura y presenta una superficie mayor de contacto entre la superficie interna de la preparación y el poste.

Los endopostes prefabricados al recibir cualquiera de las dos fuerzas no fracturaron el diente; sin embargo, la falla ocurrió en el cementado del poste, en la reconstrucción con resina o en ambos.

Referencias

- 1.Ring. *Historia Ilustrada de la Odontología*. Editorial Mosby/Doyma. 2 ed. Barcelona Madrid: 1992. pp. 89-91.
- 2.Fauchard P. *The Surgeon Dentist*. Birmingham, Alabama, 2nd ed. vol 1 USA: reprinted by the Classics of Dentistry Library, 1980. pp. 173-204.
- 3.Gutmann JL. The dentin-root complex: anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1992;67 (4):458-467.
- 4.Trope M, Maltz DO, Tronstad L. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. *Endod Dent Traumatol* 1985;1(3):108-111.
- 5.Pontius O, Hutter JW. Survival rate and fracture strength of incisor restored with different post and core systems and endodontically treated incisor without coronoradicular reinforcement. *J Endod* 2002;28(10):710-715.
- 6.Huang TJ, Schilder H, Nathanson D. Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endod* 1992;18(5):209-215.
- 7.Harvey TE, White JT, Leeb IJ. Lateral condensation stress in root canals. *J Endod* 1981;7(4):151-155.
- 8.Rud J, Omnell KA. Root fractures due to corrosion diagnostic aspects. *Scand J Dent Res* 1970;78(5):397-403.
- 9.Sorensen JA, Martinoff JT. Endodontically treated teeth as abutments. *J Prosthet Dent* 1985;53(5):631-636.
- 10.Mondelli J, Steagall L, Ishikirama A, Navarro MF, Soares FB. Fracture strength of human teeth with cavity preparation. *J Prosthet Dent* 1980;43(4):419-422.
- 11.Sornkul E, Stannard JG. Strength of roots before and after endodontic treatment and restoration. *J Endod* 1992;18(9):440-443.
- 12.Lloyd PM, Palik JF. The philosophies of dowel diameter preparation: a literature review. *J Prosthet Dent* 1993;69(1):32-36.
- 13.Patel A, Gutteridge DL. An in vitro investigation of cast post and partial core design. *J Dent* 1996;24(4):281-287.
- 14.Marchi GM, Mitsui FH, Cavalcanti AN. Effect of remaining dentine structure and thermal-mechanical aging on the fracture resistance of bovine roots with different post and core systems. *Int Endod J* 2008;41(11):969-976.
- 15.King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of a prototype CFRC prefabricated post developed for the restoration of pulpless teeth. *J Oral Rehabil* 1990;17(6):599-609.
- 16.Pierrisnard L, Bohin F, Renault P, Barquins M. Corona-radicular reconstruction of pulpless teeth: a mechanical study using finite element analysis. *J Prosthet Dent* 2002;88(4):442-448.
- 17.Ross RS, Nicholls JI, Harrington GW. A comparison of strains generated during placement of five endodontic post. *J Endod* 1991;17(9):450-456.
- 18.Assif D, Bitenski A, Pilo R, Oren E. Effect of post design on resistance to fracture of endodontically treated teeth with complete crowns. *J Prosthet Dent* 1993;69(1):36-40.
- 19.Plasmans PJ, Welle PR, Vrijhoef MM. In vitro resistance of composite resin dowel cores. *J Endod* 1988;14(6):300-304.
- 20.Mendoza DB, Eakle WS, Kahl EA, Ho R. Root reinforcement with a resin-bonded preformed post. *J Prosthet Dent* 1997;78(1):10-14.
- 21.Suzuki C, Miura H, Okada D, Komada W. Investigation of stress distribution in roots restored with different crown materials and luting agents. *Dent Mater J* 2008; 27(2):229-236.
- 22.Libman WJ, Nicholls JI. Load fatigue of teeth restored with cast posts and cores and complete crowns. *Int J Prosthodont* 1995;8(2):155-161.
- 23.Komada W, Miura H, Okada D, Yoshida K. Study on the fracture strength of root reconstructed with post and core: alveolar bone resorbed case. *Dent Mater J* 2006; 25(1):177-182.
- 24.Hudis SI, Goldstein GR. Restoration of endodontically treated teeth: a review of the literature. *J Prosthet Dent* 1986;55(1):33-38.
25. Smith CT, Schuman NJ, Wasson W. Biomechanical criteria for evaluating prefabricated post-and-core systems: a guide for the restorative dentist. *Quintessence Int* 1998;29(5):305-312.
- 26.Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004;30(5):289-301.
27. Qualtrough AJ, Chandler NP, Purton DG. A comparison of the retention of tooth - colored posts. *Quintessence Int* 2003;34(3):199-201.
- 28.Bergman B, Lundquist P, Sjögren U, Sundquist G. Restorative and endodontic results after treatment with cast post and cores. *J Prosthet Dent* 1989;61(1):10-15.
- 29.Sirimai S, Riis DN, Morgano SM. An in vitro study of the fracture resistance and the incidence of vertical root fracture of pulpless teeth restored with six post-and-core systems. *J Prosthet Dent* 1999;81(3):262-269.
- 30.Qing H, Zhu Z, Chao Y, Zhang W. In vitro evaluation of the

- fracture resistance of anterior endodontically treated teeth restored with glass fiber and zircon posts. *J Prosthet Dent* 2007;97(2):93-98.
- 31.Christensen GJ. Posts and cores: State of the art. *J Am Dent Assoc* 1998;129(1):96-97.
- 32.Baldissara P, Ferrari M, Scotti R. *Mechanical properties and in vitro evaluation of fiber post. Characteristics and Clinical Applications*. Masson SPA. Milano 2002.
- 33.Silva-Herzog D, Alvarado M. Evaluación a largo plazo de la técnica de condensación lateral modificada. *Rev Esp Endodoncia* 1986;4(3):87-94.
- 34.Shillingburg Herbert T, Hobo Sumiya, Whitsett Lowell D. *Fundamentos de Prostodoncia Fija*. Quintessence Editorial, S.L., 3^{ra} ed, Barcelona España: 1978. pp. 127-142.
- 35.Wood WW. Retention of posts in teeth with nonvital pulps. *J Prosthet Dent* 1983; 49(4):504-506.
- 36.Musikant BL, Deutsch AS. Post design and its impact on the root and crown. *Compend Contin Educ Dent* 2006;27(2):130-133.
- 37.Metzger Z, Abramovitz R, Tagger M. Correlation between remaining length of root canal fillings after immediate post space preparation and coronal leakage. *J Endod* 2000;26(12):724-728.
- 38.Raiden GC, Gendelman H. Effect of dowel space preparation on the apical seal of root canal fillings. *Endod Dent Traumatol* 1994;10(3):109-112.
- 39.Wu MK, Pehlivan Y, Kontakiotis EG, Wesselink PR. Microleakage along apical root fillings and cemented posts. *J Prosthet Dent* 1984;79(3):264-269.
- 40.Abu-Rass M. Endodontics. The restoration of endodontically treated teeth. New answers to an old problem. *Alpha Omega* 1982;75(4):68-97.
- 41.Mitsui FH, Marchi GM, Pimenta LA, Ferraresi PM. In vitro study of fracture resistance of bovine roots using different intraradicular post system. *Quintessence Int* 2004;35(8):612-616.
- 42.Kakehashi Y, Lüthy H, Naef R, Wohlwend A, Schärer P. A new all-ceramic post and core system: clinical, technical, and in vitro results. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1998;18(6):586-593.
- 43.Hemmings KW, King PA, Setchell DJ. Resistance to torsional forces of various post and core designs. *J Prosthet Dent* 1991;66(3):325-329.
- 44.Ho MH, Lee SY, Chenn HH, Lee MC. Three-dimensional finite element analysis of the effects of posts on stress distributions in dentin. *J Prosthet Dent* 1994; 72(4):367-372.
- 45.Okada D, Miura H, Suzuki C, Komada W, Shin C, Yamamoto M, Masuoka D. Stress distributions in roots restored with different types of post systems with composite resin. *Dent Mater J* 2008;27(4):605-611.
- 46.Yamamoto M, Miura H, Okada D, Komada W, Masuoka D. Photoelastic stress analysis of different post and core restoration methods. *Dent Mater J* 2009; 28(2):204-211.
- 47.Mattison GD. Photoelastic stress analysis of cast gold endodontic posts. *J Prosthet Dent* 1982;48(4):407-411.
- 48.Cohen BI, Pagnillo M, Musikant BL, Deutsch AS. Comparison of the retentive and photoelastic properties of two prefabricated endodontic post systems. *J Oral Rehabil* 1999 ;26(6):488-494.
- 49.Lovdahl PE, Nicholls JI. Pin retained amalgam core vs cast-gold dowel cores. *J Prosthet Dent* 1977;38(5):507-514.
- 50.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.
- 51.Isidor F, Brøndum K, Ravnholt G. The influence of post length and crown ferrule length on the resistance to cyclic loading of bovine teeth with prefabricated titanium posts. *J Prosthet Dent* 1999;12(1):78-82.
- 52.Heydecke G, Butz F, Hussein A, Strub JR. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post and core systems. *J Prosthet Dent* 2002;87(4):438-445.
- 53.Dilmener FT, Sipahi C, Dalkiz M. Resistance of three new esthetic post-and-core systems to compressive loading. *J Prosthet Dent* 2006;95(2):130-136.
- 54.Raygot CG, Chai J, Jameson DL. Fracture resistance and primary failure mode of endodontically treated teeth restored with a carbon fiber-reinforced resin post system in vitro. *Int J Prosthodont* 2001;14(2):141-145.
- 55.Sendhilnathan D, Nayard S. The effect of post-core and ferrule on the fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors. *Indian J Dent Res* 2008;19(1):17-21.
- 56.Komada W, Miura H, Okada D, Yoshida K. Study on the strength of root reconstructed with post and core: alveolar bone resorbed case. *Dent Mater J* 2006; 25(1):177-182.
- 57.Sidoli GE, King PA, Setchell DJ. An in vitro evaluation of a carbon fiber-based post and core system. *J Prosthet Dent* 1997;78(1):5-9.
- 58.Fraga RC, Chaves BT, Mello GS, Siqueira JF Jr. Fracture resistance of endodontically treated roots after restoration. *J Oral Rehabil* 1998;25(11):809-813.
- 59.Saupe WA, Gluskin AH, Radke RA Jr. A comparative study of fracture resistance between morphologic dowel and cores and resin-reinforced dowel system in the intraradicular restoration of structurally compromised root. *Quintessence Int* 1996; 27(7):483-491.
- 60.Stegaroiu R, Yamada H, Kusakari H, Miyakawa O. Retention and failure mode after cyclic loading in two post and core system. *J Prosthet Dent* 1996;75(5):506-511.
- 61.Martinez-Insua A, da Silva L, Rilo B, Santana U. Comparison of the fracture resistances of pulpless teeth restored with a cast post and core or carbon-fiber post with a composite core. *J Prosthet Dent* 1998;80(5):527-532.
- 62.Robbins JW. Guideliness for the restoration of endodontically treated teeth. *J Am Dent Assoc* 1990;120(5):558-566.
- 63.Llena-Puy MC, Forner-Navarro L, Barbero-Navarro I. Vertical root fracture in endodontically treated teeth: a review of 25 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2001;92(5):553-555.
- 64.Isidor F, Brøndum K. Intermittent loading of teeth with tapered, individually cast or prefabricated, parallel-sided posts. *Int J Prosthodont* 1992;5(3):257-261.
- 65.Pithan S, Vieira Rde S, Chain MC. Tensile bond strength of intracanal posts in primary anterior teeth: an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent* 2002;27(1):35-39.
- 66.Purton DG, Love RM. Rigidity and retention of carbon fibre and versus stainless steel root canal posts. *Int Endod J* 1996;29(4):262-265.
- 67.Gómez-Polo M, Llidó B, Rivero A, Del Rio J, Celedin A. A 10-Year retrospective study of the survival rate of teeth restored with metal prefabricated posts versus cast metal posts and cores. *J Dent* 2010;38(11):916-920.
- 68.Hatzikyriacos AH, Reisis GI, Tsengos N. A 3-year postoperative clinical evaluation of posts and cores beneath existing crowns. *J Prosthet Dent* 1992;67(4):454-457.
- 69.Creugers NH, Mentink AG, Fokkinga WA, Kreulen CM. 5-years follow-up of a prospective clinical study on various types of core restorations. *Int J Prosthodont* 2005;18(1):34-39.
- 70.Torbjörner A, Karlsson S, Odman PA. Survival rate and failure characteristics for two post designs. *J Prosthet Dent* 1995;73(5):439-445.

Correspondencia.

Dr. Francisco Ojeda Gutiérrez.

Facultad de Estomatología.

Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Av. Dr. Manuel Nava #2, Zona Universitaria, C.P. 78290.

San Luis Potosí, S.L.P. México.

E-mail: fojeda@uaslp.mx