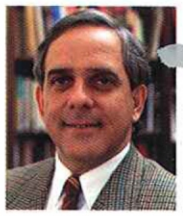
Estudio biomecánico de postes preformados utilizados para conexiones corono-radiculares en primeros premolares superiores

Autores:
Dr. Peralta, Guillermo D. 1
Dr. Plavnik, Luis M. 2
Od. Spaccesi J. 3
Dr. Abate, Pablo F. 4



* Doctor en Odontología. Profesor Asistente Cátedra Prostodoncia IV B - Facultad de Odontología - Universidad Nacional de Córdoba.
* Doctor en Odontología. Profesor Asistente Cátedra de Histología y Embriología "A" - Facultad de Odontología - Universidad Nacional de Córdoba.
* Odontóloga. Agregada Ad honorem Cátedra Prostodoncia IV B - Facultad de Odontología - Universidad Nacional de Córdoba.
* Doctor en Odontología. Profesor Regular Asociado - Cátedra de Odontología Integral Adultos - Facultad de Odontología - Universidad de Buenos Aires - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - República Argentina.

Palabras claves:
Postes – Premolars - Biomecánica .
Key words:
Post - Premolars - Biomechanical.

RESUMEN

La tendencia actual hacia una odontología más conservadora, asociada con un importante avance en el conocimiento sobre sellado y adhesión en odontología, impulsan la utilización de diferentes técnicas no convencionales en la restauración de elementos tratados endodónticamente. Un ejemplo de ello es el uso de postes preformados de diferentes tipos de materiales, aun con desconocimiento de algunas de sus propiedades biomecánicas. Por esta razón, el objetivo de este trabajo fue evaluar, "in vitro", el comportamiento biomecánico de postes preformados de distintos materiales utilizados en elementos dentarios tratados endodónticamente. Se utilizaron 48 postes y 32 primeros premolares superiores, extraídos a pacientes jóvenes por razones ortodóncicas. A estos se les realizaron endodoncia, cololocación y fijación de un poste y la confección del muñón correspondiente. Los premolares fueron divididos en tres grupos, el primero, constituido únicamente por postes y los dos restantes por postes fijados en premolares. A su vez, los tres grupos fueron subdivididos en cuatro subgrupos, de acuerdo al material de los postes (titanio, circonia, fibra de vidrio y fibra de carbono) a los fines de aplicar los ensayos previstos para cumplimentar el objetivo. En cada uno de los grupos fue analizada, la flexión de los postes en forma individual y también la del conjunto poste-cemento-diente, evaluando la resistencia a la fractura ante fuerzas compresivas incidiendo a 45º y la pérdida de la unión adhesiva bajo fuerzas de tracción. Resultados: los postes de titanio obtuvieron la mayor resistencia a la flexión; los de fibra de carbono la mayor tensión de ruptura, seguidos por los de fibra de vidrio y de titanio; y con respecto a la fuerza de retiro, los postes de circonia y fibra de carbono, alcanzaron los valores mas elevados. Conclusión: los postes de fibra de vidrio y fibra de carbono responden de forma más favorable desde el punto de vista biomecánico.

SUMMARY

The trend to a more conservative dentistry with continued progress in the subject of sealing and sticking, opens a new perspective on the endodontically treated teeth restoration, for example the use of different preformed posts, even though their biomechanical properties are not well-known. For this reason, the purpose of the present study was to evaluate "in vitro" the preformed post biomechanical behavior used for crown-root connections in endodontically treated tooth. The sample consisted on 48 posts and 32 maxillary first premolars extracted by orthodontic reasons from young patients, once the endodontic treatment was performed, the crown and root preparation was done in order to create the necessary space to fix the post and make the right stump. Then they were divided into three groups, the first constituted only by posts and the both remaining groups by posts fixed to maxillary first premolars. In turn, every group was subdivided into four subgroups, according the material of posts (Titanium, Zirconio, Fiberglass and Carbon Fiber) for the purposes of applying the tests required to complete the goal. Thus, was analized the post-cement-tooth junction evaluating their fracture resistance to compressive forces at a 45º impact and the loss of the adhesive bond under tensile. The values were statiscally analized by ANOVA and Tukey test on the Infostat 2000 program (Infostat versión 1.1, Grupo Infostat, FCA-UNC). Results: titanium posts obtained the greatest flexural resistance; carbon fiber posts had the greater tensile strength followed by fiberglass and titanium posts. The zirconia and fiber carbon posts reached the highest values on retirement strength. Conclusion: fiberglass and carbon fiber posts have better behavior on a biomechanical perspective.

Cúspide - Año 13 - Nº21 - Junio 2010 - Pág.: 19 a 24

INTRODUCCIÓN

Cuando un profesional odontólogo se enfrenta con pérdidas importantes de estructuras dentarias, sean éstas por caries, fracturas, restauraciones previas filtradas o terapias endodónticas, surgen interrogantes acerca de qué, con qué, y cuándo obturamos. La restauración diseñada para cada caso clínico resulta del grado de destrucción de la pieza dentaria y de una actividad intelectual por parte del profesional. Es de suma importancia entonces la etapa diagnóstica, donde se realiza una evaluación para determinar la capacidad de rehabilitación del elemento dentario y el papel que éste tendrá en el plan de tratamiento integral y en el pronóstico del trabajo. Actualmente, existen diferentes alternativas para fabricar un poste-muñón. Los postes prefabricados de fibra de carbono y fibra de vidrio son los más difundidos debido a la compatibilidad mecánica con la dentina. Esto se explica porque la parte de fibra posee la capacidad de flexionarse en el momento que la dentina lo hace y de esta forma el complejo dentina, cemento y poste actúan como un solo conjunto a diferencia de los postes metálicos y de circonia que presentan una alta rigidez. Surge entonces la duda sobre qué es mejor, si seguir perfeccionando restauraciones fuertes y rígidas o por el contrario encontrar tratamientos que reproduzcan el comportamiento biomecánico del diente sano. Tratando de encontrar respuesta a estas alternativas es que nos propusimos como objetivo de nuestro estudio: evaluar, "in vitro", el comportamiento biomecánico de postes preformados confeccionados con distintos materiales, utilizados en elementos dentarios tratados endodónticamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

La muestra constó de 48 postes preformados de diferentes materiales de 1,5 mm de diámetro y 15 mm de longitud y 32 primeros premolares superiores, extraídos por razones ortodóncicas a pacientes cuyas edades oscilaban entre los 16 y 20 años. Se empleó como criterio de inclusión para este trabajo los primeros premolares superiores humanos que tuvieran una longitud de 20 a 25 mm, medidos desde la punta de la cúspide vestibular hasta el ápice radicular y una longitud de raíz de 14 a 17 mm, medida desde la unión amelo-cementaria hasta el ápice. A ellos se les realizó tratamiento endodóntico según la técnica Crown-Down o Corono-Apical, la colocación y fijación del poste y la confección del muñón correspondiente. A los fines de aplicar los ensayos previstos, se formaron tres grupos, subdivididos en cuatro sub-grupos según el material de los postes: titanio, circonia, fibra de vidrio y fibra de carbono.
El primer grupo, estuvo conformado sólo por postes preformados, para evaluar su comportamiento individual, y los dos grupos restantes, por los postes fijados en los premolares.

Grupo 1
Este grupo estuvo constituido por 16 postes preformados, divididos en cuatro sub-grupos de cuatro postes cada uno conformados de la siguiente manera: postes de titanio (Post® Nordin®), postes de circonia (Zirix®, Nordin®), postes de fibra de vidrio (Glassix ®, Nordin ®), y postes de fibra de carbono (Carbonite ®, Nordin®). Estos postes fueron sometidos a ensayo de tres puntos utilizando una máquina universal de ensayos mecánicos marca Instron, modelo 4486, serie H 1957; con una velocidad de avance de 1mm/min y se determinaron las cargas máximas de resistencia a la flexión.

Figura 1 | Grupo 1: Postes preformados.
a, postes de titanio;
b, postes de circonia;
c, postes de fibra de vidrio;
d, postes de fibra de carbono.

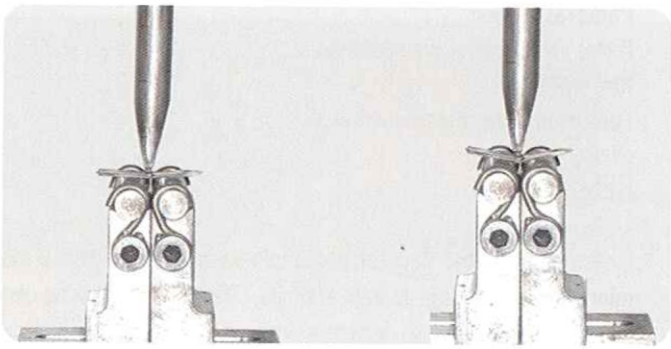


Figura 2 | Ensayo de tres puntos en la máquina universal de ensayos mecánicos instron 4486 H 1957.

Grupo 2
Los premolares asignados a este grupo también fueron divididos en cuatro sub-grupos, de acuerdo al material de los postes: titanio, circonio, fibra de vidrio o fibra de carbono (n=4 en todos los sub-grupos). Se procedió a la preparación coronaria para confeccionar un pilar con fines protésicos y la conformación de los canales radiculares palatinos. A través del tallado con piedra de diamante cilíndrica a ultra-alta velocidad, se obtuvo un pilar de tres milímetros de altura, en la cara vestibular y palatina y dos milímetros en las caras proximales un decorticado de 1 mm de profundidad en todas sus caras, dejando en consecuencia un hombro recto de 1 mm de ancho, una superficie oclusal plana de aproximadamente 5 mm en sentido vestíbulo-palatino, 3 mm en ancho mesio-distal y un bisel en el borde cabo periférico oclusal de 1 mm de longitud.1 A continuación, se efectuó la preparación de los canales radiculares palatinos en forma incremental con ensanchadores de conducto de punta inactiva N° 1, 2 y 3, y se finalizó con fresa calibrada provista por el fabricante para poste de 1,5 mm de diámetro, dejando una longitud de desobturación de 11 mm.
Los postes fueron sometidos a un tratamiento de superficie diferente de acuerdo a su material. Los pernos de circonia fueron arenados con óxido de aluminio con partículas ≥ 40 µm a dos bares de presión, desengrasados con alcohol y silanizados. Los pernos de titanio fueron arenados con óxido de aluminio con partículas ≥ 40 µm a dos bares de presión, y desengrasados con alcohol. Los pernos de fibra de vidrio fueron desengrasados con alcohol y silanizados. Y por último, los

pernos de fibra de carbono únicamente fueron desengrasados con alcohol. A continuación fueron cementados con cemento resinoso de fraguado dual en los conductos radiculares. Para la reconstrucción del muñón coronario con resinas compuestas, se utilizaron casquillos siliconados, confeccionados con el fin de estandarizar su tamaño y forma. Los mismos fueron fabricados con dimensiones diferentes que surgieron del promedio de los tamaños de los elementos dentarios seleccionados, dando como resultado un total de cuatro casquetes. A continuación, se procedió al corte por desgate del remanente de los postes utilizando piedras de diamante cilíndricas a ultra alta velocidad, dando como resultado 16 premolares con sus respectivos postes cementados de titanio, fibra de vidrio, fibra de carbono y circonio (n=4 en todos los sub-grupos) y sus muñones de resina compuesta conformados.

Posteriormente, los elementos dentarios, fueron incluidos y fijados con acrílico autopolimerizable en cubetas "ad-hoc" que constan de dos partes: una cilíndrica y una angulada con paredes de acero galvanizado y huecas en su interior, relacionadas entre sí a rosca. Los elementos dentarios son centralizados y fijados en la mitad superior de la parte cilíndrica de la cubeta, ya que por medio de la mitad inferior se relaciona con la parte angulada. De esta manera, las cubetas "ad hoc", con sus correspondientes premolares, fueron sostenidas a presión mediante una morsa de banco, para así recibir la carga ejercida por el punzón que desciende a una velocidad de un 1 mm/min., de la máquina universal para ensayos mecánicos Instron serie H 1957, hasta generar la fractura del conjunto poste-muñón. De esta forma, se evaluó la resistencia a la fractura ante fuerzas compresivas incidiendo a 45º.

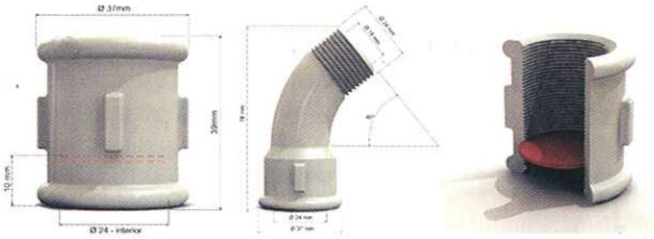


Figura 4 | Cubeta "ad-hoc". a) porción cilíndrica. b) porción angulada. c) porción cilíndrica donde se observa la lámina de cera que la divide en dos compartimientos.

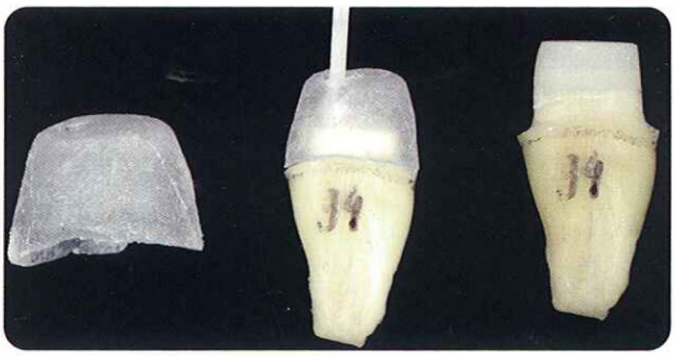


Figura 5 | : a) Matriz siliconada "ad-hoc". b) Reconstrucción del muñón con resinas compuestas utilizando matriz. c) Muñón de resina compuesta.

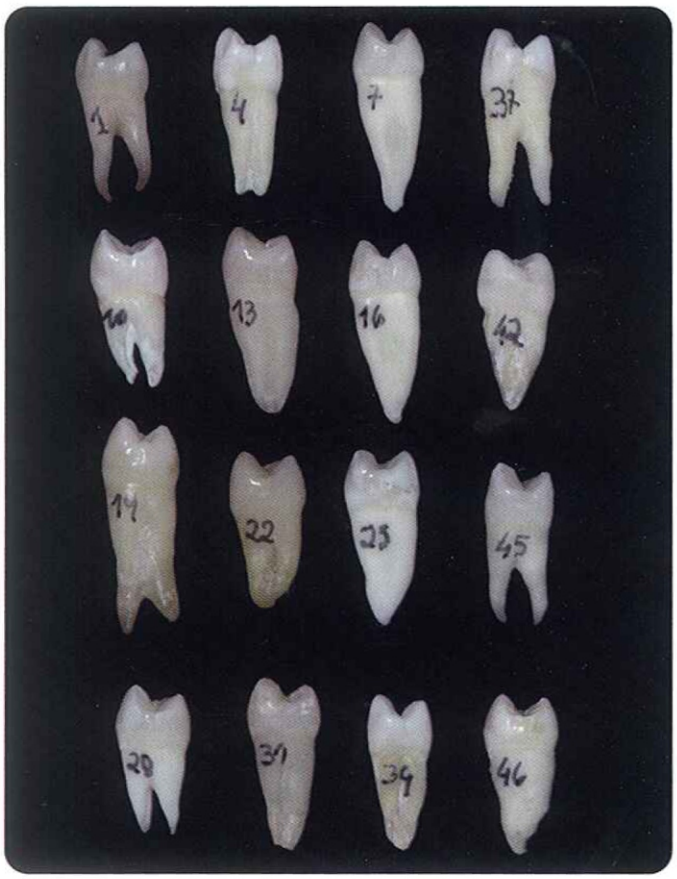


Figura 3 | Grupo 2 (n=16).

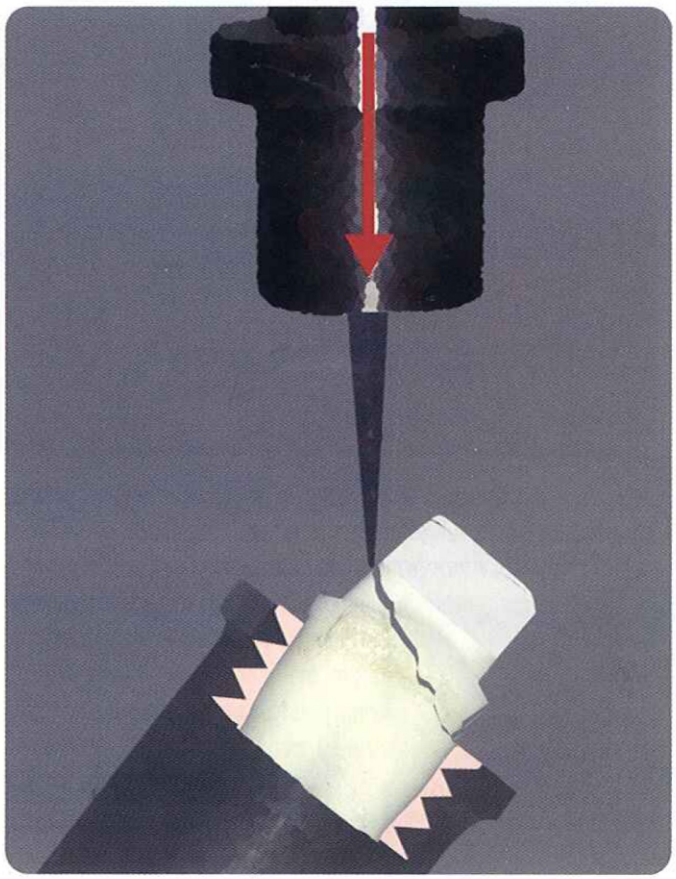


Figura 6 | Elemento dentario fijado en cubeta "ad hoc" recibiendo cargas ejercidas por el punzón de la máquina Instron.

Grupo 3

Los premolares se dividieron nuevamente en cuatro sub-grupos conformados de la misma manera que en el grupo anterior. Primero se les realizó una preparación coronaria para confeccionar un pilar con fines protéticos, y a continuación de procedió a la preparación de los canales radiculares, y al cementados de los postes preformados siguiendo la metodología empleada en el grupo dos. La preparación de la muestra varía en que en este grupo, no se reconstruyeron los pilares con resina compuesta.

Luego, los premolares fueron centralizados y fijados con acrílico autopolimerizable dentro de cubetas "ad-hoc" de forma cilíndrica, huecas en su interior y paredes de acero galvanizado. Éstas fueron sostenidas a presión en una morsa de mesa de carpintero, donde se aplicó una carga de tracción incremental sobre el poste, hasta conseguir su desprendimiento del elemento dentario. De esta forma, se evaluó la pérdida de la unión adhesiva (bajo tracción, despegue) en una máquina universal para ensayos mecánicos (Instron 4486).

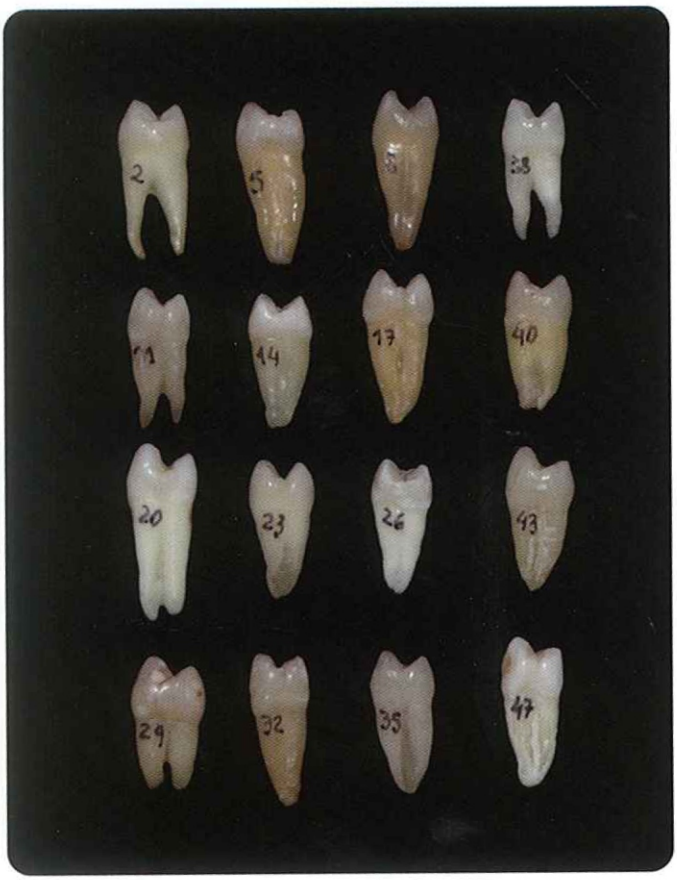


Figura 7 | Grupo 3 (n=16).

Figura 8 | Cubeta "ad hoc"

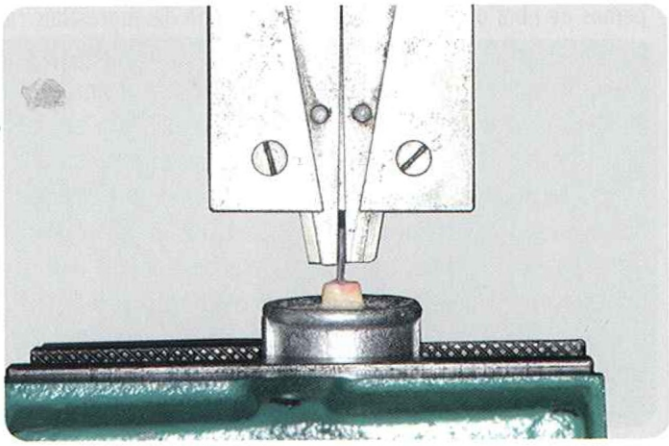


Figura 9 | Aplicación de carga de tracción sobre el poste hasta su desprendimiento en una máquina Universal para ensayos mecánicos (instron 4486).

RESULTADOS

- Resistencia a la flexión de los postes de titanio, circonia, fibra de vidrio y fibra de carbono. (Grupo 1)

Los postes de titanio obtuvieron un valor de resistencia a la flexión significativamente superior a la de todos los otros postes, mientras que los de fibra de carbono, si bien mostraron una baja resistencia (inferior a los 10 N), fueron algo más resistentes que los de circonia y fibra de vidrio.

- Tensión de ruptura del complejo poste-muñón, utilizando pernos preformados de titanio, circonia, fibra de vidrio y fibra de carbono. (Grupo 2)

Los postes presentaron valores significativamente diferentes entre todos los materiales empleados, siendo los postes de circonio los que soportaron menos la tensión, mientras que los de fibra de carbono fueron los más resistentes. Las tensiones de ruptura de los postes de titanio y fibra de vidrio fueron intermedias.

- Fuerza de retiro bajo cargas traccionales de los postes de titanio, circonia, fibra de vidrio y fibra de carbono. (Grupo 3)

La fuerza de retiro fue significativamente inferior en los postes de fibra de vidrio, con respecto a la de los otros tres materiales. Además, los postes de titanio presentaron menor resistencia que los de circonio.

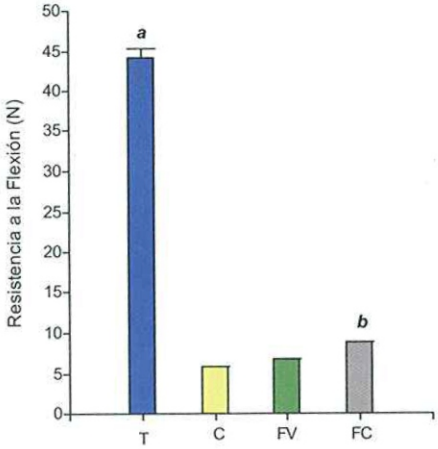


Figura 10 | Evaluación de la resistencia a la flexión de postes preformados. T: titanio; C: circonia; FV: fibra de vidrio; FC: fibra de carbono. Los resultados se expresan como la media ± ESM. n= 4 postes en todos los grupos. a: $p<0.05$ vs C, FV y FC; b: $p<0.05$ vs C y FV.

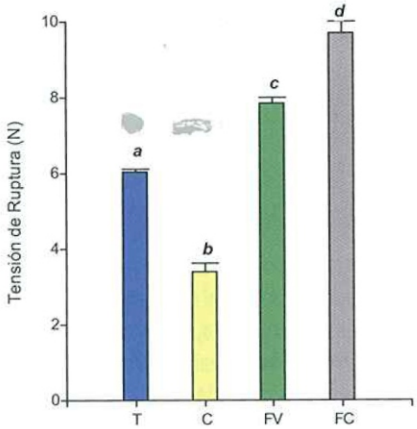


Figura 11 | Evaluación de la resistencia a la fractura de postes preformados. T: titanio; C: circonia; FV: fibra de vidrio; FC: fibra de c arbono. Los resultados se expresan como la media ± ESM. n= 4 postes en todos los grupos. a: p<0.05 vs C, FV y FC; b: p<0.05 vs T, FV y FC; c: p<0.05 vs T, C, y FC; d: p<0.05 vs T, C y FV.

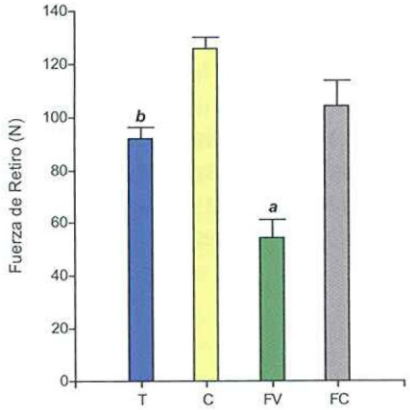


Figura 12 | Evaluación de la fuerza de retiro de postes preformados. T: titanio; C: circonia; FV: fibra de vidrio; FC: fibra de carbono. Los resultados se expresan como la media ± ESM. n= 4 postes en todos los grupos. a: p<0.05 vs T, C y FV; b: p<0.05 vs C.

DISCUSIÓN

Encontrar un material que tenga un módulo de elasticidad semejante a la dentina, que sea resistente a la corrosión y que posea compatibilidad con los materiales restauradores es un desafío permanente planteado desde los principales centros de investigación y desarrollo.
La odontología rehabilitadora moderna se halla empeñada en buscar materiales y técnicas que preserven la mayor cantidad de tejido dentario sano. Esto explica la evolución de la investigación hacia un sistema menos agresivo y más respetuoso de las estructuras dentarias remanentes.
Para la reconstrucción de elementos dentarios tratados endodónticamente y severamente dañados, la ciencia de los materiales dentales ha desarrollado desde hace muchos años postes preformados que tienden a sustituir a los clásicos pernos colados. La introducción de los postes de fibra de vidrio es probablemente, junto con el desarrollo de los adhesivos dentinarios de última generación, una de las novedades más significativas de estos últimos años.
El presente estudio ha sido realizado con la finalidad de poder inferir cuál o cuáles de los postes manufacturados a partir de distintos materiales pueden proporcionar las propiedades más adecuadas a los efectos de preservar la mayor cantidad de tejido dentario remanente en una pieza tratada endodónticamente que requiera de la utilización de un elemento de conexión corono-radicular.
En este trabajo, se encontró que los elementos dentarios desvitalizados restaurados con postes de fibra de carbono y postes de fibra de vidrio soportaron la mayor carga a 45º, tal como se evalúan mayoritariamente estas situaciones.
Fokkinga et al2 realizaron un relevamiento bibliográfico desde 1984 hasta el año 2003, observando y comparando fracturas dentarias "in vitro" entre postes metálicos, postes prefabricados de fibra de vidrio y postes de carbono. Concluyeron que los resultados más favorables correspondían a los de fibra de vidrio. Lo que estaría de acuerdo con los hallazgos de la presente investigación.
Ferrari, Scotti3 concluyeron en que era válido el uso de postes de carbono, por tener un índice de fracaso clínico muy bajo.
En contraposición a los resultados obtenidos en esta investigación, varios autores presentaban opiniones diferentes.
Purton et al4 encontraron que los postes de fibra de carbono tenían niveles de resistencia mucho menor cuando se los comparaba con los postes de titanio.
Martinez Insua et al5 encontraron que los grupos restaurados con postes de fibra de carbono resistían menos frente a cargas estáticas transversales en relación al grupo restaurado con pernos muñones colados.
Como puede apreciarse el tema resulta muy controversial entre los distintos autores consultados. De todos modos, a veces es muy complicado poder realizar comparaciones de trabajos que utilizan distintas metodologías, y más aún poder extrapolar estos hallazgos a las situaciones clínicas que se presentan.
Cuando se planteó cómo responde un elemento dentario endodonciado y reconstruido con distintos tipos de postes, los resultados fueron contrapuestos.
Ottl et al6 estudiaron las fracturas dentarias producidas por cargas aplicadas a distintos postes preformados de metal, circonia y fibra de carbono; todos cementados con resinas y un grupo de control sin poste. Detectaron que los postes de fibra de carbono eran los que mejor se comportaban, mientras que los de circonio fueron los menos resistentes bajo el efecto de esta fuerza.
Actualmente existe bastante consenso respecto de que los postes, cualquiera sea el material empleado para su construcción, no refuerzan el remanente dentario sino que se coincide en que ellos deben ser lo menos nocivo respecto de la consolidación y preservación de la estructura dentaria resultante luego de las pérdidas considerables de su integridad anatómica, motivadas por procesos destructivos de las caries dental o traumatismos severos.
Giovanni et al7 evaluaron la resistencia a la fractura de postes metálicos y de fibra de vidrio con diferentes longitudes. Concluyeron que los postes de fibra de vidrio representan una alternativa viable frente a los metálicos, incrementando la resistencia a la fractura de los elementos endodonciados.
Ray Got, Chai Jhon8 al aplicar cargas de fractura dentaria sobre postes metálicos, postes de titanio y fibra de carbono, no encontrando diferencias entre ellos.
Por otro lado los autores que afirmaron que los postes rígidos soportaban más las cargas y eran más resistentes a la fractura del remanente dentario observaron que la fractura que se producía eran

muy desfavorable en relación con los postes de fibra porque eran piezas más recuperables, lo que estaría de acuerdo con los hallazgo de la presente investigación.

Ante la fractura del elemento dentario, las alternativas terapéuticas existentes son agresivas para la pieza dentaria y los tejidos periodontales de soporte y protección. De allí la importancia de contar con un sistema que evite esta situación. La flexibilidad similar a la dentina que poseen los postes de fibra de vidrio, proveen una distribución homogénea de las cargas que se producen sobre el diente, evitando la concentración de las mismas, disminuyendo la posibilidad de ruptura del mismo, siendo ésta una acción netamente preventiva. En contraposición, los postes de circonia y de titanio que son mas propensos a la fractura debido a su elevada rigidéz.

Otra circunstancia que suele presentarse, es la fractura del poste-muñón en sus dos alternativas, con remanente coronario o sin él. Esta última situación puede comprometer severamente al remanente dentario debido a que su desalojo comprende una técnica complicada que generalmente está asociada a importantes pérdidas de tejido dentinario. De aquí la importancia de contar con un material que sea poco resistente al desgaste con instrumental rotatorio utilizado habitualmente para ensanchamiento de conductos. Esta propiedad es la que caracteriza a los postes de fibra, a diferencia de los postes de titanio y de circonia en la que la resistencia al desgaste es tan elevada, que esta maniobra es prácticamente imposible de realizar.

Acallan y Gulmez9 comparando postes prefabricados de titanio, fibra de vidrio y circonia, observaron que los postes de fibra de vidrio, eran más favorables en relación a los postes de titanio y circonia, ya que proporcionaban piezas dentarias más recuperables.

En relación a la resistencia de la unión adhesiva, entendiéndose por ésta a una situación de contacto entre dos superficies o cuerpos donde interfieren mecanismos micro-mecánicos y/o químicos, se ha observado en diferentes ensayos que según el tipo de perno a utilizar, existe mayor o menor retención. Se destacó que la fuerza de retiro fue significativamente superior en postes de circonio y fibra de carbono en relación a los demás postes.

Purton Payne10 compararon la rigidez y retención de postes metálicos en relación a los postes de fibra de carbono y concluyeron que se deben usar postes metálicos porque son más rígidos y retentivos cuando se los utiliza en diámetro pequeño.

En contraposición a los resultados obtenidos en esta investigación, otros autores presentaban opiniones diferentes.

Bitter et al11 compararon la resistencia adhesiva de los postes de circonia y de fibra de vidrio. Los postes de fibra de vidrio obtuvieron los mejores resultados.

Puede señalarse, que no siempre lo más fuerte y rígido es lo mejor en este tipo de situaciones, razón por lo cual y, en función de los resultados obtenidos, bajo las limitaciones que implica el hecho de tratarse de un trabajo "in vitro", los postes de fibra de vidrio constituyen una elección adecuada por parte del clínico, al momento de rehabilitar una pieza dentaria tratada endodónticamente que cumpla con los requisitos básicos y apropiados para su correcta inserción y fijación, de modo de poder garantizar una adecuada predictibilidad y longevidad del tratamiento restaurador ejecutado.

En el presente estudio, con el objeto de prevenir los riesgos que pueden sufrir los elementos dentarios restaurados con sistemas de postes preformados, se expresa la importancia conocer el comportamiento bio-mecánico de los mismos, como así también de los materiales para la reconstrucción del muñón coronario.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo, y considerando las limitaciones que surgen a partir de ser una experiencia realizada "in vitro", lo que impide una extrapolación clínica directa de estos hallazgos, pero teniendo plena conciencia que lo encontrado puede ser de validez al momento de encarar la selección de un poste sobre bases racionales, puede inferirse que:

- Los postes de titanio obtienen mayores valores de resistencia a la flexión, siendo significativamente superiores que los restantes postes de estudiados.
- Los postes de fibra de vidrio y de fibra de carbono presentan un módulo de flexión similar, no habiéndose detectado diferencias significativas entre ellos.
- Los primeros premolares superiores rehabilitados con postes de fibra de vidrio y fibra de carbono alcanzan valores de resistencia a la fractura superior a los premolares reconstruidos con los postes de titanio y circonia siendo los de fibra de carbono los que obtienen una tensión de fractura mayor.
- Los resultados obtenidos se correlacionan positivamente con la hipótesis planteada.

Dirección para correspondencia:
Guillermo Peralta: guillermoyadriana@hotmail.com | **Mario Plavnik:** marioplav@yahoo.com.ar
Od. Spaccesi Julieta: julieta_spaccesi@hotmail.com | **Abate Pablo F:** pfabate@gmail.com

Fecha de recepción: 19/05/10
Fecha de aceptación: 30/05/10

Bibliografía

1-Torbjörner A, Karlsson S, Odman P. Survival rate and failure characteristics for two post designs. J Prosthet Dent. 1995; 73 (5):439-444.
2-Fokkinga Wa, Kreulen CM, Vallittu PK, Creugers NH. A structured analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. Int J Prosthodont. 2004; 17 (4): 476-482.
3-Ferrari scotti R,. Pernos de fibra. Bases teóricas y aplicaciones clínicas. Editorial Masson. Barcelona, 2004.
4-Purton DG, Love RA. Rigidity and retention of carbon fibre versus stainless steel root canal post. Int Endod J. 1996; 29(4):262-265.
5-Martinez Isua A, da Silva I, Ribo B, Santana U. Comparison of the fracture resistances of pupless teeth restored with a cast post and core or carbon fiber post with a composite core. J Prosthet Dent. 1998; 80:527-532.
6-Ottl p, Hahn I, Laver H CH, Fay M. Fracture Characteristics of carbon fibre, ceramic and non-palladium endodontic post systems at monotonously increasing loads. J Oral Rehabil. 2002; 29:175-183.
7-Giovanni AR, Paulino SM, Vansan LP, de Sousa Neto MD. In vitro fracture resistance of glass-fiber and cast metal posts with different lengths. J Prosthet dent.2009;101:183-188.
8-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.
9-Acallan B, Gulmez T. Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. J Prosthet Dent. 2002; 87:431-437.
10-Purton DG, Payne JA. Comparison of carbon fiber and stainless steel root canal post. Quintessence Int. 1996; 27:93-97.
11-Bittert K, Meyer Luecklh, Priehnt K, Kanjuparambil JP, Neuman K, Kielbassa AM. Effects of luting agent and termocycling on bond strengths to root canal dentin. Int Endod J. 2006; 39:109-118.