

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA COMPRESIVA DE RETENEDORES
INTRARRADICULARES DE FIBRA DE VIDRIO ANATOMIZADOS VS
RETENEDORES INTRARRADICULARES DE FIBRA DE VIDRIO**

Autores:

**Daniel Oscar Herrera Solís
Jaime Bernardo Moncayo Pinos**

Director:

Dr. Edgar Humberto Güiza Cristancho

Codirector:

Dra. Gloria Cristina Moreno Abello

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de especialista en
Rehabilitación Oral**

Pontificia Universidad Javeriana

Facultad de Odontología

Departamento de Sistema Dentario

Especialización en Rehabilitación Oral

Bogotá

Octubre 2023

Comparación de la resistencia compresiva de retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio anatomizados vs retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio

Comparison of compressive strength of anatomized fiberglass intrarradicular retainers vs fiberglass intrarradicular retainers

Daniel Oscar Herrera Solís. Odontólogo, Universidad Nacional de Panamá. Magister en Docencia Superior, Universidad Latina de Panamá. Residente de Rehabilitación Oral, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. da_herrera@javeriana.edu.co

Jaime Bernardo Moncayo Pinos. Odontólogo, Universidad Católica de Cuenca. Residente de Rehabilitación Oral, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. jaime.moncayo@javeriana.edu.co

Edgar Humberto Güiza Cristancho. Odontólogo, Pontificia Universidad Javeriana. Rehabilitador Oral, Pontificia Universidad Javeriana. Docente de Posgrado de Rehabilitación Oral, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. eguiza@javeriana.edu.co

Gloria Cristina Moreno Abello. Odontóloga, Pontificia Universidad Javeriana. Magister en Microbiología, Pontificia Universidad Javeriana. Docente de Pregrado y Posgrado, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. gcmoreno@javeriana.edu.co

Resumen

Antecedentes: No está bien definido en la literatura la resistencia de los retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio a cargas compresivas verticales. *Objetivo:* Comparar la resistencia a las fuerzas compresivas de retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio anatomizados vs retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio. *Métodos:* 26 premolares unirradiculares, fueron divididos aleatoriamente en dos grupos: retenedores intrarradiculares anatomizados y retenedores intrarradiculares sin anatomizar. La mitad de los especímenes de cada grupo se sometieron a cargas cíclicas de fatiga y a termociclado y posteriormente a una carga compresiva continua con una velocidad de 0,5 mm/min con la carga máxima soportada por celda de carga de 500N hasta lograr la falla catastrófica o no catastrófica. Los resultados fueron tabulados y analizados en el programa SPSS. Para el análisis de los datos se realizó la prueba de *Shapiro Wilk*, prueba *t de Welch*, prueba de los rangos con signos de *Wilcoxon*. Todas las pruebas se realizaron con un nivel de significancia del 95% ($p < 0,05$). *Resultados:* El promedio de la resistencia fue mayor en los dientes no anatomizados ($411,59 \pm 95,46$ MPa) comparado con los anatomizados ($361,36 \pm 75,65$ MPa), con una diferencia estadísticamente significativa ($p=0,04$). El 7,7% (2 dientes) de las muestras presentaron falla catastrófica y se encontraban dentro del grupo de los no anatomizados con un promedio de resistencia de $492,19 \pm 80,60$ MPa, mientras que el 92,3 % presentó falla no catastrófica con promedio de resistencia de $380,55 \pm 91,34$ MPa. El envejecimiento por fatiga y termociclado arrojó un promedio de resistencia de los especímenes de

402,89 ± 82,51 MPa y sin envejecer un promedio de 381,32 ± 104,68 Mpa, estadísticamente no mostró diferencias significativas. *Conclusión:* Los retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio soportan más cargas compresivas que los no anatomizados. Los retenedores de fibra de vidrio tienden, independiente si están o no anatomizados a la falla no catastrófica. El envejecimiento con termociclado y fatiga utilizado en este estudio no afecta la resistencia a las fuerzas compresivas.

Palabras clave: Poste de fibra, poste de fibra de vidrio, fuerza compresiva, técnica de personalización de postes, diente tratado endodónticamente, falla catastrófica, técnica de poste muñón.

Abstract

Background: Resistance of intraradicular glass fiber retainers to vertical compressive loads is not well defined in the literature. *Objective:* To compare the resistance to compressive forces of anatomized fiberglass intraradicular retainers Vs fiberglass intraradicular retainers. *Methods:* 26 uniradicular premolars were selected, which were divided into two equal groups: anatomized intraradicular retainers and non-anatomized intraradicular retainers, half of the specimens in each group were subjected to cyclic fatigue loads and thermocycling and subsequently to a continuous compressive load at a rate of 0,5 mm/min with maximum load supported per load cell of 500N until catastrophic or non-catastrophic failure is achieved. The results were tabulated and analyzed in the SPSS program. For the analysis of the data, the Shapiro Wilk test, Welch t test, test of the ranges with signs of Wilcoxon was performed. All tests were performed with a significance level of 95% ($P < 0,05$). *Results:* The average resistance was higher in the non-anatomized teeth (411.59 95.46 MPa) compared to the anatomized teeth (361.36 75.65 MPa), with a statistically significant difference ($p=0.04$). 7.7% (2 teeth) of the samples presented catastrophic failure and were within the group of the non-anatomized with an average resistance of 492.19 80.60 MPa, while 92.3% presented non-catastrophic failure with an average resistance of 380.55 91.34 Mpa. *Conclusion:* Intraradicular fiberglass retainers support more compressive loads than non-anatomized ones. Fiberglass retainers tend, regardless whether they are anatomized to non-catastrophic failure. Aging with thermocycling and fatigue used in this study does not affect compressive strength resistance.

Keywords: Fiber posts, glass fiber posts, compressive strength, post customization technique, endodontically treated tooth, catastrophic failure, posts and core technique.

Introducción

Los dientes con pérdida de estructura considerable y tratamiento endodóntico presentan un desafío para el tratamiento de rehabilitación, por esto es fundamental la elección de la técnica correcta para para devolver estructura y función adecuadas.

En la literatura se han descrito diferentes materiales y técnicas para restaurar dientes con tratamiento endodóntico con pérdida significativa de estructura. Algunos ejemplos de estos sistemas son los retenedores intrarradiculares prefabricados (fibra de vidrio, titanio, fibra de carbono, de zirconio inyectados en cerámica), disponibles en diferentes tamaños y grosores; materiales complementadores se agregan al retenedor intraradicular para conformar el muñón

(resina compuesta, ionómero de vidrio) y los retenedores intrarradiculares que se pueden modelar solos o con muñones colados en aleaciones metálicas (1-4).

Los retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio cumplen con el objetivo de servir de anclaje para la reconstrucción de la estructura dental perdida, garantizando una distribución uniforme de fuerzas alrededor de la raíz, además ofrece propiedades estéticas, bajo costo y un módulo de elasticidad de 13,5 GPa cercano con el de la dentina que se encuentra entre 10-25 GPa (4-7). El uso de fibras asegura elasticidad y resistencia a la tracción, baja conductividad eléctrica, resistencia a la solubilidad y a la degradación (8-9).

Está bien documentado que la colocación de un retenedor intrarradicular en dientes con tratamiento endodóntico y pérdida significativa de estructura mejoran su pronóstico a largo plazo cuando reciben recubrimiento cuspeído o son restaurados mediante coronas completas (4).

Buscando soluciones alternativas a los postes metálicos para prevenir la fractura radicular, que se considera la principal causa de fracaso en los dientes con este tipo de restauración (10), aparecen los retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio. Como las propiedades mecánicas, dependen en gran medida de la dirección de la carga y de la estructura de los materiales, hay que reconocer que los postes de fibra de vidrio son anisotrópicos, en consecuencia, la falla de los materiales compuestos como los postes de fibra de vidrio puede ser causada por diferentes mecanismos como el agrietamiento de matriz, rotura de fibra, descementado de interfaz, delaminación o una combinación de todas. (11).

Los retenedores intrarradiculares se pueden adaptar a las paredes internas de la dentina, minimizando el desgaste del remanente dental para lograr así un mejor anclaje y adaptación, gracias a los materiales de cementación y técnicas de unión (12- 13). La forma ideal de un poste debe ser cilíndrica con una porción cónica apical y una porción coronal compatible con las técnicas de unión para la restauración (7). Dientes con conductos amplios requieren de un sistema de retenedor intrarradicular de fibra de vidrio anatomizado en el que se emplea un retenedor intrarradicular de fibra de vidrio con un rebase de resina que captura la forma del conducto a obturar por lo cual el retenedor se ajusta de forma estrecha a las paredes del conducto radicular, logrando mayor fricción, disminución en el volumen de cemento necesario para la cementación y manteniendo su posición durante el cementado (14). El rebase hecho con resina al retenedor le da la forma ajustada al conducto.

Dentro de las ventajas del uso de un retenedor intrarradicular anatomizado se encuentran la distribución más uniforme de las cargas oclusales, la limitación de la contracción de polimerización y el estrés que este genera y la buena adaptación del retenedor intrarradicular anatomizado lo que permite mantener su posición inalterable durante el procedimiento del cementado. Adicionalmente, la reducción del espesor de la capa de cemento lograda con la técnica del retenedor intrarradicular anatomizado disminuye la probabilidad de formación de burbujas y vacíos, los cuales representan áreas de debilidad dentro del material (15 -17).

Se sabe que los materiales compuestos de fibra (como lo son los retenedores intrarradiculares anatomizados y los no anatomizados) suelen fallar bajo una carga de compresión paralela a la dirección de la fibra a un esfuerzo menor que en la carga de tensión (14). Todavía no está claro cómo las diferentes propiedades de los retenedores de fibra de vidrio anatomizados, considerándolo

un sistema, influyen en su resistencia a fuerzas de compresión, ya que la literatura es escasa con información sobre el comportamiento de compresión vertical del retenedor y la estructura dental y como la anatomización o no anatomización podría influir en distribución de cargas y mejorar o no el pronóstico del tratamiento.

No hay suficiente literatura que lleve a tomar una decisión clínica basada en evidencia, es por esto por lo que el grupo investigador se pregunta ¿Cuál es la resistencia a fuerzas compresivas de retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio no anatomizados comparada con la de retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio anatomizados? y se estableció como objetivo comparar la resistencia a las fuerzas compresivas de retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio anatomizados vs retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio no anatomizados.

Materiales y métodos

Posterior al aval del Comité de Ética e Investigación de la Facultad de odontología de la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá Colombia (#CIEFOPUJ OD-0360) se desarrolló un estudio experimental *in vitro*. La muestra estuvo conformada por 26 dientes premolares unirradiculares humanos, sanos, sin caries y sin lesiones pulpares extraídos como parte del tratamiento ortodóntico obtenidos por donación previo diligenciamiento del consentimiento informado. Las muestras fueron desinfectadas con cloramina T al 0.5% y fueron conservados en solución salina y almacenadas a temperatura ambiente hasta la preparación dentro de recipientes de plástico rotulados con un identificador de 3 dígitos.

Tratamiento de conducto de los especímenes:

Se realizaron radiografías periapicales de todos los dientes para corroborar longitud dental. Se realizó tratamiento endodóntico con sistema rotatorio WaveOne® Gold primary #0.25.07, correspondiente a ISO #25, irrigación con 15ml de hipoclorito de sodio al 5,25% e irrigación final con EDTA al 17% por 1 minuto, la técnica de obturación fue condensación lateral, y se obturaron los conductos con cemento AH Plus® por el mismo operador; posteriormente se realizó la desobturación a las 24 horas, dejando 5mm de gutapercha de selle apical, con fresas de peso No. 3 (VDW®), 3 fresas por grupo, anotando en una bitácora la longitud de desobturación de todas las muestras para posterior colocación del retenedor intrarradicular.

Procedimientos de los retenedores intrarradiculares:

Se realizó la preparación de los conductos para recibir los postes de fibra de vidrio con fresas específicas de la misma marca de los postes en fibra de vidrio (TENAX Fiber Trans Plus de Coltene); Se realizó corte coronal a 3 mm de la línea amelocementaria con disco diamantado (KG Sorensen®) un disco por cada 5 dientes. Se preparó para corona completa todos los dientes con fresas troncocónicas diamantadas de grano verde Jota (Ref.852G 018), con línea terminal tipo chamfer con un desgaste de 1.5 mm, esta preparación se realizó con pieza de alta velocidad (TE-97/98 LQ ALEGRA LED W&H) con irrigación constante. Se dio efecto ferrule de 3mm para todos los especímenes.

Los 26 dientes fueron divididos aleatoriamente (aleatorización estratificada) de acuerdo con longitud del diente, espesor de cada pared y el lumen, quedando como grupos de interés para el estudio: por anatomización (13 unidades; 50% anatomizados y 13 unidades; 50% no anatomizados) y envejecidas (13 unidades; 50% envejecidas y 13 unidades; 50% sin envejecer) para realizar pruebas de resistencia a carga medidas en MPa y en el tipo de falla presentada.

Poste de fibra de vidrio. Procedimiento clínico

Se colocó el poste de fibra de vidrio (TENAX Fiber Trans Plus de Coltene), en el conducto y se verificó el asentamiento, el poste fue limpiado con ácido fosfórico al 37% por 1 minuto, el conducto se lavó con suero fisiológico y se secó con conos de papel estériles, se colocó el agente cementante resinoso de polimerización dual SoloCem de Coltene directamente en la parte interna del conducto, se introdujeron los retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio al conducto haciendo ligera presión por 10 segundos, se eliminaron excesos y se fotopolimerizó durante 40 segundos con lámpara de foto curado VALO™. Posteriormente se aplicó a el sustrato ácido ortofosfórico al 37% por 15 segundos, se lavó y secó y se aplicó una capa del sistema adhesivo (ONE COAT 7 UNIVERSAL de Coltene) siguiendo las instrucciones del fabricante, se aireó y se fotoactivó con lámpara de fotocurado VALO™ por 20 segundos y se realizó la conformación del muñón de 1mm con resina compuesta Filtek P60 de 3M y se fotoactivó con lampara de fotocurado VALO™. se cortó excedente de poste de fibra de vidrio con disco de diamante y se pulió la superficie oclusal dejándola plana y paralela al piso.

Poste de fibra de vidrio anatomizado. Procedimiento clínico

Grupo B: el poste de fibra de vidrio (TENAX Fiber Trans Plus de Coltene) fue limpiado con ácido fosfórico al 37% por 1 minuto, el conducto se lavó con suero fisiológico y se secó con conos de papel estériles, luego se agregó glicerina líquida en el interior del conducto (en las paredes) utilizando micro pincel, se aplicó una capa del sistema adhesivo (ONE COAT 7 UNIVERSAL de Coltene) en el poste, siguiendo las instrucciones del fabricante, se aireó y se fotoactivó con lámpara de fotocurado VALO™ por 20 segundos, luego se colocó alrededor del poste resina compuesta Filtek P60 3M y se llevó al conducto radicular aplicándole una ligera presión, se retiró el exceso de resina, se fotoactivó por unos 5 segundos con lampara de fotocurado VALO™, se retiró el poste anatomizado y se terminó de fotocurar afuera por 20 segundos cada superficie, luego se verificó la correcta adaptación del poste anatomizado. Se retiro el poste y se eliminó el exceso de glicerina con una gasa estéril embebida en alcohol etílico. Se colocó el agente cementante resinoso de polimerización dual SoloCem de Coltene directamente en la parte interna del conducto, se introdujeron los retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio al conducto haciendo ligera presión por 10 segundos, se eliminaron excesos y se fotopolimerizó durante 40 segundos con lámpara de foto curado VALO™. Posteriormente se aplicó a el sustrato ácido ortofosfórico al 37% por 15 segundos, se lavó y secó y se aplicó una capa del sistema adhesivo (ONE COAT 7 UNIVERSAL de Coltene), siguiendo las instrucciones del fabricante , se aireó y se fotoactivó con lámpara de fotocurado VALO™ por 20 segundos y se realizó la conformación del muñón de 1mm con resina compuesta Filtek P60 de 3M y se fotoactivó con lampara de fotocurado VALO™. se cortó excedente de poste de fibra de vidrio con disco de diamante y se pulió la superficie oclusal dejándola plana y paralela al piso.

A los dos grupos antes mencionados se le realizó control radiográfico posterior a la cementación de los retenedores intrarradiculares para verificación de asentamiento.

Termociclado

Se sumergieron especímenes en agua destilada a 37 °C. durante 24 horas, se aleatorizan las muestras y se procede a termociclar a 13 especímenes, 7 del grupo A y 6 del grupo B por 10000 ciclos (20 segundos a 5 ± 0.5 °C, 10 segundos a temperatura ambiente y 20 segundos a 55 ± 0.5 °C) con la maquina Thermocycler SD Mechatronik.

Ligamento periodontal

Las raíces de los dientes fueron sumergidas en cera de inmersión con ayuda de un calentador por inmersión Renfert Hotty creando una capa uniforme de 0.10 mm en toda la superficie radicular. Seguido se colocaron los dientes en bloques de acrílico autopolimerizable transparente (Veracril®) de 2 cm de alto por 2 cm de ancho, la reacción exotérmica del acrílico derritió la cera de inmersión creando el espacio de 0.10 mm, luego se retiraron los dientes y para simular el ligamento periodontal se llenó el espacio con silicona de condensación liviana Elite HD+ (Zhermack, Italia).

Fatiga

Luego se procede a realizar a la misma muestra previamente envejecida con termociclado (13 especímenes) cargas cíclicas para el envejecimiento físico de la restauración con fuerzas de 100 Newtons con un total de 5000 ciclos para cada espécimen.

Se fabricó un dispositivo de acero para la colocación de las muestras con las mismas dimensiones de los bloques de acrílico, es decir, 2 cm de alto por 2 cm de ancho, esto para garantizar que la posición de las muestras fuera la misma al momento de aplicar la carga.

Resistencia compresiva

En una máquina universal de ensayos marca SHIMADZU AG-IS con rango de 0-5 kN. Los especímenes de cada grupo se sometieron a cargas cíclicas de fatiga y a termociclado y posteriormente a una carga compresiva continua con una velocidad de 0,5 mm/min con la carga máxima soportada por celda de carga de 500N hasta lograr la falla catastrófica o no catastrófica. Se aplicó una carga en Newtons necesaria para fracturar la muestra registrando la máxima carga soportada por celda de carga. Se tomó como definición de falla el punto en el que se observó una caída brusca e instantánea mayor que el 25% de la carga aplicada. Para la mayoría de las muestras se escuchó un “crack” (ruido). La prueba se terminó en este punto y se registró la fuerza en N/cm². Los datos obtenidos en N/cm² fueron convertidos a Megapascales usando el área de contacto de la punta utilizada en la prueba (2.2mm).

Para el análisis de los sitios de fractura se delimitaron los tercios radiculares y coronales y se colocaron los dientes en azul de metileno, las muestras fueron examinadas de forma visual luego de la fractura con lupa de aumento 3,5x y el fracaso a cargas aplicadas y se clasificaron de la siguiente manera:

Falla catastrófica: Cuando la falla estuvo por debajo de la unión amelocementaria. Falla no catastrófica: Cuando la falla estuvo por encima de la unión amelocementaria o a nivel de esta.

Los resultados fueron tabulados y analizados en el programa SPSS. Para el análisis de los datos se realizó la prueba de *Shapiro Wilk* para determinar si la distribución de los datos seguía o no la curva de normalidad y luego de esta prueba se definió utilizar la prueba *t de Welch* para determinar diferencias a la resistencia y envejecimiento y para la falla asociada a la resistencia compresiva se realizó prueba de los rangos con signos de *Wilcoxon*. Todas las pruebas se realizaron con un nivel de significancia del 95% ($p < 0,05$).

Resultados

Tabla 1. Distribución de la muestra

Diente (mm)	Anatomizado n 13					No anatomizado n 13				
	Envejecido		Sin envejecer		p	Envejecido		Sin envejecer		p
	Prom*	DE*	Prom*	DE*		Prom*	DE*	Prom*	DE*	
Longitud	21,9	1,47	20,84	1,48	0,03*	21,62	1,99	20,2	0,91	0,23
Espesor V*	3,48	0,62	3,24	0,42	0,57	3,06	1,08	3,12	0,24	0,27
Espesor P/L*	1,52	0,8	1,51	1,01	0,96	1,18	0,59	1,7	0,61	0,46
Espesor M*	1,23	0,32	1,33	0,2	0,39	1,31	0,24	1,4	0,38	0,47
Espesor D*	1,16	0,43	1,14	0,32	0,53	1,11	0,26	1,29	0,33	0,66
Lumen V-P	1,78	0,26	1,9	0,26	0,81	1,87	0,35	1,8	0,16	0,98
Lumen M-D	1,5	0,12	1,61	0,15	0,17	1,46	0,35	1,6	0,18	0,99

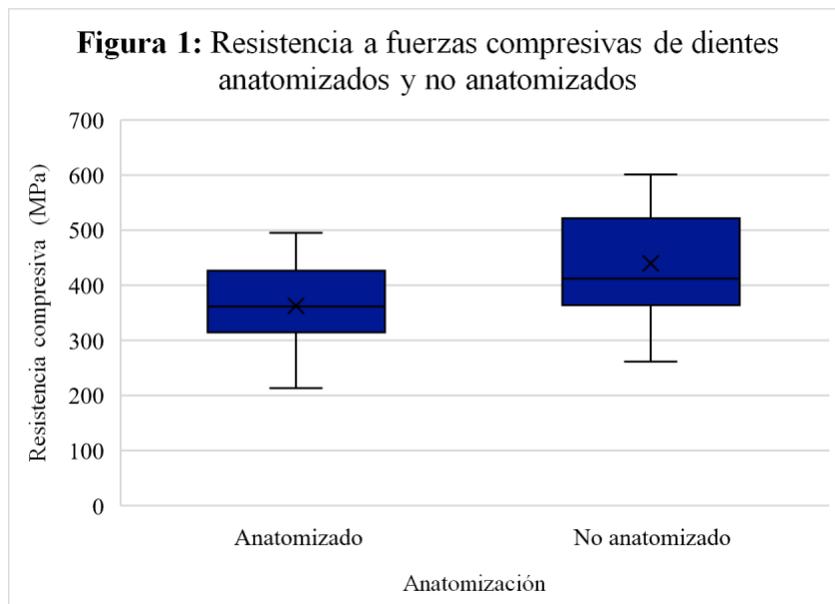
* $p < 0,05$, Prom: promedio DE: desviación estándar, V: vestibular, P: palatino L: lingual, M: mesial, D: distal

En la tabla anterior se muestra como los p valores de diferencia de medias para los grupos anatomizados y no anatomizados son todos $>0,05$, lo que indica que no hay diferencias estadísticamente significativas para cada una de las medidas analizadas entre ambos grupos, con un 95% de confianza. En el caso el envejecimiento ($n=13$), la única medida que reportó una diferencia estadísticamente significativa (P valor $<0,05$) fue la longitud del diente, dando que los dientes envejecidos tenían un promedio de longitud mayor que los no envejecidos. Este comportamiento fue completamente aleatorio y no debería interferir con los resultados presentados en este análisis.

Tabla 2. Resistencia a fuerzas compresivas de dientes anatomizados y no anatomizados. Medianas y rango intercuartílico.

	Anatomización			
	Anatomizado		No anatomizado	
	Me	(RIQ)	Me	(RIQ)
Mpa	361,36	(327,08 - 402,88)	411,59	(379,78 - 516,53)
Valor p*	0,04			

*Análisis realizado mediante *t* de Welch. Me: mediana RIQ: rango intercuartílico.

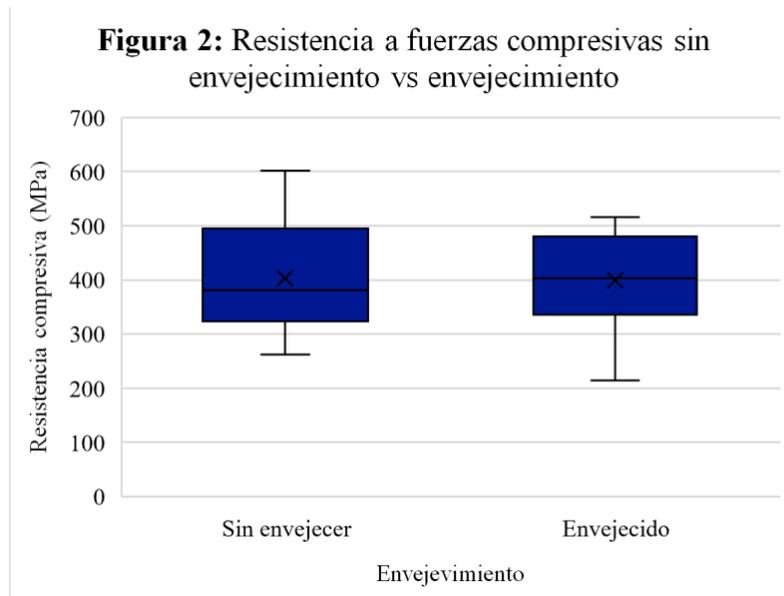


En la figura 1 se observa que los dientes no anatomizados soportaron una mayor carga de mega pascales ($411,59 \pm 95,46$ MPa) comparado con los anatomizados ($361,36$ MPa $\pm 75,65$ MPa).

Tabla 3. Resistencia a fuerzas compresivas en dientes sin y con proceso de envejecimiento

	Envejecimiento			
	Sin envejecer n = 13		Envejecido n = 13	
	Me	(RIQ)	Me	(RIQ)
Mpa	381,32	(344,79 - 462,71)	402,89	(337,45 - 476,99)
Valor P	0,99			

*Análisis realizado mediante *t* de Welch. Me: mediana RIQ: rango intercuartílico.

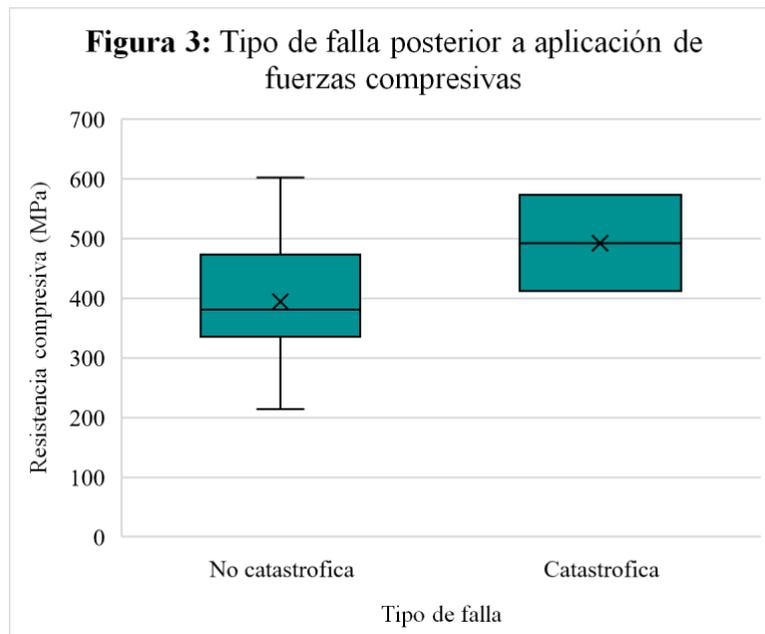


En la figura 2 se observa que el proceso de envejecimiento no tiene una influencia en la resistencia de los dientes sometidos a cargas compresivas, al comparar la resistencia de los grupos no se encuentra diferencias apreciables en la cantidad de Megapascales soportados (P valor: 0,99).

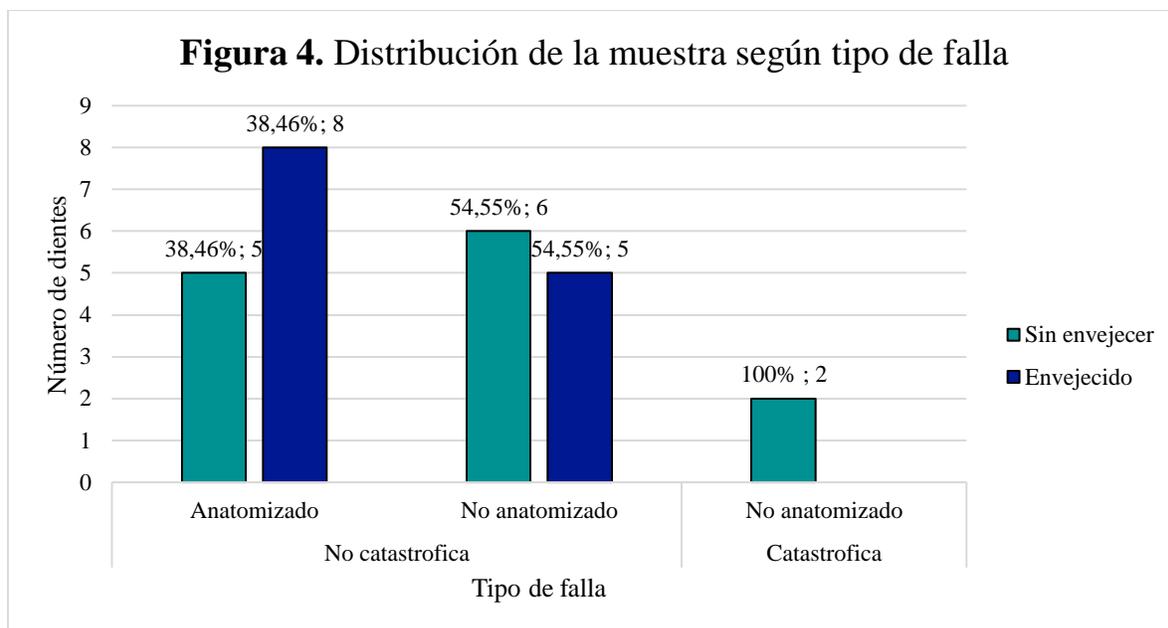
Tabla 4. Comparación de tipo de falla y resistencia compresiva

	Tipo de falla			
	No catastrófica		Catastrófica	
Mpa	Me	(RIQ)	Me	(RIQ)
	380,55	(336,71 - 466,28)	492,19	(451,88 - 532,48)
Valor P	0,18			

*Análisis realizado mediante suma de signos con rangos de Wilcoxon Me: mediana RIQ: rango intercuartílico.



Como se puede observar en la figura 3, las fallas catastróficas se presentan a una mayor presión (492,19 MPa), se observó que los dientes que presentaron la falla mencionada soportaron más mega pascales. Sin embargo, al practicar una prueba de diferencia de medianas, esta reporta un valor de p de 0,18, que con un 95% de confianza indica que los grupos no son estadísticamente diferentes (Esta conclusión puede estar muy afectada por el hecho de que solo dos dientes presentaran fallas catastróficas).



En la figura 4 se puede extraer que los dos dientes que presentaron falla castrófica fueron no anatomizados y sin envejecimiento.

Para el tipo de falla se aplicó una prueba no paramétrica para la diferencia de medianas. La hipótesis nula de esta prueba es que las medianas de carga en MPa de ambos grupos son iguales. Como resultado se obtuvo un estadístico $W=39$ y un P valor = 0,1846, que con una confianza del 95%. La distribución no paramétrica puede influir valores como la variabilidad fisiológica de cada paciente, el espesor y la longitud del remanente dental.

Como resultado para la anatomización se obtuvo un estadístico $t=-2,1802$ y un P valor = 0,0398, que con una confianza del 95%. Para el envejecimiento se obtuvo un estadístico $t=-0,1135$ y un P valor = 0,9106, que con una confianza del 95%. Es por estos motivos que no existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y decir que los dientes que presentaron una falla catastrófica soportaron una mayor cantidad de carga en MPa. Lo anterior se puede ver altamente afectado por la baja cantidad de dientes que presentaron una falla catastrófica (2 dientes).

Discusión

En este estudio se encontró que, bajo las dos técnicas de restauración, los postes intrarradiculares con muñón de resina presentaron un valor de resistencia de 411,59 MPa y con la técnica de anatomización un valor inferior de 361,36 MPa lo que quiere decir que resisten un esfuerzo menor, coincidiendo con lo dicho por Sánchez et al (12). Por otra parte, Li Ping, Zhu Zhimin (18), en su estudio encontraron que los retenedores intrarradiculares de fibra de vidrio y reforzados con resina resisten más cargas compresivas que los metálicos, siendo estos últimos fallas catastróficas.

La extensión del retenedor intrarradicular es un tema ampliamente discutido, a pesar de que varios autores encuentran la longitud del poste de fibra de vidrio como un factor no determinante en el

éxito del tratamiento se encuentra que la recomendación general es extender el retenedor a una longitud mínima de dos tercios de la raíz (19-21). En el presente estudio esa fue la norma que se tomó para la estandarización de la muestra, si bien la longitud de los dientes en el grupo envejecido resultó mayor que los del grupo no envejecido, haría falta una muestra más grande para que este estudio considere la longitud como un factor determinante en el fracaso de las restauraciones.

Para Ping L, Zhimin Z. (18) en el 2015, el relleno de resina entre el retenedor intrarradicular y la pared de dentina aumenta el éxito a largo plazo de las restauraciones. Kivanç BH, Görgül G. (22) afirman que escoger un agente de cementación adecuado es más importante que el material que se encuentra entre el diente y el retenedor intrarradicular. Finalizando con Hohmann et al. (2011) encuentran que es más importante el tipo de poste es más importante que su elemento de fijación (23). Si bien es cierto los retenedores intrarradicales sin anatomizar soportan más carga, son más rígidos en comparación a los anatomizados dando como resultados más fallas catastróficas. El material de relleno entre el poste de fibra de vidrio y el diente influenciaría directamente en la resistencia de los retenedores, sin embargo, la resistencia del sistema estaría influenciada directamente por el espesor y la calidad de la dentina remanente, se infiere que los postes anatomizados se comportarían biomecánicamente mejor, como sucedió en la presente investigación, probablemente porque en efecto funcionan como un monobloque, es decir, un sistema que tiene como principal ventaja distribuir mejor las fuerzas. La evidencia sostiene que los postes de fibra, utilizados en combinación con técnicas adhesivas, permiten la creación de una unidad homogénea e integrada, involucrando los materiales restauradores, los sustratos dentales y todas las interfaces (24). En la siguiente investigación los grupos anatomizados y no anatomizados quedaron balanceados considerenado el espesor de la dentina remanente en sus 4 paredes.

En cuanto al grosor del ligamento periodontal, este oscila entre 0.1 y 0.3 mm, tiene la capacidad de absorber las fuerzas oclusales y a medida que la carga aumenta la resistencia de las fibras también lo hace. El ligamento periodontal a cargas masticatorias de hasta 70 N puede comprimirse aproximadamente 0.3 a 0,15 mm, cuando las fibras alcanzan su resistencia máxima el ligamento se vuelve rígido y transfiere la carga al hueso y distribuye las tensiones sobre la superficie radicular (23, 25, 26). Es por este motivo que es necesario buscar reproducir esta prueba en el laboratorio para reproducir la realidad clínica (27). Para simular el ligamento periodontal se sumergió la zona apical de las muestras en parafina a 90° C, calibrando el espesor de la cera a 0,1 mm, se colocaron los dientes en cubos de resina acrílica autopolimerizable, se removió la parafina y se procedió a colocar en ese espacio silicona liviana Elite HD+ (Zhermack, Italia) que es un polivinilsiloxano hidrocompatible de baja viscosidad con propiedades como la estabilidad dimensional, la resistencia al desgarro y la recuperación elástica del 99%. De esta manera se representó el ligamento periodontal para simular la distribución del estrés al realizar la prueba de resistencia a la fractura en los retenedores intrarradicales. A pesar de que se simuló de la mejor manera el ligamento periodontal escogiendo un material que simuló el espesor el comportamiento real se podría observar solamente en un estudio con elementos finitos. Además, según Marchionatti, A. M., et al, La simulación del ligamento periodontal utilizando materiales elastoméricos no afecta la resistencia a la fractura de los dientes restaurados con retenedores intrarradicales, por lo tanto, sugiriendo que puede que no sea necesario realizar la simulación del ligamento periodontal en ensayos en experimentales (27).

Cabe resaltar que solo un artículo muestra resultados de resistencia a fuerzas compresivas entre retenedores no anatomizados vs anatomizados, los demás muestran resultados de fuerza tangenciales, lo que no sería comparable con el presente estudio. Precisamente esta fue la justificación para realizarlo.

En cuanto al tipo de falla se encontró que dos de los dientes presentaron una falla castrófica, estos dos dientes eran sin anatomizar, esto se puede asociar al módulo de elasticidad. La mayoría de las fallas eran reparables, lo que sugiere que biomecánicamente se comportan de muy buena manera. Varios de los artículos revisados coinciden en que con un poste de vidrio las fallas son reparables (12, 28-29). El hecho que la mayoría de los dientes no presentaran fallas catastróficas se puede deber también a la protección que da el efecto férula, que en este estudio fue de 3 mm de altura, este efecto protege los órganos dentarios de las fracturas debajo del límite amelocementario.

En cuanto al envejecimiento, se mostró que estadísticamente no hubo diferencias significativas a los 10.0000 ciclos equivalente a 1 año (30). Esto puede deberse a que se realizaron pruebas de fuerzas compresivas, en comparación con pruebas como microfiltración, unión adhesiva o fuerzas de desalajo (traccionales) que si se ven ampliamente afectadas por el envejecimiento térmico más que la compresiva (31).

Tomando en cuenta las limitaciones del estudio: el tamaño de la muestra, que al ser un estudio experimental in-vitro los resultados no deben extrapolarse directamente a las situaciones clínicas debido a la dificultad de simulación de las condiciones clínicas como edad, sexo tipo de diente y alimento y que los dientes no fueron reconstruidos con coronas completas debido a que las condiciones de carga son diferentes a lo que ocurriría clínicamente debido a que la concentración de esfuerzos será en el material rector que es la zona de menor resistencia de todo el sistema.

Conclusiones

Tomando en cuenta las limitaciones del estudio, los retenedores de fibra de vidrio no anatomizados soportan más las fuerzas compresivas que los anatomizados, con una tendencia a la falla no catastrófica a fuerzas compresivas verticales con un buen comportamiento que respalda su uso en función masticatoria normal y parafunción. El presente estudio no encontró influencia del envejecimiento en el comportamiento de resistencia a cargas compresivas.

Bibliografía

1. Helfer AR, Melnick S, Schilder H. Determination of the moisture content of vital and pulpless teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1972;34(4):661–70.
2. Cabrales KC, Anaya MVM, Zurita GPB. Resistencia a la fractura de dientes con raíces debilitadas usando postes con y sin relleno radicular. Revisión sistemática. *Rev odontol mex.* 2015;19(3):149–54.
3. 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):209–15.
4. Murgueitio R. Clasificación de los defectos de extensión en dientes posteriores tratados con endodoncia Classification of the extension defects of endodontically treated posterior teeth. [Semanticscholar.org.](https://www.semanticscholar.org/)
5. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review: Post systems. *Aust Dent J.* 2011;56 Suppl 1:77–83.
6. Robledo JC, Passart J, Kaplan A, Liporace D. Reconstruction of Endodontically Treated Teeth Using Anatomic Fiber Posts: A Case Report. 2016; *J Dental Sci* 2016, 1(2): 000111.
7. Duret B, Reynaud M, Duret F. New concept of coronoradicular reconstruction: the Composipost (1). *Chir Dent Fr.* 1990;60(540):131-41 contd.
8. Xible AA, de Jesus Tavares RR, de Araujo CDRP, Conti PCR, Bonachella WC. Effect of cyclic loading on fracture strength of endodontically treated teeth restored with conventional and esthetic posts. *J Appl Oral Sci.* 2006;14(4):297–303.
9. Soares CJ, Santana FR, Pereira JC, Araujo TS, Menezes MS. Influence of airborne-particle abrasion on mechanical properties and bond strength of carbon/epoxy and glass/bis-GMA fiber-reinforced resin posts. *J Prosthet Dent.* 2008;99(6):444–54.
10. Ferrari M, Vichi A, García-Godoy F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent.* 2000;13(Spec No):15B-18B.
11. Chieruzzi M, Pagano S, Pennacchi M, Lombardo G, D’Errico P, Kenny JM. Compressive and flexural behaviour of fibre reinforced endodontic posts. *J Dent.* 2012;40(11):968–78.
12. Sánchez J, Jiménez A, Gale J, Alcocer A, Meyer E, Vargas A. Resistencia compresiva de dientes con conductos amplios restaurados con dos técnicas. *Rev clín periodoncia implantol rehabil oral.* 2018;11(1):20–3.
13. Boudrias P, Sakkal S, Petrova Y. Anatomical post design meets quartz fiber technology: rationale and case report. *Compend Contin Educ Dent.* 2001;22(4):337-40, 342, 344 passim; quiz 350.

14. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A, Ferrari M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts. *J Adhes Dent*. 2005;7(3):235–40.
15. de Jesús Cedillo Valencia J, Félix VMC. Restauración postendodóncica, técnica con postes accesorios de fibra de vidrio. *Rev ADM*. 2017;74(2):79–89.
16. Pignata Volpe, S, Vola, J, Buchtik Efimenco, N Técnica del poste anatómico (Grandini). *Odontoestomatología*. 2012. v.13, n.19, pp. 4-13.
17. Soares CJ, Santana FR, Pereira JC, Araujo TS, Menezes MS. Influence of airborne-particle abrasion on mechanical properties and bond strength of carbon/epoxy and glass/bis-GMA fiber-reinforced resin posts. *J Prosthet Dent*. 2008;99(6):444-54.
18. Ping L, Zhimin Z. In vitro analysis of the effect of cyclic loading on the fracture resistance of teeth restored with different post and core systems. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2015 Apr;33(2):206-8.
19. Ramirez-Sebastia A, Bortolotto T, Cattani-Lorente M, Giner L, Roig M, Krejci I. Adhesive restoration of anterior endodontically treated teeth: influence of post length on fracture strength. *Clin Oral Investig*. 2014; 18(2):545-54
20. Jindal S, Jindal R, Gupta K, Mahajan S, Garg S. Comparative evaluation of the reinforcing effect of different post systems in the restoration of endodontically treated human anterior teeth at two different lengths of post space preparation – an in vitro study. *J Dent (Tehran)*. 2013 Mar; 10(2):124-33
21. Franco ÉB, Lins do Valle A, Pompéia Fraga de Almeida AL, Rubo JH, Pereira JR. Fracture resistance of endodontically treated teeth restored with glass fiber posts of different lengths. *J Prosthet Dent*. 2014;111(1):30-4.
22. Kivanç BH, Görgül G. Fracture resistance of teeth restored with different post systems using new-generation adhesives. *J Contemp Dent Pract*. 2008;9(7).
23. Hohmann A, Kober C, Young P, Dorow C, Geiger M, Boryor A, et al. Influence of different modeling strategies for the periodontal ligament on finite element simulation results. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139(6):775-83.
24. Zarow M, Vadini M, Chojnacka-Brozek A, Szczeklik K, Milewski G, Biferi V, et al. Effect of fiber posts on stress distribution of endodontically treated upper premolars: Finite element analysis. *Nanomaterials (Basel)*. 2020;10(9):1708.
25. Ping L, Zhimin Z. In vitro analysis of the effect of cyclic loading on the fracture resistance of teeth restored with different post and core systems. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2015 Apr;33(2):206-8.

26. Soares CJ, Pizi ECG, Fonseca RB, Martins LRM. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. *Braz Oral Res.* 2005;19(1):11-6.
27. Marchionatti AME, Wandscher VF, Broch J, Bergoli CD, Maier J, Valandro LF, et al. Influence of periodontal ligament simulation on bond strength and fracture resistance of roots restored with fiber posts. *J Appl Oral Sci.* 2014;22(5):450-8.
28. Salameh Z, Sorrentino R, Papacchini F, Ounsi HF, Tashkandi E, Goracci C, et al. Fracture resistance and failure patterns of endodontically treated mandibular molars restored using resin composite with or without translucent glass fiber posts. *J Endod.* 2006;32(8):752-5.
29. Varvara G, Perinetti G, Dilorio D, Murmura G, Caputi S. In vitro evaluation of fracture resistance and failure mode of internally restored endodontically treated maxillary incisors with differing heights of residual dentin. *J Prosthet Dent.* 2007; 98: 365-332.
30. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent.* 1999;27(2):89-99.
31. Ibaladejo A. In vitro investigation's methods of the factors influencing resin-dentin bond durability. *Av Odontoestomatol.* 2008;24(4):267-76.