

Resistencia de unión del sistema de postes REBILDA® con la dentina intrarradicular

Resistance to Dislodgement of REBILDA® Post System to Intraradicular Dentin

Daphne Ross DDS¹; Carlos E. Filloy Esna DDS²; Juan Carlos Ramírez-Barrantes DDS, MSD, PhD²

1. Práctica privada. Universidad de Costa Rica, Costa Rica.
2. Facultad de Odontología, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

Autor para correspondencia: Dr. Juan Carlos Ramírez-Barrantes - juan.ramirez@ucr.ac.cr

Recibido: 12-II-2017

Aceptado: 18-IV-2017

Publicado Online First: 28-IV-2017

DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/ijds.v0i0.28742>

RESUMEN

Actualmente existe controversia en la literatura acerca de la efectividad clínica y adhesiva con respecto a los sistemas adhesivos de refuerzo radicular. Así, el objetivo de este estudio fue evaluar la resistencia de unión mediante la prueba de *Push-Out* entre el sistema de postes Rebilda® y la dentina intraradicular. Para esto, se utilizaron 28 dientes unirradiculares, que fueron cortados y padronizados en 16 mm. Los segmentos radiculares fueron sometidos a confección de tratamiento endodóntico; posteriormente, se dividieron aleatoriamente en dos grupos, Grupo 1 (n=14): Rebilda® DC+Futurabond DC; Grupo 2 (n=14): RelyX ARC+Adper Scotchbond Multipropósito Plus. Seguidamente, diez especímenes de cada grupo se cortaron para ser sometidos al Test de *Push-Out*. Los restantes 4 especímenes de cada grupo se prepararon para Microscopia Electronica de Barrido con el fin de evaluar la formación de prolongaciones resinosas en la interface poste-cemento-dentina. El grupo 2 obtuvo mejores resultados al compararlo al Grupo 1 en cuanto a resistencia de unión y en formación de prolongaciones resinosas, pero no hubo diferencia estadísticamente significativa ($p>0.05$). Se concluyó que el Sistema de Postes REBILDA® promueve una adecuada resistencia de unión a dentina intrarradicular.

PALABRAS CLAVE

Dentina intra-radicular; Resistencia de unión; Cemento resinoso; Microscopía electrónica de barrido.

ABSTRACT

Currently there is controversy in the literature about clinical and adhesive effectiveness with respect to adhesive systems aimed to root reinforcement. Thus, the objective of this study was to evaluate the Push-Out bond strength between the Rebilda® post system and the intraradicular dentine. Thus, 28 uniradicular teeth were used, cut and standardized in 16 mm. The root segments were submitted to endodontic treatment; and then randomly divided into two groups, Group 1 (n = 14): Rebilda® DC + Futurabond DC; Group 2 (n = 14): RelyX ARC + Adper Scotchbond Multipurpose Plus. Ten specimens from each group were submitted to the Push-Out Test. The remaining 4 specimens from each group were prepared for Scanning Electron Microscopy (SEM) in order to evaluate the formation of resinous extensions at the post-cement-dentin interface. Group 2 showed better results when compared to Group 1 regarding bond strength and in formation of resinous extensions or tags, but there was no statistically significant difference ($p > 0.05$). It was concluded that the REBILDA® Post System promotes adequate bond strength to intraradicular dentin.

KEYWORDS

Intraradicular dentin; Push-out bond strength; Resin cement; Scanning electron microscope.

INTRODUCCIÓN

El éxito clínico y la durabilidad de las restauraciones estéticas están íntimamente ligados a la adhesión de los materiales resinosos utilizados para la cementación con el substrato dental. Una correcta comprensión de los principios y limitaciones de estos materiales asegurará el éxito del procedimiento y garantizará restauraciones duraderas (1). Específicamente, la restauración de piezas tratadas endodónticamente con escasa estructura remanente es un reto para los profesionales en odontología. Cuando se realiza este tipo de tratamientos con postes de fibra de vidrio, la principal falla que se encuentra es en la interface material adhesivo-dentina radicular (1-4). El buen pronóstico y gran desempeño clínico de los postes de fibra de vidrio, en comparación con los postes metálicos, se debe a la menor concentración de tensión en la raíz, ya que presenta un módulo de elasticidad similar a la dentina lo que reduce el riesgo de fractura radicular, así como su compatibilidad con los cementos resinosos (5-6).

La adhesión a la dentina radicular constituye uno de los principales desafíos en la odontología moderna. Se ha demostrado que en la dentina coronal se obtiene una eficaz adhesión, sin embargo, conforme se va profundizando en el canal radicular, ésta va disminuyendo (7). Estas dificultades encontradas se atribuyen a diversos factores como son el acceso operatorio, la limpieza del canal radicular, el control de humedad y a la fotopolimerización incompleta (8-9). También se ha sugerido que la diferencia en distribución y concentración de túbulos dentinarios en las diferentes zonas de la dentina radicular podría tener algún efecto en la resistencia de unión (10). Mjör et al. (10) analizaron la cantidad, distribución y dirección de los túbulos dentinarios en los diferentes tercios radiculares de dientes humanos, por medio de microscopia electrónica de barrido (MEB) y de luz. En ese estudio fue posible observar que los túbulos dentinarios del tercio apical se presentan en poca densidad y en dirección irregular, incluso ausentes en algunas zonas. La difusión e interacción del sistema adhesivo con la dentina, específicamente

con los túbulos dentinarios, podría determinar el pronóstico del tratamiento; ya que a mayor densidad y diámetro de túbulos dentinarios, mayor microembricamiento lo que incide positivamente en la fuerza de adhesión (11-12).

Actualmente surgieron en el mercado los sistemas de cementación de postes "de un solo paso", conocidos como post-and-core systems, los cuales han tomado una especial connotación en los últimos años, ya que además de facilitar el procedimiento de cementación y confección del muñon, se han utilizado para el refuerzo de las paredes radiculares (13). Sin embargo, un estudio anterior evaluó los posibles efectos negativos al utilizar materiales de mayor contenido de carga para el cementado de postes de fibra (14). También, estudios han demostrado la presencia de espacios vacíos en la obturación en ciertas zonas del conducto, además de fallas adhesivas y del selle marginal (14-17). De esta manera, es importante analizar el desempeño de un sistema post-and-core y compararlo con un sistema de cementación convencional. Así, el objetivo del presente estudio fue evaluar la resistencia de unión a la dentina intrarradicular del Sistema de Postes REBILDA® y la interface cemento-dentina, mediante el uso de Microscopia Electrónica de Barrido.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el presente estudio se utilizaron 28 dientes humanos unirradiculares sanos, provenientes, por donación anónima, del banco de dientes humanos de la Facultad de Odontología de la Universidad de Costa Rica.

La remoción del fragmento coronario de los dientes se realizó perpendicular al eje longitudinal del mismo, 1mm arriba de la unión esmalte-cemento. Realizado este corte, la porción coronaria del diente se descartó y la porción radicular se sometió al tratamiento endodóntico y a la inspección en el estereoscopio a 25X para evaluar que la

circunferencia de la entrada del canal radicular de todas las piezas fuera similar a la periferia del poste por utilizar. El acceso endodóntico inicial del canal se realizó con una punta esférica de carbide número uno, en alta rotación sobre refrigeración constante; se permeabilizó el conducto con limas # 10 y 15 (Dentsply, Maillefer, Suiza). La longitud de trabajo (LT) se determinó visualmente por medio de inspección directa, restando un milímetro de la longitud real del diente con una lima flexofile #15 (Dentsply, Maillefer, Suiza). Los especímenes fueron, individualmente, fijados en anillos de PVC de 10 mm de diámetro interno y 19 mm de altura, para facilitar la manipulación durante el tratamiento endodóntico, cementación y polimerización de los cementos, evitando que se propague la luz a través de las paredes radiculares. Cada anillo se obturó con silicona de adhesión Hydroextreme (Còltene Whaledent, Suiza). Seguidamente, los especímenes se incluyeron dejando visibles 2 milímetros desde la unión amelocementaria. Los excesos en la parte superior se removieron con un bisturí #15. La preparación del tratamiento endodóntico se realizó por un único operador con la supervisión de un especialista en endodoncia. Para la instrumentación se utilizó el sistema rotatorio ProTaper de Denstply (Dentsply, Maillefer, Suiza) a 300 rpm con el motor Rotary Master (J.Morita, E.E.U.U). Se estandarizó la preparación biomecánica con el instrumento rotatorio F3 (Dentsply, Maillefer, Suiza). Entre cada instrumento se irrigó con hipoclorito de sodio al 3.5%. Al finalizar la preparación biomecánica se realizó una irrigación con EDTA al 17% durante 3 minutos, y la neutralización final se efectuó con 5ml de agua destilada. Finalmente se realizó un secado padronizado con cánula de baja succión seguido de la inserción individual de dos puntas de papel F3 (Dentsply, Maillefer, Suiza). Una vez secos, se obturaron los conductos radiculares mediante técnica de compactación lateral con conos F3 y cemento resinoso Top Seal® (Dentsply, Maillefer, Suiza). Se cortó la gutapercha con un transportador de calor y con compactación vertical se dejó la

obtención a 4 mm del ápice. Las muestras fueron almacenadas en estufa a 37° C. Después de 72 horas, se eligió el poste de color negro (#15), con largo total de 19 mm, diámetro coronal de 1.50 mm y diámetro apical de 0.80 mm que incluye el Sistema Rebuilda Post® (VOCO, Alemania). Un único poste fue utilizado como padrón de conformación, para no contaminar la capa externa de los demás postes que se utilizaron. La conformación del conducto se confeccionó con la broca específica del poste seleccionado. Enseguida, el poste se introdujo aproximadamente 12 milímetros, permitiendo la padronización por encima de la entrada al canal en 7 milímetros, determinando que, la distancia de luz proporcionada por la lámpara de fotopolimerización fuera padronizada para todos los especímenes, así se estableció una misma distancia en la transmisión de la luz a través del poste. A continuación, el asentamiento del poste se verificó antes para asegurar que ocurriera el correcto entramamiento mecánico en la región apical del espécimen.

Posterior a la preparación del canal radicular, los especímenes fueron distribuidos aleatoriamente en dos grupos (n=14), según el sistema de cementación:

Grupo 1 (G1): cemento convencional RelyX ARC® (3M, E.E.U.U) con sistema adhesivo de tres pasos: Adper Scotchbond Multipurpose Plus® (3M, E.E.U.U)

Grupo 2 (G2): Rebuilda DC® con sistema adhesivo autocondicionante - Futurabond DC (VOCO, Alemania).

Para ambos grupos se utilizaron los postes del Rebuilda Post System®. Inicialmente se procedió a lavar con agua desionizada el canal radicular desobturado para mantener su humedad; se secó de forma padronizada con tres puntas de papel. Seguidamente, los endopostes se limpiaron

con alcohol al 70% en la superficie externa y luego se silanizó la superficie externa con Ceramic Bond (VOCO, Alemania) y se dejó actuar por 60 segundos; finalmente, se secó con aire libre de aceite. Posteriormente se realizó el protocolo de cementación específico para cada uno de los cementos según las instrucciones del fabricante.

PRUEBA DE RESISTENCIA DE UNIÓN (*PUSH-OUT*)

Pasadas 24 horas de la cementación, se realizaron cortes padronizados de 1 mm de grosor en la máquina Isomet (Buelher, E.E.U.U) a 250 rpm. El primer corte, el más cervical fue desechado. Los siguientes cortes se identificaron, dos cortes cervicales, dos de la parte media y dos apicales. A cada corte se le colocó un punto de color rojo para identificar cervical y uno azul para el lado apical. Transcurridas 24 horas, luego del corte de los especímenes, se llevaron a la máquina Universal de Ensayos (Instron Corp., E.E.U.U) para someterlos al Ensayo Mecánico Laboratorial de Cizallamiento por Extrusión (*Push-Out*). El área de superficie adhesiva se calculó individualmente, siendo esta utilizada para calcular la resistencia de unión. La fuerza necesaria para el desprendimiento del poste fue registrada en Newtons (N), transformada en kilogramos/fuerza (kgf) y conferida en Mpa, utilizando las siguientes fórmulas: Conversión de valores de N para Kgf- $\text{kgf} = \text{N} \times 0,1020$ Conversión de valores de kgf para MPa - $\text{MPa} = \text{Kgf} \times 9,80 / \text{área en mm}^2$.

Los datos sobre la resistencia de la unión en MPa se evaluaron por medio del análisis de Varianza de dos vías (ANOVA). Posteriormente, las comparaciones (grupos y tercios) se sometieron a la prueba post-hoc de Bonferroni. Valores de P menores de 0.05 ($p < 0.05$) se consideraron como indicativos de significancia. Para el análisis del tipo de falla ocurrida, los especímenes fueron sometidos a análisis visual con el auxilio de un lente

10 X de aumento. Las fallas fueron clasificadas de acuerdo en el criterio sugerido por Perdigao; Gomes; Lee (18) como:

1. Falla adhesiva entre dentina y cemento.
2. Falla adhesiva entre cemento y poste.
3. Falla cohesiva del cemento.
4. Falla cohesiva del poste.
5. Falla mixta (con diferentes combinaciones entre 1, 2, 3, 4).

ANÁLISIS EN MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO (MEB)

Cuatro especímenes de cada grupo se utilizaron en el Análisis en MEB, de esta forma se obtuvieron 6 cortes por espécimen, 2 cortes de cada zona: cervical, media y apical. Las muestras se embutieron en resina epóxica. Después de 24 horas, los bloques de resina se lijaron y pulieron con lijas de agua de mayor a menor granulometría, desde la 500 hasta la 2000. Posteriormente fueron recubiertos en oro para examinados en MEB.

RESULTADOS

El análisis de varianza de dos vías (ANOVA) se delineó para experimentos enteramente casualizados en esquema factorial (4x3), con los siguientes factores: Cemento-Sistema Adhesivo (RelyX™ ARC –Sistema Scotch Bond Multipropósito Plus; Sistema Rebilda – Sistema Adhesivo Autocondicionante FuturaBond) y Tercios (cervical, medio y apical). En relación con el Cemento-Sistema Adhesivo, el análisis de ANOVA demostró que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores de resistencia de unión. Los valores medios en Mega Pascal (MPa) y desvíos

padrón (DP) para los diferentes Cemento-Sistema Adhesivo son presentados en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de medias y desvío-padrón de la Resistencia de Unión de los cementos.

GRUPOS	N	Media	Desvío Padrón
G1 (Rebilda Post System)	10	10,85	3,240
G2 (Rely X™ ARC)	10	11,36	2,978

A pesar de que G2 presentó una mayor resistencia de unión comparado con G1, el análisis estadístico demostró que no existe diferencia estadística entre ambos grupos.

En la comparación de los grupos y tercios, el análisis estadístico demostró diferencia estadísticamente significativa entre los tercios radiculares ($p < 0,0001$). Los valores medios de la resistencia de unión entre los cementos utilizados de acuerdo con los tercios radiculares se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Medias de la Resistencia de Unión (MPa) de los cementos en los diferentes tercios cervicales.

GRUPOS	T. Cervical	T. Medio	T. Apical
G1 (Rebilda Post System)	12,16*	10,02*	6,24*
G2 (Rely X™ ARC)	13,84*	11,67*	7,58*

Al realizarse la comparación por la prueba Bonferroni del desempeño de los cementos - sistemas adhesivos entre los tercios, se observó que, independientemente de la región, el G2 presentó los valores de resistencia adhesiva más altos, pero sin diferencia significativa. En relación con la dentina intrarradicular, la prueba de ANOVA

reveló que existe diferencia significativa entre los valores de resistencia adhesiva en los diferentes tercios ($p < 0,05$, $F = 188,13$).

Tabla 3. Prueba de Bonferroni para la comparación entre los tercios, valores p dentro de cada grupo.

GRUPOS	G1	G2
Cervical vs Apical	<0,001*	<0,001*
Cervical vs Medio	<0,001*	<0,001*
Medio vs Apical	<0,001*	<0,001*

En el análisis en MEB se pudo constatar que ambos grupos formaron tags resinosos y una zona de interdifusión resina-dentina (ZIRD) (Figura 1-2); sin embargo el G2 los presentó en mayor densidad, longitud y homogeneidad. En la figura 2 se observa la formación de capa híbrida con espesura continua y homogénea. Además, se observa la formación de prolongaciones resinosas largas introducidas

dentro de los túbulos dentinarios, como también la formación de prolongamientos resinosos laterales.

En el análisis sobre las fallas ocurridas posterior al push-out, se observó que el mayor número de fallas tuvieron lugar en la interface cemento/sistema adhesivo-dentina (60%), seguidas de las fallas mixtas (40%), siendo la más importante la ocurrida entre el poste-cemento-dentina. La figura 3 evidencia una falla mixta en la cual es posible observar las fibras del poste expuestas y adheridas a la superficie dentinaria. En la figura 3B es posible observar áreas con cemento (*) evidenciando falla adhesiva entre el cemento y la dentina, y la cohesiva del poste. Por otro lado, la figura 4 evidencia una falla mixta, es posible observar las fibras del poste expuestas y adheridas a la superficie dentinaria. Asimismo, es posible observar áreas con cemento, evidenciando falla adhesiva entre el cemento y la dentina y cohesiva del poste.

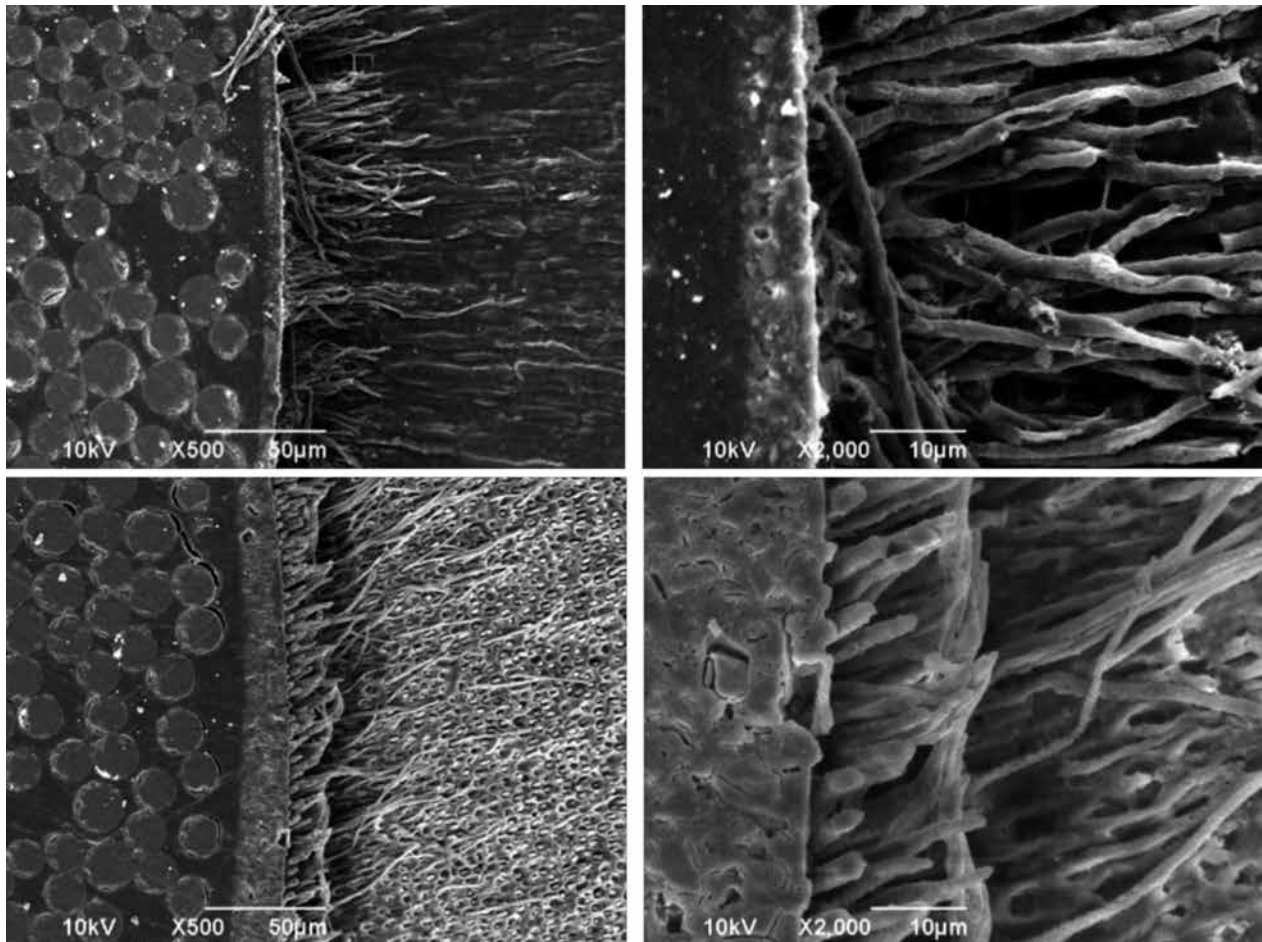


Figura 1. Fotomicrografías en MEB representativas del análisis de la Interface REBILDA DC® - dentina.

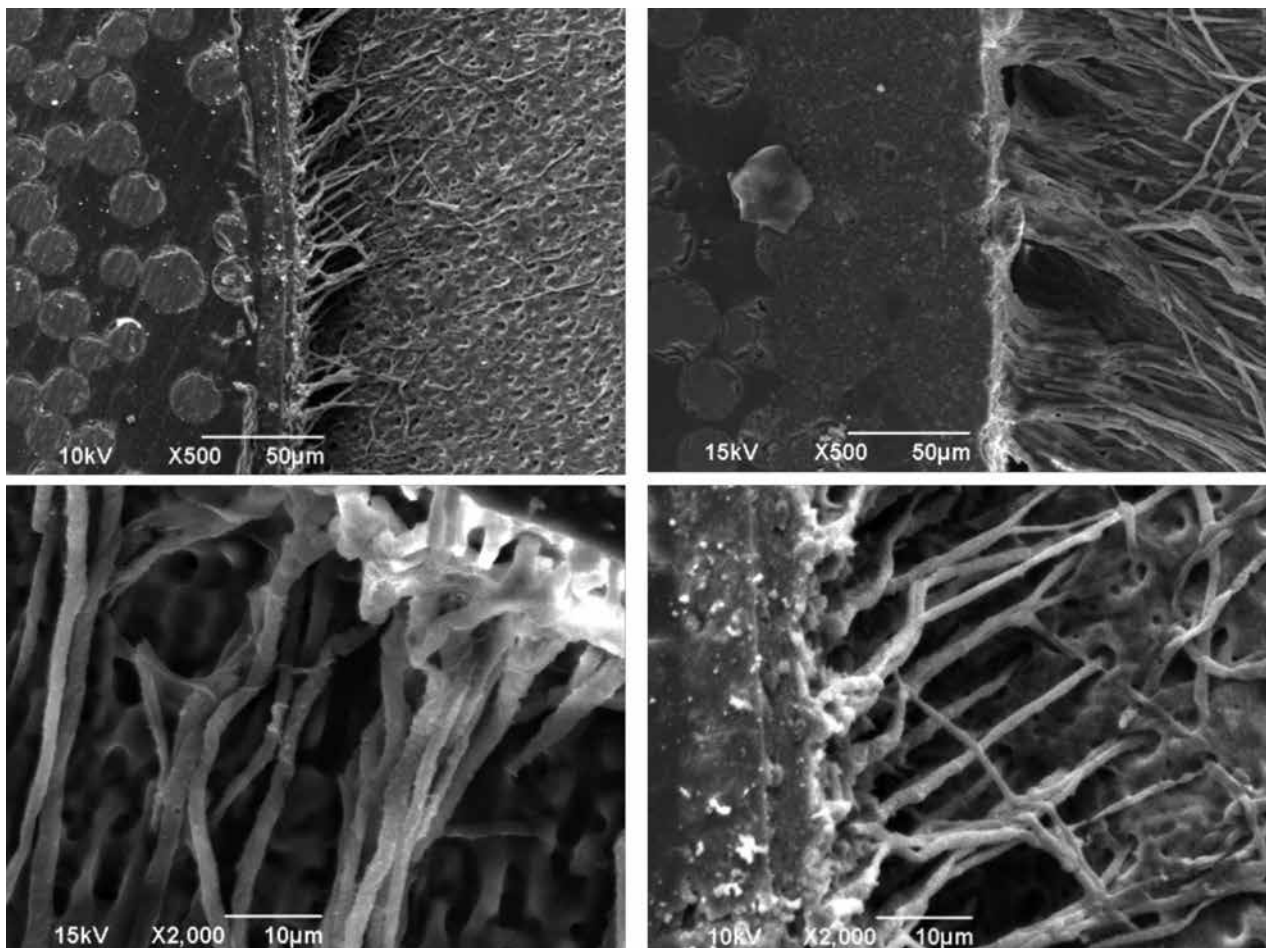


Figura 2. Fotomicrografías en MEB representativas de la interface de unión RelyX ARC - Dentina.

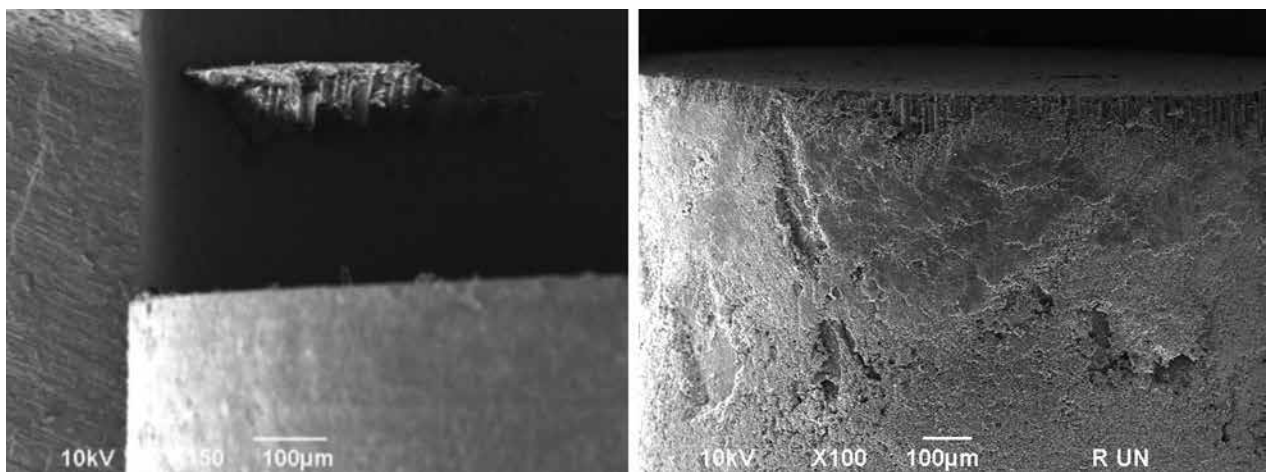


Figura 3. Fotomicrografías en MEB representativas, obtenidas después de la prueba de cizallamiento por extrusión (*push-out*) de los especímenes del grupo 1.

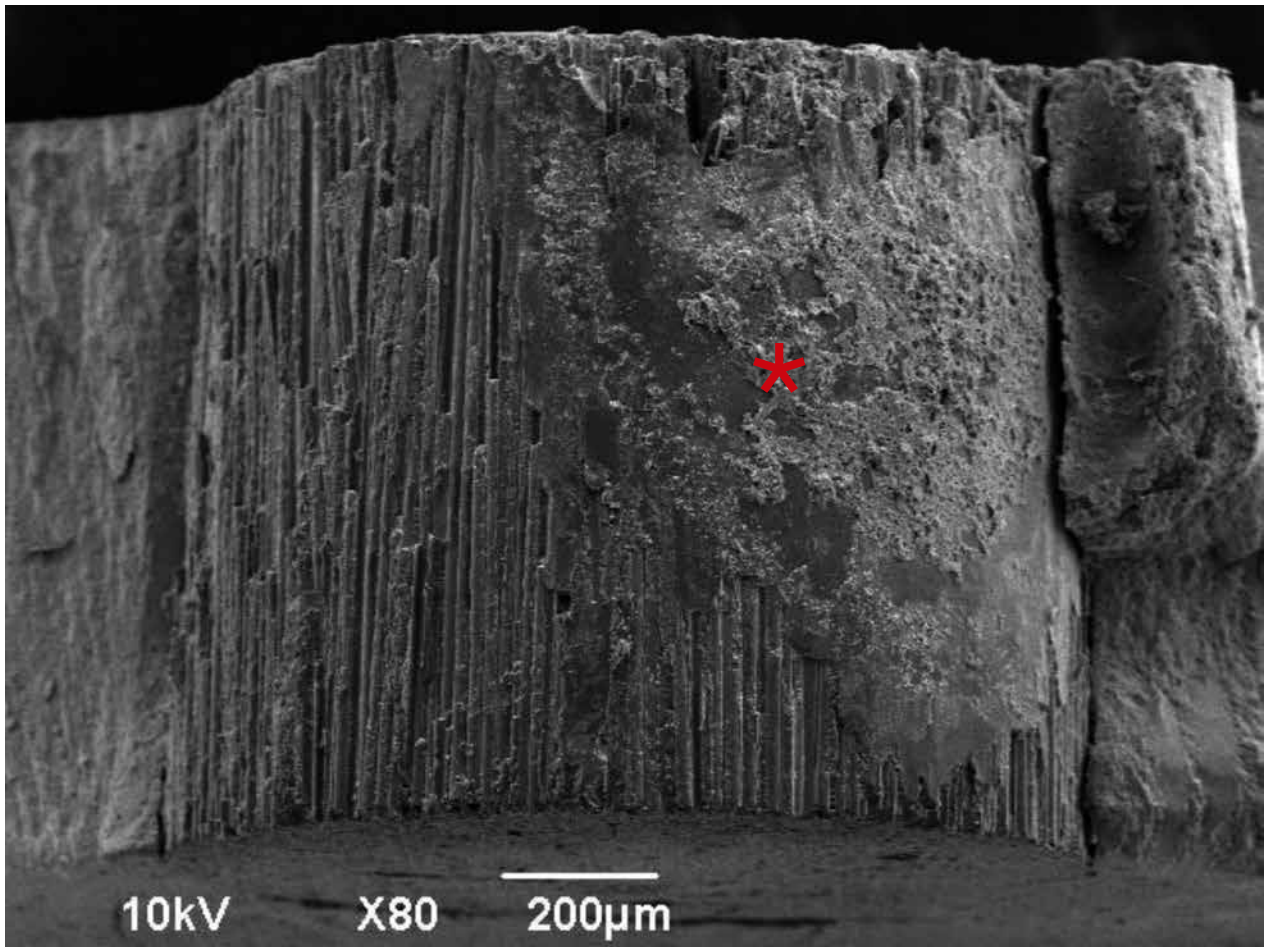


Figura 4. Fotomicrografías en MEB representativas obtenidas después de la prueba de cizallamiento por extrusión (*push-out*) de los especímenes del grupo 2.

DISCUSIÓN

Recientemente han surgido los sistemas de refuerzo radicular como una interesante opción restauradora en dientes tratados endodónticamente. Sin embargo es primordial conocer su desempeño al respecto de la resistencia adhesiva. Los resultados de este trabajo demuestran que el sistema de refuerzo radicular REBILDA DC® presenta una resistencia adhesiva similar al uso del RelyX™ ARC –Sistema Scotch Bond Multipropósito Plus.

Una adecuada resistencia de unión entre el endoposte-cemento-sistema adhesivo y la dentina es fundamental para el éxito a mediano-largo plazo en dientes tratados endodónticamente (16). Diversos estudios constatan que una importante causa de falla adhesiva de los dientes restaurados con postes de fibra se encuentra en la interface cemento-dentina (19,20). Así, aún existen incertidumbres al respecto de cuál es el mejor material para utilizar en la cementación de postes Intrarradiculares. Los resultados de este estudio demuestran que no existe diferencia significativa entre ambos sistemas. El mecanismo de acción de los sistemas adhesivos convencionales a la dentina intrarradicular es de naturaleza micromecánica por la formación de una capa híbrida y una zona de interdifusión resina-dentina (ZIRD) con tags resinosos, creando retención micromecánica de la resina al sustrato desmineralizado (12, 21, 22). Según Ferrari (5), una mayor retención mecánica del sistema adhesivo puede tener un efecto positivo en la resistencia adhesiva de estos materiales con la dentina intrarradicular. Una alternativa adhesiva se recomienda en la restauración de dientes tratados endodónticamente mediante la utilización del Sistema de Postes REBILDA® (24,25). Las últimas generaciones de sistemas adhesivos producen, por medio de una técnica de grabado o autograbado, la eliminación total/parcial de la capa de *smear layer* y la desmineralización de la dentina, dejando al descubierto una red de fibrillas de colágeno (5). La infiltración de resina en esta red

permite la formación de una zona de interdifusión resina-dentina (ZIRD) con tags resinosos, creando retención micromecánica de la resina al sustrato desmineralizado (21,22). El sistema Rebuilda utiliza un sistema adhesivo autocondicionante asociado a un cemento resinoso de polimerización dual. Este tipo de material se desarrolló para compensar la reducción de luz provocada por la interposición de los materiales indirectos y por la profundidad del canal radicular, para posibilitar mayor tiempo de trabajo y facilidad de remoción de excesos, además de tener mayor cantidad de partículas de carga lo que le confiere superior resistencia inmediata que impida el desprendimiento de la restauración (25).

Un factor que pudo haber contribuido para que el desempeño de los cementos resinosos sea efectivo y sin diferencia estadística entre los grupos puede atribuirse a su aplicación con micropinceles (microbrush) durante el procedimiento de cementación de postes Intrarradiculares. La utilización de micropinceles permite una mayor interdifusión del sistema adhesivo en los túbulos dentinarios, además de una aplicación más homogénea, inclusive en el tercio apical (22, 26). A pesar de que en este estudio los mayores valores de resistencia de unión los obtuvo el grupo con el Sistema Adhesivo de tres pasos (G2), no hubo diferencia estadísticamente significativa. La aplicación clínica de sistema adhesivo autocondicionante es más simple y por ende de menor sensibilidad para el operador. También, cabe resaltar que las interacciones químicas entre el sistema autocondicionante y la hidroxiapatita puede ser de mayor relevancia a lo largo del tiempo, en términos de adhesión con la dentina intrarradicular, como lo sugirió previamente Bitter, et al. (27). Así, se requieren futuros estudios que evalúen la resistencia adhesiva a lo largo del tiempo, así como su desempeño clínico.

Respecto con la región de la raíz, existe mucha controversia en la literatura en cuanto si

existe o no diferencia en la fuerza de adhesión del poste-cemento-sistema adhesivo-dentina entre los diferentes tercios radiculares. Las distintas regiones presentan diversas distribuciones y densidades de túbulos dentinarios. Esas densidades disminuyen significativamente de la región coronal a la región apical del canal radicular (8), y están directamente relacionadas con los valores de resistencia adhesiva alcanzados en el presente estudio.

En esta investigación, ambos grupos presentaron los mayores valores en cervical, mientras que los menores en apical, resultados que coinciden con estudios previos que revelaron diferencias en la resistencia adhesiva según la región evaluada (6,8,13). Después del análisis sobre las fallas ocurridas posterior al push-out, se observó que el mayor número de fallas tuvieron lugar en la interface cemento/sistema adhesivo-dentina (60%), seguidas de las fallas mixtas (40%), siendo la más importante la ocurrida entre el poste-cemento-dentina. El factor C (proporción entre las superficies adheridas y las superficies libres) puede variar de 20 a 100 o hasta exceder 200 durante la cementación de postes fibro-resinosos en el interior del canal radicular (8). Los valores de resistencia adhesiva pueden no ser capaces de superar las tensiones de contracción generadas por la polimerización del cemento, ya que la delgada capa a ser polimerizada, con superficies libres limitadas para la liberación de las tensiones, crea un escenario desfavorable cuando se lleva en consideración este factor explica los altos números de fallas adhesivas en la interface cemento/sistema adhesivo- dentina observadas en este estudio.

La eficacia de un sistema adhesivo para lograr una ZIRD se puede evaluar mediante la observación en MEB de la uniformidad, calidad y de la formación de ramificaciones laterales en la interface entre este y las paredes de la dentina radicular (12, 21). Esta evaluación se realizó debido a que la formación de tags

resinosos y ZIRD contribuyen a la creación de una apropiada adhesión micromecánica a la dentina, y, consecuentemente, un correcto sellado (29, 30). También la literatura relata que los sistemas de cementos resinosos adhesivos que forman una apropiada ZIRD presentan una menor microinfiltración que los cementos tradicionales (31).

Basados en los resultados obtenidos a partir de este estudio observamos que el Sistema de adhesivo para endopostes REBILDA® y el cemento resinoso convencional asociado a un sistema adhesivo de tres pasos promueven una resistencia de unión a dentina intrarradicular similar. Asimismo comprobamos que REBILDA® también fue eficaz en promover la micro-imbricación del sistema adhesivo y la formación de tags resinosos con ramificaciones laterales adhesivas. Así concluimos que el Sistema adhesivo para endopostes REBILDA DC® promueve una adecuada fuerza adhesiva con la dentina, siendo una opción eficaz para la cementación adhesiva de postes intrarradiculares en dientes tratados endodónticamente.

REFERENCIAS

1. Cagidiaco, M. et al. Mapping of tubule and intertubule surface areas available for bonding in Class V and Class II preparations. *Journal of Dentistry*. 1997; 25: 379-389.
2. Cagidiaco, M. et al. Clinical studies of fiber posts: a literature review. *International Journal of Prosthodontics*. 2008; 21: 328-336.
3. Ferrari, M. et al. Bonding to root canal: Structural characteristics of the substrate. *American Journal of Dentistry*. 2000;13: 255-60.
4. Cardoso, Luiz et al. Push-Out Bond Strength of Quartz Fiber Posts Luted with Self-Adhesive and Conventional Resin Cements. *OdoVtos - International Journal of Dental Sciences*. 2016; 18, (2): 73-90.
5. Ferrari, M. Fiber posts and endodontically treated teeth: a compendium of scientific

- and clinical perspectives. *Modern Dentistry Media*. 2008; 85-93.
6. Ferrari, M. et al. Influence of luting material fiber content on post cementation. *Journal of Dental Research*. 2009; 8 (10): 951-956.
 7. Dietschi, D. et al. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of literature. Part II: Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vitro studies. *Quintessence International*. 2008; 39: 117-129.
 8. Bouillaguet, S., Troesch, S., Wataha, J., Krejci, I., Meyer, J. & Pashley, D. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dental Materials*. 2003; 19: 199-205.
 9. Goracci, C. & Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. *Australian Dental Journal*. 2011; 56: 77-83.
 10. Mjör, I., Smith, M., Ferrari, M. & Mannocci, F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *International Endodontic Journal*. 2001; 34: 346-353.
 11. Ferrari, M., Vichi, A. & Garcia-Godoy, F. Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *American Journal of Dentistry*. 2000; 13: 8b-15b.
 12. Ferrari, M., Vichi, A. & Grandini, S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls an SEM investigation. *Dental Materials*. 2002;(17): 422-429.
 13. Bitter, K. et al. Analysis of Resin-Dentin Interface Morphology and Bond Strength Evaluation of Core Materials for One Stage Post-Endodontic Restorations. *Plos One*. 2014; 9 (2) e86294.
 14. Ferrari, M. et al. Influence of luting material filler content on post cementation. *J Dent Res*. 2009; 88:951–956.
 15. Radovic I, Mazzitelli, C., Chieffi, N., Ferrari, M. Evaluation of the adhesion of fiber posts cemented using different adhesive approaches. *Eur J Oral Sci*. 2008; 116: 557–563.
 16. Perdigao, J., Monteiro P, Gomes G, Santos, V. Restoring teeth with prefabricated fiber-reinforced resin posts. *Pract Proced Aesthet Dent*. 2007; 19: 359–364; quiz 365.
 17. Sterzenbach, G. et al. Fiber post placement with core build-up materials or resin cements- Aevaluation of different adhesive approaches. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2012; 70: 368–376.
 18. Perdigao, J., Gomes, G. & Lee, I. The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. *Dental Materials*. 2006; 22(8): 752-758.
 19. Mannocci, F., Ferrari, M., Watson, T. Microleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite cores after cyclic loading: a confocal microscopic study. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2001; 85: 284-291.
 20. Prisco, D. et al. Fiber post adhesion to resin luting cements in the restoration of endodontically-treated teeth. *Operative Dentistry*. 2003; 28: 5: 51-521.
 21. Vichi, A., Grandini, S. & Ferrari, M. Comparison between two clinical procedures for bonding fiber posts into a root canal: A microscopic investigation. *Journal of Endodontic*. 2002;28:5: 355-360.
 22. Vichi, A., Vano, M. & Ferrari, M. The effect of different storage conditions and duration on the fracture strength of three types of translucent fiber posts. *Dental Materials*. 2008; 24: 832-838.
 23. Ramírez Barrantes DDS, MS, PhD, J., Araujo Jr DDS, MS, PhD, E., & Narciso Baratieri DDS, MS, PhD, L. Clinical Evaluation of Direct Composite Resin Restorations in Fractured Anterior Teeth. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*. 2015; 0(16), 47-62.
 24. Cardoso, L., Araújo DDS, MSD, PhD, É., Narciso Baratieri DDS, MSD, PhD, L., & Ramírez DDS, MSD, PhD, J. Push-Out Bond Strength of Quartz Fiber Posts Luted

- with Self-Adhesive and Conventional Resin Cements. *Odovtos - International Journal of Dental Sciences*, 2016; 18 (2), 73-90.
25. Arrais, C. et al. Effect of curing mode on microtensile bond strength to dentin of two dual-cured adhesive systems in combination with resin luting cements for indirect restorations. *Operative Dentistry*. 2007; 32:1: 37-44.
 26. Ferrari, M. et al. Influence of microbrush on efficacy of bonding into root canals. *American Journal of Dentistry*. 2002; 15:4: 227-231.
 27. Bitter, K. et al. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *European Journal of Oral Sciences*. 2009; 17:3: 326-333.
 28. Tay, F., Loushine, R., Lambrechts, P., Weller, R. & Pashley, D. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: A theoretical modeling approach. *Journal of Endodontics*. 2005; 31: 584-589.
 29. Nakabayashi, N., Kojima, K. & Masuhara, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *Journal of Biomedical Materials Research*. 1982; 16: 265-9.
 30. Nakabayashi, N. & Pashley, D. Hybridization of dental hard tissue. *Quintessence International*. 1998; 29: 195-203.
 31. Mannocci, F., Ferrari, M., Watson, T. Microleakage of endodontically treated teeth restored with fiber posts and composite cores after cyclic loading: a confocal microscopic study. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2001; 85: 284-291.



Attribution (BY-NC) - (BY) You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggest the licensor endorses you or your use. (NC) You may not use the material for commercial purposes.