



**UNIVERSIDAD DE CHILE  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGÍA RESTAURADORA  
ASIGNATURA DE BIOMATERIALES ODONTOLÓGICOS**

**Estudio comparativo *in vitro* de la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados mediante técnica adhesiva convencional y cementos autoadhesivos.**

**Paulina Alejandra Henríquez Gallardo**

**TRABAJO DE INVESTIGACION  
REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
CIRUJANO-DENTISTA**

**TUTOR PRINCIPAL  
Prof. Dr. Marcelo Bader M.**

**TUTOR ASOCIADO  
Dr. David Aizencop C.**

**Santiago - Chile  
2012**

## **AGRADECIMIENTOS**

Durante este largo camino son muchas las personas a quienes quiero expresar mi gratitud por el apoyo y la confianza que me han prestado de forma desinteresada.

En primer lugar, debo un especial reconocimiento a mis padres por su amor incondicional, su constante apoyo, confianza y esfuerzo. Ésta tesis se la dedico a ellos.

Al Dr. Bader, por su ayuda y guía en este trabajo, por su buena disposición y tiempo en todo momento.

Al Dr. Ehrmantraut, por su colaboración y su simpatía.

Al Sr. Jorquera, por su amabilidad, gran disposición y tiempo invertidos en este trabajo de investigación.

A la Sra. Rebeca por su amabilidad y simpatía en todo momento.

A todos los docentes que tuve en el transcurso de ésta carrera, que me entregaron sus conocimientos y consejos, para ser hoy una mejor profesional.

No puedo olvidar a mis compañeros y amigos, con los cuales he compartido incontables horas de estudio e inolvidables momentos de amistad. Gracias por los buenos y malos momentos, por su cariño, por apoyarme y escucharme. Todo esto nunca hubiera sido posible sin el apoyo de Uds. Los quiero.

## INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	3
HIPÓTESIS.....	12
OBJETIVOS	
OBJETIVO GENERAL.....	13
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
RESULTADOS.....	25
DISCUSIÓN.....	33
CONCLUSIONES.....	37
SUGERENCIAS.....	38
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

**Estudio comparativo *in vitro* de la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados mediante técnica adhesiva convencional y cementos autoadhesivos.**

**Paulina Alejandra Henríquez Gallardo**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE CIRUJANO DENTISTA

**RESUMEN**

**Introducción:** El objetivo de este estudio fue determinar si existen diferencias en la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados con un cemento de resina compuesta autoadhesivo y un cemento de resina compuesta con técnica adhesiva convencional.

**Materiales y Métodos:** Se utilizaron 42 dientes humanos unirradiculares, a los cuales se les realizó tratamiento de endodoncia y posterior desobturación parcial, dejando al menos 4mm de gutapercha para el sellado apical. Luego las muestras fueron separadas en dos grupos para la cementación de postes de fibra de vidrio mediante dos técnicas adhesivas. Grupo 1: Cemento RelyX ARC + Adper Single Bond 2. Grupo 2: Cemento RelyX U100. Transcurrida una semana, cada muestra fue cortada en discos de 2 mm de ancho para ser sometidos al Push – out Test, para medir la resistencia adhesiva de cada cemento. Los valores obtenidos fueron tabulados y sometidos a análisis estadísticos de Shapiro-Wilk y Test Student. ( $\alpha=0,05$ )

**Resultados:** El análisis de los resultados obtenidos en este estudio, mediante el Test T, indica que no existen diferencias estadísticamente significativas en los valores de resistencia adhesiva entre el grupo Relyx ARC y el grupo RelyX U100.

**Conclusiones:** No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados con RelyX ARC y RelyX U100, lo cual permite concluir que el uso de RelyX U100 combina una buena resistencia adhesiva y una técnica más sencilla en comparación a los cementos de resina compuesta convencionales.

## INTRODUCCION

En la práctica restauradora en Odontología, la rehabilitación de las piezas dentarias una vez finalizado el tratamiento endodóntico, es parte fundamental para determinar el éxito a largo plazo de éste. (1) En los casos en que el remanente dentario no sea suficiente para proveer anclaje y retención de la restauración definitiva, se recurrirá al uso de anclajes intrarradiculares o postes, dentro de los cuales podemos encontrar desde los postes colados utilizados tradicionalmente hasta los postes prefabricados, donde los postes de resina compuesta reforzados con fibras de vidrio, al poseer un módulo de elasticidad similar al de la dentina, prometen resultados efectivos y con menor grado de fallas catastróficas como las fracturas radiculares. (2)

Los postes de resina compuesta reforzados con fibras de vidrio deben cementarse adhesivamente para formar un monoblock con las estructuras dentarias y así mejorar el comportamiento biomecánico del conjunto diente-restauración. (3) Es por ello que los cementos de resina compuesta son utilizados para la cementación de este tipo de postes, ya que ambos poseen un módulo elástico similar al de la dentina generando menor stress y riesgo de fractura radicular. Según su activación, los cementos de resina compuesta se pueden clasificar en cementos de: *activación química*, *activación física por luz* y de *activación dual*. Para la cementación de postes de fibra de vidrio se pueden utilizar ya sea los cementos de resina compuesta activados químicamente o los de activación dual, ya que el rayo de luz requerido para la activación sólo activará el cemento de resina compuesta visible directamente y no nos asegura la polimerización completa del cemento de fotoactivación al interior del conducto. A su vez, hoy contamos con una amplia gama de sistemas adhesivos que pueden ser utilizados en combinación con los cementos de resina compuesta de activación química y duales, pudiéndose usar sistemas adhesivos convencionales y autograbadores. Sin embargo, ello implica una técnica de cierta complejidad, lo que podría afectar los resultados desde el punto de vista de la resistencia adhesiva lograda. De allí que recientemente han aparecido los cementos resinosos autoadhesivos, (4) los cuales no requieren acondicionamiento dentario

previo ni sistemas adhesivos para lograr su propósito de adherirse a las estructuras dentarias.

Es bien conocido en la literatura que los sistemas adhesivos convencionales, poseen buenos resultados de resistencia adhesiva en esmalte y dentina coronal. Sin embargo, el limitado control de humedad, el difícil acceso y la disminución de la luz de fotopolimerización al interior del conducto radicular, hacen que esta técnica sea muy sensible y pueda afectar la resistencia adhesiva final. (5) Es por esto, que los cementos de resina compuesta auto-adhesivos aparecen en la práctica clínica como una alternativa innovadora y con resultados prometedores, ya que reúnen en un sólo producto la capacidad de auto-adhesión, lo que reduce la sensibilidad de la técnica para la cementación del poste o de la restauración, por lo que se limitan los errores relacionados con su manejo. (6)

No obstante, un limitado número de investigaciones está disponible acerca de las características de estos cementos de resina compuesta autoadhesivos en comparación a los convencionales. Es por esto, que este estudio busca comparar la resistencia adhesiva de poste de fibra de vidrio cementados con ambas técnicas adhesivas.

## MARCO TEÓRICO

La Odontología restauradora, en su afán de dar solución a los problemas de pérdida de tejido dentario, ya sea por caries, traumatismos, malformaciones congénitas y/o hereditarias, ha recurrido al uso de diferentes tipos de materiales. Pero no sólo ha estado enfocada a devolver forma y resistencia mecánica, sino que además se ha preocupado de devolver la armonía óptica perdida. El objetivo fundamental de la odontología restauradora consiste en sustituir la estructura dental enferma o perdida, por materiales que permitan restablecer la función y el aspecto natural de los dientes. (7)

Muchas veces la pérdida de estructura dentaria es extensa, la cual es insuficiente para proveer soporte y retención de la restauración, en estos casos el uso de anclajes intrarradiculares o postes es una alternativa ampliamente utilizada. Sin embargo, cabe destacar que el uso de postes sólo provee retención para el muñón y la restauración coronaria, pero no refuerza la raíz dentaria. (8)

Los postes o anclajes intrarradiculares se dividen en 2 categorías principales: postes colados y postes prefabricados.

### **Postes Colados**

Los postes colados han sido utilizados por décadas como anclaje de la restauración definitiva en dientes tratados endodónticamente. Pueden ser elaborados en una gran variedad de aleaciones metálicas, ya sean estas aleaciones nobles o aleaciones de metal base o no preciosas. (9)

Sus principales desventajas son su alto Módulo Elástico (ME), siendo incapaces de absorber y disipar adecuadamente las tensiones, (10) lo que puede predisponer a fracturas radiculares, poseen estética desfavorable y requieren dos sesiones para su instalación ya que son fabricados en el laboratorio.



## **Postes Prefabricados**

Existe una gran variedad de postes prefabricados los cuales varían en su composición, forma y configuraciones superficiales.

De acuerdo a su composición podemos encontrar postes de acero inoxidable, aleaciones de titanio, cerámica y polímeros reforzados con fibras de vidrio, carbono o circonio. Tradicionalmente los postes eran prefabricados de aleaciones metálicas, pero en la década de los '90 fueron introducidos los primeros postes de resina compuesta reforzados con fibras, los cuales podían ser cementados de forma adhesiva y cuyo uso ha aumentado considerablemente con los años. (11,12)

Según su forma, podemos clasificar los postes en:

- Cónicos (taper), que pueden ser lisos o dentados.
- Cilíndricos, que también pueden ser lisos o dentados.
- Cilindro-cónicos.

Finalmente de acuerdo a su configuración superficial, los postes pueden ser activos o pasivos. El poste activo se acopla mecánicamente a la dentina atornillándose al conducto, mientras que el poste pasivo depende del cemento y de su íntima adaptación a las paredes del conducto para su retención.

## **Postes de fibra de vidrio**

Los postes de fibra de vidrio se introdujeron como alternativa a los postes metálicos, (13, 14) a pesar de las superiores propiedades físicas y mecánicas de estos últimos. Los postes de fibra de vidrio se han propuesto como una alternativa para satisfacer las demandas estéticas clínicas y una distribución más uniforme del stress a nivel de la raíz del diente, gracias a su módulo elástico similar a la dentina. (15, 16)

Las ventajas relacionadas con la utilización de los postes de fibra de vidrio se reflejan también en el ahorro de tiempo durante los tratamientos ya que requieren

una sola sesión, (17) en la posibilidad de transmitir la luz polimerizable a través del poste permitiendo la polimerización del cemento, en la posibilidad de remoción de los postes en el caso de que sea necesario un retratamiento y en una reducida probabilidad de producir hipersensibilidad alérgica. (18)

Estos postes están compuestos de fibras de vidrio o sílice inmersas en una matriz de resina epoxi, ambas conectadas por un agente acoplante de silano que permite unir las fibras a la matriz. Las fibras tienen un diámetro que va de 7 a 10 micrones y están disponibles en distintas configuraciones, las que pueden ser: trenzadas, longitudinales y entretrejidas. Estos postes son químicamente compatibles con el bisfenol-glicidil metacrilato (Bis-GMA) componente de cementos de resina, por lo tanto, pueden ser cementados al conducto radicular utilizando una técnica adhesiva. (19)

En relación a las propiedades físicas y mecánicas de los postes de resina reforzados con fibra, estas son inferiores en comparación a los postes colados. Sin embargo, el metal, al ser altamente rígido, transmite las cargas a la dentina que es menos rígida provocando mayor riesgo de fractura radicular. El menor módulo de elasticidad de los postes de fibra, por otra parte, es más cercano al de la dentina y podría disminuir el riesgo de fractura radicular. Más aún, en caso de falla, son de fácil remoción para permitir el retratamiento endodóntico.

La resistencia flexural de los postes de fibra de vidrio no está relacionada al tipo de fibra empleada, sino más bien a la concentración y tipo de resina epóxica utilizada. Esta combinación de elementos proporciona elasticidad comparable a la de los tejidos dentinarios – entre 18 y 24 Giga Pascal (GPa) – junto con adecuadas cualidades mecánicas. La proporción de fibras incorporadas está en relación directa con su resistencia mecánica y su Módulo de Elasticidad (ME). Los postes de fibra de vidrio presentan promedialmente un ME de 28 GPa, mientras que los pernos colados poseen cifras de alrededor de 200 GPa. (20)

## **Cementación de los postes de fibra.**

El éxito clínico de una restauración indirecta está, en parte, relacionado con el material y la técnica de cementación utilizada para crear una unión entre la restauración y el sustrato dental. Entre los factores responsables de una posible reducción de su integridad, se considera la falta de ajuste de la restauración, una inadecuada adaptación marginal del cemento a nivel de las interfases adhesivas y una disminución de la retención de la restauración. (21-23)

La retención de los postes de fibra al conducto radicular se verá afectada por distintos factores, entre ellos: el tipo de poste, la adaptación de este al conducto radicular y el tipo de agente cementante. (24) Los resultados clínicos serán predecibles siempre y cuando el poste de fibra se adapte íntimamente a las paredes del conducto radicular, quedando entre ambos una capa delgada y uniforme de cemento.

Los mecanismos de retención que podemos lograr al cementar cualquier elemento son: químicos, mecánicos (fricción) y micromecánicos (hibridización). Dependiendo de la naturaleza del cemento y del sustrato, la retención se logra usualmente por la combinación de dos de estos tres mecanismos.

Los postes de fibra se retienen de forma pasiva en el conducto radicular, por lo tanto, su retención depende de la adhesión que se logre entre poste y cemento y entre cemento y dentina radicular, es por esta razón que se recomienda la utilización de cementos de resina compuesta para lograr su adhesión.

Los sistemas de cementación se pueden clasificar según su composición química en: cemento de fosfato de zinc, cementos policarboxilatos, cementos de ionómero de vidrio, cementos híbridos (cementos de ionómero de vidrio modificados) y cementos resinosos. (25)

La introducción de cementos resinosos, ha hecho indispensable el uso de sistemas adhesivos que pudieran adherirse a las estructuras dentarias para alcanzar retenciones micro-mecánicas que normalmente no se lograrían sólo con estos cementos. (26 -28) Los sistemas y las técnicas adhesivas han sufrido una

serie de modificaciones a partir de su introducción en 1955. Actualmente, la investigación en el área de los materiales odontológicos tiene como objetivo optimizar el mecanismo de unión de estos sistemas adhesivos a las estructuras dentarias y en especial a la dentina.

La composición de los cementos de resina compuesta puede ser en base a Bis-GMA, dimetacrilato de uretano o una mezcla de ambos, monómeros diluyentes, más un relleno de zirconia/sílice que es utilizado para impartir radiopacidad, resistencia al desgaste y resistencia mecánica. (25, 29)

De acuerdo a su presentación, podemos encontrar sistemas encapsulados o pasta-pasta.

Según su modo de activación, los clasificaremos en cementos de activación por luz, de activación química o de activación dual. Los cementos fotoactivados poseen en su composición uno o más fotoiniciadores como la canforquinona ( $\alpha$  dicetona fotosensible) y una amina terciaria alifática (N, N-dimetilaminoetil metacrilato). En los cementos de activación dual, se agrega una pasta catalizadora que contiene un activador químico (peróxido de benzoilo) que puede mezclarse con el cemento de resina fotoactivable para aumentar la concentración de radicales libres aún cuando no haya luz suficiente. Cuando las dos pastas son mezcladas y expuestas a la luz, los radicales libres se forman tanto por activación química como por fotoactivación. Se espera que en áreas donde la luz no es capaz de activar la canforquinona, los radicales libres formados por la interacción entre la amina y el peróxido de benzoilo compensen la falta de aquellos generados entre la amina y la canforquinona. (25)

Los cementos de resina fotoactivados tienen como ventaja un mayor tiempo de trabajo, ya que sólo polimerizarán al ser expuestos a la luz. (30) Sin embargo, su uso está limitado exclusivamente para la cementación de carillas o incrustaciones superficiales, cuyo grosor permite la transmisión de luz suficiente para hacer polimerizar el cemento. No así los cementos de resina de activación dual, que están indicados cuando la opacidad de la restauración no permite que se transmita suficiente energía lumínica al cemento.

Los materiales de activación dual deben ser capaces de polimerizar sin la necesidad de ser fotoactivados, lo que permitiría una polimerización completa en aquellas regiones donde la luz no alcanza a llegar. Sin embargo, se ha observado que este tipo de materiales no logran una conversión total de los monómeros cuando la activación inicial mediante luz no es posible, así mismo, se ha verificado que cuando los cementos de activación dual no son previamente fotoactivados ocurriría una disminución en sus valores de adhesión.

### **Adhesión al conducto radicular**

Los cementos dentales proporcionan la unión entre la restauración y la superficie dentaria mediante alguna forma de fijación o adhesión.

La adhesión se define como toda fuerza que se opone a la separación de dos cuerpos, manteniéndolos unidos, cuando están en íntimo contacto. Existen dos tipos de adhesión, que pueden darse por separadas o combinadas. (31, 32)

- **Adhesión mecánica:** se realiza entre dos superficies a través de una trabazón entre las partes a unir, las cuales se mantienen en contacto en base a la penetración de una de ellas, o de un adhesivo, en las irregularidades que presenta la superficie de la otra. Se subdivide en micro y macro mecánica.

- **Adhesión Química:** las partes se mantienen unidas por la presencia de enlaces químicos, lográndose así una continuidad absoluta en el conjunto.

La adhesión a dentina intrarradicular ocurre por estos 2 mecanismos mencionados anteriormente, la *unión química* y la *unión micromecánica*.

La unión micromecánica se basa en dos estructuras muy importantes, la "capa híbrida" y los "tags" intratubulares que son dos estructuras cuya formación debemos favorecer con nuestra técnica adhesiva. La capa híbrida fue descrita como hallazgo microscópico por Nakabayashi en 1982 (15). Ésta se forma por la penetración de los monómeros adhesivos a través de los nanoespacios que quedan entre las fibras de colágeno desmineralizadas y expuestas por la acción del ácido en la superficie dentinaria y que tras polimerizar, quedan atrapados en

ella. Mientras que los *tags de resina*, corresponden a la porción de resina que se introduce dentro de los túbulos dentinarios desmineralizados. (31, 32)

En un estudio de adhesión en el conducto radicular, se determinó que la adhesión a dentina intrarradicular tuvo estadísticamente menos fuerza adhesiva que a dentina de la cámara pulpar, (31, 34) probablemente debido a la menor cantidad de túbulos dentinarios y además, en consecuencia de esto, al menor tamaño y cantidad de ramificaciones laterales de los túbulos dentinarios que tiene la dentina radicular. (33)

Estos hallazgos, sumados a las características anatómicas de la dentina de los conductos radiculares, suman factores de gran importancia clínica a considerar en el caso de efectuar un tratamiento restaurador ocupando técnicas adhesivas, ya que se debe elegir un modo adecuado para acondicionar las paredes del conducto.

El uso de cementos de resina compuesta convencionales, requiere un pre-tratamiento de la superficie dentaria mediante un sistema adhesivo. El mecanismo de adhesión de estos cementos comienza con un grabado ácido de la dentina con ácido fosfórico al 37%. Esto genera una desmineralización de la dentina, permitiendo eliminar el barro dentinario e incrementar la permeabilidad de los túbulos dentinarios. La interacción directa entre la resina adhesiva con la dentina, presupone que el material resinoso pueda rellenar los espacios dejados por la remoción de los componentes minerales, infiltrando los túbulos dentinarios y estabilizando la matriz de colágeno para formar una capa híbrida, logrando la unión micromecánica a la dentina.

Las principales limitaciones al utilizar adhesivos dentinarios al interior del conducto, es que deben polimerizar para formar la capa híbrida, los tags y unirse a la resina de cementación. La reacción de polimerización en los sistemas adhesivos de fotocurado, se basa en la excitación del fotoiniciador, el cual reacciona con una amina alifática o lineal para generar los radicales libres que inician la polimerización. Por tanto, el grado de conversión de monómeros a polímeros depende de la intensidad de la luz y del tiempo de exposición de los

fotoiniciadores. (35, 36) Este es un aspecto a tener en cuenta ya que la intensidad de la luz disminuye en forma inversamente proporcional a la profundidad de la raíz del diente. (37) Por lo cual, la adhesión a dentina intrarradicular podría verse afectada. Lui JL, (38) indicó que no se puede asegurar la completa polimerización de la resina cuando se introduce a una profundidad mayor de 4 a 5 milímetros en el conducto radicular.

Otras limitaciones a considerar, son las características morfológicas del conducto radicular, tales como la presencia de una dentina secundaria irregular, la presencia de dentina esclerótica (que no logra ser grabada eficientemente con 15 segundos de aplicación de ácido fosfórico), la menor cantidad de túbulos dentinarios y el difícil acceso que tienen los materiales de aplicación del sistema adhesivo como los microbrush, lo que puede generar zonas donde no se aplica correctamente el adhesivo y por lo tanto, no producir una correcta técnica de adhesión.

Por este motivo se han realizado diversas investigaciones con el objetivo de eliminar estas limitaciones. Es así como se desarrollaron los cementos de resina compuesta autoadhesivos, que fueron incorporados en el mercado dental en el año 2002, para satisfacer los requerimientos de los odontólogos en la simplificación de las técnicas de cementado. Estos materiales se aplican directamente en la superficie a adherir y no requieren tratamiento alguno ni de las restauraciones ni de los sustratos dentales. Con esto se reduce el número de pasos y el tiempo clínico empleado, disminuye la sensibilidad a la técnica y por lo mismo, los errores de procedimiento durante el tratamiento.

Estos cementos auto-adhesivos contienen monómeros ácidos de metacrilato que reaccionan con la hidroxiapatita del tejido dental duro. Sin embargo, algunos estudios sugieren que los cementos autoadhesivos tienen una capacidad limitada para difundir y descalcificar la dentina subyacente efectivamente. Una de las razones de estas limitaciones es la alta viscosidad del cemento, que puede aumentar después de las primeras reacciones ácido-base. (39)

Los principales componentes del cemento de resina compuesta autoadhesivo son: monómeros de metacrilato, rellenos de sílice, fotoiniciadores y sistemas de iniciadores químicos.

La reacción de polimerización de estos cementos comienza ya sea por fotoactivación o por la reacción química del sistema iniciador.

Una vez mezclado el cemento autoadhesivo, éste tiene un pH ácido y es hidrofílico. Cuando entra en contacto con la superficie dentaria, la carga negativa de los grupos de ácido fosfórico de los monómeros de metacrilato, se unen a los iones de calcio presentes en la estructura dental. Por lo tanto, los grupos de ácido fosfórico se neutralizan, quedando unidos a la estructura dentaria. Los grupos de ácido fosfórico remanentes, son neutralizados por iones liberados del relleno de sílice. Simultáneamente, ocurre la reacción principal del cemento, que es una polimerización de tipo radicalica, mediante la cual las moléculas de monómero de metacrilato son químicamente “entrelazadas” para formar una red polimérica tridimensional. Durante este proceso la matriz del cemento cambia desde una condición hidrofílica a una condición hidrofóbica, lo que genera que esta red tridimensional de monómeros de metacrilato quede firme y permanentemente adherida a las estructuras dentales. (40,41)

Las ventajas ya mencionadas de los cementos de resina compuesta autoadhesivos por sobre los convencionales, es que no requieren de un tratamiento previo de la estructura dentaria. Debido a que estos cementos no utilizan un sistema adhesivo, reducen drásticamente el número de pasos clínicos, el tiempo de trabajo y disminuye la sensibilidad de la técnica, por lo que minimiza los errores de procedimiento durante las fases de tratamiento.

Sin embargo, estos materiales son relativamente nuevos y la información detallada sobre sus propiedades adhesivas es limitada. Es por ello que el objetivo de este estudio es determinar si existen diferencias en la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados con un cemento de resina compuesta autoadhesivo y un cemento de resina compuesta con técnica adhesiva convencional.



## **HIPÓTESIS**

Existen diferencias en la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados con un cemento de resina compuesta autoadhesivo y un cemento de resina compuesta con técnica adhesiva convencional.

## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar si existen diferencias en la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados con un cemento de resina compuesta autoadhesivo y un cemento de resina compuesta con técnica adhesiva convencional.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el grado de resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados con RelyX™ ARC.
- Determinar el grado de resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados con RelyX™ U100.
- Analizar comparativamente los resultados obtenidos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

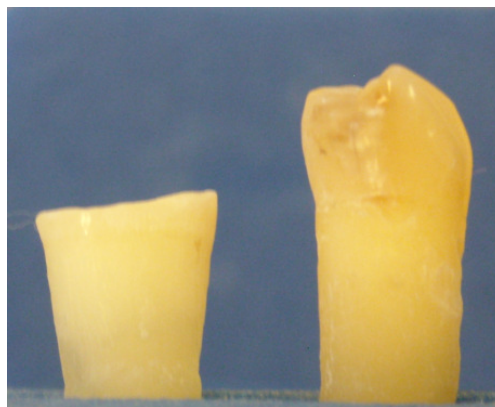
Este trabajo experimental se realizó en el Laboratorio de Biomateriales Odontológicos del Departamento de Odontología Restauradora de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile y el Laboratorio de Mecánica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

En este estudio se utilizaron 42 piezas dentarias humanas extraídas correspondientes a incisivos, caninos y premolares unirradiculares, con indicación de extracción o con enfermedad periodontal, los cuales se almacenaron en una solución de suero fisiológico con formalina al 2% en un recipiente cerrado, con el objeto de mantener su hidratación, hasta ser ocupados en la etapa experimental.

### I. Preparación de las piezas dentarias.

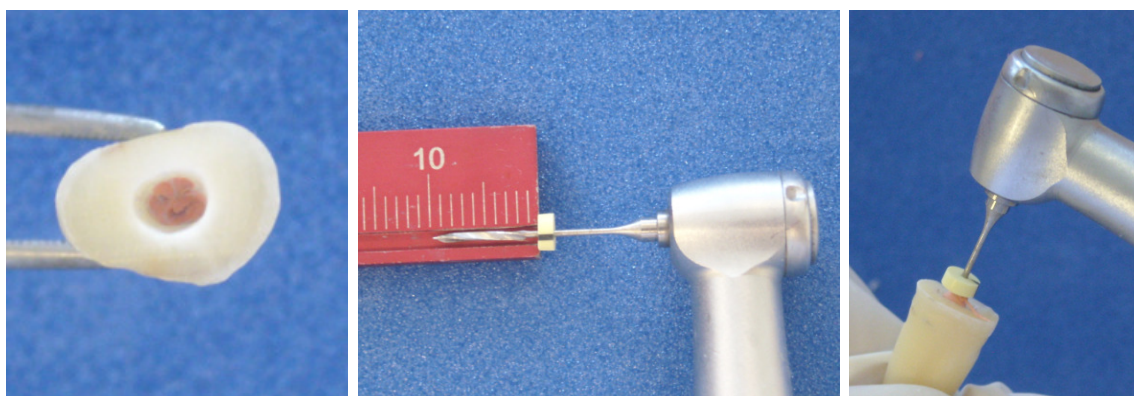
Previo a su utilización las piezas dentarias fueron limpiadas con curetas para el retiro de los restos de ligamento periodontal, se eliminó caries en caso de que existiera y posteriormente se realizó el seccionamiento de las piezas dentarias a 2 mm por encima del límite corono-radicular, usando discos de corte en portadiscos y sistema de baja velocidad, bajo refrigeración para evitar el excesivo desecamiento dentinario. Ver Figura 1.

**Figura (Fig.) 1. Seccionamiento de las muestras.**



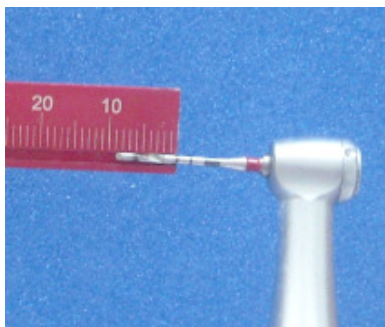
Los conductos radiculares fueron instrumentados manualmente con limas K mediante la técnica corono-apical modificada por la U. de Chile e irrigados con hipoclorito al 5%. Luego fueron obturados con conos de gutapercha y cemento Grossman mediante técnica de compactación lateral. El acceso coronal fue sellado con cemento temporal Fermin (Fermin, DETAX GmbH & Co. KG, Ettlingen, Germany). Las muestras se almacenaron en suero fisiológico durante 1 semana, para esperar el endurecimiento del cemento Grossman. Posteriormente se realizó la desobturación parcial del conducto con largo Maillefer hasta los 10 mm, considerando que los dientes de menor longitud median 14 mm, dejando de este modo 4 mm como mínimo de gutapercha para preservar el sellado apical. Fig. 2.

**Fig. 2. Obturación, largo Maillefer a 10 mm de longitud y desobturación de las muestras.**



Una vez completada la desobturación parcial de los conductos radiculares, éstos fueron preparados para recibir los postes de fibra de vidrio, usando una fresa conformadora universal hasta 9 mm de longitud, irrigando con suero fisiológico para evitar el sobrecalentamiento. Fig. 3.

**Fig. 3. Fresa conformadora a 9 mm de longitud.**



La muestra se dividió en 2 grupos:

**Grupo A:** Muestra que incluye 21 dientes que fueron usados para cementar postes de fibra de vidrio (3M ESPE) con cemento RelyX™ ARC (cemento de resina adhesivo de curado dual).

**Grupo B:** Muestra que incluye 21 dientes que fueron usados para cementar postes de fibra de vidrio (3M ESPE) con cemento RelyX™ U100 (cemento de resina autoadhesivo de curado dual).

En este estudio se utilizaron postes de fibra de vidrio Tenax® Fiber Trans TFT13-1.3mm. Fig. 4.

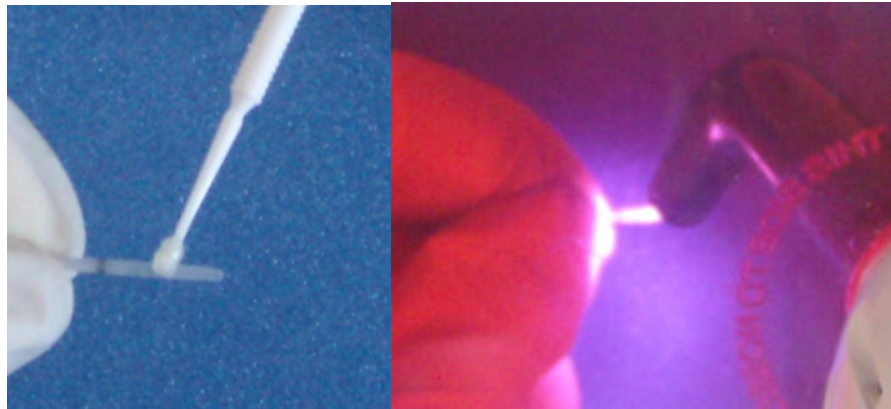
**Fig. 4. Tenax Fiber post, RelyX ARC, RelyX U100, adhesive Adper Single Bond 2.**



## II. Individualización de los postes de fibra de vidrio:

Los postes fueron limpiados con alcohol, suero fisiológico y posteriormente fueron secados. Una vez limpios, se les aplicó una doble capa fina de adhesivo Adper Single Bond 2 usando un microbrush y se fotopolimerizó durante 20 segundos. Fig. 5.

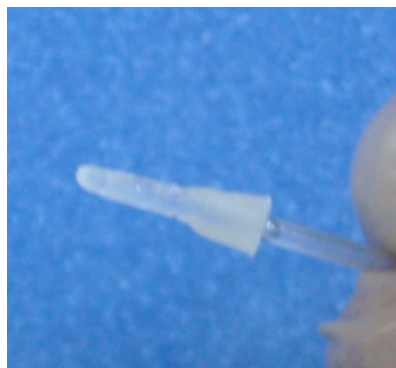
**Fig. 5. Aplicación de Adper Single Bond 2 al poste de fibra de vidrio y fotopolimerización**



Después de lubricar las paredes de los conductos radiculares con gel de glicerina, los postes fueron cubiertos con composite e insertados dentro del conducto. Se fotopolimerizó durante 5 segundos y se removió el poste ya individualizado para fotopolimerizar finalmente por 40 segundos. Fig. 6.

La glicerina recidivante en los conductos radiculares se limpió con 40 cc de agua y los postes con gasa embebida en alcohol. El exceso de agua en los conductos se secó con conos de papel.

**Fig. 6 Poste de fibra de vidrio individualizado.**





### III. Cementación de los postes

- **Grupo A: *RelyX ARC***

Una vez que se probó el ajuste del poste anatomizado en el conducto radicular, se aplicó ácido fosfórico gel 37% en todo el conducto durante 15 segundos, para luego lavar con 20 cc de agua y secar con conos de papel. Luego, se aplicó el adhesivo Adper Single Bond 2 al conducto radicular, con la ayuda de un microbrush durante 20 segundos, el excedente de adhesivo se eliminó usando conos de papel y se fotopolimerizó por 20 segundos. A su vez, se aplicó adhesivo a la superficie del poste y se fotopolimerizó por 20 segundos.

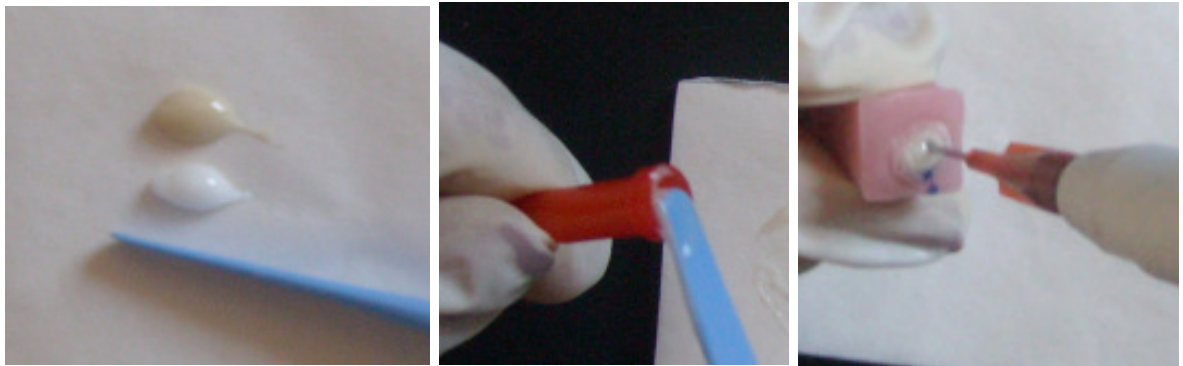
**Fig. 7. Puntas Accudosse con su pistola dispensadora.**





Para la cementación de los postes, se realizó la mezcla de las 2 pastas del cemento durante 10 segundos y se introdujo en las puntas Accudose, (Fig. 7) con las cuales se introdujo el cemento desde apical hacia coronal del conducto radicular, para evitar la formación de burbujas en su interior. Finalmente, se posicionó el poste dentro del conducto, se eliminaron los excesos y se fotopolimerizó 20 segundos por cada lado (mesial, distal, vestibular y palatino/lingual) y 20 segundos por encima del poste. (Fig. 8 y 9)

**Fig. 8. Procedimiento de mezcla y aplicación del cemento en el conducto radicular.**



**Fig. 9. Posicionamiento del poste de fibra de vidrio y fotopolimerización en el conducto radicular**



- **Grupo B: *RelyX U100***

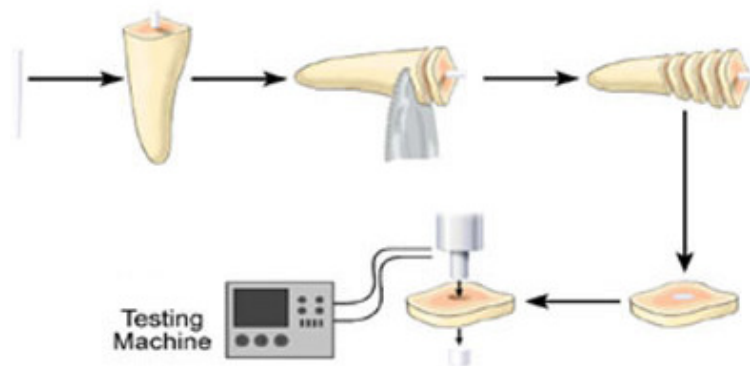
Una vez que se probó el ajuste del poste anatomizado en el conducto, se aplicó adhesivo a la superficie del poste y se fotopolimerizó por 20 segundos. Luego, se mezcló las 2 pastas del cemento durante 10 segundos y se introdujo en las puntas Accudosse, con la finalidad de introducir el cemento desde apical a coronal del conducto radicular sin generar burbujas en su interior. Se posicionó el poste dentro del conducto, se eliminaron los excesos y se esperó 3 minutos para permitir el acondicionamiento dentario por el cemento y finalmente, se fotopolimerizó 20 segundos por cada lado (mesial, distal, vestibular y palatino/lingual) y 20 segundos por encima del poste.

Las muestras de ambos grupos fueron almacenadas durante 7 días para luego realizar el Push-out Test.

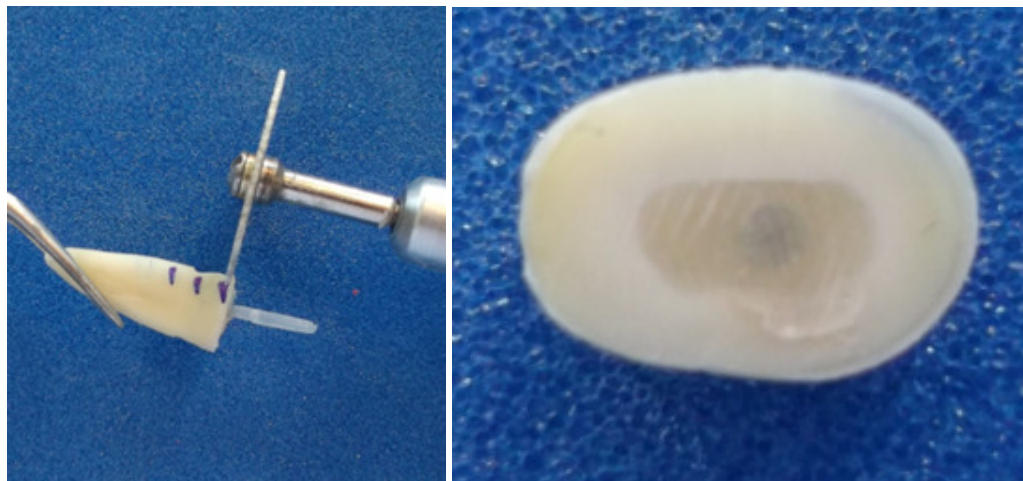
#### IV. Push-out Test

Para determinar la resistencia adhesiva de los postes de fibra de vidrio cementados con ambos tipos de cemento, se utilizó el Push-Out Test. Para esto, las muestras fueron seccionadas transversalmente en rodajas de 2 mm de ancho a nivel del tercio medio radicular, usando discos de corte en portadiscos y sistema de baja velocidad, bajo refrigeración para evitar el excesivo desecamiento dentinario. (Fig. 10 y 11)

**Fig. 10. Esquema de sección de las muestras para el Push-out Test. En Xiong Y. 2010. (42)**

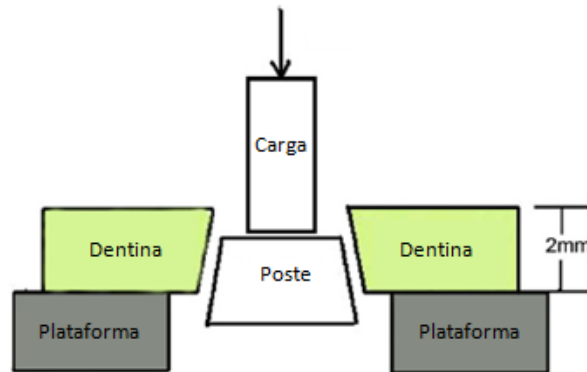


**Fig. 11. Procedimiento de corte de la muestra y obtención de las rodajas.**



Los segmentos fueron puestos sobre una plataforma horizontal de metal, dejando el centro del poste libre como ilustra la imagen. (Fig. 12)

**Fig. 12. Esquema Push-out Test. En Wang V. 2007. (43)**



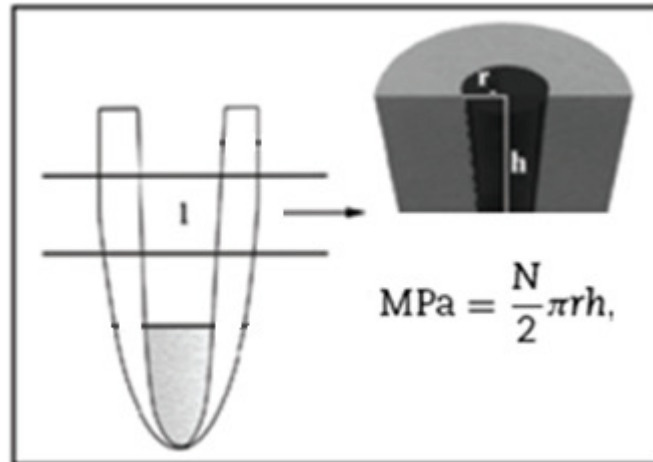
Utilizando una máquina de ensayos universal Tinius Olsen HK5-S, los postes fueron sometidos a una carga constante con una velocidad de desplazamiento fijo sobre su diámetro de 5mm/minuto, lo que generó tensión por cizallamiento en el plano de aplicación de la fuerza hasta su resistencia adhesiva máxima, lo que determinó un valor medido en Newton (N). (Fig. 13)

**Fig. 13. Máquina de ensayos universal Tinius Olsen HK5-S y Push-out Test.**



La fuerza de adhesión medida en MPa, se calculó dividiendo N por el área de superficie adherida del poste: (Fig. 12)

**Fig. 12. Esquema que muestra la fórmula para calcular MPa. Kahn mouei M. 2011. (44)**



Donde:

$2\pi r h$ , es el área de superficie adherida.

$r$ : radio del segmento de poste (mm).

$h$ : altura del segmento de poste (mm).

$\pi$ : 3,14

Los resultados obtenidos para cada muestra fueron tabulados y los valores transformados de Newton a Megapascuales, unidad de medida internacional. Posteriormente fueron analizados estadísticamente. Primero se analizó la normalidad de los datos mediante el análisis de “Shapiro-Wilk”, que contrasta la homogeneidad de las varianzas. Finalmente se utilizó el test “T-Student”, para muestras independientes, que determinó si existían diferencias significativas entre las muestras.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron tabulados y transformados de Newton a Megapascales, unidad de medida internacional, tal como se ilustra en la Tabla N°1.

**Tabla N° 1.**

**Valores de fuerza adhesiva medidos en Newton y expresados en MPa.**

Muestra	Newton Relyx ARC	MPa Relyx ARC	Newton RelyX U100	MPa RelyX U100
1	74,1	11,79	62,3	9,92
2	82,3	13,10	76,5	12,18
3	56,8	9,04	72,1	11,48
4	88,5	14,09	89,9	14,31
5	79,0	12,57	70,5	11,22
6	70,1	11,16	54,1	8,61
7	64,4	10,25	65,3	10,39
8	60,7	9,66	53,2	8,47
9	41,7	6,64	85,0	13,53
10	48,3	7,69	77,2	12,29
11	73,8	11,75	92,1	14,66
12	46,3	7,37	85,8	13,66
13	65,1	10,36	58,5	9,31
14	45,2	7,19	69,5	11,06
15	82,1	13,07	53,1	8,45
16	82,0	13,05	77,6	12,35
17	89,2	14,20	89,8	14,29
18	88,6	14,10	55,1	8,77
19	63,6	10,12	88,1	14,02
20	67,7	10,78	75,7	12,05
21	71,6	11,40	88,6	14,10

## Análisis de los resultados

Los datos se sometieron primeramente a estudios de análisis estadístico descriptivo que permiten tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los tratamientos estudiados.

En segundo término se realiza el análisis inferencial a través de la prueba de T Test. El nivel de significación empleado en todos los casos fue de  $\alpha = 0,05$ .

La distribución normal de los datos de los grupos en estudio, es uno de los requisitos para poder utilizar el test inferencial T Test. Es por esto que, el primer paso es realizar una prueba de normalidad, debido a que el número de muestras es 21, el test utilizado es el de Shapiro-Wilk (menos de 50 muestras indican el uso de este test).

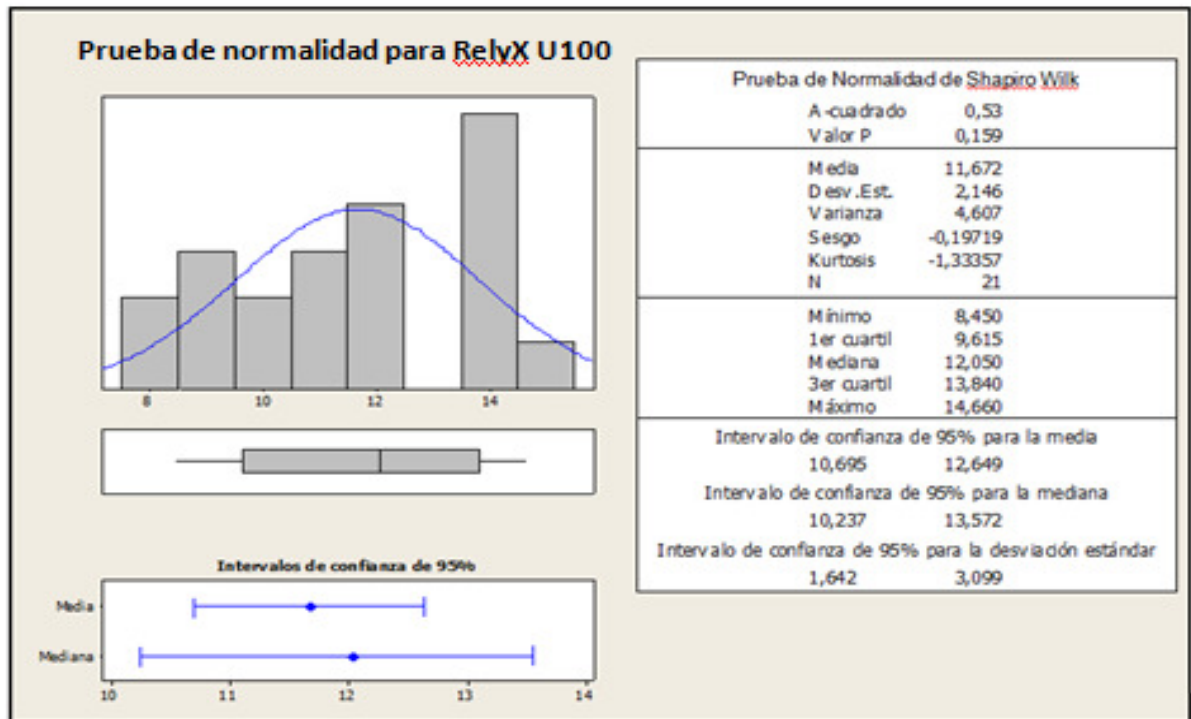
La Tabla N° 2 indica que en ambos grupos estudiados el nivel de significancia es mayor a 0,05, por lo tanto, se ratifica la distribución normal de los datos.

**Tabla N° 2**  
**Prueba de normalidad usando Test Shapiro-Wilk**

<u>Pruebas de Normalidad</u>				
<u>Cemento</u>		<u>Shapiro-Wilk</u>		
		<u>Estadístico</u>	<u>gl.</u>	<u>Sig.</u>
<b>Grado de adhesión</b>	<u>RelyX ARC</u>	0,943	21	0,250
	<u>RelyX U100</u>	0,916	21	0,072

## Gráfico N° 1

## Prueba de Normalidad de RelyX U100

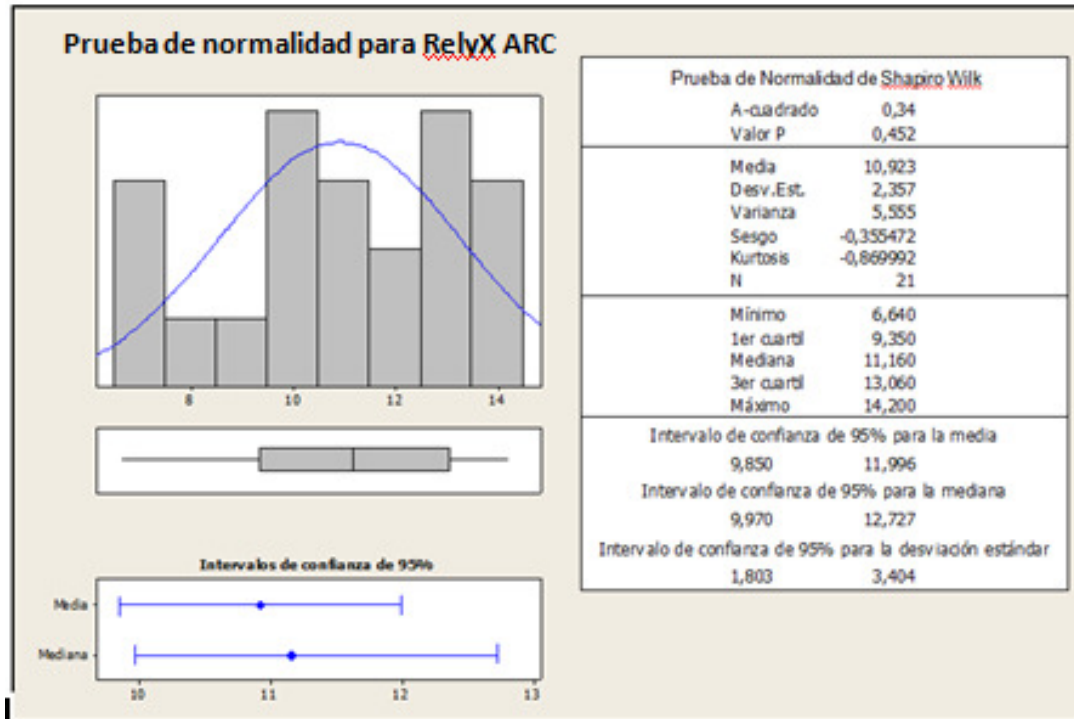


Dado que el valor  $p > 0,05$ , se concluye que los datos se ajustan a una distribución normal.



## Gráfico N° 2

## Prueba de Normalidad de RelyX ARC



Dado que el valor  $p > 0,05$ , se concluye que los datos se ajustan a una distribución normal.

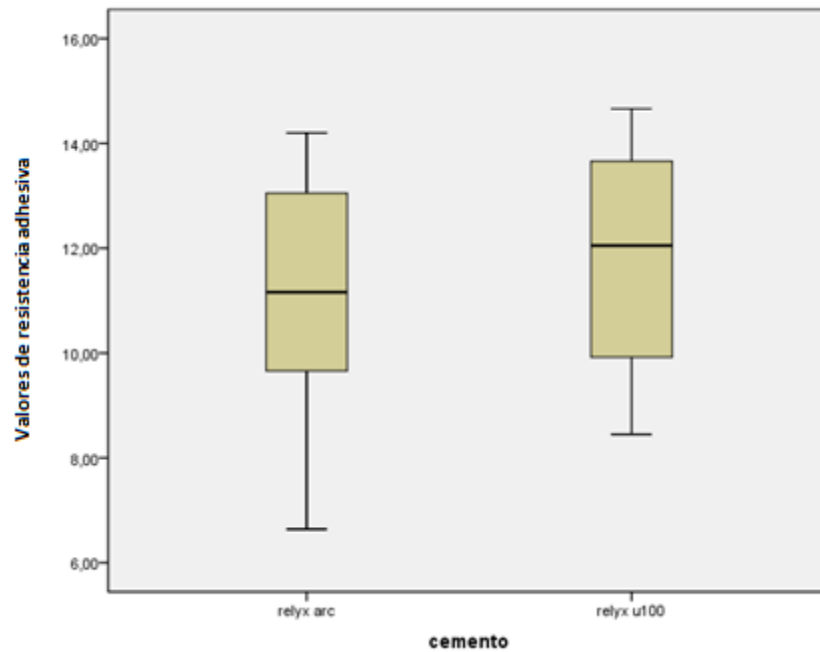
En la Tabla N° 3 se muestra los valores estadísticos descriptivos, en ella se observa que las medias del grupo cemento “RelyX U100” son levemente mayores.

Las varianzas del grupo cemento “RelyX ARC” presenta valores levemente mayores.

**Tabla N° 3.**  
**Valores estadísticos descriptivos**

<b>Descriptivos</b>			
	<b>Cemento</b>	<b>Estadístico</b>	
<b>Grado de adhesión</b>	<b>RelyX ARC</b>	Media	10,9229
		Mediana	11,1600
		Varianza	5,555
		Desv. típ.	2,35689
		Mínimo	6,64
		Máximo	14,20
	<b>RelyX U100</b>	Media	11,6724
		Mediana	12,0500
		Varianza	4,607
		Desv. típ.	2,14634
		Mínimo	8,45
		Máximo	14,66

Los datos de esta tabla son representados en el Gráfico N°3 de cajas y bigotes y ratificándose en ellos el análisis antes descrito.

**Gráfico Nº 3.**

Como segundo paso se realiza el análisis inferencial, para esto utilizamos el Test Student.

Uno de los requisitos para realizar este análisis inferencial es que exista distribución normal de los valores de los grupos en estudio, requisito ratificado con el Test de Shapiro-Wilk.

Otro requisito es que la variable independiente debe ser Nominal, es cual se cumple, estas variables corresponde a los dos grupos denominados “cemento RelyX ARC” y “cemento RelyX U100”

El último requisito es, que la variable Dependiente, es decir los valores de “Grado de adhesión” debe ser numérica.

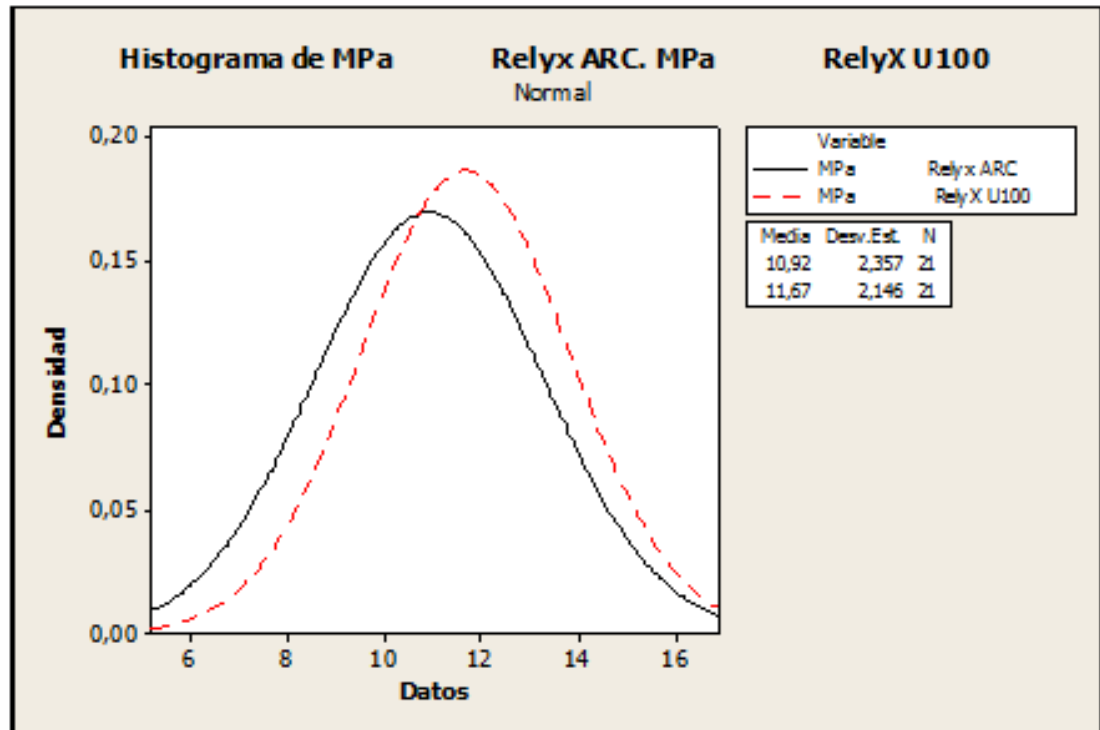
Tabla N°4

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	T	Gl	Sig. (bilateral)
<b>Valores de resistencia adhesive</b>	Se han asumido varianzas iguales	0,079	0,781	-1,077	40	0,288
	No se han asumido varianzas iguales			-1,077	39,655	0,288

Asumiendo varianzas iguales de los grupos estudiados (valor 0,781), el nivel de significancia del T Test es 0,288, el cual es mayor a 0,05, lo que indica que los grupos estudiados no presentan diferencias significativas. Es decir, los valores de adhesión de los cementos utilizados no presentan diferencias estadísticamente significativas.

Además, en el gráfico N°4 se muestra las distribuciones suavizadas de los datos obtenidos, donde claramente no es posible diferenciar los grupos.

**Gráfico N° 4**  
**Distribuciones de la muestra**



## DISCUSIÓN

El análisis de los resultados obtenidos en este estudio, mediante el T Test, indica que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos estudiados, es decir, en la resistencia adhesiva de los postes cementados con cementos de resina compuesta convencional y un cemento de resina compuesta autoadhesivo.

Existen diferentes métodos mecánicos que se han utilizado para medir la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio en la dentina intrarradicular, que incluyen: microtracción, pull-out y push-out tests. De acuerdo a análisis cualitativos presentados en el estudio de Soares C., (45) se demostró que el Push-out test tiene una distribución del stress más homogénea y una menor variabilidad de sus resultados. Por otra parte, el Push-out test produce un efecto de cizalla en la interfase dentina-cemento, que es comparable con el stress bajo condiciones clínicas. Considerando una investigación hecha por Goracci, (46) en ella se demostró que cuando se mide la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados en dentina intrarradicular, el Push-out test es más eficiente y confiable que la técnica de microtracción, evidenciándose como el método más recomendado.

El buen desempeño de los sistemas adhesivos en esmalte y dentina coronal, ha sido bien documentado. Sin embargo, algunos aspectos relacionados con la dentina intrarradicular permanecen inciertos, así como algunas fallas observadas en clínica.

La densidad y número de túbulos dentinarios disminuye significativamente desde la corona a la zona apical de la raíz. Es por esto que la dentina intrarradicular es un substrato de adhesión menos favorable. Otro factor que influye en la adhesión es la formación de tags de resina. Investigaciones al MEB han demostrado que el mecanismo de adhesión a la dentina intrarradicular está basado en la formación de tags de resina. De acuerdo con Gwinnett, (47) estos tags contribuyen cerca del 30% del total de fuerza adhesiva. Estos hallazgos parecen sugerir que si hay pocos túbulos dentinarios por milímetro cuadrado en la región radicular, la fuerza adhesiva podría disminuir ya que habría menor

formación de tags de resina. Así también, el mejor desempeño en la dentina coronal se atribuye a que tenemos un mejor acceso, por lo que es más fácil el grabado ácido y la aplicación de adhesivo.

Por otro lado, hay una reducción significativa de la cantidad de luz de polimerización transmitida en el conducto radicular, a medida que aumenta la profundidad, los niveles de polimerización disminuyen, especialmente en el tercio apical.

Los cementos de resina compuesta utilizados en este estudio (RelyX ARC y RelyX U100), son ampliamente utilizados en la práctica clínica para la cementación de restauraciones indirectas. Por otra parte, los cementos de resina compuesta autoadhesivos han sido usados por su simplicidad de técnica y reducción de los pasos clínicos. Sin embargo, su fuerza adhesiva no está totalmente aclarada. (48, 49)

Los cementos de resina compuesta convencionales, requieren que el sustrato dentinario se mantenga húmedo luego del grabado con ácido fosfórico. Sin embargo, debido al limitado acceso dentro del conducto radicular, el control de humedad es difícil.

En un intento por reducir los pasos clínicos involucrados en la cementación de postes a las paredes radiculares, se ha desarrollado un nuevo tipo de material de cementación que no requiere ningún tratamiento previo de la superficie del diente, denominado "cemento auto-adhesivo". Este cemento que no requiere lavado, reduce el problema del control de humedad, simplificando el procedimiento clínico. A pesar de esto, Bitter et al. (50) ha afirmado que el RelyX U100 mostró un número significativamente bajo de túbulos dentinarios penetrados en comparación a los cementos de resina compuesta convencionales. No obstante, el fabricante de RelyX U100 afirma que el mecanismo de unión de este cemento autoadhesivo se basa en la retención micromecánica y adhesión química a la hidroxiapatita. Además, una reciente investigación documentó una fuerte interacción química del RelyX U100 con hidroxiapatita. Este es, probablemente, el factor responsable de los valores de resistencia adhesiva lograda por este cemento en nuestro estudio.

Radovic et al. (51) demostró que RelyX U100 es el cemento autoadhesivo más investigado en la literatura y sus características son lejos las más explicadas por el fabricante. La información acerca de otras marcas de cementos de resina compuesta autoadhesivos es muy limitada.

RelyX U100 se compone principalmente de materiales de relleno de vidrio, sílice, hidróxido de calcio y ésteres de metacrilato fosforado. Su mecanismo de adhesión se basa tanto en la retención micromecánica y la interacción química entre los grupos de monómero ácido y la hidroxiapatita. Los grupos ácidos quelan los iones de calcio de la hidroxiapatita, promoviendo parte de la adhesión química. Adicionalmente, en orden de asegurar la neutralización de la acidez inicial de este cemento, el concepto de “monómero de vidrio” fue aplicado, resultando un aumento del pH a través de reacciones entre grupos de ácidos fosfóricos y rellenos alcalinos. El agua que se forma durante este proceso, contribuye a la hidrofiliencia inicial del cemento, proporcionando una mejor humectación de la dentina y la tolerancia a la humedad. Posteriormente, el agua es reutilizada por la reacción con grupos funcionales ácidos y durante la reacción del cemento con la liberación de iones básicos. Tal reacción finalmente se traduce en una matriz hidrofóbica. Por lo tanto, un enlace iónico también se puede formar entre este cemento y la hidroxiapatita del diente, que influye positivamente en los enlaces químicos. Estas razones podrían explicar el buen desempeño de los cementos autoadhesivos, especialmente RelyX U100 en el presente estudio.

Algunas investigaciones han demostrado que el grabado ácido puede mejorar la fuerza adhesiva en el esmalte y la dentina. (52,53)

Un estudio hecho por Trazzi L. et al., (49) para mejorar la fuerza adhesiva, sugirió grabar el esmalte y dentina con ácido fosfórico previo a la utilización del cemento de resina compuesta autoadhesivo. Sin embargo, esta hipótesis fue rechazada, puesto que el pre-tratamiento con ácido fosfórico no afectó la fuerza adhesiva en ambos casos.

La adhesión a dentina ha sido señalada como una estrategia menos fiable, especialmente cuando se compara con la adhesión en esmalte, debido a las características intrínsecas de la dentina, como el mayor contenido de materia



orgánica, las variaciones en la estructura tubular y el flujo de fluidos. En el estudio realizado por Trazzi L. et al., (49), el pre-tratamiento con ácido fosfórico no afectó la fuerza adhesiva del cemento RelyX U100 en dentina, esto se explicaría porque no hay suficiente penetración del cemento al interior de los túbulos dentinarios, aún cuando estos están abiertos, puesto que la viscosidad de este cemento puede dificultar la infiltración en la dentina. (26, 54)

Cabe señalar, que no hay unanimidad en la literatura con respecto a la resistencia adhesiva del RelyX U100. La razón de esta controversia podría ser las diferencias metodológicas en los estudios, pero esto necesita ser más investigado.

Es importante destacar que en este estudio se evaluó la resistencia adhesiva de los postes de fibra de vidrio cementados en dentina intrarradicular. Por lo tanto, se sugieren nuevas investigaciones y ensayos clínicos, para contrastar las diferencias entre la resistencia adhesiva de ambos cementos tanto en dentina coronal como esmalte.

En términos prácticos, RelyX U100 entrega resultados satisfactorios, ya que combina una adecuada resistencia adhesiva en comparación a los cementos de resina compuesta convencionales, con la ventaja de que desaparecen por completo los tratamientos previos de grabado ácido, primer y adhesivo. Disminuyendo los pasos clínicos y los errores de procedimiento.

## CONCLUSIONES

Según la metodología empleada y los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede concluir que:

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados con RelyX ARC y RelyX U100, es decir, el cemento de resina autoadhesivo RelyX U100 obtuvo, sin tratamiento previo, valores similares de adhesión a los de cementos de resina compuesta convencionales.

En virtud de lo anterior se rechaza la hipótesis planteada “Existen diferencias en la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados con un cemento de resina compuesta autoadhesivo y un cemento de resina compuesta con técnica adhesiva convencional.”

## SUGERENCIAS

De acuerdo con los resultados del presente trabajo, se sugiere:

1. Realizar investigaciones *in vivo* de los productos comerciales utilizados en este trabajo, para observar su comportamiento en boca.
2. Realizar estudios de microscopía electrónica para observar la interfase diente-restauración con ambos tipos de cementos.
3. Realizar estudios analizando comparativamente tercios del conducto radicular con ambos tipos de cementos.

## BIBLIOGRAFÍA

- (1) Diaz J, Bader M, Ehrmantraut M. (2004). Estudio comparativo *in Vitro* de la resistencia adhesiva de tres Resinas Compuestas con nanorelleno. Trabajo de Investigación para optar al título de Cirujano Dentista, Facultad de Odontología, U. De Chile.
- (2) Morgano SM. (1996). Restoration of pulpless teeth: application of traditional principles in present and future contexts. *J Prosthet Dent*;75:375–80.
- (3) Hayachi M, Takashi Y, Imazato S, Ebisu S. (2006). Fracture resistance of pulpless teeth restored with posts-cores and crowns. *Dent Mater*; 22: 477-485.
- (4) Michalakis K, Hirayama H, Sfolkos J, Sfolkos K. (2004). Light transmission of posts and cores used for the anterior esthetic region. *Int J Prosthodontics Restorative Dent*; 24: 462-469.
- (5) Alfredo E, de Souza ES, Marchesan MA, Paulino SM, Gariba- Silva R, Sousa- Neto MD. (2006). Effect of eugenol-based endodontic cement on the adhesion of intraradicular posts. *Braz Dent J* 2006;17:130-133.
- (6) Ferrari M, Vichi A, Grandini S. (2001). Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. *Dent Mater* 2001;17:422-429.
- (7) Beros I, Ehrmantraut M, Astorga C. (2006). Estudio comparativo *in vitro* de la tracción diametral y dureza superficial, entre una resina compuesta fluida y dos cementos de resina de curado dual. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Universidad de Chile. Facultad de Odontología.
- (8) Pegoretti A, Fambri F, Bianchetti M. (2002). Finite element analysis of a glass fiber reinforced composite endodontic post. *Biomaterials*; 23: 2667-2682.
- (9) Cruz V, Faria A, Marcondes L. (2010). Effect of cement type, relining procedure, and length of cementación on pull out bond strength of fiber posts. *J Endod*; 36:1543-1546.

- (10) Fokkinga W, Kreulen C, Bronkhorst, Creugers N. (2007). Up to 17 years controlled clinical study on post-and-cores and covering crowns. *J Den*, 35(10):778-786.
- (11) Fredriksson M, Astbäck J, Pamenius M, Arvidson K. (1998). A Restrospective Study of 236 Patients with Teeth Restored by Carbon Fiber-reinforced Epoxy Resin Posts. *J Prosth Dent* 1998; 80: 151-7.
- (12) Ferrari M. (2000). Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am. J. Dernt.* 2000; Vol.13:9b-13b.
- (13) Hadlund S, Johansson N, Sjogren G. (2003). A retrospective study of prefabricated carbón fiber posts. *J Oral Rehab*; 30 (10): 1036-1040
- (14) Barjau A, Sancho JL, Forner L, Rodriguez P, Perez A, Sanchez. (2006). Influence of pre-fabricated post material on restored teeth: fracture strength and strees distribution. *Oper Dent*; 31 (1): 47-54.
- (15) Fokkinga W, Kreulen C, Vallittu P, Creugers N. (2004). A structures analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal and ceramic post and core system. *Int J Prosthodont*; 17: 476-482.
- (16) Quintas A, Dinato J, Bottino M. (2000). Aesthetic posts and cores for metal-free restoration of endodontically treated teeth. *Prat Periodontics Aesthet Dent*; 12: 875-884.
- (17) Ferrari M, Scotti R. (2002). *Fiber posts: clinical and research aspects.* Masson Ed, Milano.
- (18) De Rijk W. (2000). Removal of fiber posts from endodontically treated teeth. *Am J Dent*; 13: B19-21.
- (19) Campos M, Bader M, Ehrmantraut M. (2011). Análisis in vitro de la efectividad de la transmisión de la luz a través de postes de fibra de vidrio en la polimerización de un cemento de resina compuesta. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Universidad de Chile. Facultad de Odontología.

- (20) Calabria H. (2010). Postes prefabricados de fibra. Consideraciones para su uso clínico. *Odontoestomatología*. Vol. XII. N°6.
- (21) Monticelli F, Osorio R. (2005). Effects of adhesive systems and luting agents on bonding of fiber posts to root canal dentin. *Wiley Periodicals, Inc. J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 77B: 195–200, 2006
- (22) Prisco D, De Santis R, Mollica F, Ambrosio L, Rengo S, Nicolais L. (2003). Fiber posts adhesion to resin luting cements in the restoration of endodontically treated teeth. *Oper Dent* 2003;28: 515–521.
- (23) Scotti R, Ferrari M. (2002). Fiber post characteristics clinical applications. *Milano: Masson Ed; 2002; p 67–74.*
- (24) Faria e Silva A. (2008). Effect of relining on fiber post retention to root canal. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(6):600-4.
- (25) Pegoraro T. (2007). Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin N Am* 51 (2007) 453–471.
- (26) Vichi A. (2002). Comparision between two clinical procedures for bonding fiber posts into a root canal: a microscopic investigation. *J Endodon* VOL. 28, NO. 5, May 2002
- (27) Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. (1999). Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent* 1999;27:275–8.
- (28) Mannocci F, Innocenti M, Ferrari M, Watson T. (1999). Confocal and scanning electron microscopic study of teeth restored with fiber posts, metal posts, and composite resins. *J Endodon* 1999;25:789–94.
- (29) Erazo V. (2010). Comparación de la microdureza superficial Vickers del cemento autoadhesivo-autograbador RelyX Unicem y el cemento dual RelyX ARC. *Revista Colombiana de investigación en Odontología*. Vol 1, N°3.
- (30) Giachetti L, Grandini S, Calamai P. (2009). Translucent fiber post cementación using light-and dual- curing adhesive techniques and self-adhesive material: Push out test. *J of Dent.* 37: 638-642.

- (31) Mahn G, Toro G, Oyarzún A, Alday T. (2005). Evaluación morfológica de la interacción del adhesivo adper Prompt-L-Pop con la dentina del conducto radicular. Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista. Universidad de Chile. Facultad de Odontología.
- (32) Barrancos J. (1999). "Operatoria Dental". Adhesión a estructura dentaria. 3ª edición. Editorial Panamericana. Buenos Aires 1999, cap. 17, pág. 567- 618
- (33) Carrigan P, Morse D, Furst L, Sinai I. (1984). A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. J Endod 1984;10:359-63
- (34) Carpena G, Carvalho P, Cardoso L, Baratieri LN. (2004). Microtensile bond strength to root canal vs. pulp chamber dentin: effect on bonding strategies. J Adhes Dent 2004;6:129-133
- (35) Hansen EK, Asmussen E. (1997). Visible-light curing units: correlation between depth of cure and distance between exit window and resin surface. Acta Odontol Scand 1997;55:162-6.
- (36) Bayne S, Taylor D. (1999). Capítulo 6 Materiales Odontológicos: Sturdevant CM, Roberson TM, Heymann HO, Sturdevant JR: Operatoria Dental, arte y ciencia. Tercera edición, Harcourt Brace, Madrid, España, 1999:207-88.
- (37) Giancoli DC. (1997). Ondas electromagnéticas, Edit. Prentice-Hall Hispanoamericana SA, Física, principios con aplicaciones. 4ª edición, México, 1997: 635-41.
- (38) Lui JL. (1994). Depth of composite polymerization within simulated root canals using light-transmitting posts. Oper Dent 1994;19:165-8.
- (39) Talaveira da Silva R. (2010). Conventional dual-cure versus self-adhesive resin cements in dentin bond integrity. J Appl Oral Sci. Oct.2010: 355-362
- (40) Gerth H, Dammaschke T, Zuchner H, Schafer E. (2006). Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites – a comparative study. Dent Mater. 2006;22: 934–941.

- (41) Al-Assaf K, Chakmakchi M, Palaghias G, Karanika-Kouma A, Eliades G. (2007). Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. *Dent Mater.* 2007;23:829– 839.
- (42) Xiong Y, Chen L. (2010). Different surface treatments and bond strength of fiber posts: Differences among sandblasted, hydrogen peroxide and silaned treatments. *Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu yu Linnchuang Kangfu.* 2010; 14(3): 457-460.
- (43) Wang V, Chen Y, Yip K. (2007). Effect of two post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. *Dental materials* 24 (2008) 372–377.
- (44) Kahnamouei M, Mohammadi N, Navimipour E, Shakerifar M. (2011). Push-out bond strength of quartz fibre post to root canal dentin using total-etch and self-adhesive resin cements. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* (2011), doi: 10.4317/medoral. 17429.
- (45) Soares CJ, Santana FR, Castro CG, Santos-Filho PC, Soares PV, Qian F, et al. (2008). Finite element analysis and bond strength of a glass post to intraradicular dentin: comparison between microtensile and push-out tests. *Dent Mater.* 2008;24:1405-11.
- (46) Goracci C, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, et al. (2004). The adhesion between fibre posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112: 353-61.
- (47) Gwinnett A. (1993). Quantitative contribution of resin infiltration/ hybridization to dentin bonding. *Am J Dent* 1993;6:7-9.
- (48) Viotti RG, Kasaz A, Pena CE, Alexandre RS, Arrais CA, Reis AF. (2009). Microtensile bond strength of new self-adhesive luting agents and conventional multistep systems. *J Prosthet Dent.* 2009; 102: 306-12.



- (49) Trazzi L. (2010). Influence of selective acid etching on microtensile bond strength of a self-adhesive resin cement to enamel and dentin. *Braz J Oral Sci.* Dec 2010- Vol. 9, Nº4.
- (50) Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, Kielbassa AM. (2006). Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *Int Endod J.* 2006; 39: 809-18.
- (51) Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. (2008). Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008;10:251–258.
- (52) Moura SK, Pelizzaro A, Dal Bianco K, de Goes MF, Loguercio AD, Reis A, et al. (2006). Does the acidity of self-etching primers affect bond strength and surface morphology of enamel? *J Adhes Dent.* 2006; 37: 35-41.
- (53) Van Landuyt KL, Peumans M, De Munk J, Lambrechts P, Van Meerbeek B. (2006). Extension of a one-step self-etch adhesive into a multi-step adhesive. *Dent Mat.* 2006; 22: 533-44.
- (54) Ferrari M, Vichi A, Garcia-Godoy F. (2000). A retrospective study of fiberreinforced epoxy resin posts vs. cast posts and cores: a four-year recall. *Am J Dent* 2000;13:9B–14B.

