

1. INTRODUCCIÓN

Los dientes tratados endodóncicamente pueden ser dañados por las caries, desgaste excesivo, o restauraciones anteriores, provocando una falta de la corona del diente.

La restauración de los dientes tratados endodóncicamente con una importante pérdida de la corona podrá exigir la colocación de un poste para asegurar una adecuada retención.

Recientemente, el uso de postes de fibra de vidrio en la restauración de dientes endodonciados ha aumentado en popularidad. Los postes de fibra son actualmente percibidos como alternativas prometedoras, ya que su modo de elasticidad es similar al de la dentina.

El éxito de la colocación de postes depende de la técnica de tratamiento de su superficie y del acondicionamiento del conducto, así como del tipo de cemento. Se ha demostrado que los parámetros tales como longitud, forma y las características de la superficie del poste influyen en la retención.

Existen diferentes maneras para tratar la superficie del poste, como la aplicación de un agente de acoplamiento silano, utilizado como promotor de adhesión ante la presencia de polímeros de resina, además de, aumentar la humectación de la superficie de poste.

Entre los procedimientos químicos y mecánicos para el tratamiento de las superficies de los postes de fibra incluyen los mecánicos como el microarenado con óxido de aluminio o sílice. Técnicas químicas como el grabado con ácido fluorhídrico y silanización. También la utilización del peróxido de hidrógeno, el permanganato de potasio y cloruro de metileno.

Murat, 2008, realizó un estudio sobre la fuerza de adhesión de los postes de fibra de vidrio y cuarzo con diferentes técnicas de tratamiento de los postes, los resultados obtenidos nos provocan una gran duda en cuanto a colocar o no el agente silano, así como cuál es el mejor procedimiento a seguir, y al tratarse de un procedimiento en la actualidad de gran

demanda, este estudio nos ayuda a despejar las dudas sobre la manera correcta y de mayor beneficio en la preparación de los postes de fibra de vidrio para el éxito de los tratamientos.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 FUNDAMENTOS DE ADHESIÓN

Según Van Meerbeek y otros (2004), el fenómeno de adhesión es esencialmente un proceso de remoción de minerales (calcio, fosfatos) e infiltración de monómeros resinosos in situ, con la finalidad de crear una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura dental, para sellar los túbulos dentinales y así mantener la homeostasis del medio interno del complejo dentino – pulpar.

Los procedimientos de grabado natural y artificial de los substratos dentinarios se han desarrollado para mejorar la adherencia (Nakabayashi y otros, 1982). Estos incluyen tratamientos con ácido en esmalte (Buonocore, 1955), dentina o aleaciones no nobles, donde parcialmente se disuelven los substratos y generan micro-porosidades, donde puede penetrar la resina creando los llamados Tags (Nakabayashi, 1982).

Los postes de fibra se utilizan ampliamente en la práctica clínica para restaurar dientes tratados endodómicamente (Duret y otros, 1990) (Mannocci y otros, 1999) (Ferrari y otros 2000) (Grandini y otros 2005).

Esta distinción entre los substratos adherentes es dominante, ya que uno de los factores requeridos para que se logre una adhesión efectiva entre dos superficies, es que ambos posean una composición homogénea, es obvio que el esmalte y la dentina son diferentes desde el punto de vista morfo-fisiológico, por lo tanto, el mecanismo de adhesión varía entre un substrato y el otro (Van Meerbeek y Otros 2004).

La dentina es un tejido conectivo parcialmente mineralizado (70 – 75%), con elevado contenido de materia orgánica (principalmente colágeno tipo I, IV, V) y agua. Está constituida anatómicamente por túbulos que se extienden desde la pulpa dental hasta la unión amelodentinaria. La matriz dentinal propiamente dicha está compuesta por fibras colágenas, hidroxapatita, glicosaminoglucanos, factores de crecimiento, proteínas osteogénicas, entre otros componentes. Esta matriz cuya composición y situación tridimensional varía

dependiendo de la profundidad, juega un rol fundamental en los mecanismos de adhesión (Van Meerbeek y Otros 2004).

Tomando en cuenta la morfología dentinaria, se establece que los fenómenos adhesivos se generaran de manera idónea en la dentina superficial y media, porque en la dentina profunda (dentina hidratada – saturada), el porcentaje de agua y fibras colágenas son inversamente proporcionales, es decir, el contenido de agua aumenta a medida que la dentina es más profunda, mientras disminuye el porcentaje de fibras de colágeno (tipo I, IV, V), lo cual es contraproducente para lograr una adhesión efectiva, porque la unión micromecánica se produce con la red colágena, previa desmineralización.

La dentina de un diente tratado endodónticamente es un substrato imperfecto para la adhesión porque las fibras colágenas están en diferentes grados de desnaturalización y microfracturación, debido a la disminución de la humedad relativa del tejido. Sin embargo, la adhesión resinosa es posible por medio de la hidratación previa del tejido con soluciones acuosas y un acondicionamiento ácido de alta concentración que activen, desmineralicen la superficie y expongan la luz de los túbulos dentinarios para permitir la entrada de tags de resina (Henostroza, 2003).

Perdigao y Otros (1999), reportaron que la humedad incrementa la calidad de unión cuando los adhesivos contienen monómeros hidrofílicos, pero la contaminación con saliva no conlleva al mismo efecto, porque la dentina al entrar en contacto con la saliva se infecta de microorganismos provenientes del medio bucal, además de absorber glicoproteínas que convierten al substrato dentinario en una superficie menos favorable para la adhesión.

El acondicionamiento ácido tiene como finalidad retirar totalmente el barrillo dentinario, producido durante la preparación cavitaria o la instrumentación endodóntica y disolver parcialmente la hidroxiapatita, componente mineral de la dentina, durante la disolución de la hidroxiapatita por medio del acondicionamiento ácido, la dentina intertubular expone las fibras colágenas. En la dentina peritubular que rodea a los túbulos dentinarios, por más mineralizada, la disolución de hidroxiapatita promueve la apertura de los túbulos dejándolos con una forma de embudo o cono (Henostroza, 2003).

Pierre y Otros (1999), realizaron un estudio in vitro de contaminación salivar, ellos contaminaron las muestras de dentina con saliva humana en diferentes fases clínicas (antes de aplicar el adhesivo, después de su aplicación y después de la polimerización), y luego determinaron las variaciones de la fuerza de adhesión. Pierre y colaboradores reportaron que los valores de fuerza adhesiva no disminuyen si el substrato dental se contamina antes de la aplicación del adhesivo, en contraste, los valores disminuyen drásticamente cuando la contaminación ocurre durante la aplicación y después de la polimerización del adhesivo.

El tiempo de acondicionamiento ácido de la dentina varía en función del ácido aplicado. Lopes (2003) comparó la efectividad del acondicionamiento con ácido fosfórico al 35% durante 15 y 30 segundos, en dentina normal y esclerótica, y concluyeron que en dentina normal 15 segundos son suficientes para producir numerosos tags de resina para lograr una capa híbrida. Henostroza (2003) cita un estudio realizado por Pshley en 1992, en el cual observó que un grabado con ácido fosfórico entre 30-37% por 15 segundos consigue porosidades de 0,05 a 1.0 μm (micras) de diámetro en la dentina intertubular y de 1 a 3 μm en la dentina peritubular.

El adhesivo o bond, son monómeros hidrófobos como el Bis-GMA que, pudiendo tener monómeros hidrófilos en menor cantidad, actuarán como intermediarios entre el primer y el material restaurador. Algunos adhesivos presentan un incremento en el relleno, lo cual incrementa la viscosidad del adhesivo, pero este exceso impide que el adhesivo penetre en las fibras colágenas expuestas y no se forme la capa híbrida, pero por lo contrario si el relleno está en cantidades que no afecten su escurrimiento, teóricamente la adhesión debería mejorar ya que reduce la contracción de polimerización y se refuerza la capa híbrida.

La fuerza de adhesión entre cemento, poste y la dentina es afectada por la distribución del cemento de resina en coronal, medio y apical, y por la anatomía y características histológicas del canal radicular, sobre todo por la orientación de los túbulos dentinarios (Ferrari y otros, 2000, Mannocci y otros, 2004).

Henostroza (2003) afirma que, cuando se prueba la resistencia de una unión adhesiva dentinaria en realidad se está probando la resistencia de las fibras colágenas, el eslabón más débil de la cadena adhesiva.

2.2 MECANISMO DE LAS POSIBLES FALLAS EN LA ADHESIÓN A DENTINA

2.2.1 FALLA COHESIVA

Se refiere a la fractura de las fibras colágenas, al medir la unión de un adhesivo a la dentina, en realidad se mide la unión de diferentes estructuras como son: adhesivo, capa híbrida, fibras colágenas no cubiertas y dentina íntegra. De estas estructuras, las fibras colágenas tienen el menor valor de resistencia siendo de 30 Mpa (Henostroza, 2003).

2.2.2 FALLA ADHESIVA

No se produce una fractura del adhesivo mismo en la interfase adhesivo/dentina, ya que hubo una excesiva remoción de agua en la dentina acondicionada y el adhesivo no penetró bien dejando una resistencia a la tracción mucho menor que 30 Mpa, es decir menor a la resistencia de las fibras colágenas (Henostroza, 2003).

2.2.3 FALLAS MARGINALES

Cuando se utilizan sistemas adhesivos, se supone que esto no ocurriría, sin embargo, puede suceder por descuido en los procedimientos, que desencadenen un fracaso a corto plazo (Henostroza, 2003).

2.2.4 POR EL NUMERO DE CAPAS DEL ADHESIVO

Generalmente se aplican dos capas, aún cuando el fabricante recomienda una sola; sin embargo no se debe exagerar.

Para decidir el número ideal de capas se debe tener en cuenta dos factores:

- El espesor de la capa no polimerizada en presencia del oxígeno o capa inhibida. Cuando ésta es gruesa, los fabricantes recomiendan el uso de capas múltiples.
- Los adhesivos sin relleno también requieren de mayor número de capas.

2.3 COMPOSICIÓN Y MICROESTRUCTURA DE LOS POSTES

Los postes están formados por una matriz de resina que contiene diferentes tipos de fibras de refuerzo. La microestructura de los postes de fibra se basa en el diámetro de las fibras individuales, en su densidad, en la calidad de adhesión entre las fibras y la matriz de resina y en la calidad de la superficie externa del poste. La matriz de resina está constituida en la mayor parte de los postes por una resina epoxi o por sus derivados, y en ocasiones por radiopacadores. La resina epoxi presenta la peculiaridad de unirse mediante radicales libres comunes a la resina BIS-GMA, componente predominante de los sistemas de cementado adhesivo (Ferrari y Scotti, 2002).

Los postes están reforzados por las fibras que forman su sistema maestro, dentro de estas fibras tenemos: fibras de vidrio, fibras aramídicas, fibras de polietileno de módulo elevado y las fibras de carbono. Las fibras de vidrio están disponibles en diferentes composiciones químicas, las fibras comunes son de sílice (cerca del 50-60% SiO_2) y contienen otros óxidos (calcio, boro, sodio, aluminio, hierro, etc). Las fibras de carbono, son las que poseen las mejores propiedades mecánicas, pero son antiestéticas. Los postes de fibras paralelas deberían, al menos en teoría ofrecer mejores resultados que los de fibras oblicuas. Los postes con una elevada densidad de fibras son por lo general más resistentes que los que contienen menos fibras (Grandini, 2005).

La característica física peculiar de los poste de fibra, desde aquellos de carbono hasta los más recientes, es su módulo de elasticidad, muy similar al de la dentina, este parámetro determina un comportamiento del poste de fibra muy parecido al de la estructura dentinaria y, por lo tanto, reduce la transmisión de tensión sobre las paredes radiculares, lo que evita una posible fractura longitudinal (Asmussen y Peutzfeld, 1999).

2.4 PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS POSTES

Si el poste es mucho más rígido que los materiales que lo rodean, como el cemento adhesivo, la reconstrucción coronaria y la dentina, tenderá a no deformarse aunque la estructura circundante esté próxima a su límite elástico o a su resistencia máxima, ésto es lo que ocurre con los postes colados o preformados de tipo “activo”: la corona protésica transmite las cargas al poste, el cual, al ser frecuentemente de sección grande y rígido (150-200 GPa) y estar en contacto estrecho con la dentina, transfiere la energía de la tensión directamente a los tejidos dentales, donde al principio se disipa como deformación elástica. Cuando la tensión supera el límite elástico y sucesivamente, la fuerza de cohesión del tejido, la raíz se rompe. Si el poste es pasivo, es decir, si mantiene una amplia interfase de cemento entre el poste y la dentina, el pronóstico puede mejorar para la raíz, ya que el cemento cede primero, lo que provoca la separación del poste (Aksornmuang, 2004).

2.5 DISTRIBUCIÓN DEL ESTRÉS DE LAS FIBRAS

Al tener fibras como parte de su composición, tienen la ventaja de distribuir el estrés en una superficie más amplia, además de poseer propiedades como: alta resistencia al impacto, disminuir y atenuar las vibraciones, absorber el shock y aumentar la resistencia a la fractura (Boschian, 2002).

Garoushi (2006) investigó sobre si el volumen y tamaño de fibras tiene un efecto significativo en la fuerza de flexibilidad y la capacidad de resistencia a la fractura, y observó que existe una correlación directamente proporcional entre éstas pero que, las fibras son efectivas solo si el estrés es transferido de la matriz polimérica a las fibras. Esto solo ocurriría si las fibras tienen una longitud igual o mayor que el largo de 6 mm.

Boschian (2002), realizó un estudio tridimensional con FEM (finite element analysis) con primeros premolares inferiores para comparar la rigidez de postes de acero quirúrgico, titanio y fibra de vidrio, concluyeron que los postes de fibra de vidrio distribuyen el estrés mejor que los otros dos.

2.6 FORMA DE LOS POSTES

Es bien conocido que la retención es mejor en los postes cilíndricos que los cónicos, pero si la retención fuera sólo el único factor importante, únicamente los postes cilíndricos serían empleados. Sin embargo, la desventaja de los postes cilíndricos está asociada a la excesiva preparación del canal, incrementando el riesgo de fractura. En otras palabras, un poste con una porción coronal cilíndrica y una porción apical cónica adapta mejor en la anatomía del conducto, y reduce el riesgo de fractura. La porción coronal cilíndrica da una óptima retención y mejores propiedades mecánicas (Kremeier, 2008).

El diseño de los postes con doble conicidad parte de los estudios de Sakkal (1998) sobre la importancia de la correspondencia entre la morfología del conducto después del tratamiento endodóncico. Los postes Transluma presentan en el 90% de los casos la morfología óptima para adaptarse al conducto radicular preparado con las técnicas endodóncicas más utilizadas: step-back, crown-down y el empleo de instrumentos rotatorios. Los postes Transluma como los DT lighth post (Bisco) están disponibles en tres medidas, presentan una conicidad común de 0,2 mm en la parte apical, que varía por el contrario en la zona más coronal y se convierte en 0,6 para el poste nº 1, es decir el poste nº1 tiene un diámetro apical de 0,9 y 1,5 a nivel coronal (Scotti y Ferrari, 2004).

2.7 ADHESIÓN ENTRE EL POSTE Y LA SUPERFICIE INTERNA DEL CONDUCTO RADICULAR

Los postes de composite reforzados con fibra de vidrio se cementan adhesivamente con un composite de cementación de polimerización dual y un agente adhesivo dentinario. Generalmente, la cementación adhesiva se asocia con un incremento de la retención del poste. Los composites también parece que reducen el riesgo de fractura radicular (Henostroza, 2003).

Kremeier (2008) realizó un estudio in vitro de retención en postes de titanio, cerámicos y de resina; al ser cementados con materiales de resina, éste determinó que los postes de

titanio presentan mayor retención, al compararse con postes de resina y cerámicos; así mismo, los postes de resina fueron más retentivos que los postes de cerámica.

Un estudio realizado por Ceballos (2005), sobre las propiedades mecánicas y físicas de los agentes de unión, concluyó que el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina muestra un incremento en la fuerza de flexión mayor al cemento de ionómero de vidrio convencional y una rigidez menor a los cementos de resina y fosfato de zinc; sin embargo, el cemento de resina mostró una óptima combinación de alta fuerza de flexión, alta rigidez y adecuada radiopacidad.

El cemento de resina debe rodear de forma uniforme el poste y su espesor no debe exceder los 500 μm (micras), espesor máximo recomendado para la absorción de las tensiones mecánicas (Scotti y Ferrari, 2004).

Varios agentes de unión (cementos) y sistemas adhesivos han sido aplicados para la cementación de postes de fibra de vidrio dentro del conducto radicular y ha sido demostrado que el control de residuos después de la aplicación y remoción del ácido fosfórico así como la incompleta filtración de la resina dentro de la dentina, afecta significativamente la fuerza de adhesión (Tay y otros, 1996).

2.8 ADHESIÓN ENTRE EL POSTE Y LA SUPERFICIE CORONAL, MEDIA Y APICAL DEL CONDUCTO RADICULAR

La zona apical de la dentina es menos favorable a la unión adhesiva porque carece de zonas de túbulos dentinarios, además se presenta la dentina secundaria irregular y se encuentra en este sector canales accesorios. El espesor de la capa híbrida se determinó que depende de la densidad tubular (Mjör I, 2001).

Tiene gran importancia el Factor C en el conducto radicular es mucho mayor y más complejo de lo que se presenta las cavidades para las restauraciones de resina compuesta. Para superar la reducción de la fuerza adhesiva de la dentina radicular causada por la rápida contracción en la polimerización de delgadas capas de cemento de resina fotopolimerizable, el uso de cementos de resina de autocuración y duales y cementos de ionómero de vidrio han sido propuestos (Bouillaguet 2003).

La retención de los postes de fibra en la porción apical podría depender en gran medida de la resistencia de fricción al desprendimiento, en lugar a la baja retención causada por agentes micromecánicos y químicos (Goracci, Fabianelli y otros 2005).

Se ha demostrado que el control de la humedad después de la aplicación y la eliminación de ácido fosfórico incompleta, así como la infiltración de la resina a la dentina afecta significativamente la unión adhesiva (Tay y otros 1996).

Además, la fuerza adhesiva entre el poste de fibra y la dentina se ve afectada por la distribución de cemento de resina en los tercios cervical, medio y apical del conducto radicular durante el procedimiento de cementación, y por las características anatómicas e histológicas de la conducto radicular, incluyendo la orientación de los túbulos dentinarios (Ferrari y otros 2000, Mannocci y otros 1999).

Se evaluó la morfología de la dentina en el conducto radicular, en especial la presencia y orientación de los túbulos y se manifestó una mayor densidad de túbulos en cervical en comparación con el tercio medio y apical del conducto radicular (Ferrari y otros 2000).

2.9 TRATAMIENTOS DE LA SUPERFICIE DE LOS POSTES DE FIBRA DE VIDRIO

Aunque la adherencia en el conducto radicular representa el punto más débil de la restauración, la adherencia entre postes de fibra a materiales compuestos se basa sólo en la interacción química entre el poste y la superficie de resina del material utilizado para fijaciones o construcción del núcleo.

Estudios in vivo e in vitro indicaron que el fracaso de los postes de fibra de vidrio y la restauración son a menudo debido por la separación entre poste y resina o poste y cemento resinoso como resultado de una inadecuada fuerza de unión (Wanga, 2008).

Los tratamientos de superficie de los postes son los métodos comunes para mejorar las propiedades de adherencia generales, facilitando la retención química y micromecánica entre componentes diferentes. Los avances en la odontología adhesiva han resultado en el desarrollo de las técnicas de preparación física de superficie de substratos naturales (esmalte, dentina) (Buonocore, 1955) (Nakabayashi, 1982) y materiales reparadores. Dentro de las técnicas del tratamiento de la superficie del poste, pueden ser químicas y mecánicas. Dentro de las técnicas mecánicas tenemos la microabrasión con partículas de óxido de aluminio o sílica, mostrando un mayor incremento en la fuerza de adhesión que las técnicas químicas como el grabado con ácido fluorhídrico o silanización (Vano, 2006).

Es bien aceptado que el arenado con partículas de alúmina se traduce en un aumento de rugosidad de la superficie, este microarenado se basa en la utilización de partículas de óxido de aluminio modificado por sílice. Estos procedimientos son seguidos por el uso del agente silano como de pre-tratamiento de la superficie, por lo tanto, la combinación química y micromecánica.

La abrasión de aire de sílice recubierta con partículas de óxido de aluminio crea una capa de sílice en la superficie del poste debido a la alta velocidad de impacto de la sílice en el substrato, lo que permite una penetración de las partículas alrededor de 15 micras. El tratamiento mejora la fuerza adhesiva entre los postes y los cementos de resina en comparación con ácido fosfórico o el grabado con ácido fluorhídrico.

Sahafi y otros (2003), comprobaron que a pesar de que la fuerza adhesiva es satisfactoria, el tratamiento se consideró demasiado agresivo para los postes de fibra con el riesgo de la modificación de su forma.

El tiempo de aplicación, tamaño de las partículas de alúmina y la presión puede haber influido en los resultados. Por otra parte, el tratamiento parece beneficioso cuando es realizada en los postes de óxido de circonio.

Asmussen y otros (1999), demostraron que el tratamiento de la superficie de los postes de fibra de vidrio a base de resina epóxi con microarenado con partículas de alúmina de 2,5 bar de presión durante 5 segundos y una distancia de 30 mm, no se producen cambios visibles en la forma del poste y dio lugar a un aumento en la vinculación mecánica con el cemento de resina.

Sin embargo Monticelli y otros (2006), argumentan que a pesar del incremento de la fuerza de adhesión lograda con técnicas mecánicas, estos tratamientos han sido considerados demasiado agresivos para los postes de fibra de vidrio, con el riesgo de modificar la forma y por consiguiente su ajuste dentro del conducto radicular.

Los tratamientos químicos son indicados para la preparación de la superficie de los postes, para aumentar la retención mecánica entre el poste y el substrato dentinario.

Sin embargo, el grabado ácido con ácido fluorhídrico y silanización de la superficie de los postes de fibra de vidrio (Debnath, 2003), poco es sabido sobre cómo puede mejorar la adherencia de la interfase entre substrato dentario y poste.

Los diferentes procedimientos de acondicionado inicialmente propuestos para la cerámica también se han probado en los postes de fibra.

El grabado con ácido fluorhídrico es capaz de crear una superficie rugosa que permite la vinculación mecánica con el cemento resinoso. Esta metodología ha sido recientemente propuesta para el grabado de los postes de fibra de vidrio. La técnica produjo importantes daños a las fibras de vidrio y ha afectado a la integridad del poste. Ésto es debido al efecto corrosivo del ácido fluorhídrico en la fase de vidrio de una matriz cerámica (Sahafi y otros,

2003). Estos resultados fueron confirmados por Vano y otros (2006), el ácido fluorhídrico cuando se utilizó para el acondicionamiento de postes de fibra a base de metacrilato: a pesar de mejorar la fuerza de adherencia, se observó una notable alteración de la superficie de los postes, que van desde la micro-fisuras longitudinales, a las fracturas de la capa de fibras.

La colocación de un agente de acoplamiento de silano como promotor de adherencia de los postes, fue investigada recientemente (Goracci y otros, 2005). Sin embargo, la adherencia de los postes de fibra todavía era inferior hacia el substrato dentinario, ya que no se establecen lazos de unión con la matriz epóxica. Debemos recordar que el agente de acoplamiento silano se aplica sobre la superficie del material a tratar, se deberá permitir que el silano actúe cuando menos durante 3 minutos debido a que el agente silano posee radicales órgano-funcionales y sílico-funcionales, que se une a la sílice por sus radicales sílico-funcionales o al vidrio y se une a la matriz orgánica del sistema adhesivo/cemento resinoso por intermedio de los órgano-funcionales, promoviendo una unión química entre los componentes, lo cual asegura una excelente resistencia adhesiva. (Henostroza, 2003)

Goracci y otros (2005), informaron de una mejora de la fuerza adhesiva entre los postes de fibra y resinas para la elaboración de núcleos debido a la silanización.

Del mismo modo, Aksornmuang y otros (2004), confirmó el beneficio de la aplicación del silano en el mejoramiento de la fuerza adhesiva mediante pruebas de microtensión. Estos resultados se basan en la capacidad del silano de aumentar la humectabilidad química de la superficie del poste mediante la formación de puentes OH, tales como el vidrio o fibras de cuarzo. Sin embargo, la fuerza interfacial es todavía relativamente bajo en términos de MPa (Megapascals).

La falta de unión química entre los compuestos de resina (base de metacrilato) y la matriz de los postes de fibra (a menudo hecha de resina epoxi) representan una posible explicación.

Esta falta de compatibilidad puede ejercer una influencia en la forma en que las moléculas de silano pueden absorber, condensar o interactuar con un sustrato. La unión química sólo podrá lograrse entre la resina compuesta y la exposición de fibras de vidrio. Como consecuencia la fuerza adhesiva entre la resina epoxi a base de fibra de metilo y los

postes a base de compuestos de resina no pueden ser plenamente reforzadas por la silanización (Murat, 2008).

Para optimizar la interacción química mediante el silano, la reacción puede ser catalizada por calefacción o el tratamiento térmico. El tratamiento térmico de soluciones de silano es realizada de forma rutinaria en la odontología para maximizar fuerza adhesiva.

Ferrari y otros (2000), informó de que no mejora sustancialmente la fuerza adhesiva por separado la aplicación de silano y los diferentes adhesivos entre la dentina y los postes de fibra en base de metacrilato. Recientemente se ha comercializado agentes de acoplamiento que se basan en la combinación de un silano / primer solución y un agente adhesivo. La combinación de estos silano / adhesivos tienen la ventaja de la constitución simultánea de siloxano y polimerización de grupos funcionales en la resina.

La selección del agente adhesivo representa una posible limitación de la técnica. Recientemente se ha comercializado sistemas adhesivos que incluyen grandes cantidades de agua y en disolventes orgánicos, monómeros o ácido 2-hidroxietilmetacrilato (Perdigao, 1999).

El efecto de grabar con peróxido de hidrógeno (H_2O_2) depende de su capacidad de disolver la matriz de resina, rompiendo la resina epóxi, a través de un mecanismo de oxidación de sustratos (Bronson y otros, 2001). Un procedimiento de grabado con H_2O_2 similar puede ser empleado para mejorar la retención micromecánica entre la matriz de resina de los postes de fibra y compuestos de metacrilato de resina.

El tratamiento de la superficie del poste consiste en la inmersión en soluciones por un período relativamente corto de 10 a 20 min, debido a que elimina una capa superficial de resina epoxi, lo que provoca una mayor superficie expuesta de fibras de vidrio quedando disponibles para la silanización. Los espacios entre las fibras proporcionan sitios adicionales para la microrretención de los compuestos de resina. En particular, grabado con peróxido de hidrógeno al 10% por 20 min, representa una forma fácil y clínicamente posible para mejorar la interfase entre postes de fibra y compuestos de resina, sin utilizar líquidos extremadamente corrosivos en una clínica (Monticelli, 2006).

En estudios previos (Bronson y otros, 2001), ciertas sustancias químicas como el peróxido de hidrógeno, permanganato de potasio, ácido fluorhídrico, silano han sido evaluadas en un intento de mejorar la fuerza de adhesión entre los postes y el conducto radicular, donde el silano y el ácido fluorhídrico no incrementa la fuerza adhesiva. Sin embargo el peróxido de hidrógeno y el permanganato de potasio incrementan la unión. Los procesos de grabado con permanganato de potasio al 10% por 10 minutos tuvieron una influencia significativa en la fuerza de unión, estos resultados fueron superiores que los encontrados con el peróxido de hidrógeno. El permanganato de potasio sólo afecto la parte superficial de la matriz epóxica de los postes, pero esta aplicación consume mucho tiempo porque esto involucra demasiados pasos.

Una alternativa química para el tratamiento de la superficie de los postes es el cloruro de metileno que incrementa la fuerza de unión entre la resina acrílica usada para bases de prótesis y el acrílico usado para reparaciones. Este agente produce cambios en la morfología de la resina acrílica incrementando la fuerza de unión cuando son reparados. Nagai (2001), evaluó el efecto del cloruro de metileno en materiales de ionómero de vidrio, sin embargo es poco conocido el efecto físico y químico de esta sustancia. El cloruro de metileno no produce un incremento considerado en la fuerza adhesiva entre el poste y estructura dentinaria, cuando es aplicado por 5 seg, tal vez con mayor tiempo de exposición se produzcan mejores resultados (Murat, 2008).

Mannocci (2004), ha utilizado el test de flexión y de fractura para comprobar la resistencia a la flexión de pernos de fibra conservados en seco y en agua destilada. Los postes muestran resistencias significativamente inferiores cuando se conservan en agua, la cual es probable que tenga un efecto plastificante sobre la matriz y un efecto hidrolítico sobre las fibras. Esto significa que los postes que hayan estado en contacto durante mucho tiempo con la saliva son más débiles de lo normal. (Scotti y Ferrari, 2004).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar mediante pruebas de empuje la resistencia adhesiva que presentan los postes de fibra de vidrio hacia la estructura dentinaria por medio de diferentes técnicas de tratamiento de la superficie del poste.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar mediante prueba de empuje la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio a nivel cervical cuando fue aplicado adhesivo al poste.
2. Evaluar mediante prueba de empuje la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio a nivel cervical cuando fue aplicado ácido fluorhídrico y silano.
3. Evaluar mediante prueba de empuje la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio a nivel cervical cuando fue aplicado peróxido de hidrógeno al 10 % por 20 min.
4. Evaluar mediante prueba de empuje la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio a nivel cervical cuando fue aplicado cloruro de metacrilato por 10 seg.

4 HIPÓTESIS

La aplicación de peróxido de hidrógeno al 10% al poste, previo al proceso de cementación, incrementa la fuerza adhesiva de éste a la estructura dentinaria a nivel cervical.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 DISEÑO DE ESTUDIO

Estudio in vitro porque se ejecutará en dientes extraídos previamente para tratamiento de ortodoncia, experimental porque serán sometidos a pruebas mecánicas, comparativo porque compararemos diferentes técnicas de acondicionamiento para la aplicación de postes de fibras de vidrio en dientes tratados endodóncicamente, analítico porque examinaremos los resultados obtenidos confiriéndolos o proyectándolos a la clínica.

5.2 MUESTRA

- 32 dientes uniradiculares donados por profesionales ortodoncistas, obtenidos por extracción indicada (Fig. 1).

Previamente limpiados mediante cavitron, desinfectados con cepillo con piedra pómez y lavados.



Fig 1. Dientes seleccionados para el estudio.

5.2.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Que sean premolares uniradiculares, a los cuales se les realizará radiografías periapicales para su comprobación.

Libres de caries y fracturas

Forma de raíz recta y que tengan una correcta proporción corona-raíz

5.2.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Multiradiculares

Que presenten destrucción coronaria por caries o fracturas

Raíces curvas y cortas

Raíces calcificadas

5.3 METODOLOGÍA

Los dientes fueron previamente limpiados con piedra pómez y cepillo profiláctico, y sometidos a limpieza complementaria con scanner ultrasónico (scanner 800) con una punta de 25 k (Whaledent) para eliminar todo tipo de residuo de tejido blando encontrado en los dientes como consecuencia de la extracción para luego ser almacenados en solución fisiológica y mantenidos en refrigeración hasta ser utilizados.

5.3.1 PREPARACIÓN DE LA ENDODONCIA

El tratamiento de conducto fue realizado por las estudiantes de postgrado de endodoncia de la Universidad San Francisco de la Facultad de Odontología. Los conductos fueron tratados siguiendo la técnica manual ápice corona, la preparación de conducto fueron igual en todos los dientes, mediante los instrumentos necesarios como Limas k Flexo File de la 15 a la 50, usando una fresa redonda para realizar el acceso al conducto radicular, después de cada instrumentación el conducto fueron lavado con hipoclorito de sodio al 5,25% usando jeringas de insulina, ya que se conoce que el hipoclorito sódico al 5,25% se conoce que ejerce una acción disolvente excelente del tejido orgánico, además de desprender los residuos de tejido pulpar y microorganismos de las paredes irregulares de la dentina, pero produce una irritación severa cuando entra en contacto con tejidos blandos (Hayashi, 2005). La obturación se realizó con conos de gutapercha (Dentsply). Se procedió a tomar radiografías periapicales, para comprobar el estado de la obturación final (Fig 2).



Fig. 2. Radiografías periapicales de los dientes después del tratamiento de endodoncia.

Después del tratamiento de endodoncia los dientes fueron separados la corona de la raíz, en la unión amelo-cementaria utilizando un disco de diamante marca Kornet.

5.3.2 DIVISIÓN DE LOS GRUPOS Y TRATAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE LOS POSTES

Fueron conformados 4 grupos de 8 dientes cada uno:

Donde G1, el conducto fue desobturado con fresas gates n° 2, luego se introdujo el drill correspondiente al sistema Transluma (Bisco), inmediatamente se procedió al lavado del conducto con clorhexidina al 0,2%, seguido del acondicionamiento con ácido fosfórico al 32% (Bisco), por 20 segundos, se aplicó adhesivo One Step plus (Bisco) en el conducto utilizando un microbrush y se fotocuró por 20 seg. El poste fue sumergido en alcohol por 2 minutos, luego fue secado con aire de la jeringa triple y se procedió a colocar adhesivo One Step plus (Bisco) en el poste con un microbrush y se fotocuró por 20 segundos usando una lámpara de Luz Halógena (Litex 680). (Fig. 3a, 3b, 3c y 3d).

Posteriormente el poste fue cementado utilizando cemento dual (Duolink, Bisco), el cual fue aplicado dentro del conducto, mediante léntulo y se fotocuró por 20 segundos. Éste fue el grupo control.

En el G2 el tratamiento del conducto fue igual al G1 con la variante de que en el poste se colocó ácido fluorhídrico (Porcelain Etchant, Bisco) al 4% por 2 minutos con un microbrush, luego fue lavado con agua de la jeringa triple y secado con aire, posteriormente se aplicó silano (Porcelain Primer, Bisco) con un microbrush, se dejó que éste actué en el poste por 1 minuto, enseguida se aplicó adhesivo One Step plus (Bisco) y se fotocuró por 20 segundos (Fig. 4a y 4b).

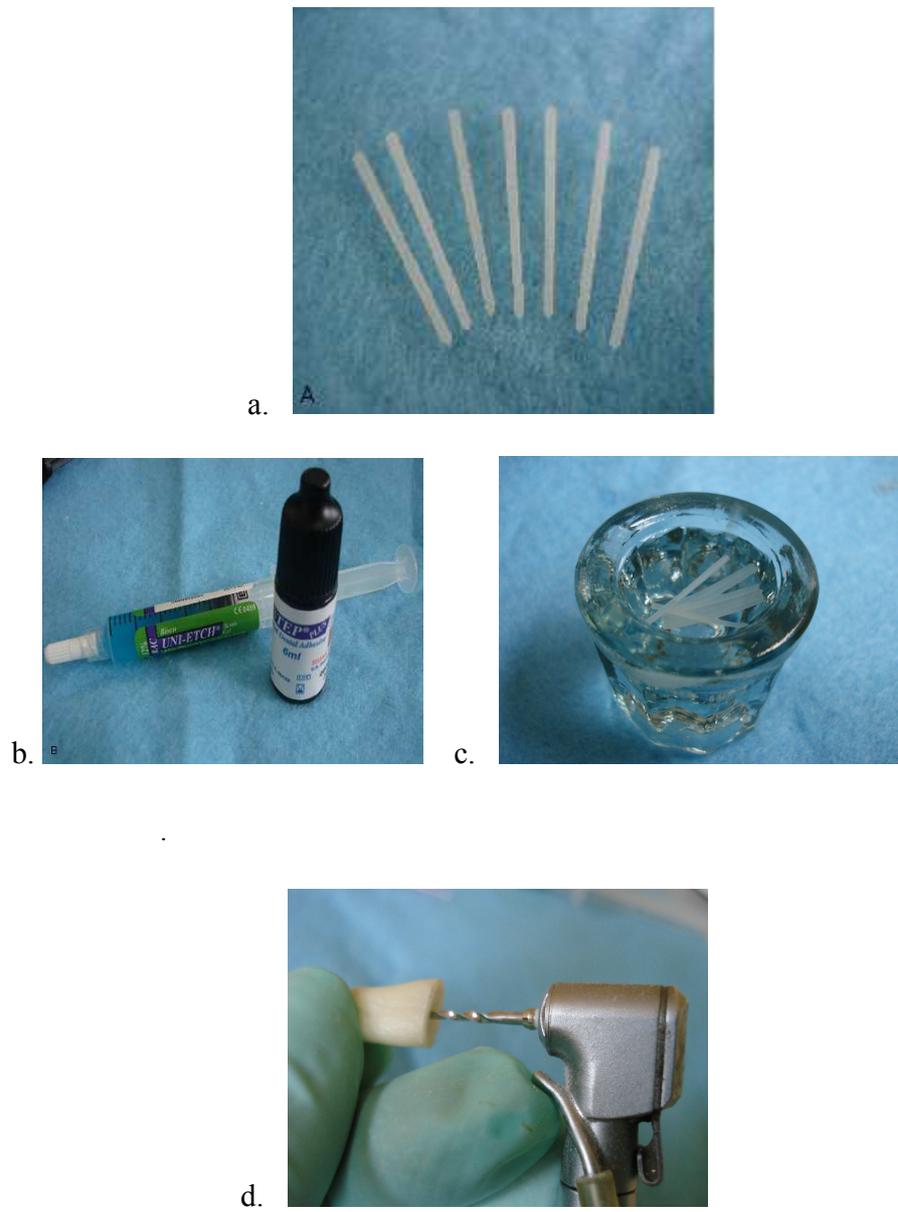


Fig. 3 Materiales utilizados en el Grupo 1: **a.** postes de Fibras (Transluma, Bisco), **b.** ácido fosfórico y adhesivo, **c.** postes sumergidos en alcohol. **d.** preparación del diente para cementar el poste.



En el G3 el tratamiento del conducto fue igual al G1 con la diferencia de que el poste fue grabado con peróxido de hidrógeno al 10% (comprado en una distribuidora de productos QUÍMICOS, llamada H&H productos químicos) por 20 min aplicándolo igualmente con un microbrush. (Fig. 5)



Fig. 5 Peróxido de hidrógeno

En el G4 el tratamiento al conducto fue igual al G1 con la diferencia de que el poste fue grabado con cloruro de metileno por 10 seg (comprado en una distribuidora de productos QUÍMICOS, llamada H&H productos químicos) colocándole con un microbrush. (Fig. 6)



Fig. 6. Cloruro de Metileno

Después de la aplicación del peróxido de hidrógeno y cloruro de metileno, fueron lavados con agua destilada por 2 minutos y secados por 10 segundos.

Terminada la cementación de los postes dentro de los conductos radiculares, se procedió a la toma de radiografías periapicales. (Fig. 7).



Fig. 7 Radiografía del diente cementado el poste de fibra de vidrio

5.3.3 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS PARA SOMETERSE A LA PRUEBAS DE EMPUJE

Todos los cuerpos de prueba fueron introducidos en cilindros de acero inoxidable especialmente diseñado para el estudio con medias de 20 mm de alto y 30 mm de diámetro que fueron llenados con acrílico rápido transparente. (Fig. 8)



Fig. 8 Dispositivo diseñado para la elaboración de los cilindros de acrílico y para el corte a una distancia de 5 mm.

Para comprobar que los cuerpos de prueba fueron introducidos en forma paralela en el cilindro se colocaron usando un paralizador. (Fig. 9)



Fig 9. Uso del paralizador para introducir los dientes en los cilindros

Después estos cilindros de acrílico con las muestras incluidas fueron cortadas a 5 mm desde la unión amelo-cementaria hacia apical, utilizando un dispositivo diseñado para este estudio para evitar alteraciones en las medidas de los cortes (Fig. 10 y Fig. 11), después fueron almacenados por 24 horas en agua a 37 grados para simular la cavidad bucal, para finalmente ser sometidos a la prueba de empuje.

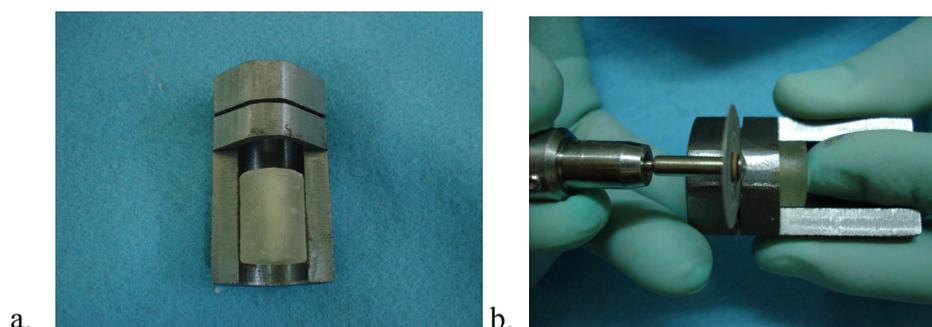


Fig. 10 a. Dispositivo diseñado para el corte de las muestras. **b.** Corte de las muestras usando un disco de diamante.



Fig 11. Muestras cortadas 5 mm desde cervical hacia apical

La máquina para pruebas de tensión y presión (JJ machine type T5002) ejerció una carga estática vertical mediante una punta de metal sobre la sección del poste en una velocidad de 0.5 milímetros / minuto, (Fig. 12). Los resultados fueron obtenidos en Newton, los valores obtenidos fueron recolectados en fichas adecuadas para el estudio (tabla 1, ficha de recolección de datos), los cuales fueron transformados a Megapascuales y sometidos a los análisis estadísticos correspondientes.



Fig 12. Máquina para pruebas de tensión y presión (JJ machine type T5002)

Fórmula para cambiar de Newton a Megapascales:

$$\text{Mpa} = \frac{N}{\pi r h} \cdot 5$$

Donde π es 3,14 , r es el radio del segmento del poste (mm) y h es el grosor del segmento del poste (mm). Cada longitud de los postes fue de 5 mm, comprobado su medida mediante un calibrador digital, así como el diámetro de cada poste de cervical fue de 1,20 mm y el diámetro de apical fue de 1,15 mm.

Grupos	G1	G2	G3	G4
Muestra 1	106 N	113 N	132 N	158 N
Muestra 2	108 N	109 N	150 N	132 N
Muestra 3	102 N	115 N	131 N	160 N
Muestra 4	104 N	112 N	148 N	165 N
Muestra 5	108 N	110 N	142 N	163 N
Muestra 6	101 N	114 N	143 N	149 N
Muestra 7	97 N	119 N	147 N	152 N
Muestra 8	92 N	115 N	135 N	143 N
Resultados				

Tabla 1 Fichas de recolección de datos

6 RESULTADOS

Se consideran los datos mostrados en la tabla de recolección de datos, que inicialmente fueron levantados en Newton (N/m^2) y que fueron transformados a Megapascales (Mpa). La transformación se la logró mediante la relación:

$$Mpa = \frac{N}{5} \pi r h$$

Donde:

N = medida en Newton (dada por el equipo)

$\pi = 3.1416$

$$r = \frac{d}{2} = \frac{1.2}{2} \text{ mm} = 0.6 \text{ mm}$$

h = 1.15 mm

Con la finalidad de cubrir el objetivo planteado: Evaluar la resistencia adhesiva que presenta los postes de fibra de vidrio hacia la estructura dentinaria a nivel cervical por medio de diferentes técnicas de tratamiento de la superficie del poste; se presentan los siguientes resultados estadísticos que fueron obtenidos con el software SPSS v11.5.

6.1 Estadística descriptiva

Inicialmente se presentan algunos resultados básicos que permiten describir la muestra lograda:

Unidades	Grupos	Muestras	Media	Mediana	Moda	Desviación típica	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
							Límite inferior	Límite superior		
NEWTON	G1	8	102.3	103	108	5.6	97.59	106.91	92	108
	G2	8	113.4	114	115	3.2	110.73	116.02	109	119
	G3	8	141.1	143	131	7.5	134.86	147.39	131	150
	G4	8	152.8	155	132	11.2	143.40	162.10	132	165
	Total	32	127.4	125	108	21.9	119.49	135.26	92	165
MPA	G1	8	44.3	44.65	46.82	2.4	42.31	46.35	39.89	46.82
	G2	8	49.2	49.21	49.86	1.4	48.01	50.30	47.26	51.59
	G3	8	61.2	62.00	56.79	3.2	58.47	63.90	56.79	65.03
	G4	8	66.2	67.20	57.23	4.8	62.17	70.28	57.23	71.53
	Total	32	55.2	54	47	9.5	51.80	58.64	39.89	71.53

Tabla 2. Medidas en Newton y Megapascales de los valores obtenidos en la prueba de empuje de todos los grupos.

En primer momento puede notarse que existe cierta variabilidad entre los valores de los promedios logrados, lo cual podría ser indicio de que existe diferencia significativa entre los grupos.

Sin embargo, dado que existen diferencias numéricas en la media, mediana y moda, se hizo necesario estudiar la variabilidad de los datos. Para ello fue ejecutado diagramas de caja y bigote (Gráfico 1), donde se analizaron los intervalos de confianza para la media (95%) para conseguir visualizar las posibles diferencias significativas.

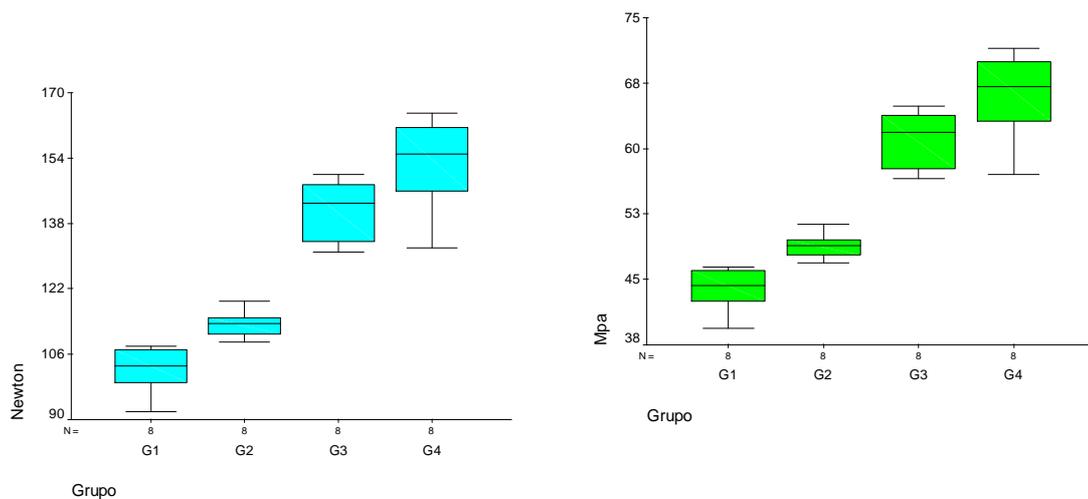


Gráfico 1. Diagramas de caja y bigote de las medidas tomadas y transformadas

Pudiendo observarse que en general no existe “gran variabilidad” de los datos, donde el grupo 2 muestra una menor variabilidad que los demás grupos, es decir, el grupo 2 presenta valores más homogéneos que el resto, en cuanto que los grupos 3 y 4 presentan valores más heterogéneos (Gráfico 2).

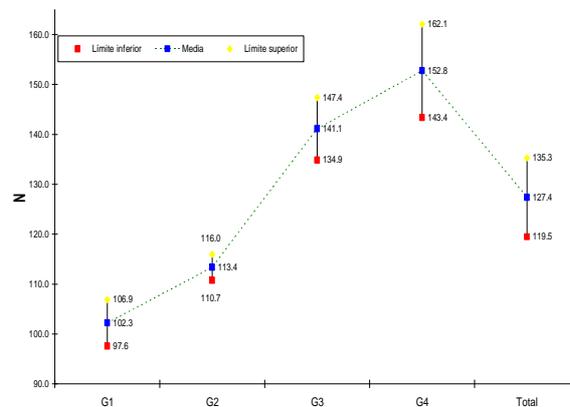


Grafico 2a. Valor promedio de la medida, en escala Newton, e Intervalo de Confianza para la media del 95%

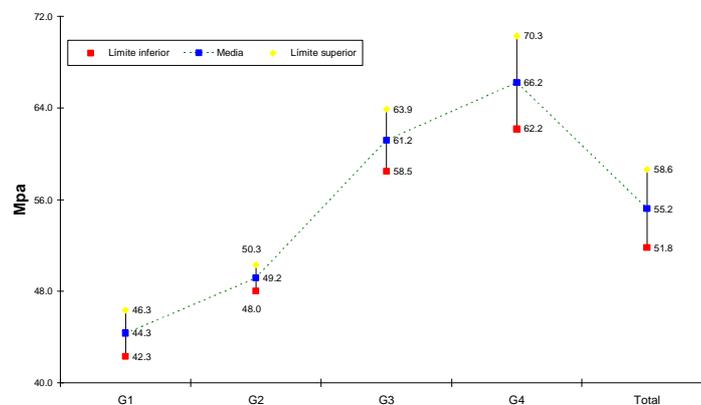


Grafico 2b. Valor promedio de la medida, en escala Mpa, e Intervalo de Confianza para la media del 95%

A primera vista, las dos escalas (tanto newton como megapascales) muestran que los grupos 3 y 4 tienden a ser diferentes de los otros, además de que el grupo 1 y 2 muestra diferencias entre ellos. El hecho de que los intervalos de confianza no se superpongan se presenta como pauta para sospechar que existen diferencias significativas entre los 4 grupos.

6.2 Comparaciones entre grupos

Para comparar si los grupos arrojan diferentes resultados, fue usado la técnica ANOVA (Análisis de Varianza) que contrasta las siguientes hipótesis:

H_0 : Los promedios de los grupos son iguales

H_1 : Al menos uno de los grupos es diferente

El resultado de esta prueba se la presenta en la tabla siguiente:

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
NEWTON	Inter-grupos	13281.750	3	4427.250	79.681	.000
	Intra-grupos	1555.750	28	55.563		
	Total	14837.500	31			
MPA	Inter-grupos	2496.406	3	832.135	79.681	.000
	Intra-grupos	292.415	28	10.443		
	Total	2788.821	31			

Tabla 3. Resultados en Newton y Megapascales del estudio estadístico ANOVA

Cabe recalcar que el valor relevante es el valor p, que para el caso de la Unidades N y Mpa, da $p=0.000$. Éste valor p indicaría que al menos uno de los grupos podría ser

considerado diferente, si el valor p hubiese sido superior o igual a 0.05 (convención), se habría optado por afirmar que no existiría diferencia significativa entre los grupos.

Para ubicar cual de los grupos muestra diferencia significativa, se ensayan varias comparaciones múltiples como la HSD de Tukey, Scheffé y DMS. Los cuadros resultantes se los puede observar en el anexo dos. En todos los ensayos realizados se puede notar que con $p < 0.05$, los 4 grupos son diferentes, es decir, existe diferencia significativa entre los grupos, siendo el G1, el de menor resistencia al empuje (tanto en N como en Mpa) y G4 el de mayor resistencia al empuje.

Sin embargo, dada la no homogeneidad de los grupos detectada en las diferencias de la variabilidad, se complementa el análisis con una prueba de Kruskal-Wallis que es el equivalente no paramétrico del ANOVA. Los resultados arrojan similares conclusiones a los logrados con el ANOVA, es decir, con $p = 0.000$ se puede concluir que los grupos de datos provienen de diferentes distribuciones o lo que es lo mismo, los grupos se comportan de diferente manera.

7 DISCUSIÓN

En la actualidad son los postes de fibra de vidrio el sistema preferencial para la reconstrucción del diente con tratamiento de endodoncia con pérdida de tejido dental, debido a que los postes de fibra tienen su módulo de elasticidad similar al de la dentina, lo que tenderá a prevenir posibles fracturas por tensión mecánica, al absorber gran parte de las fuerzas oclusales y además de presentar una forma cónica semejante a la del conducto radicular (Scotti, 2004).

En los postes de fibra ya sea de vidrio, cuarzo o carbono es de suma importancia el cemento utilizado y la técnica de cementado, el cemento ideal es un material resinoso que permite una fuerte unión, éste debe presentar una baja viscosidad para disminuir la espesura de la película en la interfase adhesiva. El uso de cemento resinoso de autocurado garantiza la polimerización sin la influencia de la profundidad del conducto radicular, pero su principal desventaja es la falta de control de la reacción de autopolimerización.

El cemento de fotocurado presenta la ventaja de disponer del tiempo suficiente y adecuado para el control de la reacción. Sin embargo, el inconveniente de este tipo de cemento es que no garantiza la polimerización hasta el extremo apical del conducto. El cemento de curado dual presenta la favorable combinación de las propiedades de ambos sistemas, auto y foto curado, motivo por el cual en este estudio utilizamos un cemento dual, además de ser el procedimiento más comúnmente utilizado en clínica de la Universidad San Francisco de Quito.

La porción coronal del conducto radicular es el medio más accesible en el canal, lo que facilita el grabado completo de esta región y por consiguiente la aplicación del agente adhesivo. El lavado con agua durante el procedimiento de grabado, y las dificultades de control de la humedad en el tercio apical, probablemente debido a la retención de agua en los túbulos dentinarios, provoca una infiltración incompleta del agente resinoso lo que va a producir aparentemente una disminución de la fuerza adhesiva en esta región (D'Arcangelo,

2008). Otro motivo por el cual se ve afectada la fuerza adhesiva en el tercio medio y apical puede deberse al retiro incompleto de gutapercha, impidiendo una adecuada interfase adhesiva entre poste y tejido dentario (Alava, 2009).

La retención de restauraciones posteriores y anteriores depende de la calidad del vínculo establecido en diferentes interfases. Se han realizado varios estudios para evaluar la interacción con la dentina, tanto en el plano coronal, medio y apical (Ferrari y otros, 2001) (Mjör 2001). Estudios que demuestran una disminución en la fuerza adhesiva en el tercio medio y apical del conducto, debido a la reducción de accesibilidad de estos segmento del canal, lo que hace más difícil el grabado y aplicación hasta la totalidad del conducto del agente adhesivo y el cemento resinoso (Mallmann y otros 2005).

Los distintos tratamientos realizados en este estudio sobre la superficie del poste nos demostraron que aparentemente estos afectan la fuerza adhesiva, produciendo una mejor adhesión a nivel cervical.

En los valores de fuerza adhesiva se encontraron diferencias significativas en esta investigación. Los valores entre los grupos tratados con silano y alcohol fueron los de menor valor, pero el grupo tratado con cloruro de metileno mostró (66.2 Mpa) resultados significativamente mayores en cuanto a la fuerza adhesiva. Sin embargo Nagai (2001), evaluó el efecto del cloruro de metileno en materiales de ionómero de vidrio, a pesar de que fue poco conocido el efecto físico y químico que esta sustancia produce sobre el sustrato, Murat (2008) encontró que el cloruro de metileno no produjo un incremento considerado en la fuerza de unión del poste cuando fue aplicado por 5 seg. En nuestro estudio la aplicación del cloruro de metileno en la superficie del poste durante 10 segundos aparentemente disolvió la matriz de resina epoxi y expuso las fibras mejorando posiblemente la adhesión, mostrando mejores resultados en la fuerza adhesiva que las otras sustancias estudiadas

Para todos los grupos, el nivel más bajo de la fuerza adhesiva ante la prueba de empuje se obtuvo con la sumersión en alcohol del poste y posterior aplicación solo del agente adhesivo (44,3 Mpa), posiblemente como causa de que el alcohol únicamente desinfecta y disminuye la tensión superficial del poste, sin crear ningún tipo de alteración en la superficie del poste que ayuda a mejorar la fuerza adhesiva.

Los valores obtenidos con el ácido fluorhídrico y silano fueron homogéneos (49,2 Mpa), debido al efecto que éste produce sobre la superficie del poste al aumentar la humectabilidad y químicamente formar puentes de unión entre substratos orgánicos e inorgánicos (Murat, 2008) (Monticelli, 2006). Hay muchos factores como el pH, la presencia de los solventes, el tamaño de la molécula, etc, que pueden ejercer una influencia en la forma en que las moléculas del poste de fibra pueden absorber el silano, condensar o interactuar con el substrato, que influyen en la eficacia del acondicionamiento del poste de fibra (Vano, 2006).

Para acelerar el mecanismo de interacción química entre el silano y la superficie del poste, esta reacción puede ser catalizada por ácido o tratamiento de calefacción (Monticelli, 2006). En nuestro caso para este estudio utilizamos previo a la aplicación de silano el uso de ácido fluorhídrico por 2 min, el cual, al eliminar una capa superficial de resina epoxi, produce una exposición de las fibras de los postes dejando al poste más susceptible a la silanización.

Vano y otros (2006), evaluaron la influencia de H₂O₂ al 10%, ácido fluorhídrico y la silanización, donde concluyen que el tratamiento del poste de fibra de vidrio con H₂O₂ es un método eficaz que puede mejorar el rendimiento clínico en la fuerza adhesiva, datos que concuerdan en este estudio. El efecto de grabado de H₂O₂ al 10% depende de su capacidad de disolver la matriz de resina parcialmente, rompiendo las fibras de resina epoxi a través de un mecanismo de oxidación del substrato (Bronson, 2001).

En nuestra investigación el uso de H₂O₂ al 10% como pretratamiento y aplicación de silano mejoró significativamente la fuerza adhesiva entre el poste de fibra y el cemento resinoso (61,2 Mpa).

Las técnicas de grabado de la resina epoxi, como el grabado ácido, el uso del peróxido de hidrógeno o el cloruro de metileno (Murat, 2008), proporcionan una manera fácil, eficaz y clínicamente viable para el mejoramiento de las interfases entre los poste de fibra y el conducto radicular, sin necesidad de emplear líquidos muy corrosivos en un entorno clínico (Bronson, 2001).

Monticelli y otros (2006), evaluaron los efectos de los distintos procedimientos de grabado en la superficie de postes de fibra de cuarzo y de vidrio en la fuerza adhesiva. Estos autores encontraron que la aplicación de permanganato de potasio al 10% durante 10 minutos tuvo una influencia significativa en la fuerza adhesiva y los valores obtenidos fueron superiores a las que se encontraron utilizando H₂O₂, pero el uso del permanganato de potasio no se siguió estudiando por el largo procedimiento que el tratamiento de la superficie del poste requiere.

Monticelli y otros (2006), usaron las concentraciones del 10% y 24% de peróxido de hidrógeno, encontrando resultados eficaces en ambas concentraciones en los tratamientos de la superficie de los postes de fibra de cuarzo y vidrio.

El peróxido de hidrógeno al 10%, obtuvo resultados un poco menores a los obtenidos con cloruro de metileno en este estudio, el inconveniente fue el conseguir esta sustancia al 10%, al igual que el cloruro de metileno, estudios como el de Monticelli, 2006, Vano 2006 y Murat, 2008, realizados a nivel internacional refieren el uso de estos productos por la facilidad de encontrarlos, en sus mercados, sin embargo en nuestro país estos productos no son de fácil acceso por lo que para realizar este estudio fue necesario solicitar permiso en el CONSEP para poder comprar estas sustancias en una distribuidora química.

La metodología aplicada en este estudio empleó para el corte del fragmento estudiado un disco que al momento de realizar el corte pudo haber producido alguna fractura en la interfase adhesiva durante la vibración, lo que posiblemente provocó una disminución en la fuerza adhesiva al ser sometidas a las pruebas de empuje en ciertas muestras. Por no existir un dispositivo que permita cortar las muestras en forma y medida exacta, estos cortes fueron realizados a cada 5 mm mediante un dispositivo usado para este efecto y los cortes realizados por el operador, lo que probablemente pudo haber provocado fallas al momento de realizar los cortes.

Sería interesante para un próximo estudio, evaluar al microscopio electrónico los postes de fibra de vidrio después de haber sido tratados con las diferentes sustancias químicas

en este estudio utilizadas, y así conocer el efecto que se provoca sobre la superficie de los postes, para mejorar la fuerza adhesiva.

Durante la evaluación de esta investigación, al realizar la preparación del diente para recibir el poste de fibra, cuando se utilizó los drills, se sintió un calentamiento en la pieza dental, por lo que el uso constante de refrigeración durante la preparación del diente se hace necesario, este calentamiento posiblemente puede afectar la fuerza adhesiva, así como acelerar la polimerización de los cementos resinosos.

8. CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones de este estudio, hemos llegado a las siguientes conclusiones:

1. Los tratamientos químicos de la superficie de los postes mejoran la fuerza de adherencia
2. Cuando aplicado ácido fluorhídrico y silano se obtuvieron valores homogéneos, al comparar entre grupos, presentando mejora en la fuerza adhesiva.
3. El tratamiento de la superficie del poste con peróxido de hidrógeno al 10% aumentó la fuerza adhesiva entre poste y substrato dentinario.
4. Existieron diferencias significativas en los valores de fuerza adhesiva entre el cloruro de metileno y el grupo control, siendo el cloruro de metileno el que mejores resultados obtuvo y el grupo control los menores.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Aksornmuang J, Foxton RM, Nakajima M, Tagami J. Microtensile bond strength of a dual cure resin core material to glass and quartz fiber posts. *J Dent.* 2004; 32: 433-50.
2. Asmussen E, Peutzfeldt A, Heitmann T. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts. *J Dent.* 1999; 27: 275-8.
3. Boschian P, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber posts: push-out test and SEM observations. *Dent Mater.* 2002; 18: 596-602.
4. Bouillaguet S, Troesch S, Wataha JC, Krejci I, Meyer J-M, Pashley DH. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater.* 2003; 19: 199–205.
5. Bronson SH, Hansen AR, Nielsen HZ, Woxen IK. A comparative study of the immunogold labelling on H₂O₂-treated and heated epoxy sections. *Dent Mater.* 2001; 32: 147-151.
6. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel. *J Dent Res.* 1955; 34: 849-853.
7. Ceballos L, Garrido A, Fuentes V and Rodríguez. Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. 2005.
8. D'Arcangelo, S. Zazzeroni , M. D'Amario. Bond strengths of three types of fibre-reinforced post systems in various regions of root canals. *Dent Mater.* 2008; 41(4): 322-328.
9. Debnath S, Wunder SL, McCool JI, Baran GR. Silane treatment effects on glass resin interfacial shear strength. *Dent Mater.* 2003; 19: 441-448.

10. Duret B, Reynaud M, Duret F. Un nouveau concept de reconstitution coronoradiculaire: le Composiposte (1). *Chir Dent France*. 1990; 540: 131-41.
11. Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, Mjor IA. Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent*. 2000; 13 : 201–209.
12. Ferrari M, Scotti R. *Fiber posts: Characteristics and clinical applications*. Milano: Masson Ed., 2002.
13. Garoushi S, Lassila L, Vallittu P. Short fiber reinforced composite: the effect of fiber length and volume fraction. *J Contemporary Dent Pract*. 2006; 7: 1-9.
14. Goracci C, Ornella R, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E and Ferrar M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dent Mater*. 2005; 21 (5): 437-444.
15. Goracci C, Fabianelli A, Sadek FT, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts. *J Endod*. 2005; 31: 608–612.
16. Grandini S, Goracci C, Monticelli F, Tay FR, Ferrari M. Fatigue resistance and structural integrity of fiber posts: three-bending test and SEM evaluation. *Dent Mater*. 2005; 21: 75-82.

17. Henostroza Gilberto. Adhesión en Odontología Restauradora. Editoria MAIO, 20^{va} Edición: Curitiba, 2003. Pg: 80-108, 113-116, 119-137, 166-176, 267-268, 280-283, 367-370.
18. Iglesias JG, Gonzàles-Benito J, Aznar AJ, Bravo J, Balsega J. Effect of glass fiber surface treatment on mechanical strength of epoxy based composite materials. *J Coll Inter Sci.* 2002; 50: 251-260.
19. Kremeier, Lutz Fasenb y otros. Influence of endodontic post type (glass fiber, quartz fiber or gold) and luting material on push-out bond strength to dentin in vitro. *Dent Mater.* 2008; 24: 660-666.
20. Lippo V, Lassila J, Le Bell K and Vallittu P. Flexural properties of fiber reinforced root canal posts. *Dent Mater.* 2004; 20 (1): 29-36.
21. Lopes GC, Vieira LCC, Monteiro S, Caldeira, Baratieri CM. Dentin bonding: effect of degree of mineralization and acid etching time. *Oper Dent.* 2003; 28: 429-439.
22. Mannocci F, Innocenti M, Ferrari M, Watson TF. Confocal and scanning electron microscopy of teeth restored with fiber posts, metal posts and composite resin. *J Endod.* 1999; 25 (12): 789-794.
23. Menezes M, Queiroz E , Campos E , Martins L and Soares C. Influence of endodontic sealer cement on fibreglass post bond strength to root dentine. *Int End J.* 2008; 21 (6): 476-484.

24. Mjör IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J.* 2001 ; 34: 346–53.
25. Monticelli F, Toledano M, Tay M, Cury A, Goracci C, and Marco Ferrari. Post-surface conditioning improves interfacial adhesion in post/core restorations. *Dent Mater.* 2006; Jul; 22 (7): 602-609.
26. Monticelli F, Goracci C, Grandini S, García-Godoy F and Ferrari M. Scanning electron microscopic evaluation of fiber post-resin core units built up with different resin composite materials. *Am J Dent.* 2005; 18: 61-65.
27. Monticelli F, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. Clinical behaviour of translucent fiber posts and luting and restorative materials: a 2-year report. *Int J Prosth.* 2003; 16:593-596.
28. Monticelli F, Ferrari M. Cement system and surface treatment selection for fiber post luting. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2008.
29. Monticelli F, Toledano M, Osorio R, and Ferrari M. Effect of temperature on the silane coupling agents when bonding core resin to quartz fiber posts. *Dent Mater.* 2006; 22 (11): 1024-1028.
30. Murat Y, Safak K. Effects of chemical surface treatments of quartz and Glass fiber post on the retention of composite resin. *J Prosth Dent.* 2008; 99 (1): 38-45.

31. Nagai E, Otani K, Satoh Y, Suzuki S. Repair of denture base resin using wovenmetal and glass fiber: effect of methylene chloride pretreatment. *J Prosthet Dent.* 2001; 85: 496-500.
32. Nakabayashi N. Resin reinforced dentin due to infiltration of monomers into dentine at the adhesive interface. *Dent Mater.* 1982; 1: 78-81.
33. Park SJ, Jin JS. Effect of silane coupling agent on interphase and performance of glass fibers/unsaturated polyester composites. *J Coll Inter Sci.* 2001; 242: 174-179.
34. Perdigao J, Van Meerbeek B & Ambrose W. The effect of the wetting agent on dentin bonding. *Dent Mater.* 1999; 15 (4): 282 – 295.
35. Pierre A & Laila H. Influence of the time point of salivary contamination on dentine shear bond strength of three dentin adhesive systems. *J. Adhesive Dentistry.* 1999; 1 (3): 219-226.
36. Phrukkanon S. The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. *Dent Mater.* 1999; 27: 265–274.
37. Rickett, C. M, Tait E, Higgins A. J. Post and core systems, refinements to tooth preparation and cementation. *Brit Dent J.* 2005; 198, 533-541.
38. Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, Gotfredsen K. Bond strength of resin cement to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia, and to dentin. *J Adhes Dent.* 2003; 5: 153-162.

39. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004; 30: 289-301.
40. Scotti R, Ferrari M. *Pernos de Fibra, bases teóricas y aplicaciones clínicas.* Barcelona-España. Editorial Masson. 2004.
41. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH, The overwet phenomenon: an optical, micromorphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentine interface. *Am J Dent.* 1996; 9: 43–48.
42. Vichi A, Grandini S, Ferrari M. Comparison between two clinical procedures for bonding fiber posts into root canal: a microscopic investigation. *J Endod.* 2002; 28(5): 355-360.
43. Van Meerbeek B, Perdigao. The clinical performance of adhesives. *Journal of Dentistry.* 1998; 26 (1): 1 – 20.
44. Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2004; 20: 963-71.
45. Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR. The adhesion between fiber posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J.* 2006; 39: 31-39.
46. Wanga Vivian, Ya-Ming Chenay. Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. *Dent Mater.* 2008; 24: 372-377.