

# EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA ADHESIVA MEDIANTE LA PRUEBA DE DESALOJO EN POSTES DE FIBRA DE VIDRIO CEMENTADOS EN DIENTES NATURALES USANDO DIFERENTES PROTOCOLOS DE CEMENTACIÓN

## EVALUATION OF PUSH-OUT BOND STRENGTH IN FIBERGLASS POSTS CEMENTED IN NATURAL TEETH USING DIFFERENT CEMENTATION PROTOCOLS

JULIANA MORENO PRECIADO<sup>1</sup>, JUAN CARLOS VIVAS MONCAYO<sup>2</sup>, ISABEL CRISTINA CAMPO GÓMEZ<sup>3</sup>, HERNEY GARZÓN RAYO<sup>4</sup>

**RESUMEN. Introducción:** con frecuencia, los dientes con endodoncia requieren ser rehabilitados con postes sobre los que se efectúa una restauración. El material que reemplaza a la dentina debe garantizar un adecuado rendimiento clínico (poste, cemento o reconstructor) y constituir una unidad que se integre a la dentina, formando un complejo único. El objetivo de este artículo es determinar cuál protocolo de cementación de postes de fibra de vidrio presenta mejor resistencia adhesiva ante la prueba de desalojo (conocida en inglés como push-out test). **Método:** a una muestra de 60 dientes, divididos en dos grupos y subdivididos en dos subgrupos, se les realizaron cuatro cortes con el equipo IsoMet® 1000 Precision (Buehler) y con un disco de diamante (Isocut Wafering Blade-CBN HC) de 7 pulgadas de diámetro y 0,03 pulgadas de espesor, de modo que se obtuvieron tres discos radiculares: uno de la zona cervical, otro de la zona media y otro de la zona apical. Los grupos se dividieron así: Grupo 1: 30 dientes obturados con cemento de resina epóxica (Top Seal). Subgrupos 1.1 (15 dientes) y 2.1 (15 dientes), en los que se usó ácido fosfórico Condac 37%, clorhexidina 2%, cemento Duolink y poste prefabricado. Grupo 2: 30 dientes obturados con cemento Óxido de Zinc Eugenol (Grossman). Subgrupos 1.2 (15 dientes) y 2.2 (15 dientes), en los que se usó ácido Uni-etch 32%, cemento Duolink y poste prefabricado. A todas las muestras se les aplicó la prueba de desalojo por medio de la máquina universal (Instron, Modelo: ELS-5, made in China, con capacidad de carga de 1 a 600Kn). A los especímenes se les tomaron fotografías con una cámara digital AxioCam ERc5s® Zeiss, del estereomicroscopio Stemi 2000-CG®, para luego llevar a cabo un análisis observacional de los resultados de acuerdo al tipo de fallas presentadas. **Resultados:** tipos de falla: cohesiva a dentina (CD), adhesiva al poste (AP), adhesiva a dentina (AD). Mayor frecuencia de las fallas: Grupo 1, subgrupo 1.1: zona media (CD 80%). Subgrupo 1.2: zona media (AD 66,7%). Grupo 2, subgrupo 2.1: zona apical (AD 73,3%). Subgrupo 2.2: zona apical (AD 86,7%). **Conclusiones:** no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los cementos obturadores Grossman y Top Seal, pero se presentó menor resistencia adhesiva cuando se utilizó cemento obturador Grossman, y menor resistencia cuando se usó ácido fosfórico Uni-etch sin clorhexidina, en comparación con el ácido fosfórico con clorhexidina.

**Palabras clave:** cementación, adhesión, dentina, poste.

Moreno-Preciado J, Vivas-Moncayo JC, Campo-Gómez IC, Garzón-Rayó H. Evaluación de la resistencia adhesiva mediante la prueba de desalojo en postes de fibra de vidrio cementados en dientes naturales usando diferentes protocolos de cementación. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 27(2): 296-321. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n2a4>

**ABSTRACT. Introduction:** endodontically treated teeth usually need to be rehabilitated with posts that normally undergo a restoration. The material replacing lost dentin must guarantee appropriate clinical performance (post, cement, or rehabilitator) and closely integrate to dentin, forming a single unit. The goal of this article is to determine which cementation protocol for fiber glass posts shows the best adhesive strength in the presence of the push-out test. **Method:** a sample of 60 teeth were divided into two groups and subdivided into two subgroups, performing four cuts with an IsoMet® 1000 Precision machine (Buehler) and a diamond disc (Isocut Wafering Blade-CBN HC) measuring 7 inches in diameter and 0.03 inches thick, obtaining three root disks: one of the cervical area, one of the middle zone, and another of the apical area. The groups were sorted out as follows: Group 1: 30 teeth filled with epoxy resin cement (Top Seal). Sub-groups 1.1 (15 teeth) and 2.1 (15 teeth), which were treated with Condac 37% acid phosphoric, 2% chlorhexidine, Duolink cement, and prefabricated post. Group 2: 30 teeth filled with zinc oxide eugenol cement (Grossman). Sub-groups 1.2 (15 teeth) and 2.2 (15 teeth), treated with 32% Uni-etch acid, Duolink cement, and prefabricated post. All samples were subjected to the push-out test using a universal machine (Instron, model: ELS-5, made in China, with 1 to 600 Kn load capacity). Samples were photographed with a digital camera AxioCam ERc5s® Zeiss, stereo-microscope Stemi 2000-CG®, in order to carry out an observational analysis of the results according to failure type. **Results:** failure types: cohesive to dentin (CD), adhesive to post (AP), adhesive to dentine (AD). Most frequent failures: Group 1, subgroup 1.1: middle zone (CD 80%). Subgroup 1.2: middle zone (AD 66.7%). Group 2, subgroup 2.1: apical area (AD 73.3%). Subgroup 2.2: apical area (AD 86.7%). **Conclusions:** there were no statistically significant differences between the Grossman and the Top Seal cements, but there was less adhesive strength with the Grossman cement, and lower resistance with the Uni-etch phosphoric acid and no chlorhexidine, compared to phosphoric acid plus chlorhexidine.

**Key words:** cementation, adhesion, dentin, post.

Moreno-Preciado J, Vivas-Moncayo JC, Campo-Gómez IC, Garzón-Rayó H. Evaluation of push-out bond strength in fiberglass posts cemented in natural teeth using different cementation protocols. Rev Fac Odontol Univ Antioq 2016; 27 (2): 296-321. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n2a4>

- 1 Odontóloga, Universidad Santiago de Cali. Rehabilitadora oral, Universidad del Valle.
- 2 Odontólogo, Universidad Santiago de Cali. Rehabilitador oral, Universidad del Valle.
- 3 Odontóloga, Universidad Santiago de Cali. Rehabilitadora oral, Universidad del Valle.
- 4 Odontólogo, Universidad del Valle. Rehabilitador oral, Universidad Militar Nueva Granada. Director del posgrado de Rehabilitación Oral, Universidad del Valle.

RECIBIDO: JUNIO 09/2015 - ACEPTADO: NOVIEMBRE 24/2015

- 1 DMD, Universidad Santiago de Cali. Oral rehabilitator, Universidad del Valle.
- 2 DMD, Universidad Santiago de Cali. Oral rehabilitator, Universidad del Valle.
- 3 DMD, Universidad Santiago de Cali. Oral rehabilitator, Universidad del Valle.
- 4 DMD, Universidad del Valle. Oral rehabilitator, Universidad Militar Nueva Granada. Head of the Graduate Program in Oral Rehabilitation, Universidad del Valle.

SUBMITTED: JUNE 09/2015 - ACCEPTED: NOVEMBER 24/2015

## INTRODUCCIÓN

Los dientes tratados con endodoncia y que han sufrido pérdida de estructura coronal requieren ser rehabilitados con el uso de poste y muñón. El poste se cementa en el canal radicular preparado y con un sellado apical de 4 a 5 mm. Para que un tratamiento con postes prefabricados sea efectivo, es importante tener en cuenta el tipo de cemento utilizado y la técnica de cementación. Las propiedades mecánicas dependen del comportamiento de todo el conjunto; por lo tanto, es ideal un cemento con módulo de elasticidad inferior al del resto de los componentes.<sup>1</sup>

Existen dos tipos de postes: prefabricados y con núcleo colado, que por mucho tiempo ha sido considerado el método más confiable para reconstruir la estructura dental. Los postes prefabricados se recomiendan porque brindan un tratamiento rápido, de fácil manipulación, económico y poco invasivo, a diferencia de los postes colados.<sup>2</sup> Entre sus ventajas se encuentran la simplicidad de la técnica y la fabricación del muñón en una sola sesión.

Desde la introducción comercial de los postes reforzados con fibra, los estudios han demostrado que ha habido éxito en el comportamiento clínico de los sistemas compuestos por un adhesivo, un cemento de resina y un poste, debido a sus buenos valores de retención y a su comportamiento de bajo estrés mecánico, dado que los postes reforzados con fibra de vidrio tienen un módulo de elasticidad de 18 a 22 Gpa, que es similar al de la dentina (que es de 18 Gpa), lo que permite producir un campo de estrés similar al de los dientes naturales, reduciendo así el riesgo de fracturas radiculares.<sup>3</sup>

Para la cementación de postes prefabricados en fibra de vidrio a la dentina del canal radicular se han propuesto diferentes tipos de agentes cementantes y sus correspondientes sistemas adhesivos. Estos materiales se pueden dividir en tres clases: adhesivos, autograbadores y adhesivos con sistema de grabado ácido. La adhesión a la dentina del canal radicular puede verse afectada por la falta de visión directa del operador a la hora de

## INTRODUCTION

Endodontically treated teeth that have suffered coronal structure loss need to be rehabilitated with a post and a stump. The post is cemented in the prepared root canal with an apical seal of 4 to 5 mm. For a treatment with prefabricated posts to be effective, it is important to take into account the type of cement and the cementing technique to be used. The mechanical properties depend on the behavior of the whole; a cement with an elastic modulus lower than the rest of the components is therefore ideal.<sup>1</sup>

There are two types of posts: prefabricated posts and cast posts, which has long been considered the most reliable method to reconstruct tooth structure. Prefabricated posts are recommended because they provide quick treatment, easy handling, and are economical and minimally invasive, unlike cast posts.<sup>2</sup> Their advantages include simplicity of technique and manufacturing of the stump in a single session.

Since the commercial introduction of fiber-reinforced posts, studies have shown the clinical success of systems including an adhesive, a resin cement, and a post, due to their good retention values and their behavior under mechanical stress, as fiber-reinforced posts have a modulus of elasticity of 18 to 22 Gpa, which is similar to that of dentin (18 Gpa), allowing the production of a stress field similar to that of natural tooth, thus reducing the risk of root fractures.<sup>3</sup>

Different types of cementing agents and their corresponding adhesive systems have been proposed for cementing prefabricated fiberglass posts to root canal dentin. These materials can be divided into three classes: adhesives, self-etching, and adhesives with an acid etching system. Adhesion to root canal dentin may be affected by the operator's lack of direct vision when

aplicar protocolos de cementación, y por la dificultad en el control de la humedad. Se ha demostrado que el control de la humedad después de la aplicación y remoción de ácido ortofosfórico, así como la infiltración incompleta de la resina dentro de la dentina, afectan significativamente las fuerzas de adhesión.<sup>4</sup>

La influencia de la humectabilidad de la dentina en la eficiencia de la adhesión se ha demostrado en los adhesivos de grabado total. Los adhesivos autograbadores (de un solo frasco) se introdujeron para superar la sensibilidad de la técnica al agua, presentada durante la infiltración del adhesivo en la dentina grabada. La principal diferencia entre los adhesivos autograbadores y los de grabado total es la acidez, ya que el ácido fosfórico utilizado en el grabado total es químicamente más agresivo comparado con el autograbador.<sup>5, 6</sup>

La literatura reporta diversos estudios sobre la utilización de postes y cementos, en sus diferentes presentaciones y polimerizaciones, evaluando la resistencia al desalojo. Los reportes de Bitter y colaboradores en 2006 indican que la desmineralización de la dentina radicular con ácido fosfórico al 37% o el uso de sistemas adhesivos autograbadores no revelan influencia significativa en la resistencia de adhesión de la dentina; en su estudio, los autores utilizaron postes FRC Postec® y seis agentes cementantes, entre ellos RelyX Unicem®. Además, observaron que el espesor de la capa híbrida no tiene influencia en la capacidad adhesiva de los sistemas autoadhesivos-autograbadores.<sup>4</sup>

En 2008, Wang y colaboradores investigaron la resistencia de adhesión ante fuerzas de desalojo de postes de fibra reforzados y cementados con dos sistemas adhesivos, entre ellos RelyX Unicem®, aplicando el test en cuatro sitios de la raíz. Los resultados mostraron que los postes de fibra de cuarzo Aestheti-Plus Bisco®, cementados con grabado ácido y sistema adhesivo, tuvieron significativamente mayor retención del poste que los postes de fibra de carbono cementados con un sistema autograbador autoadhesivo. La región coronal del canal radicular fue más retentiva que la región apical.<sup>7</sup>

implementing cementation protocols, and because of the difficulty in humidity control. It has been shown that humidity control after the application and removal of orthophosphoric acid, as well as the incomplete penetration of resin in dentin, significantly affect bond strength.<sup>4</sup>

The influence of dentin humidity on adhesion has been demonstrated in total-etch adhesives. Self-etching adhesives (of a single dose) were introduced to overcome the issue of sensitivity of the water-based technique during penetration of adhesive in etched dentin. The main difference between self-etching adhesives and total-etch adhesives is acidity, because the phosphoric acid used in the total-etch system is chemically more aggressive compared to that of the self-etching system.<sup>5, 6</sup>

The literature reports several studies on the use of posts and cements and their different presentations and polymerizations, evaluating resistance to push-out. The reports by Bitter et al in 2006 indicate that demineralization of radicular dentin with 37% phosphoric acid or the use of self-etching adhesive systems do not show a significant influence on dentin bond strength; these authors used FRC Postec® posts and six cementing agents, one of them being RelyX Unicem®. In addition, they observed that thickness of the hybrid layer has no influence on the adhesive ability of self-adhesive self-etching systems.<sup>4</sup>

In 2008, Wang et al assessed bond strength in the presence of push-out forces in fiber posts strengthened and cemented with two adhesive systems, including RelyX Unicem®, and applying the test on four root sites. Their findings showed that the Aestheti-Plus Bisco® quartz fiber posts cemented with acid-etching and an adhesive system had significantly increased retention of the post than carbon fiber posts cemented with a self-adhesive self-etching system. The coronal area of root canal was more retentive than the apical area.<sup>7</sup>

Por todo lo anterior, la aparición de los nuevos sistemas de cementos autograbadores y autoadhesivos ha generado la disminución de los pasos clínicos en los procedimientos restaurativos con postes prefabricados en dientes tratados endodónticamente. Esto con el fin de buscar una mayor rapidez y eficacia en el momento de la cementación de los postes prefabricados.<sup>8</sup>

Finalmente, el material que reemplace la dentina perdida debe garantizar un adecuado rendimiento clínico; es así como el material (poste prefabricado, cemento o reconstructor) debe constituir una unidad que se integre a la dentina, formando un complejo único.<sup>9</sup>

El propósito de este artículo es dar a conocer los resultados de dos protocolos de cementación de postes de fibra de vidrio, con el fin de identificar cuál presenta mejor resistencia adhesiva ante la prueba de desalojo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente es un estudio observacional pseudoexperimental *in vitro*, de corte transversal, que pretende determinar la resistencia adhesiva de las interfaces en postes prefabricados de fibra de vidrio, cementados mediante un agente cementante en premolares humanos, sometidos a efectos de envejecimiento por almacenamiento a temperatura constante (27 °C) durante 30 días en una máquina HigoTerm. La expresión para el tamaño de muestra en cada uno de los grupos se estableció con la ayuda de la siguiente fórmula:

$$n = 2 \left[ z_{\alpha} + z_{\beta} \right]^2 \left( \frac{\sigma}{\delta} \right)^2$$

$$n = 2 \left[ 1,96 + 1,28 \right]^2 \left( \frac{0,20}{0,25} \right)^2 = 13,436928$$

El coeficiente de variación se fijó en un 20%, indicando una variación leve, y la media global se estableció en 25%.

z alfa	z beta	CV%	Diferencia porcentual	Tamaño por grupo
1,96	1,28	0,2	0,25	13,436928

All this suggests that the emergence of new systems of self-etching cements and adhesives has reduced the number of clinical steps in restorative procedures with prefabricated posts in endodontically treated teeth. It all seeks greater speed and efficiency at the time of cementing prefabricated posts.<sup>8</sup>

Finally, the material replacing lost dentin must guarantee appropriate clinical performance; therefore, the material (prefabricated post, cement, or rehabilitator) should closely integrate to dentin, forming a single unit.<sup>9</sup>

The purpose of this article is to present the results of two cementation protocols in fiberglass posts, in order to identify which shows the best adhesive strength in the presence of the push-out test.

## MATERIALS AND METHODS

This is an observational, pseudo-experimental, cross-sectional *in vitro* study seeking to determine the adhesive strength of interfaces in prefabricated fiberglass posts cemented with a luting agent in human premolars subjected to aging effects by storing them at a constant temperature (27 °C) for 30 days in a HigoTerm machine. The size of samples in each group was found with the following formula:

$$n = 2 \left[ z_{\alpha} + z_{\beta} \right]^2 \left( \frac{\sigma}{\delta} \right)^2$$

$$n = 2 \left[ 1,96 + 1,28 \right]^2 \left( \frac{0,20}{0,25} \right)^2 = 13,436928$$

The coefficient of variation was set at 20%, indicating a slight variation, and the global average was set at 25%.

Alpha Z	Beta Z	CV %	Percentage difference	Size per group
1.96	1.28	0.2	0.25	13,436928

Estos resultados indicaron que por cada grupo se deben tener 14 muestras; finalmente se determinó que habría 15 muestras por cada subgrupo.

Los datos obtenidos se ingresaron en una plantilla de Excel® y se procesaron en el software SPSS® versión 15. Se compararon los promedios de la resistencia adhesiva y de la deformación entre los grupos, mediante el uso de la prueba ANOVA o su respectiva prueba no paramétrica (Kolmogorov-Smirnov), previa verificación de las condiciones de normalidad. Una  $p < 0,05$  se consideró estadísticamente significativa.

El diseño de este estudio cumple con lo estipulado por la Declaración de Helsinki<sup>10</sup> para la investigación en humanos; de la misma forma, cumple con lo estipulado en la Resolución 008430 del Ministerio de la Protección Social.<sup>11</sup>

Se escogió una muestra de 60 premolares unirradiculares humanos extraídos por motivos ortodónticos, con edades comprendidas entre los 18 y 30 años (previo aval del Comité Institucional de Revisión de Ética Humana de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle) y que cumplieren los criterios de inclusión. La muestra se dividió en dos grupos de forma aleatoria antes de realizar las endodoncias; cada grupo se subdividió en dos subgrupos de 15 dientes y a cada diente se le realizaron cuatro cortes, para obtener tres discos radiculares de zona cervical, media y apical, los cuales fueron analizados (tabla 1).

These results showed that each group must have 14 samples; it was finally decided to include 15 samples in each subgroup.

The obtained data were entered in an Excel® spreadsheet and processed in version 15 of the SPSS® software. The averages of adhesive strength and deformation were compared among groups by means of ANOVA test or its respective non-parametric test (Kolmogorov-Smirnov), upon verification of the conditions of normality.  $P < 0.05$  was considered statistically significant.

The design of this study meets the Declaration of Helsinki<sup>10</sup> standards for research in humans; similarly, it complies with the provisions in Resolution 008430 of Colombia's Ministry of Social Protection.<sup>11</sup>

The sample included 60 single-root human premolars extracted for orthodontic reasons, aged 18 to 30 years (prior approval of the Committee for Institutional Review and Human Ethics of Universidad del Valle School of Health) and meeting the inclusion criteria. The samples were randomly sorted out into two groups before root canal treatment; each group was subdivided into two subgroups of 15 teeth and each tooth was cut in four parts, getting three radicular discs of the cervical, middle, and apical areas, which were later analyzed (table 1).

Tabla 1. Clasificación de la muestra según protocolo de cementación

Núcleo	Epóxica Top Seal® Dentsply®		Cemento de Grosman®	
	Endodoncia, ácido fosfórico, clorhexidina y cementación del poste	Endodoncia, Uni-etch y cementación del poste	Endodoncia, ácido fosfórico, clorhexidina y cementación del poste	Endodoncia, Uni-etch y cementación del poste
Fibra de vidrio Parapost Taper Lux (Coltene)	15 dientes	15 dientes	15 dientes	15 dientes

Table 1. Classification of the sample according to cementation protocol

Nucleus	Epoxy Top Seal® Dentsply®		Grossman® cement	
	Endodontics, phosphoric acid, chlorhexidine and cementation of post	Endodontics, Uni-etch and cementation of post	Endodontics, phosphoric acid, chlorhexidine and cementation of post	Endodontics, Uni-etch and cementation of post
Fiberglass Parapost Taper Lux (Coltene)	15 teeth	15 teeth	15 teeth	15 teeth

La corona de cada diente se eliminó dos milímetros por encima de la unión amelocementaria, utilizando un disco de diamante (Isocut Wafering Blade-CBN HC, de 7 pulgadas de diámetro y 0,03 pulgadas de espesor), bajo enfriamiento con abundante agua. Las raíces se prepararon endodónticamente, instrumentando a una longitud de trabajo de 1 mm del ápice radiográfico, con una lima apical principal estandarizada #35. Todos los conductos fueron instrumentados por el mismo operador; la técnica utilizada fue Step Back® (stainless-steel K-files®) y fresas Gates Glidden drills® (tamaño 2-4 Union Broach®). La irrigación se realizó con hipoclorito de sodio al 5,25% después de cada cambio de lima, posteriormente se enjuagó con agua destilada, se secó con puntas de papel (Dentsply-Maillefer®) y se obturó con conos de gutapercha (Dentsply-Maillefer®) y cemento endodóntico a base de resina epóxica Top Seal® Dentsply® para el grupo 1 y cemento de Grossman® para el grupo 2, utilizando una técnica de condensación lateral. Luego se efectuó el sellado de la parte cervical de manera temporal con mota de algodón y coltosol (Coltene®) y los dientes fueron almacenados en una humedad del 100% en recipientes oscuros por 8 días a temperatura ambiente.

Grupo 1: a 30 dientes se les realizó tratamiento endodóntico y obturación del mismo con cemento a base de resina epóxica Top Seal® Dentsply® por el experto en endodoncia.

Subgrupo 1.1: a 15 dientes se les aplicó ácido fosfórico condac al 37% en gel FGM®, lavado y secado con conos de papel, gluconato de clorhexidina Consepsis al 2% Ultradent®, secado con conos de papel y cementación del poste con Parapost Taper Lux Coltene®, de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cemento Duo-link universal TM BISCO® (tabla 2).

Subgrupo 1.2: a 15 dientes se les aplicó ácido de Unietch BISCO® al 32% gel, lavado y secado con conos de papel, y cementación del poste con Parapost Taper Lux Coltene®, de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cemento Duo-link universal TM BISCO® (tabla 2).

The crown of each tooth was cut two millimeters above the cemento-enamel junction using a diamond disc (Isocut Wafering Blade-CBN HC, of 7 inches in diameter and 0.03 inches thick), under cooling with abundant water. The roots were endodontically prepared, instrumenting at a working length of 1 mm from the radiographic apex with an apical standardized file #35. All the conducts were instrumented by the same operator using the technique of Step Back® (stainless-steel K-files®) and burs of Gates Glidden drills® (size 2-4 Union Broach®). Irrigation was performed with 5.25% sodium hypochlorite after changing each file, rinsing with distilled water, wiping with paper tips (Dentsply-Maillefer®) and filling with gutta-percha cones (Dentsply-Maillefer®) plus Top Seal® Dentsply® epoxy resin-based root canal sealer for Group 1 and Grossman® cement for Group 2, using a lateral condensation technique. Then the cervical portion was temporarily sealed with a cotton wad and coltosol (Coltene®), and the teeth were stored in 100% humidity in dark containers for 8 days to room temperature.

Group 1: 30 teeth received endodontic treatment and filling with Top Seal® Dentsply® epoxy resin-based root canal sealer by an endodontics expert.

Subgroup 1.1: 15 teeth were applied Condac FGM® 37% phosphoric acid in gel, rinsing and wiping with paper cones, Consepsis Ultradent® 2% chlorhexidine gluconate, wiping with paper cones and cementing the post with Parapost Taper Lux Coltene®, following instructions of the manufacturer of Duo-link universal TM BISCO® cement (table 2).

Subgroup 1.2: 15 teeth were applied Unietch BISCO® 32% acid in gel, rinsing and wiping with paper cones, and cementing the post with Parapost Taper Lux Coltene®, following instructions of the manufacturer of Duo-link universal TM BISCO® cement (table 2).

Grupo 2: a 30 dientes se les realizó tratamiento endodóntico y obturación del mismo con cemento de *Grossman*<sup>®</sup> por el experto en endodoncia.

Subgrupo 2.1: a 15 dientes se les aplicó ácido fosfórico condac al 37% en gel FGM<sup>®</sup>, lavado y secado con conos de papel, gluconato de clorhexidina Consepsis al 2% Ultradent<sup>®</sup>, secado con conos de papel y cementación del poste con Parapost Taper Lux Coltene<sup>®</sup>, de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cemento Duo-link universal TM BISCO<sup>®</sup> (tabla 2).

Subgrupo 2.2: a 15 dientes se les aplicó ácido de Unietch BISCO<sup>®</sup> al 32% gel, lavado y secado con conos de papel, y cementación del poste con Parapost Taper Lux Coltene<sup>®</sup>, de acuerdo con las instrucciones del fabricante del cemento Duo-link universal TM BISCO<sup>®</sup> (tabla 2).

Una vez finalizadas las endodoncias, se realizó la des-obturación del conducto radicular a una profundidad de 9 mm con respecto a la unión amelocementaria, dejando como mínimo un sellado apical de 4 a 5 mm de gutta-percha en el conducto. Los conductos fueron ampliados con el sistema indicado para el tipo de núcleo a utilizar, luego se lavó con agua estéril y se secó con puntas de papel (Dentsply-Maillefer<sup>®</sup>).

Los dientes se separaron en los dos grupos y se llevó a cabo el protocolo de cementación para cada subgrupo explicado anteriormente (figura 1).

Los especímenes se sometieron a envejecimiento por almacenamiento a temperatura constante (27 °C) durante 30 días en una máquina HigoTerm, el cual es un procedimiento de inmersión en agua destilada para valorar el comportamiento de materiales de resina, ya que la presencia de agua es crucial para su deterioro y su efecto es muy pronunciado cuando se utilizan sistemas adhesivos. Se realizaron los cortes con el equipo Isomet<sup>®</sup> 1000 Precision (Buehler) y con un disco de diamante (Isocut Wafering Blade-CBN HC, de 7 pulgadas de diámetro y 0,03 pulgadas de espesor), bajo enfriamiento, para producir cuatro cortes de dos milímetros de espesor poste/dentina (cervical, medio y apical), generando así tres discos radiculares de muestra.

Group 2: 30 teeth received endodontic treatment and filling with Grossman<sup>®</sup> cement by an endodontics expert.

Subgroup 2.1: 15 teeth were applied Condac FGM<sup>®</sup> 37% phosphoric acid in gel, rinsing and wiping with paper cones, Consepsis Ultradent<sup>®</sup> 2% chlorhexidine gluconate, wiping with paper cones and cementing the post with Parapost Taper Lux Coltene<sup>®</sup>, following instructions of the manufacturer of Duo-link universal TM BISCO<sup>®</sup> cement (table 2).

Subgroup 2.2: 15 teeth were applied Unietch BISCO<sup>®</sup> 32% acid in gel, rinsing and wiping with paper cones, and cementing the post with Parapost Taper Lux Coltene<sup>®</sup>, following instructions of the manufacturer of Duo-link universal TM BISCO<sup>®</sup> cement (table 2).

Once the endodontic treatments were completed, the root canals were unfilled at a depth of 9 mm with respect to the cemento-enamel junction, leaving at least an apical seal of 4 to 5 mm of gutta-percha into the canal. The canals were widened with the right system for the type of nucleus to use, and then they were rinsed with sterile water and wiped with paper tips (Dentsply-Maillefer<sup>®</sup>).

The teeth were sorted out into two groups and the cementation protocol for each subgroup was carried out as previously described (figure 1).

The samples were subjected to aging by storing them at a constant temperature (27 °C) for 30 days in a HigoTerm machine, a procedure consisting on immersing the samples in distilled water to assess the behavior of resin materials, since the presence of water is crucial to its deterioration and its effect is noticeable when used in adhesive systems. The cuts were performed with an Isomet<sup>®</sup> 1000 Precision (Buehler) machine and a diamond disc (Isocut Wafering Blade-CBN HC, of 7 inches in diameter and 0.03 inches thick) under cooling, in order to produce four cuts of a post/dentin thickness of two millimeters (cervical, middle, and apical), thus producing three radicular discs per sample.

Tabla 2. Protocolo de cementación del poste

Grupos 1.1 y 2.1	Grupos 1.2 y 2.2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se verificó radiográficamente el buen estado de la endodoncia.</li> <li>• Se midió la longitud radicular en la radiografía, con la ayuda de un dentímetro.</li> <li>• Se midió el poste de fibra de vidrio.</li> <li>• Se desobturó el conducto con fresa desobturadora con pieza de mano de baja velocidad, de acuerdo con la longitud radicular de cada muestra (dejando como mínimo de 4 a 5 mm de sellado apical)</li> <li>• Se verificó radiográficamente.</li> <li>• Se realizó la conformación del conducto con las fresas ensanchadoras.</li> <li>• Se limpió el conducto con 2 ml de hipoclorito de sodio al 5,25% dispensado en una jeringa hipodérmica desechable con aguja de 30 mm de calibre (Monoject), y con el cepillo de conducto rotacional versa brush, para obtener una limpieza química-mecánica de las paredes del conducto; luego, de manera profusa se irrigó con 20 cc de agua destilada, para inactivar el hipoclorito.<sup>25</sup></li> <li>• Se retiraron los excesos de humedad con conos de papel #30 (Maillefer), hasta que los conos salieron del conducto completamente secos.</li> <li>• Se probó el poste dentro del conducto radicular y se cortó con un disco de diamante.</li> <li>• Dentro del conducto se aplicó ácido fosfórico Condac (FGM) al 37% por 15 segundos; posteriormente se lavó durante 30 segundos con agua destilada en una jeringa hipodérmica de 20 cc.</li> <li>• Se retiraron los excesos de humedad con conos de papel #30 (Maillefer), hasta que los conos salieron del conducto completamente secos.</li> <li>• Se aplicó gluconato de clorhexidina (Consepsis - Ultradent) dentro del conducto, se frotó contra las paredes del conducto con la ayuda de un pincel de aplicación endodóntico (Endo Tim - Voco) durante 30 segundos y se retiraron los excesos de humedad con conos de papel #30 (Maillefer), hasta que los conos salieron del conducto completamente secos.</li> <li>• Para la aplicación del adhesivo One-Step Plus (Bisco), se agitó el frasco hasta que el elemento mezclador del frasco fue audible, luego se sostuvo la botella en un ángulo de 45 grados y se dispensó sobre el pincel de aplicación endodóntico (Endo Tim - Voco), Se aplicó una primera capa de adhesivo One-Step Plus sobre las paredes del conducto, inmediatamente se aplicó una segunda capa y se frotó durante 15 segundos. Se aireó suavemente hasta evaporar el solvente y se fotopolimerizó por 10 segundos a 500 mW/cm<sup>2</sup>.</li> <li>• El poste se limpió con alcohol isopropílico, se dejó evaporar el alcohol y luego se le aplicó una capa de One-Step Plus; se fotocuró por 10 segundos a 500 mW/cm<sup>2</sup>.</li> <li>• Dentro del conducto se inyectó cemento resinoso dual convencional Duo-Link (Bisco) utilizando puntas intracanal (Bisco) y trabajando en dirección apical coronaria.</li> <li>• Se colocó el poste dentro del conducto. Se mantuvo presión firme durante 5-10 segundos una vez que el poste estuvo asentado.</li> <li>• Se removieron los excesos del cemento y se fotocuró por 40 segundos a 500 mW/cm<sup>2</sup>, colocando la punta del puntero de la lámpara sobre el poste.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se verificó radiográficamente el buen estado de la endodoncia.</li> <li>• Se midió la longitud radicular en la radiografía, con la ayuda de un dentímetro.</li> <li>• Se midió el poste de fibra de vidrio.</li> <li>• Se desobturó el conducto con fresa desobturadora de acuerdo con la longitud radicular de cada muestra (dejando como mínimo de 4 a 5 mm de sellado apical).</li> <li>• Se verificó radiográficamente.</li> <li>• Se realizó la conformación del conducto con las fresas ensanchadoras.</li> <li>• Se limpió el conducto con 2 ml de hipoclorito de sodio al 5,25%, dispensado en una jeringa hipodérmica desechable con aguja de 30 mm de calibre (Monoject), y con el cepillo de conducto rotacional versa brush, para obtener una limpieza química-mecánica de las paredes del conducto; luego, de manera profusa se irrigó con 20 cc de agua destilada, para inactivar el hipoclorito.<sup>25</sup></li> <li>• Se retiraron los excesos de humedad con conos de papel #30 (Maillefer), hasta que los conos salieron del conducto completamente secos.</li> <li>• Se probó el poste dentro del conducto radicular y se cortó con un disco de diamante.</li> <li>• Dentro del conducto se aplicó ácido fosfórico Uni-etch W/BAC (Bisco) al 32% por 15 segundos; posteriormente se lavó durante 30 segundos con agua destilada en una jeringa hipodérmica de 20 cc.</li> <li>• Se retiraron los excesos de humedad con conos de papel #30 (Maillefer), hasta que los conos salieron del conducto completamente secos.</li> <li>• Para la aplicación del adhesivo One-Step Plus (Bisco), se agitó el frasco hasta que el elemento mezclador del frasco fue audible; luego se sostuvo la botella en un ángulo de 45 grados y se dispensó sobre el pincel de aplicación endodóntico (Endo Tim - Voco).</li> <li>• Se aplicó una primera capa de adhesivo One-Step Plus sobre las paredes del conducto, inmediatamente se aplicó una segunda capa y se frotó durante 15 segundos. Se aireó suavemente hasta evaporar el solvente y se fotopolimerizó por 10 segundos a 500 mW/cm<sup>2</sup>.</li> <li>• El poste se limpió con alcohol isopropílico, se dejó evaporar el alcohol y luego se le aplicó una capa de One-Step Plus; se fotocuró por 10 segundos a 500 mW/cm<sup>2</sup>.</li> <li>• Dentro del conducto se inyectó cemento resinoso dual convencional Duo-Link (Bisco) utilizando puntas intracanal (Bisco) y trabajando en dirección apical coronaria.</li> <li>• Se colocó el poste dentro del conducto. Se mantuvo presión firme durante 5-10 segundos una vez que el poste estuvo asentado.</li> <li>• Se removieron los excesos del cemento y se fotocuró por 40 segundos a 500 mW/cm<sup>2</sup>, colocando la punta del puntero de la lámpara sobre el poste.</li> </ul>



**Table 2. Protocol of post cementation**

Groups 1.1 and 2.1	Groups 1.2 and 2.2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• The good state of endodontic treatment was radiographically verified.</li> <li>• Root length was measured in the x-ray using a dentimeter.</li> <li>• The fiberglass post was measured.</li> <li>• The root canal was unfilled with a bur provided with a low-speed hand piece, according to the root length of each sample (leaving a minimum of 4 to 5 mm in apical seal)</li> <li>• It was radiographically verified.</li> <li>• The root canal was configured with widening burs.</li> <li>• The canal was cleansed with 2 ml of 5.25% sodium hypochlorite contained in a disposable hypodermic syringe with a needle of 30 mm in caliber (Monoject) and with the rotational versa brush for chemical-mechanical cleaning of the root canal walls; then, it was abundantly irrigated with 20 cc of distilled water to inactivate the hypochlorite.<sup>25</sup></li> <li>• Excess moisture was removed with paper cones #30 (Maillefer), until the cones came out of the canal completely dry.</li> <li>• The post was tested inside the root canal and cut with a diamond disc.</li> <li>• Condac (FGM) 37% phosphoric acid was applied inside the canal for 15 seconds; then it was rinsed for 30 seconds with distilled water in a hypodermic syringe of 20 cc.</li> <li>• Excess moisture was removed with paper cones #30 (Maillefer) until the cones came out of the canal completely dry.</li> <li>• Consepis-Ultradent chlorhexidine gluconate was applied inside the canal, rubbing against the canal walls with an application brush (Endo Tim - Voco) for 30 seconds and excess moisture was removed with paper cones #30 (Maillefer), until the cones came out of the canal completely dry.</li> <li>• For application of the One-Step Plus (Bisco) adhesive, the vial was shaken until the mixer in the bottle was audible; then the bottle was held at a 45 degree applying it on the application brush (Endo Tim - Voco). A first layer of One-Step Plus adhesive was applied on the canal walls, applying a second layer immediately and rubbing for 15 seconds. Air was gently supplied to evaporate the solvent, photocuring for 10 seconds to 500 mW/cm<sup>2</sup>.</li> <li>• The post was cleansed with isopropyl alcohol, which was left to evaporate, and then a layer of One-Step Plus was applied; photocuring for 10 seconds to 500 mW/cm<sup>2</sup>.</li> <li>• Conventional Duo-Link (Bisco) resinous cement was injected inside the canal using earbud tips (Bisco) and working in a coronary apical direction.</li> <li>• The post was inserted in the canal. Firm pressure was applied for 5-10 seconds once the post was fixed.</li> <li>• Excess cement was removed, photocuring for 40 seconds to 500 mW/cm<sup>2</sup>, placing the tip of the lamp pointer onto the post.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The good state of endodontic treatment was radiographically verified.</li> <li>• Root length was measured in the x-ray using a dentimeter.</li> <li>• The fiberglass post was measured.</li> <li>• The root canal was unfilled with bur, according to the root length of each sample (leaving a minimum of 4 to 5 mm in apical seal)</li> <li>• It was radiographically verified.</li> <li>• The root canal was configured with widening burs.</li> <li>• The canal was cleansed with 2 ml of 5.25% sodium hypochlorite contained in a disposable hypodermic syringe with a needle of 30 mm in caliber (Monoject) and with the rotational versa brush for chemical-mechanical cleaning of the root canal walls; then, it was abundantly irrigated with 20 cc of distilled water to inactivate the hypochlorite.<sup>25</sup></li> <li>• Excess moisture was removed with paper cones #30 (Maillefer), until the cones came out of the canal completely dry.</li> <li>• The post was tested inside the root canal and cut with a diamond disc.</li> <li>• Uni-etch W/BAC (Bisco) 32% phosphoric acid was applied inside the canal for 15 seconds; then it was rinsed for 30 seconds with distilled water in a hypodermic syringe of 20 cc.</li> <li>• Excess moisture was removed with paper cones #30 (Maillefer) until the cones came out of the canal completely dry.</li> <li>• For application of the One-Step Plus (Bisco) adhesive, the vial was shaken until the mixer in the bottle was audible; then the bottle was held at a 45 degree applying it on the application brush (Endo Tim - Voco).</li> <li>• A first layer of One-Step Plus adhesive was applied on the canal walls, applying a second layer immediately and rubbing for 15 seconds. Air was gently supplied to evaporate the solvent, photocuring for 10 seconds to 500 mW/cm<sup>2</sup>.</li> <li>• The post was cleansed with isopropyl alcohol, which was left to evaporate, and then a layer of One-Step Plus was applied; photocuring for 10 seconds to 500 mW/cm<sup>2</sup>.</li> <li>• Conventional Duo-Link (Bisco) resinous cement was injected inside the canal using earbud tips (Bisco) and working in a coronary apical direction.</li> <li>• The post was inserted in the canal. Firm pressure was applied for 5-10 seconds once the post was fixed.</li> <li>• Excess cement was removed, photocuring for 40 seconds to 500 mW/cm<sup>2</sup>, placing the tip of the lamp pointer onto the post.</li> </ul>



Figura 1. Protocolo de cementación

Figure 1. Cementation protocol

Para determinar la resistencia adhesiva entre el material cementante y la dentina radicular, se llevó a cabo la prueba denominada test de desalajo, por medio de la máquina universal (Instron, Model: ELS-5 made in China, con capacidad de carga de 1 a 600 Kn), valorando la resistencia adhesiva entre las interfaces de los materiales y el diente. En esta prueba, cada muestra se unió a la base de la máquina universal con un

In order to determine bonding strength between cement and root dentin, the so-called push-out test was conducted using the universal machine (Instron, Model: ELS-5 made in China, with 1 to 600 Kn load capacity), and assessing adhesive strength between the interfaces of materials and teeth. For this test, each sample was attached to the base of the universal machine with a

adhesivo de cianocrilato, asegurando que la superficie coronal de la muestra quedara frente a la de la máquina universal, y el poste se ubicó en el centro del agujero de la base. Los discos de muestra dentales se cargaron con embolo cilíndrico de un 1 mm de diámetro ubicado en el centro del disco, evitando el contacto con la superficie de la dentina circundante. Las cargas se aplicaron en dirección apical-cervical con respecto a las pruebas evaluadas, a una velocidad de 0,5 mm/min, hasta que el poste fue desalojado (figura 2).

cyanoacrylate adhesive, ensuring that the sample's coronal surface was located against the universal machine, and the post was placed in the center of the hole in the base. The discs of dental samples were loaded with a cylindrical plunger of a 1 mm in diameter located in the center of the disc, avoiding contact with the surface of surrounding dentine. Loads were applied in an apical-cervical direction with respect to the evaluated tests, at a speed of 0.5 mm/min, until posts were pushed out (Figure 2).

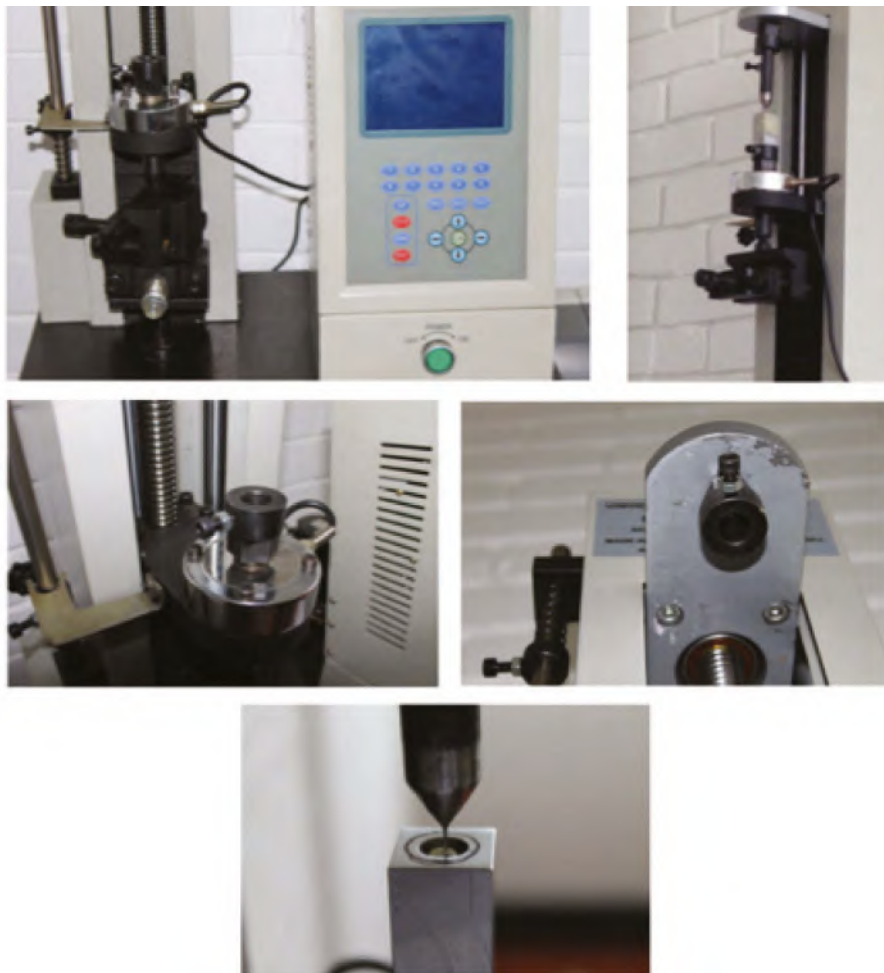


Figura 2. Máquina Universal

Figure 2. Universal Machine

A los especímenes se les tomó una fotografía con una cámara digital AxioCam ERc5s® Zeiss del estereomicroscopio Stemi 2000-CG®, para realizar un análisis observacional de los resultados de acuerdo con el tipo de fallas presentadas.

## RESULTADOS

Para el estudio se tomó como criterio de decisión el nivel de significancia en  $\alpha$  (alfa) = 0,05 (5%); no hubo porcentaje de confiabilidad por que no se usaron intervalos de confianza sino prueba de hipótesis.

Los tipos de fallas encontrados en el estudio fueron: adhesiva a la dentina (AD), adhesiva al poste (AP), cohesiva a la dentina (CD) y cohesiva al poste (CP). Los porcentajes de falla se describen en la tabla 3 y en la figura 3.

Tabla 3. Tipos de fallas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Adhesiva a la dentina	94	52,2	52,2	52,2
	Adhesiva al poste	12	6,7	6,7	58,9
	Cohesiva a la dentina	73	40,6	40,6	99,4
	Cohesiva al poste	1	0,6	0,6	100,0
	Total	180,0	100,0	100,0	

Samples were photographed with an AxioCam ERc5s® Zeiss digital camera of the Stemi 2000-CG® stereomicroscope in order to conduct an observational analysis of the results according to failure type.

## RESULTS

In this study, a significance level in  $\alpha$  (alfa) 0.05 (5%) was taken as a decision criterion; there was no percentage of reliability because no intervals of confidence were used, statistical hypothesis testing was used instead.

The types of failure found in the study were: adhesive to dentine (AD), adhesive to post (AP), cohesive to dentine (CD), and cohesive to post (CP). The failure percentages are described in table 3 and in figure 3.

Table 3. Failure types

		Frequency	Percentage	Valid percentage	Cumulative percentage
Valid	Adhesive to tooth	94	52.2	52.2	52.2
	Adhesive to post	12	6.7	6.7	58.9
	Cohesive to dentin	73	40.6	40.6	99.4
	Cohesive to post	1	0.6	0.6	100.0
	Total	180,0	100.0	100.0	

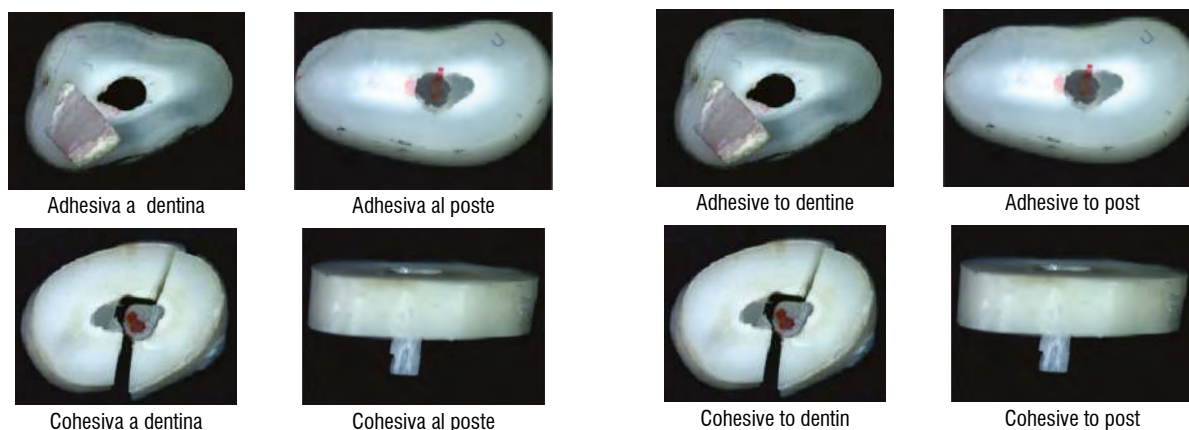


Figura 3. Tipos de fallas

Figure 3. Failures types

Las medias y las desviaciones estándar de la resistencia adhesiva (*push out*) del grupo 1, comparando los subgrupos 1.1 y 1.2 y las zonas coronal (C), media (M) y apical (A), se presentan en la tabla 4.

The means and standard deviations of Group 1 adhesive strength (*push out*) comparing subgroups 1.1 and 1.2, as well the coronal (C), middle (M), and apical (A) areas, are shown in table 4.

Tabla 4. Descriptivos del grupo 1, comparando subgrupos y zonas

Subgrupo	Zona		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Tip.
Ácido fosfórico y clorhexidina	Coronal	Resistencia (Mpa)	15	2,22	45,20	16,5187	10,86077
		N (Válido) según lista	15				
	Media	Resistencia (Mpa)	15	2,85	18,19	10,9027	5,15855
		N (Válido) según lista	15				
	Apical	Resistencia (Mpa)	15	1,72	20,54	6,7467	5,10709
		N (Válido) según lista	15				
Uni-etch	Coronal	Resistencia (Mpa)	15	1,20	15,84	9,3307	4,90852
		N (Válido) según lista	15				
	Media	Resistencia (Mpa)	15	1,36	16,88	5,6567	5,06505
		N (Válido) según lista	15				
	Apical	Resistencia (Mpa)	15	1,25	10,19	4,2127	3,33927
		N (Válido) según lista	15				

\*MPa: Megapascales \*N: Newton \*Desv. Tip: Desviación típica

Table 4. Group 1 descriptors comparing subgroups and areas

Subgroup	Area		N	Minimum	Maximum	Mean	SD
Phosphoric acid plus chlorhexidine	Coronal	Resistance (Mpa)	15	2.22	45.20	16.5187	10.86077
		N (valid) according to list	15				
	Middle	Resistance (Mpa)	15	2.85	18.19	10.9027	5.15855
		N (valid) according to list	15				
	Apical	Resistance (Mpa)	15	1.72	20.54	6.7467	5.10709
		N (valid) according to list	15				
Uni-etch	Coronal	Resistance (Mpa)	15	1.20	15.84	9.3307	4.90852
		N (valid) according to list	15				
	Middle	Resistance (Mpa)	15	1.36	16.88	5.6567	5.06505
		N (valid) according to list	15				
	Apical	Resistance (Mpa)	15	1.25	10.19	4.2127	3.33927
		N (valid) according to list	15				

\* MPa: Megapascal \* N: Newton \* SD: Standard deviation

Las medias y las desviaciones estándar de la resistencia adhesiva (*push out*) del grupo 2, comparando los subgrupos 2.1 y 2.2 y las zonas coronal (C), media (M) y apical (A), se presentan en la tabla 5.

The means and standard deviations of Group 2 adhesive strength (*push out*) comparing subgroups 2.1 and 2.2, as well the coronal (C), middle (M), and apical (A) areas, are shown in table 5.



Tabla 5. Descriptivos del grupo 2, comparando subgrupos y zonas

Subgrupo	Zona		N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Tip.
Ácido fosfórico y clorhexidina	Coronal	Resistencia (Mpa)	15	0,61	14,23	6,9673	5,26677
		N (Válido) según lista	15				
	Media	Resistencia (Mpa)	15	0,17	11,49	4,1020	3,84004
		N (Válido) según lista	15				
	Apical	Resistencia (Mpa)	15	0,19	13,98	3,3767	3,79702
		N (Válido) según lista	15				
Unietch	Coronal	Resistencia (Mpa)	15	0,35	19,13	10,6213	5,71357
		N (Válido) según lista	15				
	Media	Resistencia (Mpa)	15	0,26	9,70	2,9100	3,18632
		N (Válido) según lista	15				
	Apical	Resistencia (Mpa)	15	0,06	6,98	1,7253	2,00712
		N (Válido) según lista	15				

\*MPa: Megapascales \*N: Newton \*Desv. Tip: Desviación típica

Table 5. Group 2 descriptors comparing subgroups and areas

Subgroup	Area		N	Minimum	Maximum	Mean	SD
Phosphoric acid plus chlorhexidine	Coronal	Resistance (Mpa)	15	0.61	14.23	6.9673	5.26677
		N (valid) according to list	15				
	Middle	Resistance (Mpa)	15	0.17	11.49	4.1020	3.84004
		N (valid) according to list	15				
	Apical	Resistance (Mpa)	15	0.19	13.98	3.3767	3.79702
		N (valid) according to list	15				
Unietch	Coronal	Resistance (Mpa)	15	0.35	19.13	10.6213	5.71357
		N (valid) according to list	15				
	Middle	Resistance (Mpa)	15	0.26	9.70	2.9100	3.18632
		N (valid) according to list	15				
	Apical	Resistance (Mpa)	15	0.06	6.98	1.7253	2.00712
		N (valid) according to list	15				

\* MPa: Megapascal \* N: Newton \* SD: Standard deviation

El test de Kolmogorov-Smirnov confirmó que hubo normalidad en el grupo 1, subgrupo 1.1, y en el grupo 2, subgrupos 2.1 y 2.2 ( $p = 0,383$ ,  $p = 0,086$ ,  $p = 0,099$ , respectivamente), y anormalidad en el grupo 1, subgrupo 1.2 ( $p = 0,048$ ). El test Anova mostró que hay diferencia significativa en la resistencia adhesiva en el grupo 1, subgrupos 1.1 y 1.2, y en el grupo 2, subgrupo 2.2 ( $p < 0,05$ ) y no mostró diferencia significativa en el grupo 2, subgrupo 2.1 ( $p > 0,05$ ) (tablas 6 y 7).

The Kolmogorov-Smirnov test confirmed that there was normality in Group 1, subgroup 1.1 and in Group 2, subgroups 2.1 and 2.2 ( $p = 0.383$ ,  $p = 0.086$ ,  $p = 0.099$ , respectively), and non-normality in Group 1, subgroup 1.2 ( $p = 0,048$ ). The Anova test showed significant difference in adhesive strength in Group 1, subgroups 1.1 and 1.2, and in Group 2, subgroup 2.2 ( $p < 0.05$ ) and no significant difference in Group 2, subgroup 2.1 ( $p > 0.05$ ) (tables 6 and 7).

Tabla 6. Grupo 1 ANOVA – Resistencia MPa

Subgrupo		Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ácido fosfórico y clorhexidina	Intergrupos	721,519	2	360,759	6,342	0,004
	Intragrupos	2389,091	42	56,883		
	Total	3110,610	44			
Unietch	Intergrupos	280,887	2	104,443	5,145	0,010
	Intragrupos	852,585	42	20,300		
	Total	1061,472	44			

\*MPa: Megapascales

Table 6. Group 1 ANOVA - Strength in MPa

Subgroup		Sum of squares	GL	Root mean square	F	Sig.
Phosphoric acid plus chlorhexidine	Intergroups	721.519	2	360.759	6.342	0.004
	Intragroups	2389.091	42	56.883		
	Total	3110.610	44			
Unietch	Intergroups	280.887	2	104.443	5.145	0.010
	Intragroups	852.585	42	20.300		
	Total	1061.472	44			

\* MPa: Megapascal

Tabla 7. Grupo 2 ANOVA – Resistencia Mpa

Subgrupo		Suma de Cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Ácido fosfórico y clorhexidina	Intergrupos	108,146	2	54,073	2,851	0,69
	Intragrupos	796,629	42	18,967		
	Total	904,774	44			
Unietch	Intergrupos	700,035	2	350,017	22,425	0,000
	Intragrupos	655,564	42	15,609		
	Total	1355,599	44			

\*MPa: Megapascales

Table 7. Group 2 ANOVA - Strength in MPa

Subgroup		Sum of squares	GL	Root mean square	F	Sig.
Phosphoric acid plus chlorhexidine	Intergroups	108.146	2	54.073	2.851	0.69
	Intragroups	796.629	42	18.967		
	Total	904.774	44			
Unietch	Intergroups	700.035	2	350.017	22.425	0.000
	Intragroups	655.564	42	15.609		
	Total	1355.599	44			

\* MPa: Megapascal

En el grupo 1, subgrupo 1.1, el tipo de falla más frecuente en la zona coronal fue CD (73,3%), en la zona media fue CD (80%) y en la zona apical AD (60%). En el subgrupo 1.2, en la zona coronal se presentó un porcentaje igual en CD y AD (40%), en la zona media la falla más frecuente fue AD (66,7%) y en la zona apical AD (53,3%) (tabla 8).

In Group 1, subgroup 1.1, the most frequent failure in the coronal area was CD (73.3%), in the middle area it was CD (80%) and in the apical area AD (60%). In subgroup 1.2, the coronal area showed an equal percentage in CD and AD (40%), in the middle area the most common failure was AD (66.7%) and in the apical zone AD (53.3%) (table 8).

Tabla 8. Tabla de contingencia del grupo 1: zona, tipo de falla y subgrupos

Subgrupo				Tipo de falla				Total
				Adhesiva a dentina	Adhesiva al poste	Cohesiva a dentina	Cohesiva al poste	
Ácido fosfórico y clorhexidina	Zona	Coronal	Rehuento	1	3	11		15
			% de zona	6,7%	20,0%	73,3%		100,0%
			% tipo de falla	8,3%	75,0%	37,9%		33,3%
			% del total	2,2%	6,7%	24,4%		33,3%
		Media	Recuento	2	1	12		15
			% de zona	13,3%	6,7%	80,0%		100,0%
			% tipo de falla	16,7%	25,0%	41,4%		33,3%
			% del total	4,4%	2,2%	26,7%		33,3%
		Apical	Recuento	9	0	6		15
			% de zona	60,0%	0,0%	40,0%		100,0%
			% tipo de falla	75,0%	0,0%	20,7%		33,3%
			% del total	20,0%	0,0%	13,3%		33,3%
	Total	Recuento	12	4	29		45	
		% de zona	26,7%	8,9%	64,4%		100,0%	
		% tipo de falla	100,0%	100,0%	100,0%		100,0%	
		% del total	26,7%	8,9%	64,4%		100,0%	
Unietch	Zona	Coronal	Recuento	6	2	6	1	15
			% de zona	40,0%	13,3%	40,0%	6,7%	100,0%
			% tipo de falla	25,0%	66,7%	36,3%	100,0%	33,3%
			% del total	13,3%	4,4%	13,3%	2,2%	33,3%
		Media	Recuento	10	1	4	0	15
			% de zona	66,7%	6,7%	26,7%	0,0%	100,0%
			% tipo de falla	41,7%	33,3%	23,5%	0,0%	33,3%
			% del total	22,2%	2,2%	8,9%	0,0%	33,3%
		Apical	Recuento	8	0	7	0	15
			% de zona	53,3%	0,0%	46,7%	0,0%	100,0%
			% tipo de falla	33,3%	0,0%	41,2%	0,0%	33,3%
			% del total	17,8%	0,0%	15,6%	0,0%	33,3%
	Total	Recuento	24	3	17	1	45	
		% de zona	53,3%	6,7%	37,8%	2,2%	100,0%	
		% tipo de falla	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
		% del total	53,3%	6,7%	37,8%	2,2%	33,3%	



Table 8. Group 1 contingency table: area, failure type, and subgroups

Subgroup				Failure type				Total
				Adhesive to dentine	Adhesive to post	Cohesive to dentin	Cohesive to post	
Phosphoric acid plus chlorhexidine	Area	Coronal	Count	1	3	11		15
			% of area	6.7%	20.0%	73.3%		100.0%
			% failure type	8.3%	75.0%	37.9%		33.3%
			% of total	2.2%	6.7%	24.4%		33.3%
		Middle	Count	2	1	12		15
			% of area	13.3%	6.7%	80.0%		100.0%
			% failure type	16.7%	25.0%	41.4%		33.3%
			% of total	4.4%	2.2%	26.7%		33.3%
		Apical	Count	9	0	6		15
			% of area	60.0%	0.0%	40.0%		100.0%
			% failure type	75.0%	0.0%	20.7%		33.3%
			% of total	20.0%	0.0%	13.3%		33.3%
	Total	Count	12	4	29		45	
		% of area	26.7%	8.9%	64.4%		100.0%	
		% failure type	100.0%	100.0%	100.0%		100.0%	
		% of total	26.7%	8.9%	64.4%		100.0%	
Unitech	Area	Coronal	Count	6	2	6	1	15
			% of area	40.0%	13.3%	40.0%	6.7%	100.0%
			% failure type	25.0%	66.7%	36.3%	100.0%	33.3%
			% of total	13.3%	4.4%	13.3%	2.2%	33.3%
		Middle	Count	10	1	4	0	15
			% of area	66.7%	6.7%	26.7%	0.0%	100.0%
			% failure type	41.7%	33.3%	23.5%	0.0%	33.3%
			% of total	22.2%	2.2%	8.9%	0.0%	33.3%
		Apical	Count	8	0	7	0	15
			% of area	53.3%	0.0%	46.7%	0.0%	100.0%
			% failure type	33.3%	0.0%	41.2%	0.0%	33.3%
			% of total	17.8%	0.0%	15.6%	0.0%	33.3%
	Total	Count	24	3	17	1	45	
		% of area	53.3%	6.7%	37.8%	2.2%	100.0%	
		% failure type	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
		% of total	53.3%	6.7%	37.8%	2.2%	33.3%	

En el grupo 2, subgrupo 2.1, el tipo de falla más frecuente en la zona coronal fue CD (46,7%) y AD (46,7%), en la zona media fue AD (66,7%), y en la zona apical AD (73,3%). En el subgrupo 2.2, en la zona coronal la falla más frecuente fue CD (60%), en la zona media AD (80%), y en la zona apical AD (86,7%) (tabla 9).

In Group 2, subgroup 2.1, the most frequent failure types in the coronal area was CD (46.7%) and AD (46.7%); in the middle area it was AD (66.7%), and in the apical area AD (73.3%). In subgroup 2.2, the most common failure in the coronal area was CD (60%), in the middle it was AD (80%), and in the apical area AD (86.7%) (table 9).

Tabla 9. Tabla de contingencia del grupo 2: zona, tipo de falla y subgrupos

Subgrupo				Tipo de falla			Total
				Adhesiv a dentinata	Adhesiva al poste	Cohesiva a dentina	
Ácido fosfórico y clorhexidina	Zona	Coronal	Recuento	7	1	7	15
			% de zona	46,7%	6,7%	46,7%	100,0%
			% tipo de falla	25,0%	25,0%	53,8%	33,3%
			% del total	15,6%	2,2%	15,6%	33,3%
		Media	Recuento	10	2	3	15
			% de zona	66,7%	13,3%	20,0%	100,0%
			% tipo de falla	35,7%	50,0%	23,1%	33,3%
			% del total	22,2%	4,4%	6,7%	33,3%
		Apical	Recuento	11	1	3	15
			% de zona	73,3%	6,7%	20,0%	100,0%
			% tipo de falla	39,3%	25,0%	23,1%	33,3%
			% del total	24,4%	2,2%	6,7%	33,3%
	Total	Recuento	28	4	13	45	
		% de zona	62,2%	8,9%	28,9%	100,0%	
		% tipo de falla	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
		% del total	62,2%	8,9%	28,9%	100,0%	
Unietch	Zona	Coronal	Recuento	5	1	9	15
			% de zona	33,3%	6,7%	60,0%	100,0%
			% tipo de falla	16,7%	100,0%	64,3%	33,3%
			% del total	11,1%	2,2%	20,0%	33,3%
		Media	Recuento	12	0	3	15
			% de zona	80,0%	0,0%	20,0%	100,0%
			% tipo de falla	40,0%	0,0%	21,4%	33,3%
			% del total	26,7%	0,0%	6,7%	33,3%
		Apical	Recuento	13	0	2	15
			% de zona	86,7%	0,0%	13,3%	100,0%
			% tipo de falla	43,3%	0,0%	14,3%	33,3%
			% del total	28,9%	0,0%	4,4%	33,3%
	Total	Recuento	30	1	14	45	
		% de zona	66,7%	2,2%	31,1%	100,0%	
		% tipo de falla	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
		% del total	66,7%	2,2%	31,1%	100,0%	

Table 9. Group 2 contingency table: area, failure type, and subgroups

Subgroup				Failure type			Total
				Adhesive to dentin	Adhesive to post	Cohesive to dentin	
Phosphoric acid plus chlorhexidine	Area	Coronal	Count	7	1	7	15
			% of area	46.7%	6.7%	46.7%	100.0%
			% failure type	25.0%	25.0%	53.8%	33.3%
			% of total	15.6%	2.2%	15.6%	33.3%
		Middle	Count	10	2	3	15
			% of area	66.7%	13.3%	20.0%	100.0%
			% failure type	35.7%	50.0%	23.1%	33.3%
			% of total	22.2%	4.4%	6.7%	33.3%
		Apical	Count	11	1	3	15
			% of area	73.3%	6.7%	20.0%	100.0%
			% failure type	39.3%	25.0%	23.1%	33.3%
			% of total	24.4%	2.2%	6.7%	33.3%
	Total	Count	28	4	13	45	
		% of area	62.2%	8.9%	28.9%	100.0%	
		% failure type	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
		% of total	62.2%	8.9%	28.9%	100.0%	
Unietch	Area	Coronal	Count	5	1	9	15
			% of area	33.3%	6.7%	60.0%	100.0%
			% failure type	16.7%	100.0%	64.3%	33.3%
			% of total	11.1%	2.2%	20.0%	33.3%
		Middle	Count	12	0	3	15
			% of area	80.0%	0.0%	20.0%	100.0%
			% failure type	40.0%	0.0%	21.4%	33.3%
			% of total	26.7%	0.0%	6.7%	33.3%
		Apical	Count	13	0	2	15
			% of area	86.7%	0.0%	13.3%	100.0%
			% failure type	43.3%	0.0%	14.3%	33.3%
			% of total	28.9%	0.0%	4.4%	33.3%
	Total	Count	30	1	14	45	
		% of area	66.7%	2.2%	31.1%	100.0%	
		% failure type	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
		% of total	66.7%	2.2%	31.1%	100.0%	

## DISCUSIÓN

En este estudio se evaluó la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados en dientes humanos premolares unirradiculares, indicados para exodoncia por motivos ortodónticos, usando diferentes protocolos de cementación y con dos materiales obturadores diferentes,

## DISCUSSION

This study evaluated the adhesive strength of fiberglass posts cemented in single-root human premolars extracted for orthodontic reasons, using different cementing protocols and two different filling materials,

y se analizaron tres zonas radiculares específicas (coronal, media y apical). El primer protocolo consistía en el manejo de ácido fosfórico más clorhexidina (subgrupos 1.1 y 2.1) y el segundo utilizando Unietch (subgrupos 1.2 y 2.2), el cual es un ácido fosfórico que contiene cloruro de benzalconio, un agente antimicrobiano que, según la evidencia científica, tiene la misma función de la clorhexidina.<sup>12</sup> Una vez cementados los postes, las muestras se sometieron a envejecimiento por almacenamiento a temperatura constante (27 °C) durante 30 días; este método se realizó con el fin de valorar el rendimiento clínico de los materiales en el tiempo, simulando la degradación de la restauración.<sup>13-15</sup> Otro de los métodos más utilizados es el envejecimiento por termociclado, mediante el cual se simulan los cambios térmicos de la cavidad oral. Recientemente, en la convención de Charlotte de 2014, Kwon, Burgess y Beck señalaron, como una de sus conclusiones, que 10.000 ciclos no presentan diferencia significativa con el método de almacenamiento realizado durante 24 horas.<sup>15</sup> La literatura recomienda la estandarización de los protocolos en tiempo para determinar el número de ciclos. Sin embargo, existe una hipótesis según la cual se podían presentar entre 20 y 50 ciclos por día, y por ende se habla de unos 10.000 ciclos por año.

Con el fin de evaluar la resistencia adhesiva, se utilizó la prueba de desalojo (*push-out test*), basados en que esta prueba proporciona datos sobre áreas adhesivas más pequeñas, uniforme distribución de estrés en la interface adhesiva, menor pérdida de especímenes durante el experimento, bajos valores de desviación estándar y facilidad en la ejecución.<sup>16,17</sup>

Inicialmente, se planteó que no existirían diferencias significativas entre los protocolos utilizados, pero se encontraron variaciones en la resistencia adhesiva dependiendo del material utilizado en la obturación del conducto radicular, el protocolo de cementación y la zona del diente a evaluar.

Una vez aplicadas las pruebas físicas, los resultados arrojaron datos según los cuales la máxima resistencia adhesiva se presentó en la zona coronal de los dientes obturados con cemento Top Seal (grupo 1)

and analyzing three specific root areas (coronal, middle, and apical). The first protocol was phosphoric acid plus chlorhexidine (subgroups 1.1 and 2.1) and the second protocol used Unietch (subgroup 1.2 and 2.2), which is a phosphoric acid containing benzalkonium chloride, an antimicrobial agent that according to scientific evidence has the same function as chlorhexidine.<sup>12</sup> Once posts had been cemented, the samples were subjected to aging by storing them at constant temperature (27 °C) for 30 days. This method was used in order to assess the clinical performance of materials over time, simulating the degradation of restorations.<sup>13-15</sup> Another commonly used method is aging by thermocycling, which simulates thermal changes in the oral cavity. Recently, in the 2014 Charlotte Convention, Kwon, Burgess and Beck pointed out as one of their conclusions that 10,000 cycles do not show significant difference with the storage method for 24 hours.<sup>15</sup> The literature recommends standardizing the protocols in terms of time to determine the number of cycles. However, one hypothesis states that there could be 20 to 50 cycles per day, and therefore there would be about 10,000 cycles per year.

In order to evaluate adhesive strength, the push-out test was used as it provides data on the smallest adhesive areas, uniform distribution of adhesive interface stress, fewer sample loss during experiments, low standard deviation values, and is easy to perform.<sup>16,17</sup>

The initial assumption was that there would be no significant differences between the protocols used, but variations were found in terms of adhesive strength depending on the material used to fill the root canals, the cementing protocol, and the tooth area under evaluation.

Once the physical tests were completed, the results yielded data suggesting that the maximum adhesive strength happened in the coronal area of teeth filled with the Top Seal cement (Group 1)

y en los cuales para la cementación del poste se utilizó el protocolo con ácido fosfórico, clorhexidina y cemento resinoso dual (Duolink) (subgrupo 1.1), con un valor de 45,2 Mpa. En el caso de los dientes tratados con Unietch (subgrupos 1.2 y 2.2), los valores máximos encontrados fueron de 19,13 MPa en aquellos donde se usó cemento obturador Grossman (grupo 2) y de 15,84 Mpa en los que se usó cemento obturador Top Seal (grupo 1). A pesar de que los valores con el protocolo de Unietch fueron más bajos que los encontrados con los del grupo en donde se usó ácido fosfórico y clorhexidina (subgrupo 1.1), estos valores siguen siendo más altos que los obtenidos por Pereira y colaboradores en el año 2013, quienes encontraron valores máximos de 11,5 Mpa para Duolink.<sup>17</sup> Los autores manejaron un protocolo de cementación diferente, ya que no utilizaron *versa brush* unido al uso del hipoclorito, lo cual confiere o da una limpieza química y mecánica. El *versa brush* es un instrumento rotatorio utilizado junto con la pieza de baja velocidad con el fin de optimizar la limpieza del conducto radicular y remover los contaminantes que quedan después de la desobturación del conducto radicular (componentes del cemento sellador y el barrido dentinario). Además, no manejaron clorhexidina después de la aplicación del ácido fosfórico, y tampoco tuvieron en cuenta el cemento obturador, que en el presente estudio mostró relevancia a la hora de evaluar la resistencia adhesiva.

En 2013, Saraiva y colaboradores investigaron el efecto del grabado con ácido fosfórico y el pretratamiento de la dentina con hipoclorito de sodio sobre la resistencia adhesiva mediante la prueba de *push-out* entre poste y dentina del canal, utilizando un cemento resinoso dual (Variolink II-Ivoclar/Vivadent). Ellos encontraron que el pretratamiento con hipoclorito de sodio no presentó diferencias estadísticamente significativas en los grupos evaluados; sin embargo, cuando el ácido fosfórico fue aplicado durante 60 s en la porción apical sin hipoclorito de sodio (como pretratamiento), las fuerzas adhesivas fueron superiores. En el presente estudio, también se utilizó un cemento resinoso dual (Duolink-Bisco), el hipoclorito de sodio se usó como pretratamiento en ambos grupos, y el ácido desmineralizante durante 15 segundos.

where the posts were cemented with phosphoric acid, chlorhexidine, and dual resinous cement (Duolink) (subgroup 1.1), with a score of 45.2 Mpa. In the case of teeth treated with Unietch (subgroups 1.2 and 2.2), the maximum values were 19.13 MPa in those treated with the Grossman filling cement (Group 2) and 15.84 Mpa in those treated with the Top Seal cement (Group 1). While the scores of the Unietch protocol were lower than those of the group treated with phosphoric acid plus chlorhexidine (subgroup 1.1), these scores are still higher than those obtained in 2013 by Pereira et al, who found peak scores of 11.5 Mpa for Duolink.<sup>17</sup> These authors used a different cementing protocol, since they did not use *versa brush* together plus hypochlorite, which provides chemical and mechanical cleaning. The *versa brush* is a rotary instrument used along with low-speed piece to optimize the cleaning of the root canal and to remove the contaminants left by unfilling the root canal (components of the sealing cement and the smear layer). In addition, they did not use chlorhexidine after applying phosphoric acid, and did not take into account the filling cement, which in the present study showed relevance in assessing adhesive strength.

In 2013, Saraiva et al analyzed the effect of etching with phosphoric acid and pretreating dentin with sodium hypochlorite on adhesive strength by means of the *push-out* between post and canal dentin, using a dual resinous cement (Variolink II-Ivoclar/Vivadent). They found out that pretreating with sodium hypochlorite did not show statistically significant differences in the evaluated groups; however, when phosphoric acid was applied for 60s in the apical portion without sodium hypochlorite (as pretreatment), the adhesive forces were higher. The present study also used a dual resinous cement (Duolink-Bisco), sodium hypochlorite was used as pretreatment in both groups, and demineralizing acid was used for 15 seconds.

Cuando Saraiva y colaboradores evaluaron las muestras utilizando ácido fosfórico durante 15 segundos, obtuvieron valores de resistencia adhesiva máxima en apical de 9,6 Mpa utilizando pretratamiento con hipoclorito y en este estudio se obtuvo un valor máximo de 20,54 Mpa en la zona apical utilizando el mismo protocolo; el uso del versa brush puede indicar la diferencia en los resultados.<sup>18</sup>

En 2013, Shiratori y colaboradores evaluaron la resistencia adhesiva de tres cementos autoadhesivos utilizando diferentes métodos para llevar el cemento al interior del conducto radicular. Ellos encontraron valores de resistencia máximos de 13,65 Mpa en el grupo en que utilizaron léntulo para introducir el material al conducto, y concluyeron que la técnica utilizada para llevar el cemento parece influir en la resistencia adhesiva cuando se quiera cementar postes intraradiculares; en otro grupo realizaron un protocolo en el cual se utilizaron puntas intraconducto para dispensar el cemento; en la zona apical, que es la de más difícil acceso debido a la reducción del diámetro del conducto, se obtuvo una resistencia adhesiva máxima de 20,54 Mpa, resultando mayor a la obtenida en los cementos autoadhesivos en general, por lo cual el uso de puntas intraconducto posiblemente influyó para obtener valores de resistencia adhesiva más elevados en zonas críticas como la apical.<sup>19</sup>

Un factor importante en los protocolos del presente estudio fue la utilización de clorhexidina, que hoy en día es usada en adhesión dental como un inhibidor de proteasas. La literatura reporta que la dentina desmineralizada contiene metaloproteinasas (MMP) y catepsinas, las cuales pueden degradar lentamente las fibras colágenas.<sup>12</sup> Las MMP son una clase de endopeptidasas dependientes de zinc y de calcio, capaces de degradar todos los componentes de la matriz extracelular. La actividad colagenolítica y gelatinolítica puede ser superada por inhibidores de proteasas, indicando que la inhibición de MMP quizás preserve la integridad de la capa híbrida. De hecho, la aplicación de la clorhexidina en vivo mejora la integridad de la capa híbrida. Cuando se aplica ácido fosfórico sin la posterior aplicación de clorhexidina, esto no inhibe la actividad colagenolítica de la dentina mineralizada,

When Saraiva et al analyzed their samples using phosphoric acid for 15 seconds, they found out maximum adhesive strength scores of 9.6 Mpa on apical by pretreating with hypochlorite, while the present study observed a maximum score of 20.54 Mpa in the apical zone using the same protocol; the use of versa brush explain the difference in results.<sup>18</sup>

In 2013, Shiratori et al evaluated the adhesive strength of three self-adhesive cements using different methods to bring the cement to the interior of the root canal. They found maximum resistance values of 13.65 Mpa in the group that used lentulo to insert the material into the canal, concluding that the technique used to carry the cement seems to influence adhesive strength when cementing intraradicular posts; the protocol in another group used intracanal tips to apply the cement. In the apical area, which is the hardest to reach due to a reduction in canal diameter, they observed a maximum adhesive strength of 20.54 Mpa, being higher than that obtained in self-adhesive cements in general, so the use of intracanal tips possibly influenced the higher adhesive strength values in critical areas such as the apical.<sup>19</sup>

An important factor in the protocols of the present study was the use of chlorhexidine, which is currently used in dental adhesion as a protease inhibitor. The literature reports that demineralized dentin contains matrix metalloproteinases (MMP) and cathepsins, which can slowly degrade collagen fibers.<sup>12</sup> MMP are a type of calcium and zinc-dependent endopeptidases, capable of degrading all components of the extracellular matrix. Collagenolytic and gelatinolytic activity can be controlled by protease inhibitors, indicating that MMP inhibition may preserve integrity of the hybrid layer. In fact, applying chlorhexidine in vivo improves integrity of the hybrid layer. When phosphoric acid is applied without no subsequent application of chlorhexidine, this does not inhibit the collagenolytic activity mineralized of mineralized dentin,

mientras que el uso de clorhexidina después de grabado ácido, incluso en concentraciones muy bajas, inhibe fuertemente la actividad. Los resultados del presente estudio demostraron en general valores superiores en resistencia adhesiva en las muestras en que se utilizó el protocolo con clorhexidina, comparado con el que utilizó solamente el Unietch (cloruro de benzalconio), en los tres tercios de los grupos 1 y 2 (cemento Top Seal y Grossman respectivamente), lo que es congruente con lo que reporta la literatura acerca de la prevención de la degradación de la capa híbrida, mejorando así la adhesión en dentina.<sup>12</sup>

Se han conducido diversos estudios sobre resistencia adhesiva en postes de fibra de vidrio cementados con ionómeros vítreos convencionales y modificados con resina (cementantes). En 2014, Pereira y colaboradores encontraron valores comprendidos entre 0,5 Mpa y 19,6 Mpa, en donde observaron que el nivel del poste (cervical, medio o coronal) no influía en la resistencia adhesiva de los postes a la dentina de la raíz. En el presente estudio se encontraron valores entre 0,6 Mpa y 45,20 Mpa, pero, a diferencia del estudio de Pereira y colaboradores, sí se encontraron diferencias entre las zonas evaluadas. Esto demuestra que los cementos resinosos necesitan una interface de unión confiable, la cual es difícil de obtener, especialmente en la zona apical donde generalmente solo queda espacio para el poste. La ausencia de capa híbrida en la interface adhesiva puede contribuir a estas diferencias cuando los postes de fibra son cementados con cementos de resina.<sup>19-21</sup>

Los resultados del presente estudio mostraron los niveles más bajos de resistencia adhesiva a nivel del tercio apical. Es posible que esto se deba a restos de gutapercha y material sellador de endodoncia que puedan permanecer en la zona apical después de la preparación, como lo reportan Bolhuis y colaboradores en su estudio.<sup>22</sup>

En 2002, Hagge y colaboradores evaluaron el efecto de tres cementos selladores del conducto radicular sobre la retención de los postes de fibra de vidrio cementados con cementos resinosos. Los autores utilizaron cementos a base de resina epóxica, eugenol e hidróxido de calcio, y descubrieron que la formulación química

while using chlorhexidine after acid etching, even in very low concentrations, strongly inhibits this activity. The results of the present study generally showed higher adhesive strength scores in protocols with chlorhexidine, compared with those that only used Unietch (benzalkonium chloride) in the three thirds of groups 1 and 2 (Top Seal and Grossman respectively), which is consistent with literature reports about the prevention of degradation of the hybrid layer, thus improving the adhesion to dentin.<sup>12</sup>

There are various studies on adhesive strength in fiberglass posts cemented with conventional glass ionomers and modified with resin (cementitious). In 2014, Pereira et al found values ranging from 0.5 Mpa to 19.6 Mpa, observing that area were the post is located (cervical, middle, or coronal) does not influence adhesive strength of posts to root dentin. The present study yielded values ranging from 0.6 Mpa to 45.20 Mpa, but unlike the study by Pereira et al, there were differences between the assessed areas. This shows that resin cements need a reliable bonding interface—something that is hard to achieve, especially in the apical area, where hardly there is room for the post—. The absence of hybrid layer at the adhesive interface may contribute to these differences when fiber posts are cemented with resin cements.<sup>19-21</sup>

The findings of the present study showed that the lowest adhesive strength levels are at the apical third. This may be due to the residues of gutta-percha and endodontic sealer material that may remain in the apical area after preparation, as reported by Bolhuis et al.<sup>22</sup>

In 2002, Hagge et al evaluated the effect of three cements to seal the root canal on the retention of fiberglass posts cemented with resin cements. The authors used epoxy resin-based cements, eugenol, and calcium hydroxide, finding out that the chemical formulation

de los cementos selladores no afectaba significativamente los valores de retención de los postes. En nuestro estudio se evaluaron cementos a base de resina epóxica (Top Seal) y óxido de zinc (Grossman) y se encontraron menores valores en el grupo donde se utilizó el cemento Grossman, pero estos no fueron estadísticamente significativos, lo cual coincide con los resultados del artículo de Hagge y colaboradores.<sup>23</sup>

Una de las limitaciones del presente estudio es que se trata de una investigación *in vitro*, en la que se igualan las condiciones orales. El tipo de cemento utilizado y los diferentes protocolos de cementación de postes de fibra de vidrio requieren estudios clínicos investigativos a mayor tiempo para evaluar su comportamiento y tener resultados más confiables.

## CONCLUSIONES

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas al utilizar los cementos selladores Grossman y Top Seal; sin embargo, el grupo que mostró menores valores de resistencia adhesiva fue aquel en el que se utilizó el cemento a base de óxido de zinc (Grossman) y en la zonas apicales de los grupos —aunque siguieron siendo valores más altos que los encontrados en otras investigaciones relacionadas—.

El uso de clorhexidina dentro del protocolo de cementación mostró mayores valores de resistencia comparado con el grupo donde no se utilizó, estos resultados fueron estadísticamente significativos solo en el grupo que se utilizó cemento Top Seal (resina epóxica) como sellador.

Comparando las muestras que utilizaron ácido fosfórico y clorhexidina vs Unietch, se encontraron menores resultados cuando se utilizó solo uni-etch.

## CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores manifiestan no tener ningún conflicto de interés.

of sealing cements did not significantly affect the posts retention values. Our study assessed epoxy resin-based cements (Top Seal) and zinc oxide-based cements (Grossman), finding out the lowest values in the group treated with Grossman cement, but these were not statistically significant, agreeing with the findings by Hagge et al.<sup>23</sup>

One of the limitations of our study is that it is an *in vitro* research imitating oral conditions. Cement type and the different protocols for cementation of fiberglass posts require clinical studies in greater periods of time in order to evaluate their behavior and to have more reliable results.

## CONCLUSIONS

There were no statistically significant differences in using the Top Seal and Grossman sealing cements; however, the group with the lowest adhesive strength scores was that using a zinc oxide-based cement (Grossman) and in the apical areas of the groups —although they remained higher than those found in other related studies—.

Using chlorhexidine as part of the cementation protocol cementing showed higher strength scores compared to the group where it was not used; these results were statistically significant only in the group using the Top Seal cement (epoxy resin) as a sealer.

By comparing the samples using phosphoric acid and chlorhexidine versus Unietch, the lower values were found when using only Unietch only.

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare that they do not have any conflict of interest.



## CORRESPONDENCIA

Juliana Moreno Preciado  
(+57) 316 461 58 37  
julianamorenopreciado@hotmail.com  
Carrera 82 # 5-69  
Cali, Colombia

## CORRESPONDING AUTHOR

Juliana Moreno Preciado  
(+ 57) 316 461 58 37  
julianamorenopreciado@hotmail.com  
Carrera 82 # 5-69  
Cali, Colombia

## REFERENCIAS / REFERENCES

1. Scotti R, Ferrari M. Pernos de fibra de vidrio: bases teóricas y aplicaciones clínicas. Barcelona: Masson, 2004.
2. Kogan EF, Gad ZF. Estudio comparativo de la adaptación de tres sistemas prefabricados de postes endodónticos a la preparación del conducto. *Rev ADM* 2004; LXI(3): 102-108.
3. D'Arcangelo C, Cinelli M, De Angelis F, D'Amario M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent* 2007; 98(3): 193-198.
4. Bitter K, Meyer-Lueckel H, Priehn K, Kanjuparambil JP, Neumann K, Kielbassa AM. Effects of luting agent and thermocycling on bond strengths to root canal dentine. *Int Endod J* 2006; 39(10): 809-818.
5. Foxton RM, Nakajima M, Tagami J, Miura H. Adhesion to root canal dentin using one two-step adhesives with dual-cure composite core materials. *J Oral Rehabil* 2005; 32(2): 97-104.
6. Aguilar-Mendoza JA, Rosales-Leal JI, Rodríguez-Valverde MA, González-López S, Cabrerizo-Vilchez MA. Wettability and bonding of self-etching dental adhesives. Influence of the smear layer. *Dent Mater* 2008; 24(7): 994-1000.
7. Wang VJ, Chen YM, Yip KH, Smales RJ, Meng QF, Chen L. Effect of two fiber post types and two luting cement systems on regional post retention using the push-out test. *Dental Mater* 2008; 24(3): 372-377.
8. Erdemir U, Mumcu E, Topcu FT, Yildiz E, Yamanel K, Akyol M. Micro push-out bond strengths of 2 fiber post types luted using different adhesive strategies. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110(4): 534-544.
9. Vera RJ, Dib KA, Polanco-Stephané H, Franco-Romero G, Betancourt-Lozano E, Valois-Rodríguez Q. Comparación entre dos cementos selladores con y sin eugenol sobre la retención de postes de fibra de vidrio cementados con resina dual Variolink II. *Oral* 2004; 5(17): 249-253.
10. Asociación Médica Mundial. Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. Declaración de Helsinki. Finlandia: Asociación Médica Mundial, 1964.
11. Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993. Resolución por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Ministerio de la Protección Social.
12. Pashley D, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. *Dent Mater* 2011; 27(1): 1-16.
13. Amaral F, Colucci V, Palma RG, Corona SA. Assessment of in vitro methods used to promote adhesive interface degradation: a clinical review. *J Esthet Restor Dent* 2007; 19(6): 340-353; discussion 354.
14. Ali-Saghiri M, Asatourian A., Garcia F. The impact of thermocycling process on the dislodgement force of different endodontic cements. *Biomed Res Int [Internet]* 2013; 317185.
15. Kwon S, Burgess J, Cakir-Ustun D, Beck P, Kalavacharla VK, Ramp LC Shear bond strength universal bonding agents to enamel and dentin. En: 43rd Annual Meeting & Exhibition of the AADR; Charlotte, USA 2014 Mar 19-22. Charlotte: AADR; 2014.
16. Da Rosa RA, Bergoli CD, Kaizer OB, Valandro LF. Influence of cement thickness and mechanical cycling on the push-out bond strength between posts and root dentin. *Gen Dent* 2011; 59(4): e156-161.

17. Pereira JR, Lins-do-Valle A, Ghizoni JS, Lorenzoni FC, Ramos MB, Dos-Reis-Só MV. Push-out bond strengths of different dental cements used to cement glass fiber posts. *J Prosthet Dent* 2013; 110(2): 134-140.
18. Saraiva L, Rodrigues T, Costa L, Correr L, Muniz L, Mathias P. Effect of different adhesion strategies on fiber post cementation: push-out test and scanning electron microscopy analysis. *Contemp Clin Dent* 2013; 4(4): 443-447.
19. Shiratori FK, Valle AL, Pegoraro TA, Carvalho RM, Pereira JR. Influence of technique and manipulation on self-adhesive resin cements used to cement intraradicular posts. *J Prosthet Dent* 2013; 110(1): 56-60.
20. Pereira J, Rosa RA, Só MV, Afonso D, Kuga MC, Honório HM et al. Push-out bond strength of fiber posts to root dentin using glass ionomer and resin modified glass ionomer cements, *J Appl Oral Sci* 2014; 22(5): 390-396.
21. Perdigão J, Dentin bonding-variables related to the clinical situation and the substrate treatment. *Dent Mater.* 2010; 26(2): e24-37.
22. Bolhuis P, de-Gee A, Feilzer A. The influence of fatigue loading on the quality of cement layer and retention strength of carbon fiber post-resin composite core restorations. *Oper Dent* 2005; 30(2): 220-227.
23. Hagge M, Wong RD, Lindemuth JS. Effect of three root canal sealers on the retentive strength of endodontic posts luted with a resin cement. *Int Endod J* 2002; 35(4):372-378.