



Universidad
Nacional
de Córdoba



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESCUELA DE POSGRADO

**“RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE DISTINTOS POSTES EN
CONDUCTOS AMPLIOS Y NO CIRCULARES”**

TESISTA:

OD. CARLOS DANIEL GIGENA

DIRECTOR:

PROF. DRA. CARMEN VISVISIÁN

CÓRDOBA, 2017



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Universidad
Nacional
de Córdoba



Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Odontología

Escuela de Posgrado

*“Resistencia a la tracción de distintos
postes en conductos amplios y no
circulares”*

Tesis Doctoral

Doctorando: Od. Carlos Daniel Gigena
Directora: Prof. Dra. Carmen Visvisián
Codirectora: Prof. Dra. Sonia R. Julián

Córdoba, 2017

Comisión de Tesis

Prof. Dr. Guillermo De Leonardi

Prof. Dr. Carlos Oldani

Prof. Dra. Carmen Visvisián

Jurado de Tesis

Prof. Dr. Guillermo De Leonardi

Prof. Dra. Andrea Kaplan

Prof. Dr. Carlos Oldani

DEDICATORIA

A mis padres Carlos y Mercedes y a mi hermano Fernando, quienes siempre me apoyaron a lo largo de toda mi vida y sin los cuales no sería la persona soy.

A mi amada esposa Marisa, por su apoyo, paciencia y comprensión por el tiempo que le he negado durante el desarrollo del presente trabajo.

A mis hijas Victoria, Josefina y Catalina, por el inmenso amor que siempre me han brindado y de las que estoy infinitamente orgulloso.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Odontología de la U.N.C, donde me forme y es la institución que me brinda el espacio y medios para seguir desarrollándome personal y profesionalmente.

A mi Directora, Prof. Dra Maria R del Carmen Visvisián, que con su generosa y cordial dedicación, me brindo su experiencia, conocimientos y sus siempre muy oportunos consejos, para guiarme en la concreción de este trabajo.

A mi Co-Directora Prof. Dra Sonia R. Julián, quien como Prof. Titular y amiga en la Cátedra donde me desempeño, siempre me apoyo, enseño y estímulo, introduciéndome en este maravilloso mundo de la Investigación Científica y por lo cual le estoy inmensamente agradecido.

A los miembros de la Comisión de Tesis y Jurado, Prof. Dra. Andrea Kaplan, Prof. Dr. Ing. Carlos Oldani, Prof. Dr. Guillermo De Leonardi por sus valiosos consejos, aportes y cordial acompañamiento.

Al Área de Biología Oral (ABO), en especial al Ing. Luis Crohare, quien me brindo su invaluable colaboración en la realización de los ensayos de tracción, análisis de imágenes y posterior análisis estadístico, destacando su compromiso y capacidad. Hoy un amigo.

Al Odontólogo y amigo Pablo Gil Rodríguez, que cuando necesite su cooperación y ayuda siempre estuvo a mi lado.

A mis compañeros de Cátedra, Adriana, Javier, Roberto, Sandra, Nicolás, Facundo y a nuestra querida secretaria, Nidia Frigeri, que colaboraron y me apoyaron en el trayecto de esta carrera.

A la Secretaria de la Escuela de Graduados, y en especial a la Sra. Liliana Darjruch y Srta. Sofia Arach, por su permanente predisposición y colaboración.

A todas las personas y amigos con las que comparto momentos importantes de mi vida, que me apoyan y me permiten disfrutar día a día de su presencia.

CERTIFICADO

Córdoba, 5 de Octubre de 2015.

Por la presente se certifica que en el Laboratorio de Procesamiento de Muestras Sólidas (PROSOL) y Laboratorio de Microscopia y Procesamiento de Imágenes, del Área de Biología Odontológica (ABO), Facultad de Odontología, Univ. Nac. de Córdoba, se han procesado las muestras (60) correspondientes al trabajo de Tesis Doctoral del Od. Carlos Daniel Gigena, “*Resistencia a la tracción de postes en conductos amplios y no circulares*”, realizándose:

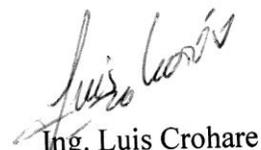
- Ensayos de tracción, mediante Máquina de Ensayos Universal Digimes, Mod. MX5000.
- Procesamiento de muestras.
- Obtención de imágenes mediante cámara Sony SC370-S conectada a una lupa Olympus con aumentos de 20X, 32X, 50X y 80X.
- Morfometría con software Image Pro-Plus v4.52.

También se realizó el análisis estadístico de los datos obtenidos en las diversas pruebas y mediciones realizadas.

Se extiende la presente certificación a pedido del interesado y para ser presentada a quien corresponda.



Prof. Dr. Rubén Ponce
Director A.B.O.

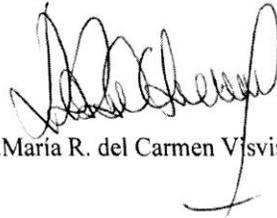


Ing. Luis Crohare
Resp. Técnico

CERTIFICADO

Córdoba, 2 de Agosto de 2016.

La Prof. Dra María R del Carmen Visvisián, como Directora y la Prof. Dra Sonia R. Julián, como Co-Directora, certifican que el Od Carlos D. Gigena, ha realizado, bajo su dirección, el trabajo de investigación para optar al título de Doctor en Odontología, “Resistencia a la tracción de postes intrarradiculares, en conductos amplios y no circulares”, y que reúne las condiciones necesarias para su presentación y defensa.



Prof. Dra. María R. del Carmen Visvisián



Prof. Dra. Sonia R. Julián,



ÍNDICE

<u>DEDICATORIA</u>	<u>I</u>
<u>AGRADECIMIENTOS</u>	<u>II</u>
<u>CERTIFICACIONES</u>	<u>III</u>
<u>RESUMEN</u>	<u>Pág. 2</u>
<u>SUMMARY</u>	<u>Pág. 3</u>
<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>Pág. 4</u>
<u>MARCO TEÓRICO</u>	<u>Pág. 6</u>
• <u>Consideraciones histológicas y mecánicas de una pieza desvitalizada</u>	<u>Pág. 6</u>
• <u>Preparación del diente desvitalizado para la rehabilitación con postes</u>	<u>Pág. 8</u>
• <u>Sistemas de postes actuales</u>	<u>Pág. 12</u>
• <u>Consideraciones Biomecánicas</u>	<u>Pág. 16</u>
• <u>Agentes cementantes. Adhesión a dentina</u>	<u>Pág. 20</u>
• <u>Tratamiento superficial del poste</u>	<u>Pág. 31</u>
• <u>Restricciones de uso de postes orgánicos</u>	<u>Pág. 35</u>
• <u>Alternativas a las restricciones de uso de los postes orgánicos</u>	<u>Pág. 37</u>
• <u>Implicancia clínica</u>	<u>Pág. 39</u>
<u>OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS.</u>	<u>Pág. 40</u>
<u>MATERIALES Y MÉTODO.</u>	<u>Pág. 41</u>
<u>RESULTADOS</u>	<u>Pág. 69</u>
<u>DISCUSIÓN</u>	<u>Pág. 94</u>
<u>CONCLUSIONES</u>	<u>Pág. 112</u>
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	<u>Pág. 114</u>
<u>ANEXO</u>	<u>Pág. 131</u>

RESUMEN

La falta de coincidencia entre la anatomía del conducto radicular y la forma del poste afecta su capacidad retentiva. **OBJETIVO:** Evaluar la resistencia a la tracción de postes confeccionados con diferentes técnicas, en conductos amplios y no circulares y determinar la interface responsable del fallo. **MÉTODO:** Se utilizaron 60 premolares inferiores, tratados endodónticamente con técnica convencional y obturados con gutapercha por condensación lateral, los que se dividieron aleatoriamente en 5 grupos de 12 piezas dentarias cada uno. Grupo1 (Control): técnica convencional con poste orgánico, Grupo2: Perno Colado, Grupo3: Poste Anatómico, Grupo4: Refuerzo Dentinario y Grupo5: Cemento y Poste. En los grupos 2; 3; 4 y 5 se realizó un ensanche amplio y estandarizado. En todos los grupos se utilizó el cemento autopolimerizable Multilink. El poste orgánico empleado fue FRC Postec Plus. (Ivoclar Vivadent. Schaan Liechtenstein). Las pruebas de tracción se realizaron en Máquina de Ensayo Universal con velocidad del travesaño de 0,5mm/min, hasta lograr la remoción de los postes. Se midieron las áreas de cemento y resina adheridos al poste mediante imágenes digitalizadas con IMAGE PRO PLUS V4.52. Los datos fueron analizados con ANOVA, test de Tukey y prueba *post hoc* (Duncan). **RESULTADOS:** Los valores de resistencia a la tracción, arrojaron los siguientes resultados: G1) 157,03N; G2) 309,68N; G3) 265,46N; G4) 148,46N; G5) 209.83N. El grupo Perno Colado arrojó diferencias significativas ($p < 0,05$) con Control, Refuerzo Dentinario y Cemento y Poste, mientras que con Poste Anatómico no fueron significativas ($p > 0,05$). El fallo adhesivo en la interface cemento-poste, se evidenció en los grupos confeccionados con postes orgánicos (Poste Anatómico; Refuerzo Dentinario; Cemento y Poste y Control), a diferencia del grupo Perno Colado donde fue en la interface cemento-dentina, con diferencias significativas al resto. ($p < 0,05$) **CONCLUSIONES:** Las técnicas que reproducen la anatomía de los conductos (Perno Colado y Poste Anatómico), mejoran significativamente los valores de resistencia a la tracción de los postes en conductos amplios y no circulares.

SUMMARY

The lack of coincidence between root canal anatomy and post shape diminishes post retention.

Aim: to assess traction resistance of posts prepared by means of different techniques in wide, non-circular root canals and to determine the interface where fail occurs in every case.

Method: 60 lower bicuspid, endodontically treated by conventional technique and gutta-percha filled by lateral condensation were used. Specimens were randomly assigned to 5 experimental groups of 12 specimens each. Group 1 (control): conventional technique with organic post. Group 2: cast post. Group 3: anatomic post. Group 4: dentin reinforcement. Group 5: cement and post. In groups 2, 3, 4 and 5 a wide, standardized preparation of root canal was made. Self-curing Multilink cement was used in all groups and the organic post employed was FRC Postec Plus (Ivoclar/Vivadent, Schaan, Liechtenstein). Traction tests were performed with a universal testing machine with a crosshead speed of 0.5mm/min, until post removal. Areas of cement and resin adhered to posts were measured by means of digital images (IMAGE POR PLUS V4.52). Data were analysed with ANOVA, Tukey test and Duncan post hoc test.

Results: values of traction resistance were as follows: G1) 157.03N; G2) 309.68N; G3) 265.46N; G4) 148.46N; G5) 209.83N. Cast post group had significant differences ($p < 0.05$) with control, dentin reinforcement and cement and post groups, though not with anatomic post group ($p > 0.05$). Adhesive fail at cement-post interface was evidenced in groups prepared with organic posts (anatomic post, dentin reinforcement, cement and post and control), whereas in cast post group fail occurred at cement-dentin interface, showing significant differences with the rest ($p < 0.05$).

Conclusions: techniques that reproduce root canal anatomy (cast and anatomic post) significantly improve traction resistance of posts in wide, non-circular root canals. The adhesive fail occurred, mainly, at the cement-post interface.

INTRODUCCIÓN

La restauración de elementos dentarios que poseen una importante pérdida de tejido coronario, ha sido un desafío de la ciencia odontológica desde su origen. El advenimiento en la odontología moderna de las imágenes radiológicas y el desarrollo de nuevos materiales, permitió el mantenimiento en boca de elementos con una considerable pérdida de tejido y hasta de raíces sin remanente coronario, mediante la realización de un tratamiento endodóntico y su reconstrucción.

Tradicionalmente se consideraba que toda pieza endodonciada debía ser tratada con un poste intrarradiculares para **reforzarla** y con una corona para devolver función y estética.

Los materiales que se consideraban ideales para la realización de estos postes fueron los metales, en forma de aleaciones, tanto nobles como no nobles, y la técnica más utilizada para la elaboración de los mismos es la denominada “cera perdida” o por colado. (Schwartz y col. 2004) Posteriores investigaciones demuestran que la realización de estos postes metálicos no solo no reforzaría el elemento, sino que lo debilitaría. Esto es adjudicado fundamentalmente a dos motivos, la importante pérdida de tejido producida al momento de la preparación del remanente para la realización de estos postes y a la falta de compatibilidad de las características físicas de los mismos con la dentina radicular. (Dietschi y col. 2007)

Actualmente existe una importante cantidad de opciones terapéuticas para la rehabilitación de elementos desvitalizados, que se suman a las del poste metálico colado tradicional, como la realización de restauraciones de resinas adheridas, la utilización de postes preformados metálicos, cerámicos o de base orgánica. Existe un consenso en la bibliografía que establece algunos principios que debería cumplir todo poste: (Bertoldi Hepburn y col. 2002; Scotti y col. 2004a)

- 1- Ser de inserción pasiva.
- 2- Tener un modulo de elasticidad similar a la dentina.
- 3- No sufrir cambios en su estructura en un medio húmedo.
- 4- Que su utilización no demande una excesiva perdida de tejido dentario.
- 5- Que permita, por medio de cementos, ser adherido a la estructura del elemento.
- 6- Presentar una translucidez cercana a la de la dentina.
- 7- Ser biocompatibles

Los postes preformados de base orgánica (fibra de vidrio, carbono o cuarzo) son los que mejor respetan estos principios, por lo tanto cuando la situación clínica lo permite, deben ser los de primera elección para la restauración de elementos desvitalizados. Las fallas en la clínica de estos sistemas de postes preformados orgánicos son atribuidas, fundamentalmente a la cantidad y calidad del remanente coronario, que cuando es insuficiente favorece la fractura de los postes y a la anatomía y volumen del conducto radicular que en conductos muy amplios y no circulares generan una desadaptación de los postes a las paredes del conducto, con importante volumen de cemento, favoreciendo el desprendimiento de los mismos por fallas en la adhesión. Existe evidencia que la falla de la adhesión, es responsable de aproximadamente el 70% de los fracasos en la clínica de estos sistemas de postes preformados, es decir que es significativamente superior a los fracasos por fractura del poste o del elemento dentario. (Schwartz y col. 2004. Goracchi y col. 2011. Barfeie y col. 2015; Frydman y col. 2013)

Para solucionar esto, se han diseñado diferentes técnicas, tales como la del perno anatómico o individualizado(Grandini y col.2004); el refuerzo de las paredes del conducto(Lui y col. 1994) y la indicación clásica, en estos casos, de realización de un poste metálico colado.

El presente trabajo de investigación es motivado por la falta en la bibliografía de estudios que evalúen la retención lograda con cada una de estas técnicas y con una metodología que permita la remoción del poste en forma íntegra, sin necesidad de seccionarlo y de esta forma valorar si pueden ser consideradas una opción clínica viable.

MARCO TEÓRICO.

Consideraciones histológicas y mecánicas de una pieza desvitalizada

Los elementos dentarios están constituidos por una compleja unidad de tejidos que, con funciones específicas, le brindan resistencia ante las fuerzas oclusivas y protegen a la pulpa dental de las injurias externas del medio bucal. Se considera que la bioarquitectura del diente es, desde el punto de vista físico, una estructura hueca, laminada y pretensada, que en presencia de integridad estructural le permite resistir las cargas funcionales. Su estructura laminar le permitiría al elemento la distribución de las cargas en toda su superficie y su estructura pretensada, permitiría la deformación elástica, es decir, con recuperación de forma luego de finalizada la fuerza que ocasiono la deformación. (Suliman y col.1994; Giachetti y col. 2006)

Ante la pérdida de su integridad estructural la pieza dentaria disminuye su capacidad de resistir dichas fuerzas favoreciendo la fractura del elemento. Esta disminución en sus propiedades biomecánicas es atribuida a numerosas causas.

El tratamiento endodóntico disminuye su resistencia a la fractura en un 5%, pero si la preparación cavitaria es mesio-ocluso-distal (MOD), la resistencia es reducida en un 69%. (Tang W y col. 2010; Reeh y col. 1989)

Esta situación es adjudicable a la pérdida de los rebordes marginales que disminuye la capacidad de distribuir en toda su superficie las cargas a las que es sometida la pieza dentaria en su función, por interrupción de su estructura laminar. (Taha y col. 2009)

Así también se verá afectada la capacidad elástica de la pieza por pérdida de su estructura pretensada. En un elemento vital y sin pérdida de tejido, las cúspides tendrán una deformación de hasta 1 micrómetro, pero si se ha realizado una preparación MOD la deformación podrá tener valores entre los 5 y 17 micrómetros, perdiendo la capacidad de recuperación de forma, situación que favorecería la fractura de la pieza.(Panitvisai y col. 1995)

Histológicamente la dentina es un tejido conjuntivo diferenciado, calcificado y sensible, compuesta en valores aproximados de un 70% de material inorgánico, un 12% de agua y un 18% de material orgánico.

Gutmann, (1992) establece que la cantidad de agua de la dentina a nivel coronario es el doble que en la dentina radicular y relaciona esto a que en la dentina coronaria existe el doble de túbulos dentinarios que en la dentina radicular

Huang y col. (1992) evalúan si existen diferencias significativas entre las propiedades mecánicas de la dentina humana de los dientes tratados endodónticamente y la dentina de los dientes vitales normales. A partir de los resultados obtenidos, concluyen que la deshidratación después del tratamiento endodóntico no debilita la estructura de la dentina en términos de resistencia a la compresión, ni a la tracción.

Posteriormente Papa y col. (1994) realizan un estudio para comparar la pérdida de humedad en dientes humanos, por método gravimétrico, determinando que la pérdida es del 2%. Este resultado no es estadísticamente significativo, por lo tanto sugieren que la deshidratación del elemento desvitalizado no sería responsable de la disminución de las propiedades físicas del diente.

La dentina posteriormente a la endodoncia sufre una degradación progresiva, volviéndose menos densa entre los 3 a 5 años, perdiendo integridad estructural de 6 a 9 años y desapareciendo parcialmente el colágeno a los 10 a 12 años, reduciéndose así la resistencia dentinaria. (Peralta. 2009)

Del 18% de material orgánico que compone la dentina aproximadamente el 90% es colágeno. Las fibras colágenas de la dentina tienen como función otorgar resistencia y flexibilidad ante las cargas que el diente recibe. A partir de la desvitalización el colágeno presenta actividad colagenolítica, degradándose y llegando finalmente hasta su desintegración, durante este proceso se vuelven más rígidas y menos flexibles, pero no se llega a manifestar una diferencia clínica con los elementos vitales. (Gutmann, 1992; Bitter y col. 2007) Sin embargo esta situación si afectaría negativamente la calidad de la adhesión al sustrato dentinario con la utilización de sistemas adhesivos. (Huang y col. 1992)

También debemos mencionar que la desvitalización de los elementos dentarios produce la pérdida de la propiosección de los receptores pulpares que, junto con los periodontales, participan y regulan los engramas musculares que movilizan y permiten la aplicación de las fuerzas de la masticación, llegando a soportar cargas hasta dos veces mayores que en un diente vital antes de detectarlas, con la consecuente posibilidad de sobrecarga y posterior fractura del elemento dentario. (Fernández Bodereau y col. 1996; Galeote y col. 2002)

Preparación del diente desvitalizado para la rehabilitación con postes

Podemos afirmar que la resistencia estructural de la pieza desvitalizada es proporcional a la cantidad de tejido remanente, es decir, a mayor pérdida de tejido, mayor disminución de su resistencia. Por ello, al seleccionar un sistema de postes intrarradiculares para la rehabilitación de estas piezas, es importante entender que la función primordial de los mismos es brindar retención y soporte al material del núcleo coronario que recibirá la restauración coronaria total, cuando el remanente sea insuficiente para ello, tratando de conservar la mayor cantidad de tejido posible. (Bertoldi Hepburn. 2002; Naumann y col. 2012; Mangold y col. 2011)

No todo elemento desvitalizado debe ser rehabilitado mediante la utilización de postes intrarradiculares. (MacInnes y col. 2016)

A nivel coronal, Haralur y col. (2016) investiga el efecto de de varios espesores de la pared dentinaria sobre la resistencia a la fractura de elementos endodónticamente tratados. A partir de los resultados que obtienen, concluyen en que el poste endodóntico no es necesario en elementos con igual o mayor espesor a 2,5mm, mientras que el poste es esencial para un elemento con un ancho de pared de dentina menor a 1,5mm y de esta forma mejorar la resistencia a la fractura.

De ser indicada la utilización de postes, se considera que la longitud de la preparación será directamente proporcional a la retención y a la resistencia a la fractura, por ello deberá ser la mayor posible, teniendo como limite la necesidad de mantener de 4 a 5mm de sellado endodóntico a nivel apical. (Abramowitz y col. 2000)

Existe evidencia que demuestra que la retención de un poste depende fundamentalmente de la retención mecánica lograda a partir del contacto del mismo con las paredes del conducto (fricción), por sobre la acción del agente cementante, por lo tanto, la mayor longitud mejora la retención. (Sadek y col. 2006; Goracci y col. 2005)

También aumenta la superficie para la transmisión de las fuerzas de carga, distribuyéndose a lo largo de la raíz, la cual deberá recibirlas, absorberlas y disiparlas para evitar la fractura. (Theodosopoulou y col. 2009)

En la clínica la longitud deberá superar la cresta ósea alveolar, idealmente un mínimo del 50% de la longitud total del poste, reduciendo las posibilidades de fractura radicular, por traslado del fulcrum de rotación por debajo de la cresta. (Fernández Bodereau y col. 1996)

Diversos estudios concluyen, que con la utilización de postes preformados de base orgánica y los actuales cementos adhesivos es posible reducir la longitud de la preparación, logrando valores similares o más altos de resistencia a la fractura y que los patrones de fractura son más favorables para el retratamiento y conservación del diente. (Zhi-Yue y col. 2003; Juloski y col. 2012; Santos-Filho y col. 2014)

Refiriéndonos al volumen de la preparación (diámetro) es inversamente proporcional a la resistencia a la fractura radicular. Por ello postes de diámetros importantes debilitan las paredes del conducto, reduciendo en forma significativa su resistencia a la fractura. (Haralur y col. 2016.)

Tradicionalmente se considera que el volumen de la preparación no debe superar el tercio central radicular, en toda su longitud, logrando de esta forma suficiente espesor de las paredes del conducto para resistir a la fractura. (Tilk y col. 1979.)

Privilegiando la conservación de tejido a nivel de las paredes del conducto, se sugiere la preparación mínima del canal radicular, con la finalidad de retirar la gutapercha de la obturación endodóntica y la rectificación de las paredes del conducto. (Scotti y col. 2004)

Con respecto a la retención el mayor diámetro no sería un factor tan importante como la forma del poste y la longitud del mismo. Si consideramos que el aumento del diámetro de la preparación debilita las paredes del conducto, no es un método recomendado para el aumento de la retención. (Nergiz y col. 2002)

A nivel coronario la forma de la preparación difiere si es para rehabilitación con pernos metálicos colados o postes preformados.

Para la restauración con pernos metálicos colados, la preparación del remanente coronario debe ser realizada en forma expulsiva, eliminando toda superficie retentiva y tejido sin soporte. Esto produce una pérdida excesiva de tejido disminuyendo la resistencia estructural del elemento. (Schwartz y col. 2004)

Para la restauración con postes preformados la preparación debe eliminar solamente tejido patológico y garantizar un eje de inserción correcto del poste dentro del conducto. Las

superficies retentivas, así como los tejidos sin soporte, serán rellenadas y adheridas al material de reconstrucción del muñón. (Scotti y col. 2004b. Goracchi y col. 2011)

En la preparación del conducto radicular no solo se debe considerar la longitud y volumen, sino también la forma. Básicamente son preparados en forma cónica, cilíndrica y combinaciones de estas, dependiendo del sistema elegido y a la anatomía del poste.

La forma cónica es similar a los conductos radiculares, brindando buena adaptación, pero a pesar de ser anatómicamente correctos, al transmitir las fuerzas funcionales generan tensiones sobre las paredes, denominándose este fenómeno efecto cuña. (Sahafi y col. 2005;Goracchi y col. 2011)

Refiriéndonos a la retención debemos mencionar que, mientras más importante sea la conicidad, menor es la retención.(Schwartz y col. 2004) En la práctica clínica esta forma es fundamentalmente utilizada para la preparación de los conductos que recibirán pernos metálicos colados.

Los postes de forma cilíndrica tienen paredes paralelas, lo cual favorece su retención y contribuye a una distribución uniforme del stress a lo largo de toda la longitud del poste, disminuyendo las tensiones generadas por el efecto cuña sobre las paredes dentinarias.(Schwartz y col.2004; Teixeira y col.(2006)

En raíces con pequeño diámetro, fundamentalmente en sentido mesio-distal, ocasiona una disminución significativa del espesor de la pared dentinaria en la zona apical, con la presencia de ángulos agudos que pueden generar concentración de stress, favoreciendo de esta forma la fractura de dichas paredes a este nivel.(Fernandes y col. 2003)

Esta forma de preparación es principalmente indicada para la utilización de sistemas de postes preformados metálicos.

La preparación para utilizar sistemas de postes preformados se realiza con ensanchadores provistos por el fabricante, de forma similar a la del poste seleccionado.

Con la finalidad de aprovechar las mejores propiedades de cada una de las formas antes mencionadas es que se combinan y diseñan postes preformados con forma cilíndrica – cónica y de doble conicidad.

Los postes cilíndrico - cónicos, presentan paredes paralelas pero al acercarse al ápice del mismo va adoptando una forma cónica, lo que permite una correcta distribución del stress

y retención mecánica en casi toda la longitud del poste sin un excesivo desgaste a nivel apical. (Fernandes y col. 2003)

Los postes de doble conicidad poseen características semejantes a la que producen en los conductos, los instrumentos utilizados en la realización de endodoncia mecanizada. Esta idea tiene correlación con la intención de realizar el menor desgaste posible de dentina para favorecer la resistencia del remanente radicular, así los ensanchadores y postes copian las conicidades ya realizadas por el endodoncista quién con sólo especificar el último instrumento utilizado orienta sobre el número de poste a utilizar.(Scotti y col. 2004a)

Sistemas de postes actuales

Perno metálico colado: estos pernos son obtenidos a partir de la técnica de colado de cera perdida para uso dental, desarrollada por Taggart en 1907. Estos pernos han sido, y probablemente aún lo son, los más utilizados en nuestro medio, pero a pesar de haber demostrado ser una excelente opción para la restauración de elementos desvitalizados con destrucción coronaria moderada o severa, presentan características que condicionan su aplicación clínica y a las cuales nos referiremos más adelante. (Carlson. 2003)

La técnica consiste en la elaboración patrón de colado, que es un molde que realizamos en cera o resina acrílica, del conducto y el pilar coronario. En este trabajo se empleo resina acrílica debido a que es el material más utilizado en la actualidad, motivado fundamentalmente a que es dimensionalmente estable ante los cambios de temperatura ambiente y al paso del tiempo, durante la elaboración del patrón se puede realizar el agregado y rebasado del mismo, puede ser utilizado con método directo e indirecto, su superficie, puede ser pulida mediante técnicas similares al pulido de todos los acrílicos y permite la conformación del patrón mediante el tallado con fresas directo en boca. (Shillingburg y col. 2011)

Posteriormente se incluirá en un bloque de material refractario, que al ser calentado en horno, el patrón se quemara hasta volatilizarse, dejando una cavidad que será ocupada por un metal en estado fluido, introducido por una fuerza, y dentro del cual solidificara.

En 1984 la ADA (American Dental Association) clasifica a las aleaciones dentales para colados en:

- Tipo I o Noble Alta: con aprox. 40% de Oro y 60% de otros metales nobles.
- Tipo II o Noble: con aprox. 25% de metales nobles.
- Tipo III o metal base: con menos del 25% de metales nobles.

Tradicionalmente las aleaciones más utilizadas han sido las Tipo II y III, pero debido al alto costo de los metales nobles, especialmente en nuestro medio, actualmente las más utilizados son las aleaciones Tipo III, con un bajo o ningún contenido de metales nobles.

La corrosión es considerada una importante desventaja para el uso de aleaciones metálicas, debido a que es un proceso que altera propiedades de los metales como la resistencia, la estética y la biocompatibilidad. La corrosión es un proceso de degradación

producido por un ataque electroquímico del entorno, con liberación de elementos de la aleación los cuales serían responsables de la toxicidad local, sistemática y carcinogenicidad. (Wataha. 2000)

Como aleaciones de uso habitual en nuestro medio podemos mencionar las de Níquel-Cromo, compuestas la mayoría con aproximadamente un 65% de Ni, un 25% de Cr y un 15% de otros metales como Molibdeno, Aluminio, Silicio, Hierro, Berilio, Niobio y Manganeso.

Postes preformados metálicos: estos postes pueden ser de acero inoxidable, aleación de níquel-cromo y aleaciones de titanio. En general son de forma cilíndrica o cónica y de superficie retentiva. Por su bajo módulo de elasticidad permiten diámetros reducidos por lo cual pueden utilizarse en elementos de raíces finas como las de premolares superiores e incisivos inferiores. (Raiden y col. 1999)

Los postes de aleaciones de titanio se introdujeron debido a su baja corrosión, pero presentan una resistencia a la fractura baja, por lo cual no pueden ser muy delgados y ante la fractura de los mismos, su retiro en muchos casos ocasiona una importante pérdida o daño del tejido radicular. (Schwartz y col. 2004)

Postes preformados no metálicos de base orgánica: la primera referencia a la rehabilitación de elementos endodonciados con resinas reforzadas con fibras la realizó Lovell (1983), que en forma artesanal introducía fibras de carbono en una matriz de resina, dando inicio a una nueva técnica.

Posteriormente en el año 1990 Duret desarrolla los postes de resina reforzados con fibras de carbono, y define los principios que han guiado, hasta la actualidad, la investigación sobre postes intrarradiculares. (Duret y col. 1990a; Duret y col. 1990b)

Los postes de resina reforzados con fibras están constituidos por una matriz de resina (generalmente epoxídica), que en el proceso de fabricación se inyecta a presión entre las fibras, que están pretensadas y embebidas en un agente de unión (silano), que favorece la adhesión de las fibras a la matriz. (Kececi y col. 2008)

Las fibras son pretensadas y se orientan en forma paralela al eje longitudinal del poste y su diámetro oscila entre 6 y 15 μm . En un corte transversal se pueden observar la cantidad y densidad de las fibras, dependiendo de cada fabricante el número generalmente fluctúa entre 25 y 35 por mm^2 y ocupan un 30 a 50% de su superficie.

Grandini y col. (2005) evaluaron las propiedades mecánicas y estructurales de diferentes postes de fibra, llegando a conclusión que estas propiedades son determinadas por el diámetro y densidad de las fibras.

Se puede afirmar que todas las resinas reforzadas por fibras mejoran significativamente sus propiedades mecánicas, como la resiliencia, resistencia a la fractura y su modulo elástico y que esto es directamente proporcional a la densidad de las fibras introducidas dentro de la matriz de resina. (Grandini y col. 2005)

Las fibras son responsables de la resistencia a la flexión y la matriz de resina brinda resistencia a la compresión y sería la responsable de la adhesión a los cementos a base de resinas. (Vallittu y col. 1997)

Las fibras de cuarzo, carbono y el zirconio otorgan mayor resistencia a la fractura que las fibras de vidrio. (Bertoldi Hepburn. 2012)

Sin embargo se ha reportado que ante las cargas cíclicas inferiores a la única de fractura, en los ensayos de fatiga, se produce una pérdida de la resistencia de flexión de los postes por degradación de la matriz de resina epoxi. (Bertoldi Hepburn y col. 2012)

Drumont y col. concluyen que los postes de resina reforzados con fibras de carbono y de vidrio, sometidos a ciclos térmicos y de carga, reducen su resistencia a la flexión en forma significativa (11% y 24%) lo que indica que su utilización en el ambiente oral favorece su degradación y potencialmente acorta su vida clínica. (Drummond y col. 2003)

También existen los recubiertos por fibras de cuarzo, para enmascarar el color oscuro de las fibras de carbono, logrando un mejor resultado estético o pueden ser constituidos totalmente por fibras de cuarzo. Todos estos postes presentan similares propiedades mecánicas.

Los postes de resina reforzados con fibras de vidrio son, sin duda, los más utilizados en la práctica rehabilitadora, debido a que sus propiedades mecánicas y estéticas son las que más se asemejan a las de la dentina. Están constituidos por fibras de vidrio en una matriz de resina compuesta (dimetacrilato), teniendo estas menores propiedades mecánicas mejoran considerablemente las propiedades estéticas. Existen en el mercado los denominados lumínicos, ya que a través de su cuerpo transportan la luz, mejorando la polimerización inicial dentro del conducto de las resinas cementantes. (Bertoldi Hepburn y col. 2005)

Postes cerámicos: los postes preformados de cerámica inyectada sobre zirconio fueron propuestos por su alta eficiencia estética y biocompatibilidad. Estos postes están constituidos por bióxido de zirconio y son de forma cónica. (Ozkurt y col. 2010)

Existen también postes de zirconia individualizados obtenidos mediante tecnología CAD-CAM, que logran una excelente adaptación a las paredes del conducto. (Dayalan y col. 2010)

Estos postes tienen un modulo de elasticidad muy superior al de la dentina, por lo cual tienen poca capacidad de absorción del estrés de carga, por lo que favorecen la fractura radicular. (Rotunno y col. 2012; Kern y col. 1998)

Ante la necesidad de retirar estos postes por fracaso endodóntico o por fractura del mismo, es dificultoso y generalmente ocasiona la pérdida del elemento dentario. (Schwartz y col. 2004; Bertoldi Hepburn y col.2005)

Consideraciones Biomecánicas

Los postes intrarradiculares deben transmitir las fuerzas de carga y distribuirlas a lo largo de la raíz, la cual deberá absorberlas y disiparlas para evitar la fractura. (Theodosopoulou y col. 2009. Goracchi y col. 2011)

Un espesor importante de la pared de dentina alrededor del poste es necesario para resistir las fuerzas a las que es sometido el elemento dentario y de esta forma evitar la fractura del mismo. (Lima y col. 2010) Los postes intrarradiculares al transmitir las fuerzas a las paredes del conducto, especialmente si son de forma cónica, generan tensiones que favorecen la fractura, denominándose este fenómeno “efecto cuña”. (Shillingburg y col. 2011)

Para neutralizar estas fuerzas se debe garantizar un mínimo de remanente coronario incluido en el interior de la restauración coronaria y de esta forma la corona actúa como un zuncho alrededor del remanente, evitando la fractura radicular (efecto ferrule). La aplicación del efecto ferrule logra una mejor distribución de las cargas entre el poste, el núcleo y la raíz, a diferencia de lo que ocurre cuando las cargas se aplican directamente al poste y el núcleo. (Sorensen y col. 1990)

La altura necesaria de remanente coronario para lograr una correcta protección por acción del efecto ferrule ha sido ampliamente estudiada. (Akkayan y col. 2004; Jotkowitz y col. 2010)

Algunos autores afirman que un ferrule vertical de 1mm duplica la resistencia a la fractura al compararlo con los que carecen de él. Pero los mejores resultados de resistencia a la fractura han sido obtenidos con alturas de 1,5 y 2mm. (Jotkowitz y col. 2010; Lima y col. 2010; Ma y col.2009)

La continuidad del remanente coronario responsable del ferrule en todo el contorno del diente (360°) es importante para una correcta acción protectora, pero si por excesiva pérdida de tejido coronario no es posible mantener esta homogeneidad, debemos comprender que un ferrule no uniforme brinda mayor resistencia que cuando no existe, recomendando algunos autores, por lo menos 2mm de ferrule en las paredes vestibular y palatina o lingual, especialmente en dientes anteriores donde las cargas funcionales inciden en forma oblicua.(Jotkowitz y col. 2010; Dikbas y col. 2007)

Cabe recalcar que estos valores son mínimos y que la resistencia estructural de la pieza desvitalizada se relaciona en forma directa con la cantidad de tejido coronario sano, siendo este el factor más importante en la supervivencia del diente rehabilitado con postes intrarradiculares. (Ferrari y col. 2007; Fokkinga y col. 2007; Baba y col. 2009)

En situaciones clínicas donde la altura y cantidad del remanente coronario no permita obtener estos valores mínimos, se debe considerar la realización de un alargamiento coronario quirúrgico o una extrusión ortodóntica. (Goracchi y col. 2011)

Existe evidencia que los elementos restaurados con sistemas de postes de base orgánica presentan un menor índice de fracturas radiculares que los tradicionales metálicos colados o cerámicos. (Zhi-Yue y col. 2003; Akkayan y col. 2002) Esto es atribuido a la rigidez de las aleaciones metálicas utilizadas para la confección de pernos colados y de los postes cerámicos.

En la siguiente tabla se pueden observar los valores del modulo de elasticidad de algunos de los materiales con los que se pueden confeccionar los postes intrarradiculares (Wilson W. 2014)

Elemento	Módulo de elasticidad	Referencias
Dentina	20.0 Gpa.	Anusavice, 2003
Dentina	18.0 Gpa.	Scotti y col. , 2004
Fibra de vidrio	40.0 Gpa.	Asmussen E. y col. 2005
Fibra de Cuarzo	71.0 Gpa.	Artopoulou y col. 2006
Fibra de Carbono	120.0 Gpa.	Artopoulou, y col. 2006
Cerámica (Dioxido de Zirconio)	170.0 Gpa.	Artopoulou y col. 2006
Acero inoxidable	210.0 Gpa.	Artopoulou y col. 2006

Estos valores son orientativos, debido a que los postes, ya confeccionados, van a variar su modulo de elasticidad en función de la densidad de fibras en su estructura y del polímero que constituye la matriz.

Cheleux y col. (2009) estudio cinco tipos de postes de tres fabricantes diferentes (RTD, Francia; Carbotech, Francia e Ivoclar-Vivadent, Liechenstein), que fueron sometidos a pruebas de flexión para determinar fatiga, resistencia a la flexión y modulo elástico. Las

secciones transversales y longitudinales pulidas se examinaron mediante microscopía electrónica de barrido y se evaluaron mediante análisis de imágenes asistido por ordenador. Se calcularon los parámetros físicos, incluyendo el porcentaje en volumen de las fibras, su índice de dispersión y número y se correlacionaron con las propiedades mecánicas. Los postes más débiles mostraron más dispersión de fibra, mayor contenido de resina, mayor número de defectos visibles y menor resistencia a la fatiga. La resistencia a la flexión se correlacionó inversamente con el diámetro de la fibra y el módulo de flexión estuvo débilmente relacionado con el número de coordinación, el volumen porcentual de fibras y el índice de dispersión. Se observó que la adhesión entre las fibras de sílice y la matriz de resina era de suma importancia

Los postes de resina reforzados con fibras de vidrio son los que más se aproximan al módulo de elasticidad de la dentina, que es de 18 GPa, debiendo aclarar, que desde el punto de vista mecánico estos postes tienen un comportamiento anisotrópico, es decir, sus propiedades mecánicas se modificaran en relación a la dirección de las cargas a las que es sometido. Si la carga es aplicada en dirección de su eje longitudinal, el módulo de elasticidad es de 90 GPa, si la carga incide en un ángulo a 30° con el eje longitudinal es de 34 GPa, y si la carga es perpendicular al eje longitudinal es de 8 GPa. (Scotti y col. 2004b) Este comportamiento mecánico ante las cargas tiene directa relación con la aplicación clínica de estos postes, ya que los elementos anteriores y posteriores tienen una diferente magnitud y dirección de la carga funcional a la que son sometidos. Los elementos anteriores reciben cargas funcionales de dirección oblicua, ante las cuales estos postes se comportan con un módulo de elasticidad muy cercanos a la dentina. Los elementos posteriores, sin embargo, son sometidos a cargas de mayor magnitud y axiales a su eje longitudinal, ante las cuales presentan menor elasticidad. (Tang y col. 2010)

Por lo expuesto anteriormente, situaciones clínicas como sobremordida, interferencias, oclusión borde a borde y fundamentalmente hábitos parafuncionales como el apretamiento o bruxismo, deben ser correctamente evaluados para la indicación de la utilización de estos postes. (Tang y col. 2010)

Existe en la bibliografía una importante cantidad de estudios que afirman que los dientes restaurados con postes de resina reforzados con fibra, al someterlos a ensayos de resistencia

a la fractura, ocasionan menos fracturas radiculares catastróficas que los restaurados con postes más rígidos como los metálicos o cerámicos.(Soares y col. 1012)

Schmitter y col. (2011) en un estudio prospectivo a 5 años, determino la tasa de supervivencia de dos sistemas de postes. Un grupo fue tratado con postes de fibra de vidrio y el otro grupo con postes metálicos preformados. Los resultados determinaron una tasa de supervivencia del 71,8% para los dientes restaurados con postes de fibra de vidrio, significativamente superior al 50,0% de los postes metálicos, quienes tuvieron los fracasos más desfavorables, como fracturas radiculares y en consecuencia más dientes extraídos.

Agentes cementantes. Adhesión a dentina

El objetivo de la cementación es lograr una estable fijación y retención de la restauración y el sellado de la interface con el sustrato, impidiendo la filtración bacteriana, de humedad y de fluidos bucales, siendo por ello un factor importante en la longevidad de la rehabilitación.

El cementado de postes intrarradiculares puede ser realizado con los cementos más utilizados en la actualidad, como el cemento de fosfato de zinc; de ionómero de vidrio, de ionómero de vidrio reforzado con resina y cementos de resina.

El cemento de fosfato de zinc fue presentado en el año 1877. Ha tenido una aplicación exitosa en la cementación de postes y coronas metálicas coladas. Como características propias del material, con incidencia en la aplicación clínica del mismo, podemos mencionar que es un cemento que presenta retención mecánica, careciendo de adhesión a los sustratos sobre los cuales se aplica y es altamente soluble en un medio húmedo. (Toledano y col. 2003)

Hadib B y cols. en un estudio de retención de postes colados con cemento de fosfato de zinc (Elite Cement, GC Corp., Japan) y cemento a base de resina (Panavia F, GC Corp., Japan), determinaron que los mayores valores y con diferencias estadísticamente significativa, correspondieron a los postes cementados con fosfato de zinc. (Habib y col. 2005)

Estudios de micro-filtración han demostrado que estos cementos tienen valores superiores a los cementos a base de resina, lo que afecta la longevidad de la restauración protética. (Bachicha y col. 1998)

También afecta negativamente el correcto asentamiento de las restauraciones protéticas a diferencia de los cementos a base de resina, debido a que estos presentan mejores propiedades tixotrópicas, excelente fluidez, eficiencia con espesores reducidos y efecto lubricante reduciendo el coeficiente de fricción entre la prótesis y el sustrato dentinario al momento del cementado. (Palma y col. 2002)

Existe abundante evidencia de los valores significativamente bajos de filtración de los cementos de resina cuando son comparados con los cementos de ionómero de vidrio,

ionómero de vidrio modificados con resina, y el tradicional fosfato de zinc. (Bachicha y col. 1998)

Cementos de ionómero de vidrio: los ionómeros de vidrio fueron desarrollados por Wilson y Kent, como un derivado de los silicatos, con la finalidad de mejorar sus propiedades biomecánicas. (Wilson y col. 1971)

Como características destacadas de estos materiales podemos mencionar su capacidad de adherirse a esmalte y dentina mediante mecanismos químicos y micro-mecánicos, coeficiente de expansión térmica similar a la dentina y liberación de fluor posterior a su endurecimiento, y por lo cual se consideran anti-cariogénicos, al menos inicialmente. (Mathis y col. 1989)

El mecanismo de adhesión de los ionómero de vidrio se basa en la formación de una unión entre los grupos carboxilo de ácido poliacrílico con hidroxiapatita a nivel de la superficie del diente. Sin embargo sus mayores desventajas son poseer escasas propiedades físico mecánicas inmediatas, fraguan con lentitud y fundamentalmente son muy solubles en medio húmedo. (Yiu y col. 2004)

Con la finalidad de mejorar las propiedades físico -mecánicas de los ionómeros es que se desarrollan materiales híbridos denominados cementos de ionómero modificados con resinas, los cuales son combinaciones químicas de ionómero de vidrio (94%) y resina (4.5 a 6%). De esta combinación surgen materiales con mayor resistencia al desgaste, aumento de los valores adhesivos, escasa o nula solubilidad, elevada liberación de flúor, mayor tiempo de trabajo y mejor manipulación. (Zahra y col. 2011)

Cury y cols. concluyeron que los cementos de vidrio ionómero son una alternativas para unir los postes de fibra a la dentina radicular con valores de retención en promedio de 8,9 MPa al test de push-out, en coincidencia con otros autores. (Cury y col. 2006)

Sin embargo estos valores son inferiores a los informados en la bibliografía con la utilización de cementos a base de resina. Goldman y col. (1984) obtuvieron valores retentivos más altos con cementos de resina que con cementos de fosfato o de vidrio-ionómero.

Jara Vidal y cols. (2010) en un estudio in vitro de resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados con cuatro agentes cementantes, concluyeron que a pesar de que los ionómeros reforzados con resina lograron valores inferiores a los cementos a base de resina,

estos siguen siendo una alternativa para la cementación de pernos de fibra como ha sido demostrado en la literatura.

Cementos a base de resinas: estos cementos están constituidos, mayoritariamente, por una matriz orgánica de Bis-GMA (bisfenol A glicidil metacrilato) o UEDMA (uretano dimetacrilato), monómeros de bajo peso molecular, como el TEGDMA (trietilenoglicol dimetacrilato) y otros agrupamientos funcionales hidrofílicos para permitir la adhesión a un medio húmedo como la dentina (HEMA, 4-META y MDP), más otros componentes como iniciadores de la fotopolimerización (canforoquinina) o de la auto polimerización (aminas y peróxido de benzoil).

Las resinas cargadas de Bis-GMA poseen un modulo de elasticidad de 20 GPa, es decir muy cercana a los 18 GPa de la dentina, lo cual lo convierte en el medio ideal de unión entre el poste y la dentina. (Prakki y col. 2001)

Algunos autores sugieren que el cemento debería actuar como un rompiefuerzas o fusible para la amortiguación, absorción y distribución de las cargas, por lo cual debería tener un modulo de elasticidad significativamente inferior al de la dentina, recomendando valores de 7 u 8 GPa.(Scotti y col. 2004)

Estas observaciones han sido confirmadas por estudios de análisis de elementos finitos sobre modelos tridimensionales, donde la utilización de postes de alta rigidez como los metálicos, demostró que distribuyen las cargas en forma heterogénea, con la creación de áreas de concentración de tensión. Y se subraya que un bajo módulo de elasticidad, no significa fragilidad, ya que se asocia a una buena resistencia mecánica. (Ferrari y col. 2001)

Actualmente, para la cementación de postes de base orgánica se recomienda la utilización de cementos a base de resina porque aumentan la retención, tienen menos filtración, poseen propiedades mecánicas similares a la dentina y refuerzan la raíz, al menos en el corto plazo. (Mezzomo y col. 2003; Mannocci y col. 1999)

El éxito en la utilización de cementos resinosos se basa, fundamentalmente, en lograr una correcta adhesión a los sustratos dentarios y protéticos. La palabra adhesión es definida como la fuerza de atracción que mantiene unidas moléculas de distinta especie química.

A nivel dentario la mayoría de los casos son articulaciones adhesivas de un material intermedio o adhesivo con dos superficies adherentes, determinando dos interfaces adhesivas.(Bayne y col. 1996)

La adhesión a la dentina, tanto a nivel coronal como radicular es fundamental para lograr una eficiente retención del poste, como así también la conformación del monobloque entre el poste, cemento y diente, imitando una unidad biomecánica, y de esta forma lograr la correcta distribución de las cargas a las que es sometido el diente. (Zicari y col. 2008)

La dentina es un tejido vivo y complejo lo que lo convierte en un sustrato dinámico, determinando que la adhesión a dentina sea una técnica difícil de realizar, muy sensible e impredecible. (Van Meerbeek y col. 2001; Lambrechts y col. 2000)

La dentina está compuesta, en peso, por un 70% de materia inorgánica, un 18% de materia orgánica y un 12% de agua. En volumen su composición es de un 50% de materia inorgánica, un 25% de materia orgánica y un 25% de agua. (Mjör y col. 1989)

Cinco unidades estructurales están presentes en la dentina: odontoblastos, túbulos dentinarios, espacio periodontoblástico, dentina peritubular y dentina intertubular. (Mjör y col. 1989)

No toda la dentina es igual, los túbulos dentinarios van a variar su diámetro y número de acuerdo a su ubicación dentro de la estructura dentaria, siendo los túbulos más separados, de menor diámetro y por lo tanto en menor número por mm² cerca de la unión amelo-dentinaria y más cercanos entre sí, de mayor diámetro y más concentración cerca de la pulpa. (Perdigao y col. 2001)

La adhesión a dentina, específicamente, dentro de los conductos radiculares, es considerada una de las situaciones clínicas más compleja y hasta impredecible de la efectividad de la adhesión lograda con los modernos sistemas adhesivos. (Nakabayashi y col. 1999. Goracchi y col. 2011)

Básicamente existen dos mecanismos de adhesión a dentina; la unión química y la unión física o micro-mecánica.

La adhesión química es posible por los ácidos carboxílicos del sistema adhesivo que pueden adherirse a los iones calcio de la hidroxiapatita, formando sales de calcio. (Van Meerbeek y col. 1999)

La adhesión micro-mecánica se logra a partir de dos estructuras, la formación de una capa híbrida en la interface dentina-resina y los tags intratubulares.

La capa híbrida fue descrita por Nakabayashi en 1982 y se forma a partir de la penetración de la resina entre los nanoespacios existentes entre las fibras de colágeno, expuestas por la

acción desmineralizante de los ácidos, que al polimerizar quedan atrapadas en ella. La importancia de esta microestructura en la fuerza de la adhesión está sobradamente demostrada. (Nakabayashi y col. 1982)

La desmineralización superficial de la dentina, por acción de los ácidos, ocasiona la pérdida del marco mineral que recubre y soporta a las fibras colágenas exponiéndolas y manteniendo estas su estructura mientras exista humedad. (Marshall y col. 1993; Uribe Echevarría. 2003)

Para que la penetración de la resina entre la malla de colágeno suceda es importante que las fibras presenten una longitud e integridad estructural adecuadas. El excesivo secado de la dentina (pérdida de la humedad) y el transcurso del tiempo desde el tratamiento endodóntico producen el colapso y degradación de las fibras, comprometiendo la penetración de la resina entre ellas y por lo tanto afectando negativamente la adhesión. (Van Meerbeeck y col. 1993)

El segundo mecanismo de acción de la adhesión micromecánica es la formación de tags de resina que se forman a partir de la penetración de la resina en los túbulos dentinarios, y que al polimerizar producen microretención. (Hernandez. 2004)

Los sistemas adhesivos han evolucionado en forma rápida y constante en las últimas décadas, con la finalidad de simplificar esta evolución podemos agruparlos en los sistemas para técnicas adhesión en tres, dos y un paso.

Los primeros constaban de de tres envases, uno conteniendo el ácido fuerte (ortofosfórico al 37%) cuya función es disolver la capa de residuos, resultante de la instrumentación operatoria y la desmineralización superficial de la dentina, produciendo una apertura y aumento del diámetro del túbulo por la pérdida de la dentina peritubular. (Perdigao y col. 1994)

Estos ácidos deben ser aplicados por tiempos reducidos, 5 a 10 seg. y luego profusamente lavados, con la finalidad de eliminar totalmente dicho ácido y todo resto de la capa de residuos. La posterior eliminación de los excesos de agua es considerado un paso crítico, ya que de producirse un excesivo secado las fibras colágenas colapsan, disminuyendo los espacios entre ellas e impidiendo la correcta penetración de la resina hidrofílica, como se explico anteriormente. (Uribe Echevarría. 2003)

El segundo envase contiene un acondicionador (primer) que son resinas hidrofílicas responsables de poder penetrar entre las fibras colágenas para formar la capa híbrida y en los túbulos, húmedos por la presencia del fluido dentinario, para la formación de los tags de resina. Y por último el tercer envase, conteniendo las resinas hidrofóbicas (bonding) que permiten la unión a las resinas compuestas, que también son hidrofóbicas y son responsables de conseguir un espesor suficiente de la capa de adhesivo para soportar el stress al que va a ser sometida. (Hernandez. 2004)

Los sistemas de dos pasos constan de dos envases, uno conteniendo el primer de autograbado (resina hidrofílica + ácido) y el segundo la resina hidrofóbicas.

Y por último los sistemas de un paso o un envase (one-bottle) que contiene los tres elementos, ácido; resinas hidrofílicas y resinas hidrofóbicas.

Estos adhesivos utilizan ácidos débiles, que penetran y disuelven la capa de residuos y desmineralizan el sustrato dentinario exponiendo las fibras colágenas, que simultáneamente son infiltradas por la resina. Los remanentes de la capa de residuos no son eliminados y son incorporados a la capa híbrida como material de relleno, no afectando a la misma. (Tay y col. 2000)

El objetivo de los adhesivos de última generación es simplificar la técnica de aplicación de los mismos, con la finalidad de conseguir en forma rápida la adhesión, reducir los pasos y por ello que la técnica sea menos sensible. (Tay y col. 2000; Perdigao y col. 2002)

A continuación describiremos brevemente la importante cantidad de sistemas cementantes a base de resina, que existen en el mercado, para evitar confusiones y conocer las características fundamentales de cada uno de ellos.

Los cementos a base de resina podemos clasificarlos según su medio de activación de polimerización o según el tratamiento previo al tejido dentario.

Por su modo de polimerización los podemos clasificar en autopolimerizables, fotopolimerizables o de polimerización dual.

Cementos autopolimerizables: estos cementos se presentan en dos pastas. Una de ellas contiene el iniciador (peróxido de benzoilo) y la otra el activador (amina terciaria), que al mezclarse inician la polimerización, logrando correctos valores de conversión. Los tiempos de trabajo no pueden ser controlados por el operador, lo que se considera la principal desventaja de estos cementos. (Jara Vidal y col. 2010)

Cementos fotopolimerizables: estos cementos, presentan en su composición elementos que absorben energía lumínica (canforoquinona) y reaccionan con la aminas formando radicales libres que inician la reacción de polimerización. La principal ventaja en su aplicación clínica es la de permitir al profesional tiempos adecuados de trabajo, decidiendo el momento de la polimerización, pero limitado al poder de penetración de la luz, por lo tanto no están recomendados para la cementación de postes. (Roberts y col. 2004)

Con la finalidad de tratar de subsanar este inconveniente es que se desarrollan postes translucidos, a pesar de lo cual la transmisión de la luz disminuye a medida que aumenta la profundidad, alcanzando un insuficiente grado de conversión, para una correcta polimerización en regiones profundas. (Galhano y col. 2008)

Se ha determinado que aproximadamente una cuarta parte de la intensidad de la luz aplicada a la cabeza de un perno translucido llega a la zona apical del mismo, ocasionando un deficiente grado de conversión, que afecta negativamente las propiedades físico-mecánicas de las resinas (menor modulo elástico, baja resistencia al desgaste, aumenta absorción de agua, etc) y fundamentalmente reduce la fuerza de adhesión al sustrato con el que se relaciona, lo que genera un aumento de la microfiltración y propicia un fallo temprano de la restauración. (Galhano y col. 2008; Radovic y col. 2009; Ferrari y col. 2009)

Se denomina grado de conversión el porcentaje de enlaces dobles de carbono-carbono que se convierten en sencillos cuando se forma la resina polimérica. Son múltiples los factores que influyen en el mayor o menor grado de conversión de una resina, como porcentaje y tipo de relleno, concentración y tipo de fotoiniciadores, color, translucidez, y fundamentalmente a la calidad y cantidad de energía lumínica a la que es expuesta la resina. (Leprince y col. 2011; Lindberg y col. 2005)

Cementos de polimerización dual: con el objetivo de mitigar las desventajas de los cementos de auto y foto polimerización es que se desarrollan los denominados cementos duales.

Estos cementos se presentan en dos pastas, conteniendo habitualmente la pasta base el iniciador de fotocurado (canforoquinona) y las aminas alifática y terciarias, mientras que la pasta catalizadora contiene el iniciador de autocurado (peróxido de benzoilo). Existe evidencia que la polimerización química de estos cementos no logra altos grados de

conversión por sí misma, sin la activación de los fotoiniciadores por exposición a la luz. (Braga y col. 2002; Lu y col. 2005) Es por ello que diferentes estudios sugieren que estos cementos se fotopolimericen siempre. (Radovic y col. 2009)

Son indicados para la cementación de postes intrarradiculares, donde la polimerización química complementa a la fotopolimerización en las zonas donde la luz no llegue o llegue con una intensidad lumínica insuficiente. (Ceballos y col. 2007)

Pero debemos aclarar que se trata de un operador altamente entrenado, donde el factor tiempo no signifique sensibilizar la técnica, los cementos de autopolimerización son los ideales para lograr altos valores de conversión y por ello, lograr mejores propiedades mecánicas, físicas y biológicas. (Fonseca y col, 2005)

Gomes y col. (2003) sugiere la utilización de adhesivos y resinas de cementado de activación química, los cuales, prescindiendo de la foto activación, logran valores adhesivos apropiados para la cementación de postes.

Según el tratamiento del sustrato dentario al cual se deben adherir los cementos, los podemos clasificar como cementos de grabado total, de autograbado y autoadhesivos. Esta clasificación está íntimamente relacionada al sistema de adhesión, descriptos cuando desarrollamos adhesión a dentina.

Sistemas de cementos de grabado total: estos cementos utilizan sistemas adhesivos de tres o dos pasos, con grabado total previo con un ácido fuerte (ortofosfórico) y la posterior aplicación del adhesivo. La mayor desventaja de este grupo de adhesivos es el acondicionamiento posterior al lavado del ácido, ya que el control de la humedad, para evitar el colapso de la malla de colágeno, es difícil de lograr y más aún dentro del conducto radicular, por lo cual se considera una técnica significativamente sensible. (Giachetti y col. 2008)

La aplicación del adhesivo, cuando realizamos la técnica de tres pasos, implica la aplicación de la resina hidrofílica (primer), para posteriormente la aplicación de la resina hidrofóbica (bonding). En la técnica de dos pasos tanto el primer como el bonding, se aplican simultáneamente, siendo esta técnica la más utilizada en la actualidad, fundamentalmente por el ahorro de tiempo de trabajo.

Existen estudios que concluyeron que la cementación más confiable se logra combinando cementos duales con adhesivos de grabado total y postes de fibra translucidos. (Rathke y col. 2009)

Cabe destacar que fueron estudios in vitro, donde los pasos técnicos que sensibilizan la técnica pueden ser mejor controlados que en la clínica.

Sistemas de cementos de auto grabado: estos cementos utilizan sistemas adhesivos de autograbado que se caracterizan por no necesitar un grabado ácido previo a la aplicación de las resinas. Puede ser según su aplicación de dos o un paso (todo en uno). Los primeros requieren la utilización de un primer de autograbado y posteriormente del bonding. En el sistema de un solo paso se aplica simultáneamente el ácido grabador, primer y bonding.

Estos sistemas adhesivos utilizan ácidos débiles, como ya se mencionó, pero pueden ser más o menos ácidos. Los más ácidos basan su adhesión en la traba micromecánica por la formación de una capa híbrida, similar a la obtenida con los adhesivos de grabado total, pero menos extensa y los menos ácidos en la unión química con los iones calcio de la hidroxiapatita. (Yoshida y col. 2004)

Varios autores han reportado que los sistemas todo en uno logran valores inferiores de resistencia adhesiva que los adhesivos de autograbado de dos pasos y los de grabado total, describiendo a la adhesión lograda como una membrana semipermeable tras la polimerización, permitiendo el pasaje de agua y la nanofiltración. (Sarr y col. 2010; Dimitrouli y col. 2011)

Coincidiendo con esto, varios autores sugieren que los cementos de autograbado logran una adhesión menos confiable que los de grabado total. (Dimitrouli y col. 2011)

Sin embargo, Calixto y cols. (2012) concluyen que los cementos de grabado total como los de autograbado obtienen valores de retención que los convierten en una buena opción para el cementado de postes orgánicos y los cementos que menores valores obtuvieron fueron los autoadhesivos.

Sistemas de cementos auto adhesivos: la máxima simplificación de las técnicas de cementación se logra a partir del desarrollo de los cementos autoadhesivos. La utilización de estos cementos se ha popularizado fundamentalmente por su fácil aplicación. (Duke. 2003)

Se caracterizan por no necesitar ningún tratamiento previo del sustrato a que se van a adherir, ni requieren del uso de ningún sistema adhesivo, lo que disminuye significativamente la sensibilidad de la técnica y su acción no se ve modificada por la experticia del operador. (Gomes y col. 2013)

El mecanismo de adhesión es a partir de una retención micro mecánica y una interacción química con la hidroxiapatita, desmineralizando e infiltrando simultáneamente al sustrato dental, aun en presencia del barrillo dentinario. Su polimerización es de tipo dual. (Mazzitelli y col. 2008)

Estos cementos utilizan monómeros ácidos desarrollados específicamente para mejorar el acondicionamiento del sustrato (esmalte y dentina), desmineralizando y promoviendo la formación de una sal insoluble entre el calcio y los monómeros. (Yoshida y col. 2004)

Al comienzo de la mezcla los cementos autoadhesivos son bastante hidrofílicos, lo que facilita la humectación y adaptación con las superficies dentarias, especialmente a un tejido húmedo como la dentina. Posteriormente y a medida que se produce la interacción con los iones calcio de la hidroxiapatita y con las partículas del relleno, se hacen mas hidrofóbos. Esta reacción acido-base neutraliza a los monómeros ácidos. (Mazzitelli y col. 2008)

Estudios in vitro han demostrado que los cementos auto-adhesivos logran valores inferiores de adhesión en esmalte cuando se comparan con los obtenidos en dentina. Una mejora de estos valores puede lograrse mediante el grabado del esmalte con ácido fosfórico al 35%. (Goracci y col. 2006)

La interface entre cementos auto adhesivos y dentina, no evidencia la formación de una capa hibrida, ni de tags de resina, a pesar de la alta acidez de los monómeros hidrofílicos presentes en su composición. (Goracci y col. 2006)

La información brindada por la bibliografía actual sobre la calidad de la adhesión lograda en dentina con la utilización de estos cementos es contradictoria. Naumann y cols. (2012), Goracci y cols. (2006) afirman que a pesar de la diferencia morfológica de la interface, al compararla con los sistemas adhesivos de grabado total y autograbado, el comportamiento en estudios in vitro y clínicos parecen ser similares.

También debemos mencionar que existe información que indica que estos cementos auto-adhesivos y los sistemas adhesivos de autograbado de un solo paso o envase, especialmente los de acción acida más fuerte, alterarían la reacción de curado química por destrucción de las aminas terciarias, encargadas de la iniciación de la misma. Esto sería de vital importancia en la cementación de postes intrarradiculares, donde la acción de los fotoiniciadores está limitada por la baja intensidad lumínica que logra penetrar en la profundidad del conducto. (Bertoldi Hepburn. 2005)

Tratamiento superficial del poste

Existe evidencia que el fracaso de las restauraciones con postes de resina reforzados con fibra, y cementados adhesivamente, puede ocurrir por el fallo en la interface adhesiva entre el cemento y el poste. Esto es atribuido a la ausencia de adhesión de los cementos de resina a base de metacrilatos con la resina epóxica, usada como matriz de los postes de fibra. (Ferrari y col. 2000)

Con la finalidad subsanar este inconveniente se han propuesto diferentes tratamientos a la superficie de los postes. Estos tratamientos pueden ser divididos en tres categorías según su naturaleza en químicos, mecánicos o químico-mecánicos.

La adhesión química entre el poste y la resina cementante mediante la utilización de un agente mediador o silano y un adhesivo es el tratamiento de superficie más investigado y su utilización ha sido recomendada por varios autores. (Monticelli y col. 2008)

La utilización de silanos se basa en su capacidad para aumentar la humectabilidad de la superficie, creando un puente químico con sustratos cubiertos por grupos oxidrilo, tales como vidrio. Sin embargo, la fuerza de la adhesión es todavía relativamente baja en comparación con los valores obtenidos a los sustratos dentales. (Monticelli y col. 2008)

Un enlace químico a través del silano solo podrá lograrse entre la resina y las fibras de vidrio del poste.

Sin embargo, los resultados del uso de silano y un sistema adhesivo, en la literatura son muy dispares y la mayoría adjudica la eficacia de este tratamiento al adhesivo utilizado.

Ferrari y cols. no reportaron ningún incremento esencial de la fuerza de adhesión por la utilización de silano y diferentes adhesivos dentinarios en postes de fibra de cuarzo a base de metacrilato. (Ferrari y col. 2006)

Wrbas, y cols. (2007) concluyen que la utilización de silano no mejora la fuerza de adhesión y que no tiene relevancia clínica, adjudicando esto a la ausencia de grupos oxidrilos funcionales para el silano.

Monticelli y cols. (2008) en una revisión bibliográfica concluye que la adhesión química mediante el uso de silano, no puede garantizar por sí sola una unión resistente entre el poste y la resina cementante.

Machado y cols. (2015) concluye que la aplicación de silano como único tratamiento superficial del poste, no mejora la retención, lo que si se produce cuando se utiliza un sistema adhesivo.

Frydman y col. (2013) realiza una extensa revisión bibliográfica, concluyendo que la eficacia de la silanización del poste es controvertida y su contribución a la retención es de menor importancia.

Sin embargo, Goracci y col. (2005) informaron una mejora en la resistencia de la unión entre los postes resina reforzados con fibras silanizados y los composite flow utilizados como material para núcleo.

También Aksornmuang y col. (2004) y Perdigão y col. (2006) confirman el beneficio de la aplicación de silano para mejorar la resistencia de la adhesión de un material de resina dual para núcleo y los postes de fibra translucidos.

Debido a esta controversial evaluación de la eficacia adhesiva mediante tratamientos químicos usando un agente silano, es que se proponen tratamientos superficiales con la alteración de la morfología exterior de los postes removiendo, superficialmente la resina de la matriz, y de esta forma crear rugosidades para favorecer la retención micromecánica y la exposición de las fibras de vidrio.

Confirmando esto D'Arcangelo y col. (2007) evalúan la fuerza de adhesión lograda en postes de fibra de cuarzo, mediante la aplicación de silano (previo Ac. Fosforico 37° por 60"), gravado con Ac. Fluorhídrico 9,5% y microarenado (partículas Ox. de 50um, a 5cm y 2bar de presión por 10"), obteniendo como resultado que la fuerza de adhesión fue mayor con el tratamiento con Ac. Fluorhídrico y microarenado con diferencia estadísticamente significativa con el grupo tratado con Ac. Fosfórico y silano. El ácido fluorhídrico ha sido propuesto para el grabado del poste, creando una superficie rugosa que facilita la retención micromecánica de la resina cementante.

Sin embargo este tratamiento ha demostrado ser dependiente del tiempo de exposición del poste a la acción del acido y de la composición del poste. Las fibras de vidrio son más débiles que las fibras de cuarzo a la acción del acido fluorhídrico, debido al efecto fuertemente corrosivo del mismo. Esta situación modifica sustancialmente la integridad del poste, afectando sus propiedades mecánicas y por este motivo es que muchos autores no lo aconsejan como tratamiento superficial.

Otro tratamiento sugerido para la alteración de la morfología superficial es el microarenado con partículas de alúmina. Con la combinación de este tratamiento para lograr rugosidad superficial y de agentes de acoplamiento (silano) se han obtenido importantes valores de fuerza de adhesión.

Estas técnicas son dependientes al tamaño de la partícula, a la presión y tiempo de aplicación del chorro, pudiendo dañar la estructura del poste. (D'Arcangelo y col. 2007)

Asmussen y cols. obtuvieron resultados muy prometedores al tratar postes de fibra, en una matriz de resina epoxi, con partículas de alumina de 50 micras, a 2,5 bares de presión, durante cinco segundos y a una distancia de 30mm, observando un aumento del área de superficie y traba mecánica con el cemento de resina. (Asmussen y col.2005)

Prithviraj y cols. también estudiaron diferentes tratamientos superficiales, con alcohol etílico, imprimación con resina y abrasión con partículas de alúmina transportadas por el aire, concluyendo que la abrasión de partículas de alúmina aumentó la fuerza de retención de todos los tipos de postes utilizados en este estudio, mientras que el tratamiento con alcohol etílico e imprimación con resina etílico, no produjo diferencias estadísticamente significativas en la resistencia retentiva. (Prithviraj y col. 2010)

El principal problema atribuido a estas técnicas es la falta de selectividad de este tratamiento, tanto la matriz como las fibras son afectadas, de tal manera, que puede producirse hasta el corte de fibras, lo que afecta estructuralmente al poste.

También se han propuestos otros tratamientos químicos como la utilización de peróxido de hidrogeno, permanganato de potasio o etóxido de sodio. Estos tratamientos se fundamentan en la capacidad de estos productos químicos de disolver la matriz de resina, por la ruptura de enlaces de la resina epoxi, por medio de un mecanismo de oxidación. Este proceso, a diferencia de los tratamientos con Ac. Fluorhídrico o microarenado, actúa en forma selectiva, exponiendo las fibras pero sin dañarlas, y por lo tanto, no afectan estructuralmente al poste. (Monticelli y col. 2008)

Se ha demostrado que el tratamiento con peróxido de hidrógeno es un método fácil, rápido y seguro, para mejorar la fuerza de adhesión en la interface cemento-poste.

Montichelli F. y cols. determina que el grabado del poste inmersión en peróxido de hidrógeno al 24% por 10 min, o al 10% por 20 min, genera una superficie irregular y con espacios de remoción de la resina epóxica de 50 um de espesor, exponiendo fibras de vidrio sin dañarlas. Esto permite la infiltración del adhesivo y el cemento en estas zonas, aumentando la fuerza adhesiva en la interface. (Monticelli y col. 2006)

Sousa Menezes y cols. compara diferentes concentraciones (24/50%) y tiempos (1/5/10min) de grabado con peróxido de hidrógeno, concluyendo que todas las situaciones experimentales expusieron fibras y generaron una superficie rugosa, mejorando la resistencia de la unión poste/cemento, por sobre el grupo control que no fue tratado. (de Sousa Menezes y col. 2011)

Restricciones de uso de postes orgánicos

Las restricciones al uso de estos sistemas de postes están fundamentalmente referidas a la cantidad y calidad del remanente coronario y a la anatomía y volumen del conducto radicular. (Dikbas y col. 2007)

Existe una importante cantidad de investigaciones publicadas que determinan las condiciones necesarias que debe cumplir el remanente coronario. La fijación de condiciones mínimas de volumen y calidad de tejido coronario es imprescindible para lograr, fundamentalmente, estabilidad y resistencia a la fractura de estos postes. (Akkayan y col. 2004)

La falta de coincidencia entre la anatomía de los conductos y los postes, sucede cuando los primeros son amplios y con formas ovoidales o arriñonadas. Esta situación afecta esencialmente a la retención del poste dentro del conducto, disminuyendo su resistencia al desalojo.

Así podemos decir que los factores condicionantes de la retención de los postes en los conductos son: (Bertoldi Hepburn. 2005)

- La fricción lograda entre el poste y las paredes del conducto.
- La longitud del poste incluido en el conducto radicular.
- La anatomía del poste.
- La adhesión lograda en las interfaces poste/cemento y cemento/dentina.
- Las propiedades físico- mecánicas del medio cementante.

Esta situación también genera un importante volumen de cemento afectando negativamente la adhesión por el aumento de la contracción de polimerización.

La contracción de polimerización puede definirse como un reordenamiento molecular en la masa de la resina, produciendo una disminución de volumen y generando tensiones (stress) capaces de romper la resistencia adhesiva a las paredes cavitarias. (Carvalho y col. 1996)

Mientras mayor sea el volumen de la resina, mayor será el valor absoluto de la contracción, produciendo un mayor stress de contracción en las interfaces adhesivas.

La matriz orgánica de las resinas son las responsables de la contracción de polimerización, por lo tanto las resinas fluidas (flow) tienen valores de contracción altos, de

aproximadamente el 5%, debido a su bajo contenido de material inorgánico, en general por debajo del 50%. (Braga y col. 2005)

Los cementos de resina al ser composites de baja viscosidad presentan una alta contracción de polimerización y uno de los mayores problemas relacionados con la cementación adhesiva intrarradicular reside en la dificultad para aliviar el estrés de contracción en las porciones profundas de los conductos radiculares. (Tay y col. 2005)

Otro factor determinante de la generación de stress de contracción es el denominado factor de configuración cavitaria.

Feilzer, de Gee y Davidson, en 1997, desarrollaron el concepto de factor de configuración cavitaria o Factor C, determinando que el stress de contracción aumenta acorde a la superficie cavitaria a la que se adhiere en relación a la superficie libre que queda de ellos, y calculando su valor dividiendo la cantidad de paredes donde el material se encuentra adherido (superficie adherida) por la cantidad de superficie del material libre de adhesión (superficie no adherida). Esto permite conocer la magnitud del estrés de polimerización que generará una resina compuesta en una preparación biológica durante su reacción de polimerización. (Cedillo. 2010)

La explicación de este fenómeno es que la resina durante la polimerización puede fluir, deslizarse a partir de la superficie no adherida, lo que disminuye el stress asociado a la contracción de polimerización en la superficie adherida. (Tay y col. 2005)

Es por ello que la cementación de postes intrarradiculares es la situación más desfavorable en relación al factor de configuración cavitario, ya que la superficie no adherida es mínima, especialmente en conductos largos y estrechos, y por lo tanto incapaz de reducir el stress. (Cury y col. 2006; Ceballos y col. 2007)

Alternativas a las restricciones de uso de los postes orgánicos

Para poder subsanar las limitaciones, por discrepancia en tamaño y forma entre el poste y el conducto, es que surgen distintas opciones de tratamiento como el tradicional perno metálico colado, el refuerzo de las paredes dentinarias y el perno anatómico.

El perno metálico colado es la indicación clásica para la rehabilitación de elementos con conductos amplios y no circulares. A pesar de que ya nos hemos referido a ellos, consideramos importante enumerar algunas desventajas de esta técnica, como mayor desgaste del remanente coronario, preparación del conducto con una conicidad importante, físicamente el metal es más rígido que la dentina, estéticamente deficiente y oxidable. (Schwartz y col. 2004; Bertoldi Hepburn. 2002)

La técnica de refuerzo de las paredes dentinarias se basa en la utilización de materiales capaces de adherirse a la estructura de la dentina. Cuando la raíz presenta conductos amplios, ovales; está debilitada por caries; por ser un retratamiento o en dientes inmaduros, es reconstruida internamente con materiales adhesivos. De esta forma la raíz es reforzada dimensional y estructuralmente para retener un poste-muñon y brindarle soporte y retención a la rehabilitación coronaria.

Lui J.L (1994) desarrolla una técnica de refuerzo de las paredes dentinarias mediante la utilización de resinas compuestas de fotocurado, descartando la utilización de resinas de autocurado, porque polimerizan rápidamente dentro del canal de la raíz, dificultando el posicionamiento del poste. Para lograr la polimerización de la resina utiliza postes de plástico que transmiten de luz al interior del conducto. La resina es empacada dentro del conducto, previamente acondicionado con un sistema adhesivo y el poste plástico es introducido envaselinado para poder ser retirado una vez polimerizada la resina y posteriormente, rectificar el conducto dejado por él con la fresa de ensanche del sistema de postes a utilizar. De esta forma no solo refuerza la raíz, sino que logra una adaptación precisa del poste al conducto y reduce el espesor de la capa de cemento, lo que favorece la retención. (Lui. 1999; Chhabra y col. 2014)

Goldberg F. y col. (2002) describe una técnica de refuerzo de las paredes dentinarias con ionómero de vidrio en los conductos de dientes inmaduros.

En el presente trabajo se utilizó una resina de polimerización dual, la cual nos brinda un tiempo de trabajo adecuado y garantiza la polimerización de la resina en la profundidad del conducto por acción de los activadores químicos.

La técnica denominada perno anatómico o individualizado se fundamenta en la individualización mediante un “rebasado” del poste con resina de composite. Esta técnica fue ampliamente difundida por Grandini y cols. y consiste en colocar dentro del conducto, previamente envasinado, un composite fotopolimerizable y el poste, donde es prepolimerizado. La polimerización se completa fuera del conducto, para luego proceder a la cementación del nuevo monobloque formado con la resina y el poste en forma convencional. (Grandini y col. 2003; Grandini. 2004; Gomes y col. 2016)

La realización de un perno anatómico tiene por objetivo mejorar la técnica de cementado, logrando pequeños espesores de cemento. Esta delgada capa de resina permitiría una mejor distribución de las cargas y reduce la contracción de polimerización.

Así también el perno anatómico reduciría el número y las dimensiones de los vacíos y burbujas en el cemento, situación que afecta la efectividad de la adhesión. (Grandini y col. 2003; Grandini. 2004; Gomes y col. 2016)

Belli y col. (2014) mediante la realización de un estudio de análisis de elementos finitos, compara diferentes técnicas de postes en modelos de elementos con importante pérdida de tejido y conductos amplios, simulando incisivos centrales superiores y aplicando fuerza por palatino de los mismos para poder evaluar las distribuciones de tensiones. Las técnicas seleccionadas fueron la colocación de un poste de fibra de vidrio, poste y 2 postes accesorios, sistema i-TFC, refuerzo de paredes dentinarias, y perno anatómico. Como resultado obtienen que se observa una alta concentración de tensiones en el área vestibular de la raíz, a excepción del perno anatómico que las absorbe parcialmente en su cuerpo y por ello transmite menos tensión a la raíz, concluyendo que esta técnica puede salvar a la estructura del diente con paredes debilitadas, al reducir los niveles de estrés.

Faria-E-Silva y col. (2009) comparan la resistencia a la fuerza de empuje de la adhesión (push-out), en incisivos bovinos tratados con postes rebasados con composite (perno anatómico) y sin rebasar, concluyendo que el rebasado con resina de composite es un método eficaz para mejorar la retención de postes de fibra de conductos radiculares acampanados.

IMPLICANCIA CLÍNICA

Actualmente, si el caso clínico lo permite, los postes preformados orgánicos son de primera elección. La principal limitación de estos sistemas son los conductos amplios y no circulares, situación bastante frecuente. Existen diferentes técnicas para tratar de solucionar este inconveniente. Teniendo en cuenta que el motivo fundamental del fracaso de estos sistemas es el desprendimiento, es que nos parece absolutamente necesario la realización de este estudio para demostrar si la retención lograda con las técnicas descriptas son realmente una solución a las actualmente consideradas limitaciones de estos tratamientos, con la consecuente importancia en la aplicación clínica de los resultados a obtener, siendo a la vez inicio de una nueva línea de investigación

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES

Comparar los valores de resistencia a la tracción de postes intrarradiculares en conductos amplios y no circulares, confeccionados con diferentes técnicas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinarla fuerza necesaria para el desprendimiento de postes intrarradiculares cementados en conductos amplios y no circulares, confeccionados con diferentes técnicas.

Comparar el comportamiento de los distintos grupos respecto de las técnicas empleadas.

Determinar en cada uno de los cinco grupos de muestras preparadas con las técnicas antes mencionadas a qué nivel de los componentes se produce la falla.

Evaluar la presencia o ausencia de material de obturación endodóntico en la interfaz dentina-resina.

Correlacionar la presencia o no de material de obturación endodóntica con los valores de fuerza obtenidos para la remoción de postes.

MATERIALES Y MÉTODO

Para este estudio *in vitro* se utilizaron 60 primeros y segundos premolares inferiores, que fueron extraídas por razones ortodónticas o periodontales, provenientes de un almacenamiento de dientes que pertenece al área de Endodoncia de la Facultad de Odontología, U.N.C, donde fueron conservados en solución fisiológica con timol para mantener un Ph de 7. Se seleccionaron estas piezas dentarias por ser sus conductos amplios en sentido mesio-distal y vestibulo-lingual, situación anatómica que es desfavorable para lograr la correcta adaptación del poste a las paredes del conducto.

La longitud de la raíz (limite amelo-cementario al ápice) fue homogénea, 14mm, con una variación en más-menos 1 mm. Luego de una limpieza profunda se seleccionaron aquéllos que conservaban su estructura sana y fueron descartados aquellos que presentaron caries y fracturas a nivel radicular, reabsorciones dentinarias internas y externas, dislaceraciones y pérdida total de la estructura coronaria. Posteriormente se tomaron radiografías de frente y perfil y se conservaron en solución fisiológica con timol taponado para mantener un pH de 7 y conservar la hidratación de los elementos. (Fig. 1)

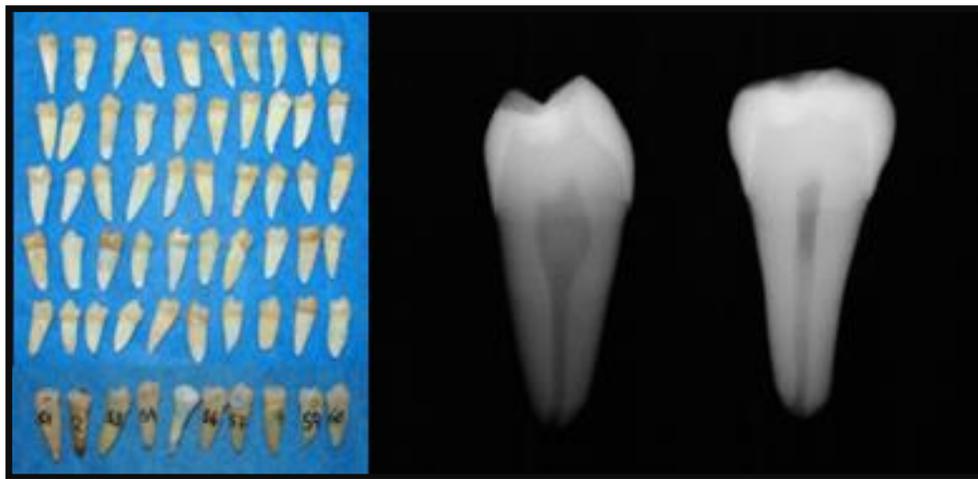


Fig. 1- Elementos seleccionados y Rx. frente y perfil.

Todas las piezas dentarias fueron tratadas endodónticamente, efectuándose las aperturas camerales con piedra redonda de diamante # 6 (KG Sorensen Ref ISO 806 314 001 524

014) para turbina en esmalte; y fresa tronco cónica para contrángulo en dentina (KG Sorensen Ref ISO 142 51 1053). Los dientes fueron instrumentados con el sistema rotatorio ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza) respetando las indicaciones del fabricante, utilizando los instrumentos Sx- S1- S2- F1- F2 y F3 e irrigados con una solución de Na OCl al 2,5%. Se obturaron con conos Pro Taper F3 y condensación lateral y sellador a base de resina AH Plus (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suiza). (Fig. 2)

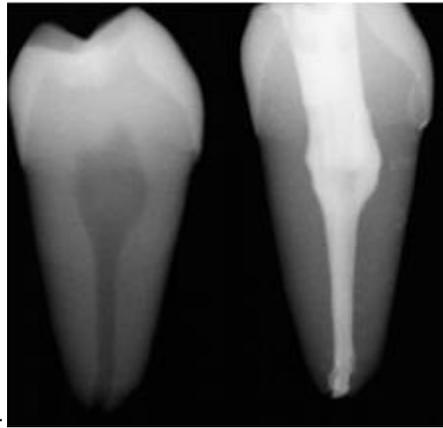


Fig. 2- Tratamiento endodóntico.

A continuación se realizó a nivel coronario, un corte perpendicular a 2 mm por sobre el límite amelocementario, marcado por vestibular, con disco de diamante de 22 mm de diámetro y 0,5mm de espesor a 12000 rpm, altamente refrigerado para evitar calcinar la dentina con el consecuente colapso y desnaturalización del colágeno. (Fig. 3 y 4)



Fig. 3 y 4- Corte coronario.

A todos los elementos de este estudio se les realizó la remoción de los restos de la instrumentación con material rotatorio del ensanche y la limpieza de la dentina del conducto, previamente a la colocación del agente adhesivo.

Procedimiento:

- Chorro suave de agua a presión con jeringa triple. (Fig.5)
- Suave frotamiento con microbrush fino. (Fig.6)
- Lavado solución fisiológica salina aplicada con jeringa. (Fig.7)
- Secado con puntas de papel absorbente. (Fig.8)



Fig.5-Lavado con H2O y ieringa triple.

Fig.6-Frotamiento con micro-brush.

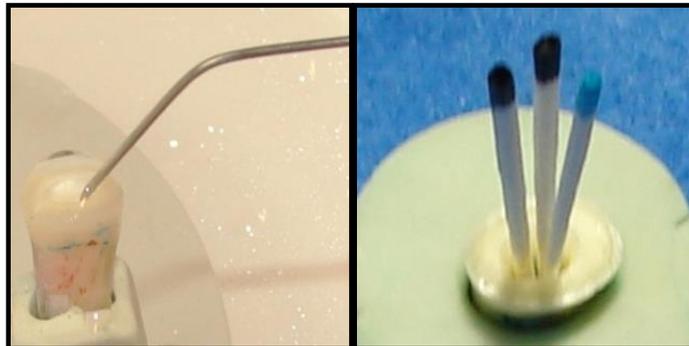


Fig.7-Solución salina con ieringa.

Fig.8-Secado con papel absorbente.

En todas las piezas dentarias se procedió al tratamiento y preparación de la dentina del conducto con el sistema adhesivo autograbante **Multilink A + Multilink B (Ivoclar-Vivadent. Schaan, Liechtenstein).**

Procedimiento:

- Selección del sistema adhesivo. (Fig.9)
- Adhesivo aplicado dentro del conducto con microbrush fino durante 15 seg. (Fig.10)
- El exceso se eliminó con chorro suave de aire a presión y puntas de papel absorbentes.(Fig.11-12)



Fig.9-Sistema adhesivo.

Fig.10- Aplicación con micro-brush.



Fig.11-Eliminacion excesos de adhesivo.

Fig.12-Eliminacion excesos de adhesivo.

El cementado de los postes fue realizado con la resina de autopolimerización **Multilink(Ivoclar Vivadent. Schaan, Liechtenstein)**. Previamente, todos los postes orgánicos fueron tratados superficialmente con peróxido de hidrógeno al 24% por 10 minutos.

Procedimiento:

- Selección del cemento. (Fig.9)
- Colocación del sistema adhesivo al poste con microbrush. (Fig.10)
- Retiro de los excesos con chorro suave de aire. (Fig.11)
- Colocación del cemento con la punta automezclante a la superficie del poste. (Fig.12)
- Posicionamiento dentro del conducto a presión manual. (Fig.13)
- Retiro del cemento excedente con espátula y microbrush. (Fig.14)

Solo un grupo de muestras fue exceptuado de la colocación del cemento sobre el poste, el motivo y la forma en que se realizó será detallada cuando describamos el cementado de los postes de ese grupo.

Una vez realizado el cementado las muestras se almacenaran en solución fisiológica salina a 37° en una estufa de cultivo, durante 24

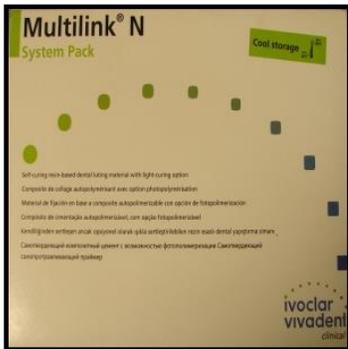


Fig.9-Sistema cementante.

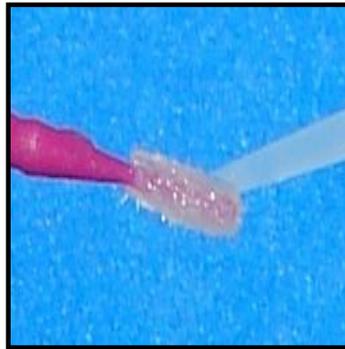


Fig.10-Aplicación adhesivo.



Fig.11-Retiro de excesos.



Fig.12-Aplicación cemento.

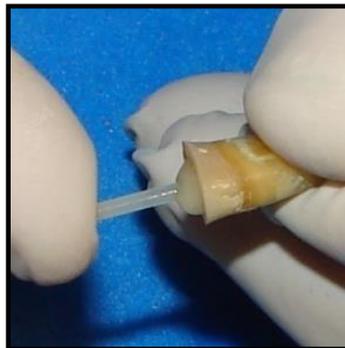


Fig.13-Ubicación del poste.



Fig.14-Retiro de excesos.

En todas las muestras se realizó el corte coronario, se preparo el conducto y se cemento el poste intrarradicular, dentro de los 14 días posteriores a la realización del tratamiento endodóntico.

Se inicio la preparación del conducto de todas las muestras con ensanchadores de conducto **Maillefer n°1**, correctamente centralizado dentro del conducto. La profundidad de la preparación fue de 6 mm, medida a partir del borde superior coronal de la preparación y el ancho fue determinado por el diámetro del ensanchador. (Fig.15)

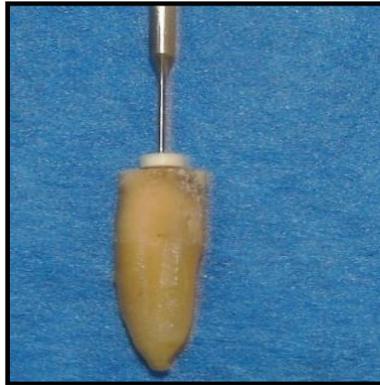


Fig. 15-Ensanche en 6mm de todas las muestras.

Posteriormente, los 60 primeros y segundos premolares se dividieron en forma aleatoria en 5 grupos de 12 muestras cada uno.

Grupo N°1: tratado con Técnica Convencional (Control).

Grupo N°2: tratados con técnica de Perno Colado.

Grupo N°3: tratados con postes orgánicos según técnica de Poste Anatómico.

Grupo N°4: tratados con postes orgánicos según técnica de Refuerzo Dentinario.

Grupo N°5: tratados con Postes orgánicos y Cemento.

Preparación del conducto en las muestras

Grupo N°1 (control): se realizó el ensanche de los conductos con ensanchador N° 1 sistema de postes **FRC Postec Plus(Ivoclar Vivadent. Schaan, Liechtenstein** según la técnica indicada por el fabricante. (Fig.16-17)

Grupos N°2; 3; 4; y 5: con el mismo ensanchador, el conducto fue preparado en forma estandarizada hasta lograr retirar la mayor cantidad posible de material endodóntico.

Todos los postes orgánicos serán tratados superficialmente con peróxido de hidrógeno al 24%, durante 10 minutos y lavado con chorro suave de agua. (Fig.18)



Fig.16-17-18. Selección y tratamiento superficial del poste con H2O2 al 24% por10mm.

A continuación se realizó la preparación y rectificación final del conducto en las 12 muestras del **Grupo N°1 (control)**, con el instrumento ensanchador N°1 del sistema de postes seleccionado, según técnica indicada por el fabricante y reglado a una profundidad de 8 mm, asegurando en el tercio apical de la raíz un mínimo de 4-5mm de obturación endodóntica y se controló posteriormente la correcta adaptación del poste. (Fig.19)

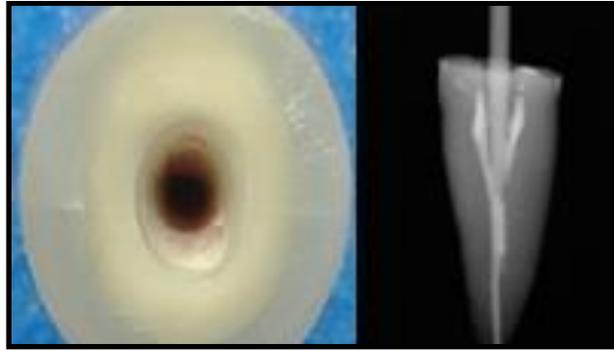


Fig. 19- Ensanche en 8mm y Rx. del Grupo 1. (Control)

Para el resto de las muestras, Grupos 2, 3, 4 y 5 se diseñó un tope de resina acrílica en los ensanchadores para estandarizar la profundidad del ensanche y de una plantilla de metal para estandarizar la extensión y forma del ensanche. El tope de la fresa se ubica 8,5 mm para compensar el espesor de la plantilla y lograr una profundidad de la preparación de 8 mm. (Fig.20-21)

Procedimiento:

- Aplicación de cianocrilato en la muestra. (Fig.22)
- Pegado de la plantilla metálica. (Fig.23)
- Ensanche reglado en 8,5mm con refrigeración. (Fig.24)
- Control ensanche regido por la plantilla metálica. (Fig.25)
- Retiro de la planilla y control radiográfico del ensanche (Fig.26)

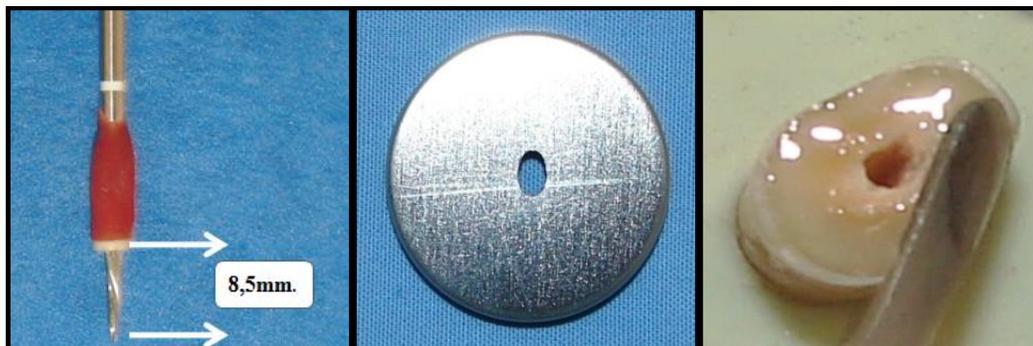


Fig.20- Ensanchador N°1, FRC Postec Plus

Fig.21 - Plantilla

Fig.22- Colocación de cianocrilato.



Fig.33-Plantilla pegada.

Fig.24-Ensanche con refrigeración.

Fig.25-Ensanche estandarizado.

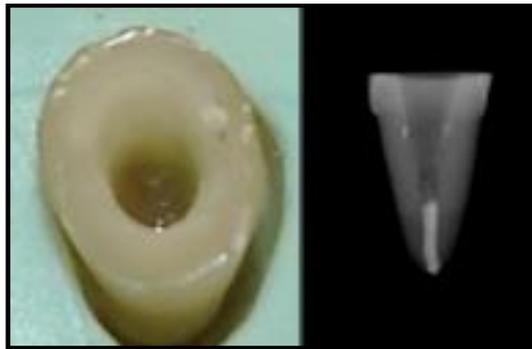


Fig.26-Ensanche finalizado.

Confeción y cementado de los postes de los diferentes grupos

Grupo N°1 (Técnica Convencional-Control):

Este grupo se prepara para recibir postes orgánicos de fibra de vidrio, donde la preparación del conducto radicular y el cementado se realizó según las técnicas estándares recomendada por la bibliografía y los fabricantes.

Protocolo de trabajo:

- 1- Preparación del conducto.(Fig.26 y 27)
- 2- Control del asentamiento del poste.(Fig.28)
- 3- Limpieza de la dentina del conducto y aplicación del sistema adhesivo autograbante.
- 4- Tratamiento superficial del poste con Peróxido de Hidrógeno y limpieza.
- 5- Aplicación de adhesivo sobre la superficie del poste.
- 6- Colocación del cemento, con punta dispensadora, sobre la superficie del poste. (Fig.29)
- 7- Ubicación del poste a presión manual (Fig.29), retiro de los excesos con espátula. Posteriormente serán mantenidos en medio húmedo y a 37°C, durante 24 horas para que se complete la polimerización.(Fig.30)



Fig.26–Ensanche del conducto.

Fig.27-Conducto ensanchado.

Fig.28–Control asiento del poste.

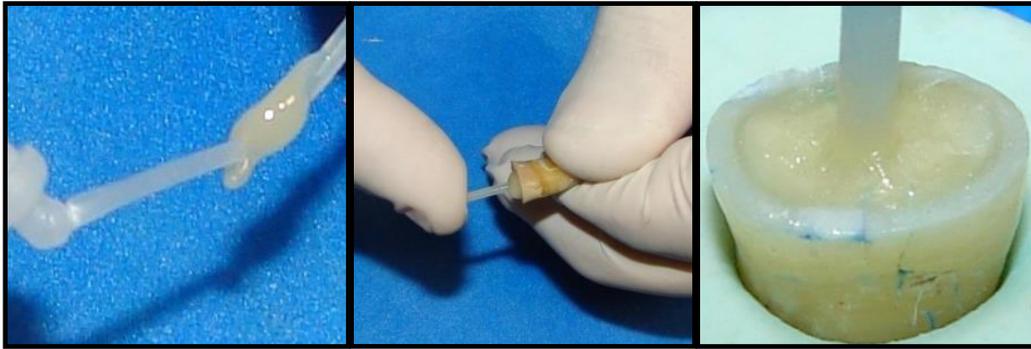


Fig.29-Colocacion cemento s/poste.

Fig.29-Posicionamiento del poste.

Fig.30-Poste cementado.

Grupo N° 2 (Perno Colado):

Estas muestras se preparan para recibir pernos metálicos intrarradiculares a partir de resina para patrones (**Duralay, Dental Mfg.Co. Reliance**), obtenidos mediante la técnica de cera pérdida, usando un revestimiento a base de silico-fosfato (**Formula 1. Wip Mix Corporation**) y un metal no noble (**Verabond II. AalbaDent.Inc**).

Protocolo de trabajo:

- 1- Adaptación de un perno plástico preformado al conducto radicular, con un diámetro a nivel coronario de aproximadamente de 1 ½ a 2mm similar al poste orgánico. (Fig.31)
- 2- Aplicación de glicerina en el conducto, colocación de la resina sobre el poste, posicionamiento dentro del conducto, retiro de excesos. (Fig.32, 33)
- 3- Colocación de bebederos, inclusión en revestimiento sobre vibrador y en aro de silicona, calentamiento del aro en horno según programa recomendado por el fabricante del revestimiento, colado en máquina de fusión por inducción. (**Horno Indef M660. Indef SA. y Coladora por inducción HI-TEC 2001. Instrelec SA.**)
- 4- Enfriamiento a temperatura ambiente y arenado del metal con oxido de aluminio de un tamaño de partícula de 250 micras. (Fig.34) Control del asentamiento del perno en el conducto y arenado del perno con microarenadora y oxido de aluminio de 50 micras. (Fig.35)

- 5- Se lavó profusamente el conducto con agua llevada con jeringa triple, cepillo microbrush, solución salina con jeringa y secado con conos de papel absorbente.
- 6- Acondicionamiento de las paredes del conducto con el sistema adhesivo.
- 7- Se cementó el perno con resina de autopolimerización. Posteriormente se mantendrá la muestra durante 24 hs. a 37°C hasta la completa polimerización de la resina. (Fig.36; 37 y 38)

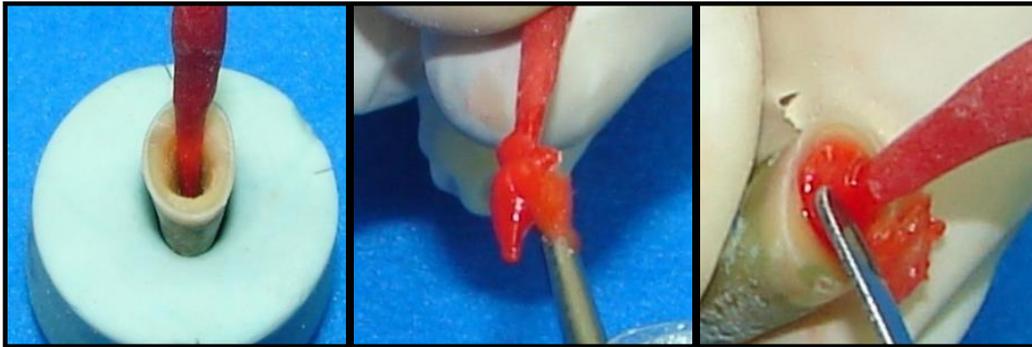


Fig.31-Adaptación poste de resina.

Fig.32-Colocación de la resina (Tec. de pincel)

Fig.33-Retiro de excesos.



Fig.34- Pernos colados.

Fig.35-Control del asiento del poste.

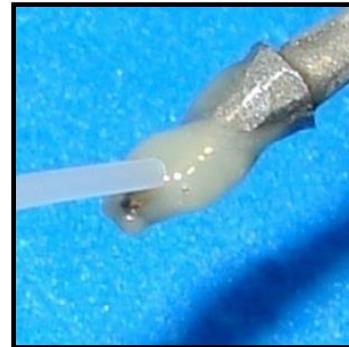


Fig.36- Cementado.



Fig.37–Retiro excesos de cemento.

Fig.38–Perno metálico cementado.

Grupo N°3 (Poste Anatómico):

Este grupo se preparó para recibir postes orgánicos de fibra de vidrio, la confección y cementado se realizó según la técnica denominada “Poste Anatómico”.

Protocolo de trabajo:

- 1- Colocación de glicerina líquida dentro del conducto. (Fig.39)
- 2- Tratamiento superficial del poste con peróxido de hidrógeno y limpieza.
- 3- Aplicación de adhesivo sobre la superficie del poste.(Fig.40)
- 4- Colocación de la resina de composite dentro del conducto mediante miniespátula y atacador, ubicación del poste dentro del conducto, retiro de los excesos con espátula y polimerización inicial por 10 seg. Se utilizo la resina **Tetric N Ceram(Ivoclar Vivadent.Schaan, Liechtenstein)**, composite nanohíbrido, radiopaco y fotopolimerizable. (Fig.41; 42 y 43)
- 5- Se extrae el poste con la resina, que rebaso el conducto y se completa la polimerización con luz halógena durante 40 seg por cara. (Fig.44 y 45)

- 6- Se lavó profusamente el conducto con agua llevada con jeringa triple, cepillo microbrush, solución salina con jeringa y secado con conos de papel absorbente. (Fig.46)
- 7- Se colocó ácido fosfórico sobre la resina del perno por 10 seg., se lavó profusamente con agua y cepillo accionado con contrángulo, será secado con chorro de aire. Esto se realiza con la finalidad de asegurarnos la completa eliminación de la glicerina de la superficie del poste. (Fig.47 y 48)
- 8- Tratamiento de la dentina del conducto con la aplicación del sistema adhesivo autograbante. (Fig.49)
- 9- Aplicación de adhesivo sobre la superficie del poste anatómico.
- 10- Colocación de la resina cementante sobre la superficie del poste.
- 11- Ubicación del poste a presión manual, retiro de los excesos con microbrush. Posteriormente fueron mantenidos en medio húmedo y a 37°C, durante 24 horas para que se complete la polimerización.(Fig.50)

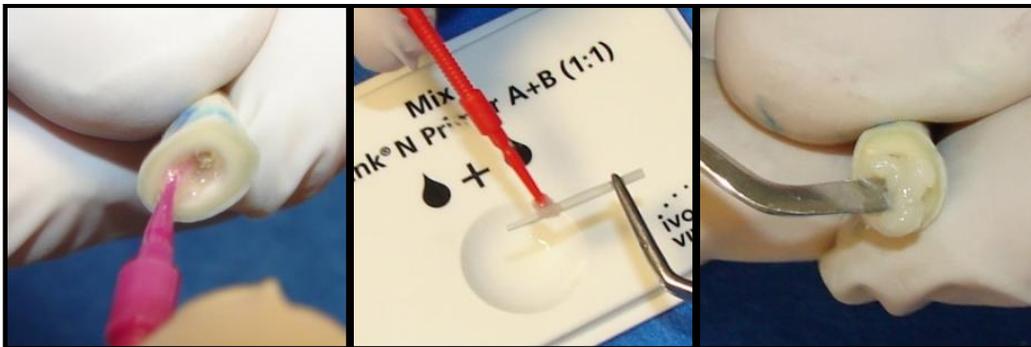


Fig.39-Colocación de glicerina..

Fig.40-Aplicación adhesivo al poste.

Fig.41-Llenado del conducto con composite.

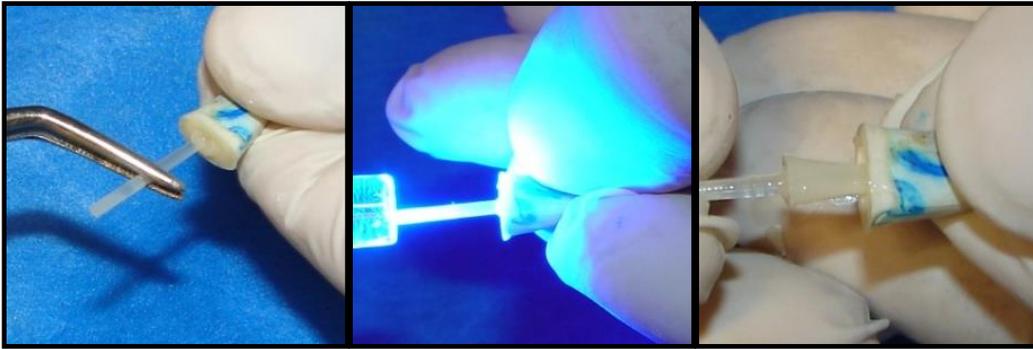


Fig.42-Ubicación del poste dentro del conducto.

Fig.43-Prepolimerización 10 seg.

Fig.44-Retiro poste del conducto.



Fig.45-Polimerización 40seg x cara.

Fig.46-Limpieza del conducto.

Fig.47-Limpieza del poste con ac. fosfórico.

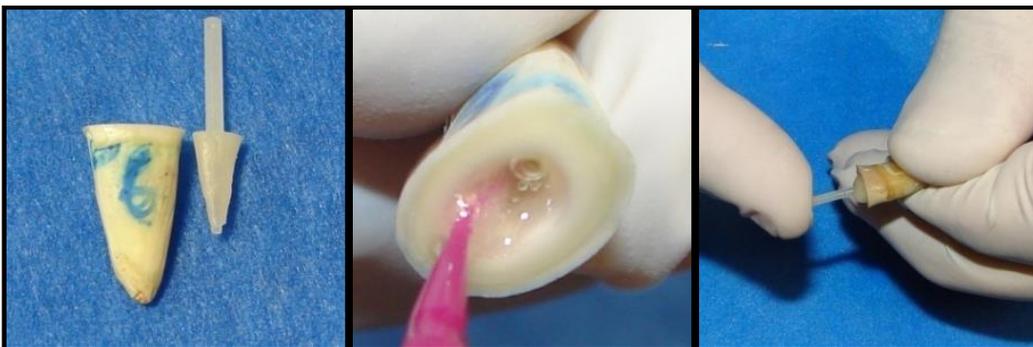


Fig.48-Poste anatómico.

Fig.49-Aplicación adhesivo a la dentina y poste.

Fig.50-Cementado a presión manual.

Grupo N°4 (Refuerzo Dentinario)

Este grupo se preparó para recibir postes orgánicos de fibra de vidrio, la confección y cementado se realizó según la técnica de refuerzo dentinario.

Protocolo de trabajo:

- 1- Diseño y elaboración de un poste plástico a partir de una cuña interdental translumínica.(Fig.51)
- 2- Aplicación del sistema adhesivo autograbante en la dentina del conducto. (Fig.52)
- 3- Colocación en el conducto, mediante espátula y condensador, de resina dual **Bis-Core (Bisco Inc., U.S.A)**,resina pasta-pasta, de curado dual, iniciado por fotopolimerización y completado por polimerización química. (Fig.53)
- 4- Ubicación del poste plástico translumínico con glicerina en su superficie, retiro de excesos e inicio de la polimerización de la resina dentro del conducto, mediante luz halógena. Posteriormente este poste fue retirado. (Fig.54; 55 y 56)
- 5- Rectificación del lecho intraradicular con ensanchador N°1 del sistema **FRC Postec Plus (IvoclarVivadent. Liechtenstein)**, enrasado en 8mm. Luego se controló la adaptación en forma y profundidad del poste de fibra de vidrio. (Fig.57)
- 6- Limpieza y descontaminación del conducto mediante ácido fosfórico, el cual es lavado con spray y jeringas endodónticas con agua y secado con chorro de aire y puntas de papel absorbente. (Fig. 58)
- 7- Tratamiento superficial del poste con peróxido de hidrógeno.
- 8- Colocación del adhesivo llevado dentro del conducto con microbrush fino durante 15 seg., el exceso se eliminara con aire a presión y puntas de papel absorbentes.
- 9- Aplicación de adhesivo sobre la superficie del perno. (Fig. 59)
- 10- Colocación de resina cementante sobre la superficie del poste. (Fig. 60)
- 11- Ubicación del poste a presión vertical, retiro de los excesos con microbrush y espátula. Finalmente fueron mantenidos en medio húmedo y a 37°C, durante 24 horas para que se complete la polimerización. (Fig. 61-62)



Fig.51-Poste plast. translumínico.

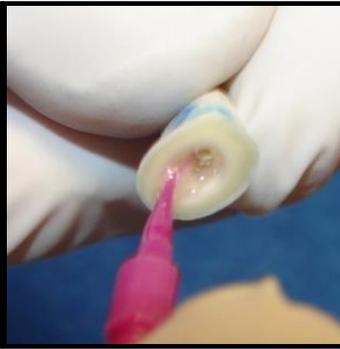


Fig.52-Aplicación adhesivo a dentina.

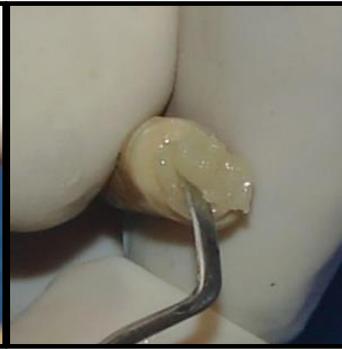


Fig.53-Colocación resina de polimerización dual.

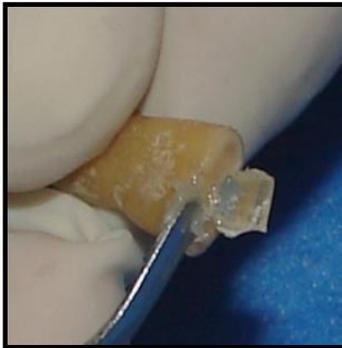


Fig.-54-Colocación poste plástico y retiro de excesos.



Fig.55-Polimerización .

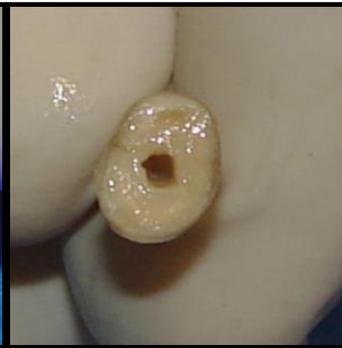


Fig.56-Retiro de poste plástico.



Fig.57-Rectificación final del conducto.



Fig.58-Aplicación ac. Fosfórico y lavaje.

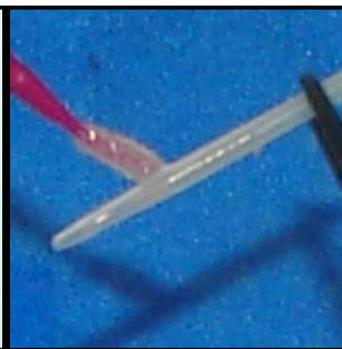


Fig.59-Aplicación adhesivo al cond. y al poste..

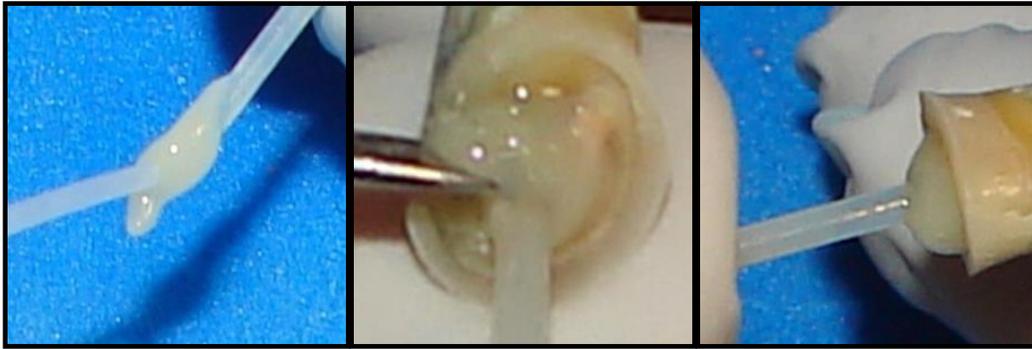


Fig.60- Aplicación cemento al poste.

Fig.61- Cementado a presión manual.

Fig.62- Retiro de los excesos.

Grupo N° 5 (Cemento y Poste)

Este grupo se preparó para recibir postes orgánicos de fibra de vidrio, la confección y cementado se realizó según la técnica de cementado convencional, pero en conductos desfavorables. Este grupo fue exceptuado de la colocación del cemento sobre el poste en la técnica de cementado y se realizó con las jeringas automezclantes provistas por el fabricante, para asegurar la menor cantidad de burbujas de aire en su masa, debido a la importante cantidad de cemento necesario para rellenar el amplio espacio de desadaptación entre el poste y las paredes dentinarias.

Protocolo de trabajo:

- 1- Tratamiento superficial del poste con peróxido de hidrógeno.
- 2- Aplicación del sistema adhesivo autograbante en el conducto. (Fig.63)
- 3- Aplicación de adhesivo sobre la superficie del poste. (Fig.64)
- 4- Colocación de la resina cementante mediante punta de jeringa automezclante provista a tal fin. (Fig.65)
- 5- Ubicación del poste a presión vertical, retiro de los excesos con espátula y microbrush. Posteriormente serán mantenidos en medio húmedo y a 37°C, durante 24 horas para que se complete la polimerización. (Fig.66, 67 y 68)



Fig.63- Aplicación del adhesivo en el conducto .

Fig.64- Aplicación del adhesivo al poste .

Fig.65- Colocación del cemento dentro del conducto.

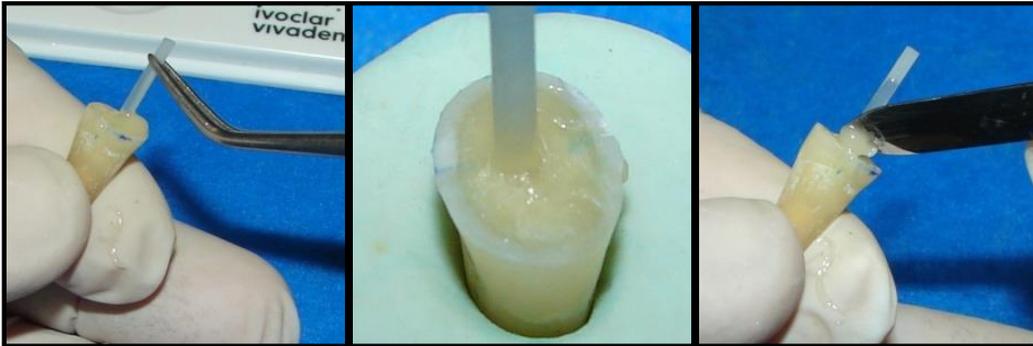


Fig.66- Colocación del poste.

Fig.67- Retiro de excesos,

Fig.68- Poste cementado.

Método de observación

Pruebas de tracción

Con la finalidad de poder realizar la tracción de los postes con la utilización de una máquina de ensayo universal, se diseñó un sistema mediante 2 cilindros metálicos, que permitió que las mordazas de la máquina tomaran el poste sin ejercer fuerza directa sobre él. Este sistema evita la aplicación de fuerza compresiva directamente al poste que produciría la fractura de la matriz de resina, modificando las propiedades mecánicas del mismo.

Todas las muestras fueron incluidas dentro de una pieza metálica con forma de sombrero y una copa de 10mm de diámetro y fijadas por medio de una resina acrílica de autocurado translúcida, donde se sumerge la porción radicular.

Posteriormente la porción coronaria de los postes fue fijada con la misma resina de autocurado dentro de un cilindro metálico.

Se utilizó un tangensiómetro, con el objetivo de lograr que todas las muestras sean posicionadas perpendiculares a la base, y de esta forma lograr la axialización y estandarización de la dirección de la fuerza de tracción.

Pasos técnicos:

- 1- Colocación de la muestra en tangensiómetro con la utilización de una pieza para paralelizar ataches.(Fig.69)
- 2- Fijación de la raíz en el cilindro con forma de sombrero con resina acrílica de autocurado.(Fig.70)
- 3- Colocación en el cabezal del tangensiómetro de una varilla roscada donde se enroscara el segundo cilindro metálico.(Fig.71 y 72)
- 4- Colocación de un tope de goma en el poste y un trozo de goma dique, con la finalidad de mantener un espacio y evitar el contacto entra la resina acrílica de ambos cilindros.(Fig.73 y 74)
- 5- Fijación del poste en el segundo cilindro metálico con resina acrílica.(Fig.75)
- 6- Muestra preparada.(Fig.76)



Fig.69-Poste posicionado en tangensiómetro.

Fig.70-Fijación raíz en 1er cilindro metálico.

Fig.71 Colocación varilla roscada



Fig.72-2do cilindro metálico roscado en la varilla.

Fig.73- Tope de goma.

Fig.74- Goma dique.

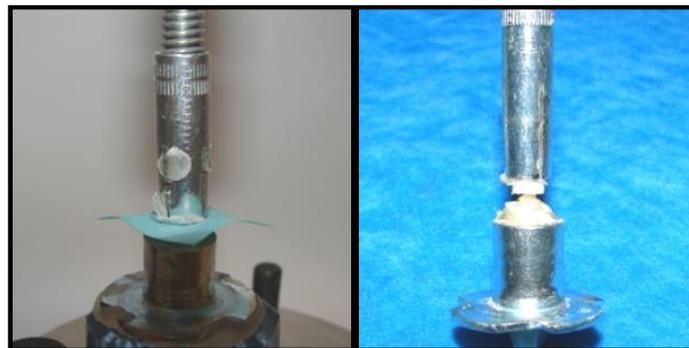


Fig.75-Fijación raíz en 2do cilindro metálico.

Fig.76- Muestra terminada.

A continuación las muestras se colocaron en una pieza-cabezal la cual fue diseñada y elaborada específicamente para poder realizar el ensayo de tracción.

Las pruebas se realizaron en Máquina de Ensayo Universal, marca DIGIMESS modelo MX 5000, instalada en el Área de Biología Oral (ABO), Facultad de Odontología, U.N.C. (Fig.77-78) y programada para trabajar a una velocidad de travesaño de 0,5mm/min, hasta lograr la remoción del poste de cada espécimen (Fig.79), de esta forma se registró la fuerza máxima ejercida sobre cada muestra medida en Newton.

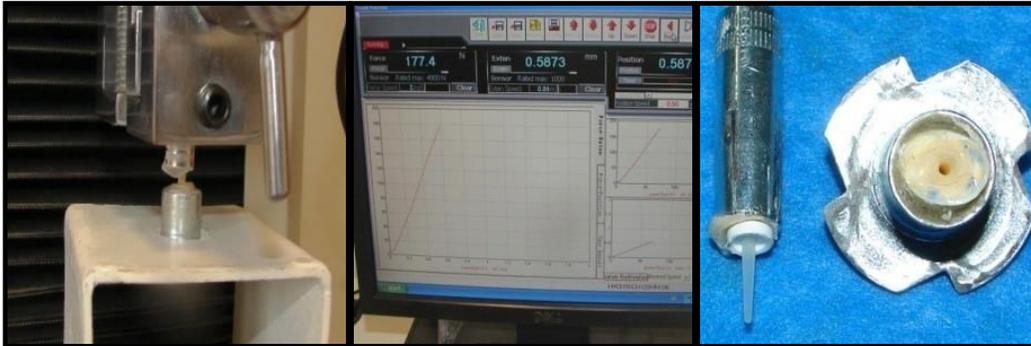


Fig.77-78- Muestra en máquina de ensayo universal. Prueba de tracción.

Fig.79- Poste removido.

Posteriormente los valores de fuerza medidos en Newton (N) fueron contrastados estadísticamente mediante test de ANOVA de una vía y a continuación se contrastaron los grupos mediante un test de comparaciones múltiples (HSD Tukey), lo que nos permite conocer el comportamiento intergrupos.

Determinación de la superficie lateral del poste

Las muestras se retiraron de la matriz de acero, sin deterioro de la resina translúcida donde fueron incluidos, y se procedió a cortar las muestras transversalmente con disco de diamante, bajo refrigeración acuosa, obteniendo tres secciones de 1,5mm de espesor, del tercio coronal, tercio medio y tercio apical de la cavidad dejada por el poste, determinando 7 superficies a observar y fotografiar. La séptima imagen corresponde a la vista superior del resto apical de la muestra. La obtención de las imágenes digitalizadas con sistema óptico fue realizada con una cámara Sony SC370-S, conectada a una lupa Olympus con aumentos de 20X, 32X, 50X y 80X, según situación.

A continuación se calcularon las superficies laterales del poste y de las paredes dentinarias, en base a la suma de las superficies laterales correspondientes a los tres cortes de 1.5mm de espesor y al espacio eliminado en el proceso de corte por abrasión con disco de 0,5 mm, considerando además el pulido (0.25mm) y el desbaste oclusal que se realizó para lograr una superficie lisa y homogénea, a nivel del borde superior de la muestra (0.5mm).

La medición de las áreas se realizó mediante el software morfométrico IMAGE PRO PLUS V4.52, instalado en el Laboratorio de Microscopia y Procesamiento de Imágenes, del Área de Biología Odontológica (ABO), Facultad de Odontología, Univ. Nac. de Córdoba.(Fig. 80-89)

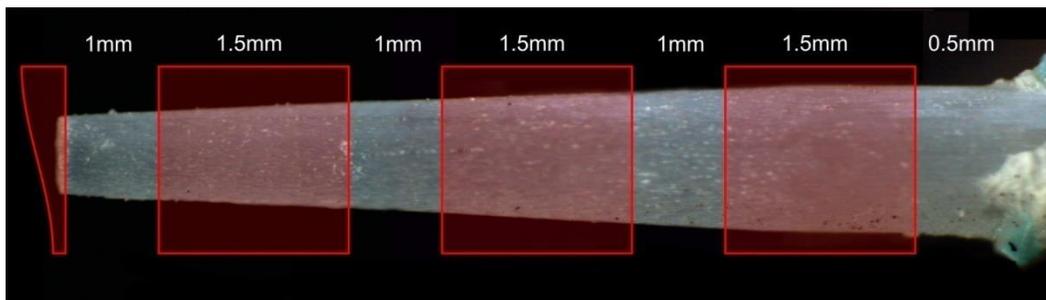


Fig.80.-Esquema ilustrativo de ubicación de los cortes a los remanentes radiculares.

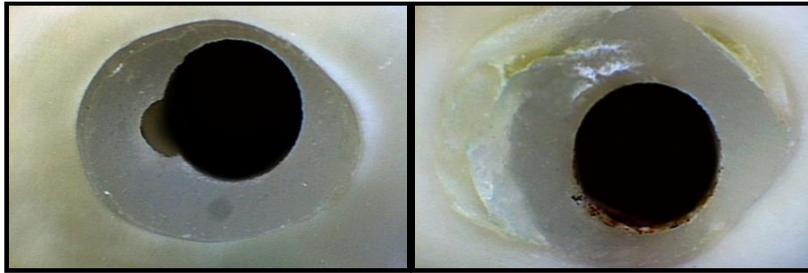


Fig.81-Imagen sup. corte cervical.

Fig.82-Imagen inf. corte cervical.

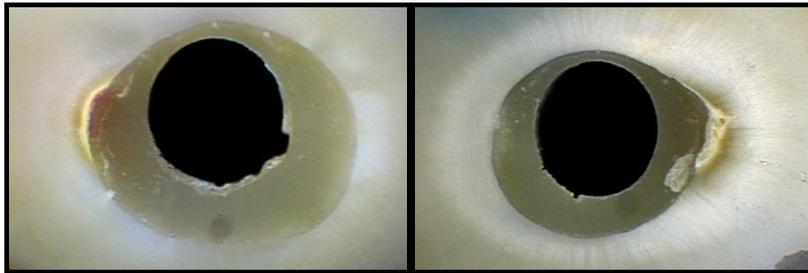


Fig.83-Imagen sup.corte medio.

Fig.84-Imagen inf. corte medio.

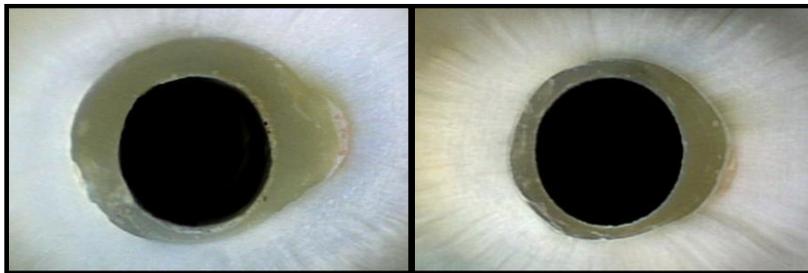


Fig.85-Imagen sup. corte apical.

Fig.86-Imagen inf. corte apical.

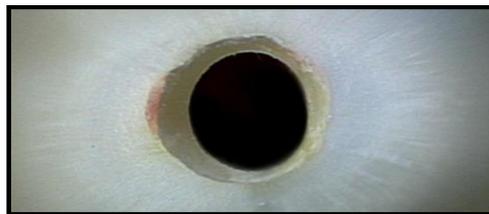


Fig.87-Imagen sup. resto apical.

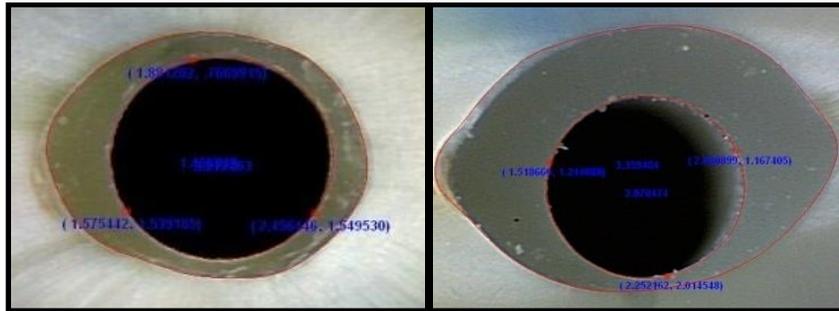


Fig.88-89- Medición de áreas.

Para el cálculo de la superficie lateral del poste se utilizó la siguiente ecuación:

$$Sup_{Lat} = \left(\frac{Perímetroa + Perímetrob}{2} \right) \cdot Espesor$$

En la cual los perímetros a y b son círculos irregulares y el espesor es el espesor de la muestra o corte de 1,5mm.

Para la aplicación de la fórmula anterior se deben cumplir los siguientes supuestos:

A- Paralelismo de los planos de cortes superior e inferior

B- Que la línea que une los centros geométricos C(a) y C(b) sea perpendicular a los planos de corte (en cuyo caso H=G), tal como se muestra en el primer esquema de la Fig. 90.

C- Que la superficie lateral carezca de convexidades o concavidades internas (ahuecamientos o protuberancias).

Los primeros dos supuestos se cumplieron (asumiendo errores experimentales involuntarios) ya que se aseguró que la disposición de las muestras para los cortes “transversales” fuera siempre en dirección perpendicular al corte. El tercer supuesto se puede considerar cierto si se tiene en cuenta que las paredes de los postes orgánicos utilizados, son muy lineales en sentido longitudinal (Fig. 91).

En el grupo de **Perno Colado** el tercer supuesto también se cumple debido a la instrumentación del conducto con instrumental cónico y en forma amplia, genera paredes lisas en los conductos radiculares. (Fig. 92)

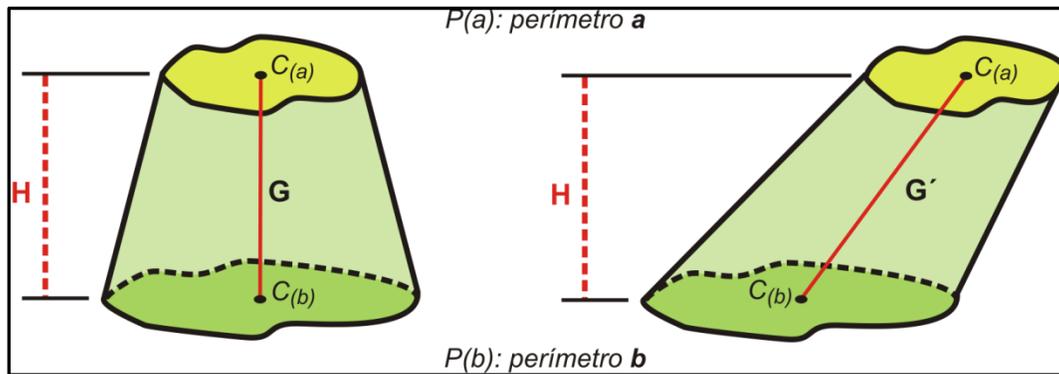


Fig. 90.- Esquema del cálculo se superficie

En el esquema de la izquierda se cumplen los supuestos para el cálculo superficial y en el esquema derecho, se observa un desplazamiento de los centros geométricos de las áreas a y b respecto a la normal de ambos puntos, situación que no se produjo en los ensayos realizados

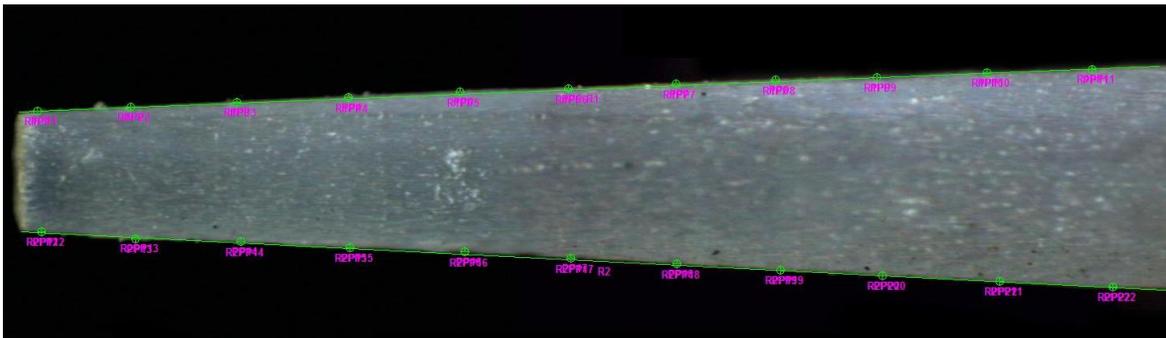


Fig. 91-Mediciones de linealidad sobre los laterales o “generatriz del cono”.

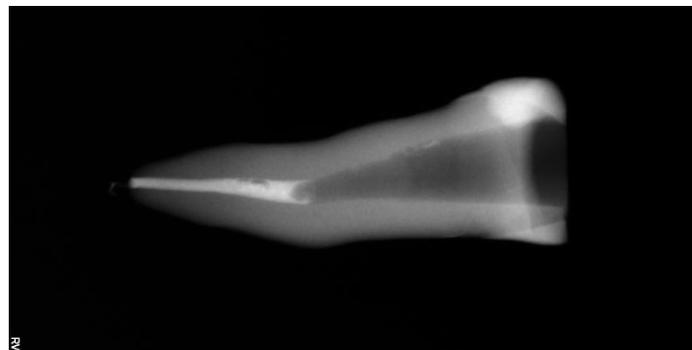


Fig. 92-Ensanche del conducto

Determinación de la interface responsable del fallo

Para la determinación de la superficie adherida/retenida responsable del fallo se consideraron las interfaces cemento/dentina y cemento/poste. En todos los grupos cuando la superficie de los postes presentaba restos cemento y en los grupos Poste Anatómico y Ref. Dentinario, de las resinas de composite fotopolimerizable o dual utilizadas en estas técnicas, se considero que la falla era a nivel de la interface cemento/dentina. Por el contrario, ante la ausencia de restos, se considero que la falla fue en la interface cemento/poste.

A partir de las imágenes digitalizadas con sistema óptico, se pudo observar la presencia de cemento y resinas adheridas al poste. A continuación se midieron sobre estas imágenes las áreas de cemento adherido y/o composite y se calcularon los porcentajes en relación a la superficie del poste. (Fig. 93-94)

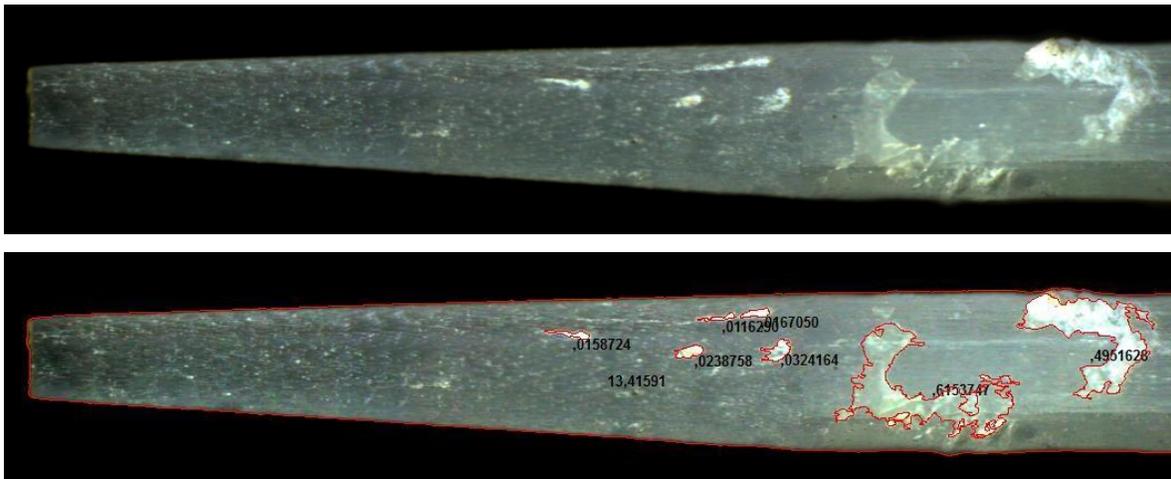


Fig.93-94.-Medición de restos de cemento adheridos con software Image Pro-Plus.

Se midieron las áreas de cemento o resinas adheridos y del poste, en ambos lados del mismo y se calculó el porcentaje mediante la siguiente ecuación:

$$\% \text{ decemento adherido} = \frac{\text{área de restos (lado a + lado b)}}{\text{área del poste} \times 2} \times 100$$

Los valores porcentuales obtenidos fueron contrastados estadísticamente mediante ANOVA de un factor, prueba *post hoc* (Duncan) y Chi² de Pearson.

Determinación de presencia y volumen de restos endodónticos

Se calcularon los volúmenes de restos endodónticos de cada una de las tres secciones analizadas a partir de los valores de áreas de restos de ambos lados y del espesor de la sección (1,5mm) y se estimaron los volúmenes de restos del espesor perdido por el disco de corte y pulido (1 mm) considerando los lados opuestos de cortes contiguos, además se calculó el volumen de restos de la zona más profunda, proyectando el área medida en este nivel en medio milímetro completando así 8 mm de profundidad. Luego se sumaron todos los volúmenes para obtener un valor estimativo del volumen total de restos endodónticos.

Los datos obtenidos fueron contrastados estadísticamente mediante las pruebas no paramétricas de Chi² de Pearson y test de Mann-Whitney. (Fig. 95)

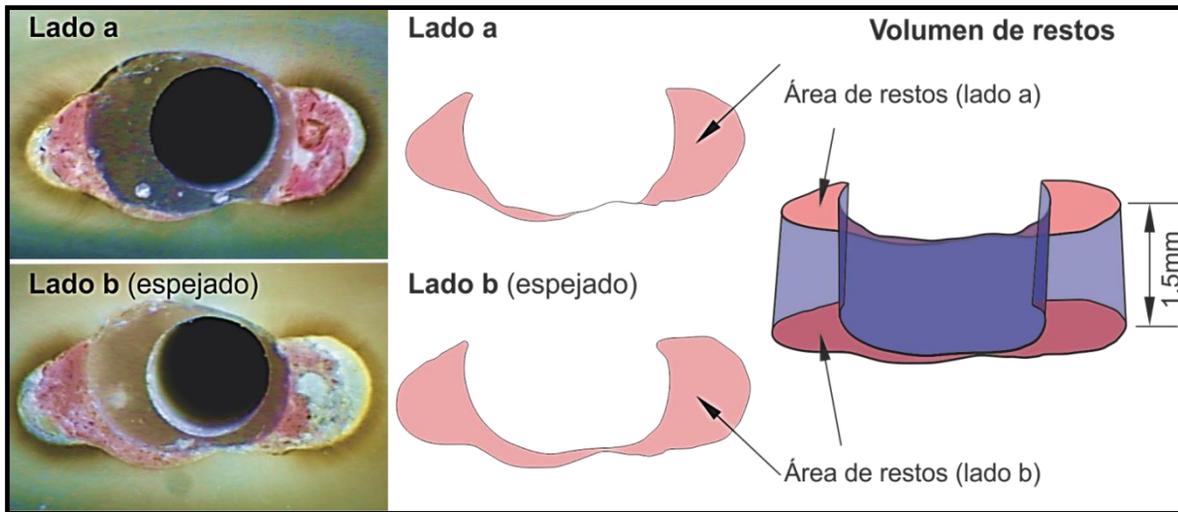


Fig.95. Esquema de estimación de volumen de restos correspondientes a una sección transversal profunda.

RESULTADOS

ESTUDIO 1: DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE LAS DISTINTAS MUESTRAS Y COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS DISTINTOS GRUPOS RESPECTO DE LA TÉCNICA EMPLEADA.

Los ensayos de tracción de las muestras de los cinco grupos arrojaron como resultados, valores de fuerza medidos en Newton (N),

Los valores de fuerza de cada una de las muestras fueron analizados, obteniendo datos descriptivos del comportamiento de cada uno de los grupos.

En las **Tablas 1** y **Figura 1**, se muestran los resultados obtenidos, destacándose el grupo **Perno Colado**, con una media de 309,68 N, seguido por el grupo **Poste Anatómico**, el cual también registro valores por encima de la media general. (M-265,5N).

El grupo **Cemento y Poste** (M-209,8N), ocupó una posición intermedia respecto a los demás y por debajo de éste, el grupo **Control** (M-157,0N).

El grupo **Refuerzo Dentinario** se comportó deficientemente (M-148,5N), aún si se descartaran dos valores muy bajos (50,7 y 65,1N).

Grupo	n	Media	Error típico	Mediana	Desv. estándar	Coef. de variación
Perno Colado	12	309,68	26,33	288,21	91,22	29,5%
Poste Anatómico	12	265,46	21,85	264,51	75,70	28,5%
Cemento y Poste	12	209,83	15,75	217,20	54,55	26,0%
Refuerzo Dentinario	12	148,46	20,33	147,23	70,44	47,4%
Control	12	157,03	15,30	148,03	53,00	33,8%

Tabla 1-Valores descriptivos de la fuerza de tracción expresadas en Newton según Grupo.

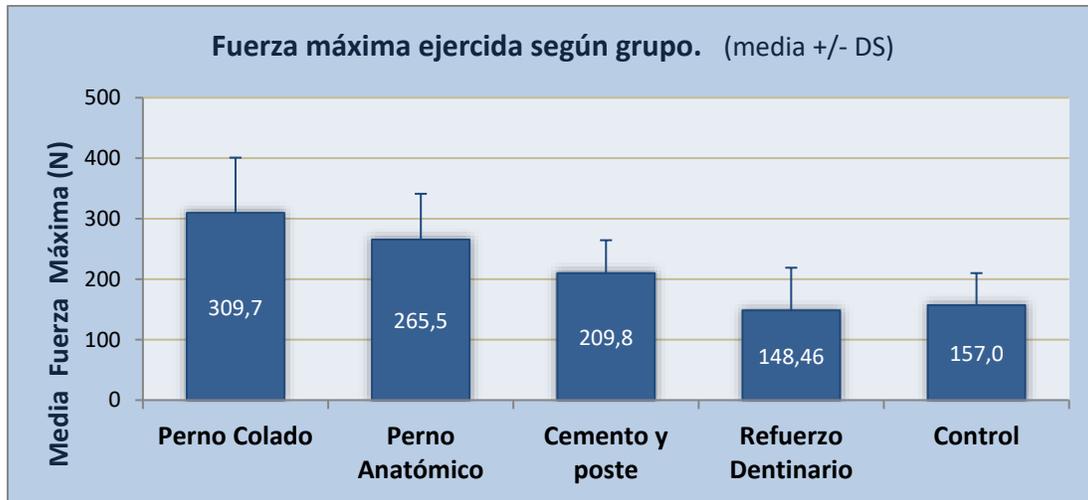


Figura 1- Diagrama de barras de media y DS de F Máx. (N) según Grupo

La **Figura 2**, de valores medios y barras de error (intervalo de confianza para la media al 95%), corrobora que las varianzas son semejantes y es complementario a la prueba de homogeneidad de varianzas, requisito necesario para poder aplicar el test paramétrico ANOVA, el cual establece la existencia de diferencias estadísticamente significativas de los valores medios de fuerza obtenidos por Grupo. ($p < 0,05$).

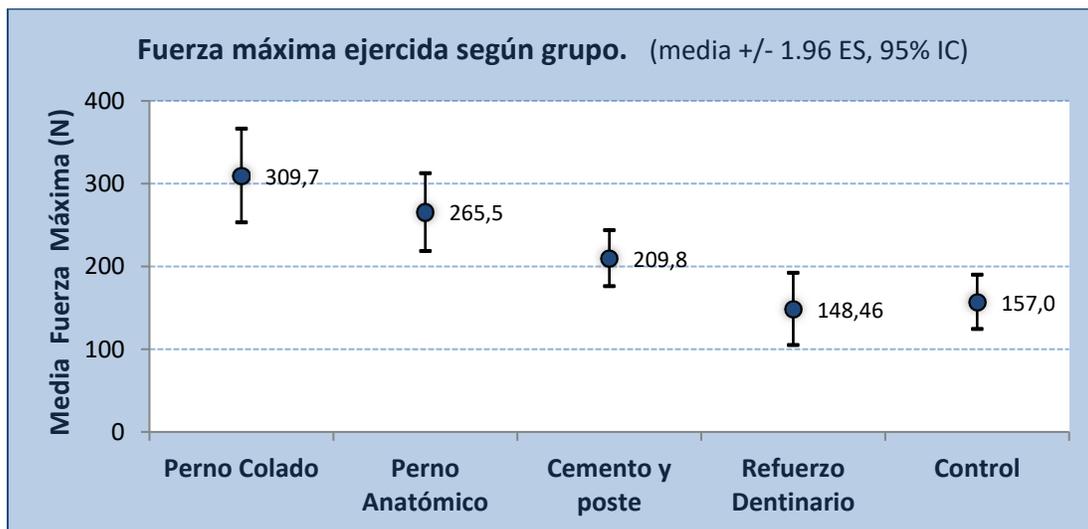


Figura 2- Fuerza Máxima Media (N) e intervalo de confianza (95%) según Grupo.

Al contrastar los resultados obtenidos mediante un test complementario de comparaciones múltiples (**HSD de Tukey**), observamos que el grupo **Perno Colado**, tuvo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), con los grupos **Cemento y Poste, Control y Refuerzo Dentinario**, mientras con el grupo **Poste Anatómico** las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$),. (**Tabla 2**)

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	p-valor
Perno Colado	Control	(*) 152,65	p <0,05
	Poste Anatómico	44,22	0,543
	Refuerzo Dentinario	(*) 161,22	p <0,05
	Cemento y Poste	(*) 99,85	p <0,05

Tabla 2- Grupo Perno colado. Comparaciones múltiples. (HSD de Tukey)

El grupo **Poste Anatómico** obtuvo los segundos valores más altos y primero entre los grupos que utilizaron postes orgánicos, con diferencias estadísticamente significativas con los grupos **Control y Refuerzo Dentinario** ($p < 0,05$), mientras con los grupos **Cemento y Poste y Perno Colado** las diferencias no fueron significativas. ($p > 0,05$), (**Tabla 3**)

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	p-valor
Poste Anatómico	Control	(*) 108.429	p <0,05
	PernoColado	44.22	0.543
	Refuerzo Dentinario	(*) 116.99	p <0,05
	Cemento y Poste	55.62	0.312

Tabla 3- Grupo Poste Anatómico. Comparaciones múltiples. (HSD de Tukey)

El grupo **Cemento y Poste** tuvo un comportamiento intermedio, con diferencias estadísticamente significativas con el grupo **Perno Colado** ($p < 0,05$), mientras con los grupos **Control, Poste Anatómico y Refuerzo Dentinario** las diferencias no fueron significativas. ($p > 0,05$)(**Tabla 4**)

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	p-valor
Cemento y Poste	Control	52,80	0,364
	Perno Colado	(*) -99,85	p <0,05
	Poste Anatómico	-55,63	0,312
	Refuerzo Dentinario	61,37	0,221

Tabla 4- Grupo Cemento y Poste. Comparaciones múltiples. (HSD de Tukey)

El grupo **Control** obtuvo bajos valores de fuerza, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) con los grupos **Perno Colado** y **Poste Anatómico**, mientras con los grupos **Refuerzo Dentinario** y **Cemento y Poste**, las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). (**Tabla 6**)

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	p-valor
Control	Perno Colado	(*) -152.64	p <0,05
	Poste Anatómico	(*) -108.42	p <0,05
	Refuerzo Dentinario	8.57	0.99
	Cemento y Poste	-52.800	0.36

Tabla 6- Grupo Control. Comparaciones múltiples. (HSD de Tukey)

El grupo **Refuerzo Dentinario** obtuvo los valores más bajos, con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) con los grupos **Perno Colado** y **Poste Anatómico**, mientras con los grupos **Control** y **Cemento y Poste** las diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). (**Tabla 5**)

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	p-valor
Refuerzo Dentinario	Control	-8,57	0,998
	Perno Colado	(*) -161,22	p <0,05
	Poste Anatómico	(*) -116,99	p <0,05
	Cemento y Poste	-61,37	0,221

Tabla 5- Grupo Refuerzo Dentinario. Comparaciones múltiples. (HSD de Tukey)

Se realizó un test complementario de subconjuntos (Tukey), donde los grupos **Refuerzo Dentinario, Control y Cemento y poste**, comparten parámetros estadísticos, con valores promedio menores.

Los grupos **Perno Colado y Poste Anatómico** conforman otro subconjunto homogéneo, con valores medios superiores al resto. (**Tabla 7**)

Grupo	n	Subconjunto para alfa = 0,05		
		1	2	3
Ref. Dentinario	12	148,46		
Control	12	157,03		
Cemento y Poste	12	209,83	209,83	
Poste Anatómico	12		265,46	265,46
Perno Colado	12			309,68
Sig. (p-valor)		0,221	0,312	0,543

Tabla 7- Test de subconjuntos de Tukey.

ESTUDIO 2: DETERMINACIÓN DE LA INTERFAZ RESPONSABLE DEL FALLO.

La observación de las imágenes de los postes con lupa nos permitió determinar cuál de ellos presentó sobre su superficie adherido cemento, resina de composite fotopolimerizable o dual. Se designó bajo el termino de cemento a estos tres materiales con la finalidad de simplificar su mención en los gráficos y tablas. Se consideró al poste removido “sin cemento” cuando existía ausencia de restos de cemento o eran menores al 1% de la superficie lateral del poste.

Al evaluar el comportamiento de la totalidad de las muestras, sin diferenciar la técnica empleada, se observa que la presencia o ausencia de restos de cemento adherido a los postes fue similar, con diferencias estadísticamente significativas en los valores porcentuales por grupo (χ^2 de Pearson: 11,333; $p = 0,023$) (**Fig. 3 y Tabla 8**).

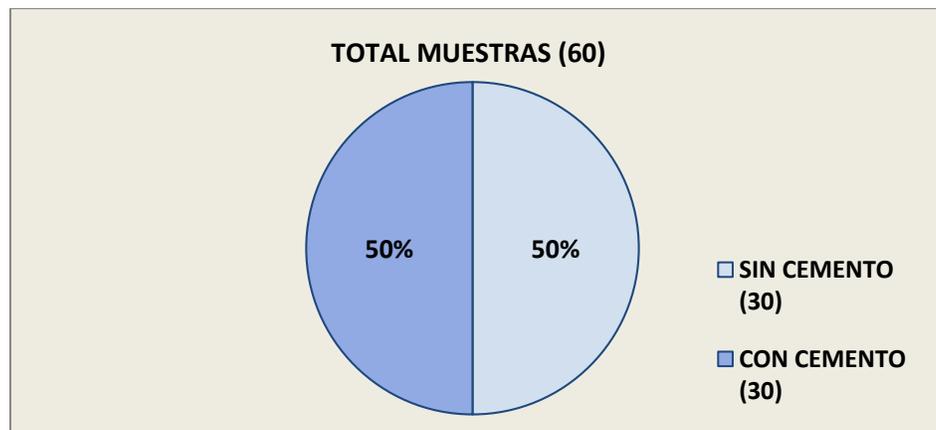


Figura 3- Relación porcentual poste con y sin cemento adherido.

Tabla de Contingencia Grupo vs Presencia de cemento adherido.		Porcentaje de cemento adherido.	
		< 1%	1% a 100%
Control	Recuento	7	5
	%	58,3%	41,7%
Perno Colado	Recuento	2	10
	%	16,7%	83,3%
Poste Anatómico	Recuento	8	4
	%	66,7%	33,3%
Refuerzo Dentinario	Recuento	4	8
	%	33,3%	67,7%
Cemento y Poste	Recuento	9	3
	%	75,0%	25,0%
Total	Recuento	30	30
	%	50,0%	50,0%
Chi² de Pearson: 11,333		p = 0,023	

Tabla 8- Contingencia Grupo vs Presencia de cemento adherido por grupo.

En la **Figura 4** se representa la relación de poste con y sin cemento adherido, presentando los mayores porcentajes de cemento adherido el grupo **Perno Colado**(83,3%), seguido por los grupos **Refuerzo Dentinario** (66,7%), **Control** (41,7%), **Poste Anatómico** (33,3%) y finalmente el grupo que menor cantidad de postes con cemento presentó fue **Cemento y Poste** (25%).

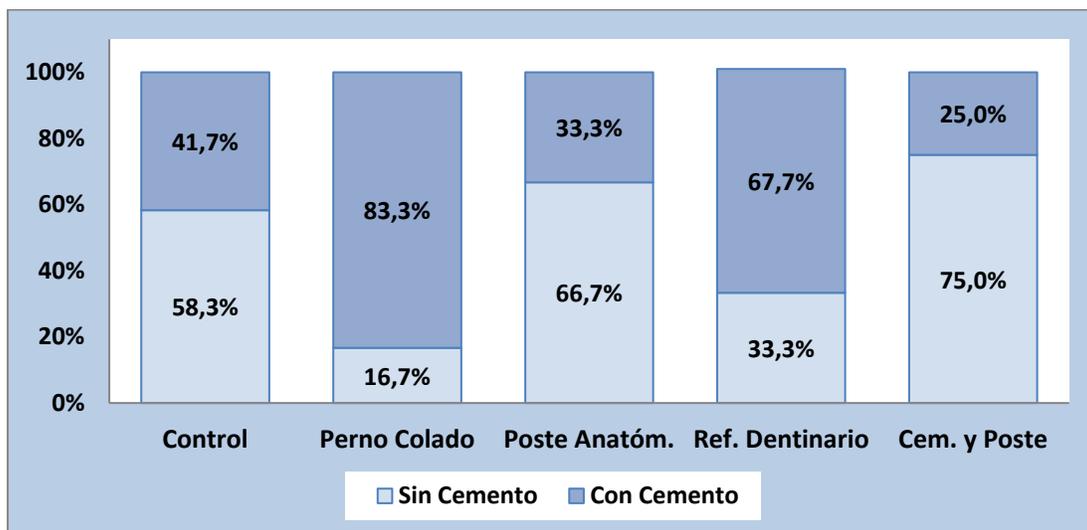


Figura 4- Relación porcentual poste con y sin cemento adherido.

El grupo **Perno Colado** evidencia una superficie irregular y porosa con importantes cantidades de cemento adherido. (Fig. 5-6)

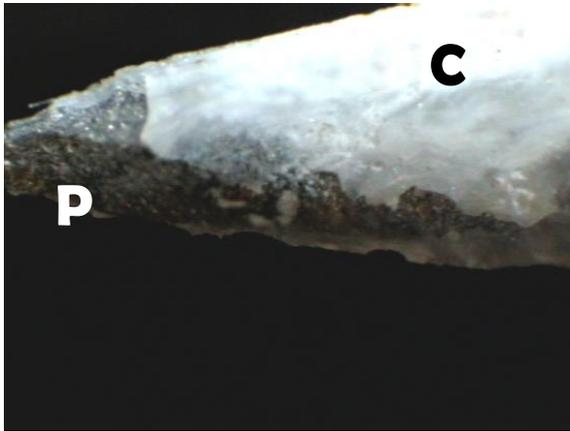


Fig. 5

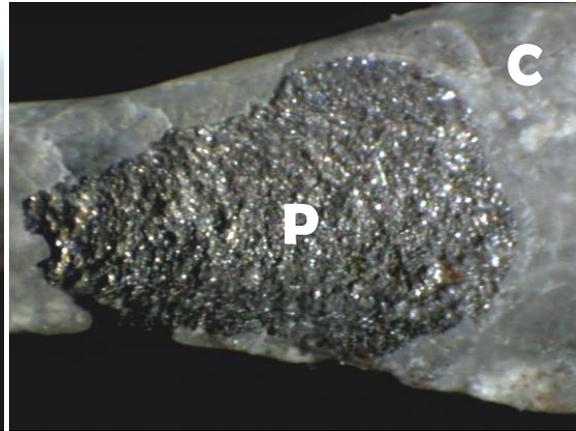


Fig. 6

Fig. 5 y 6. Perno Colado: (C) cemento – (P) poste

En el resto de los grupos, por el contrario se pudo observar una superficie menos irregular y porosa, con menores cantidades de cemento adherido. (Fig. 7 a 14)

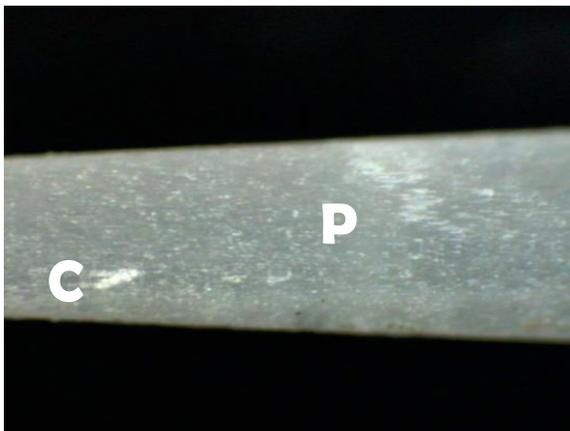


Fig. 7

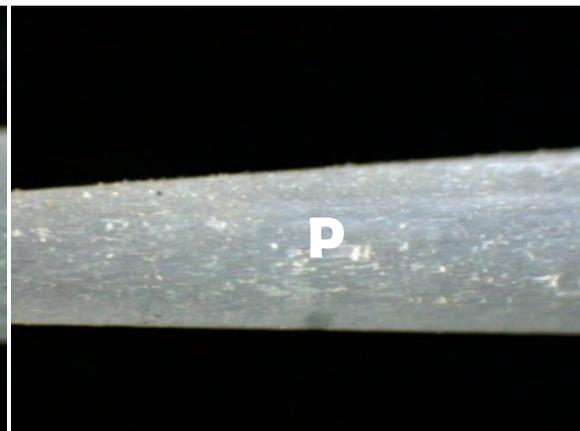


Fig. 8

Fig. 7-8. Poste Anatómico: (C) cemento – (P) poste

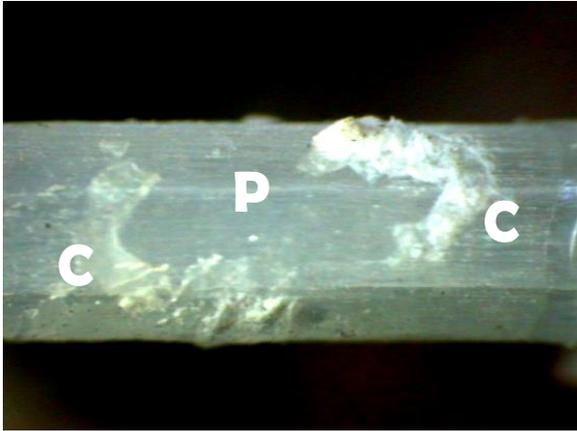


Fig. 9

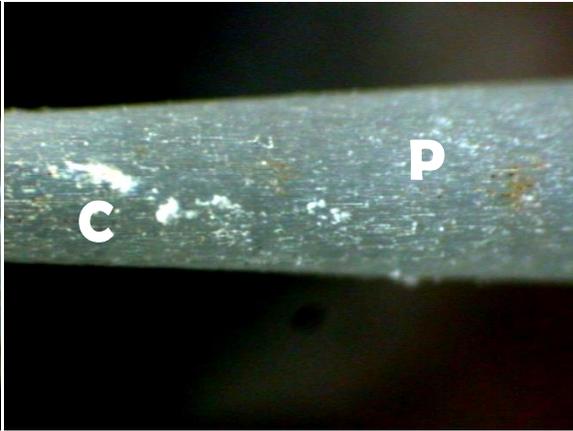


Fig. 10

Fig. 9-10. Poste y Cemento: (C) cemento – (P) poste



Fig. 11

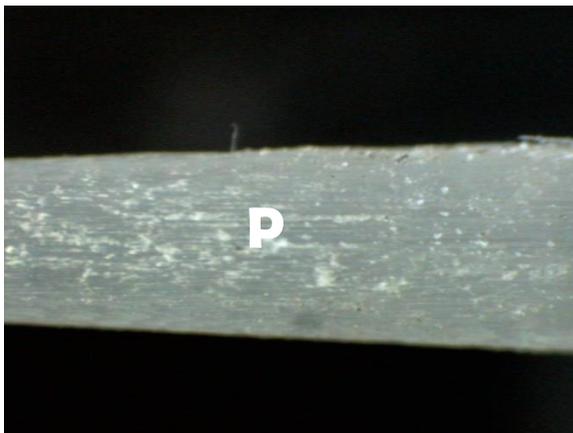


Fig. 12

Fig. 11-12. Ref. Dentinario: (C) cemento – (P) poste

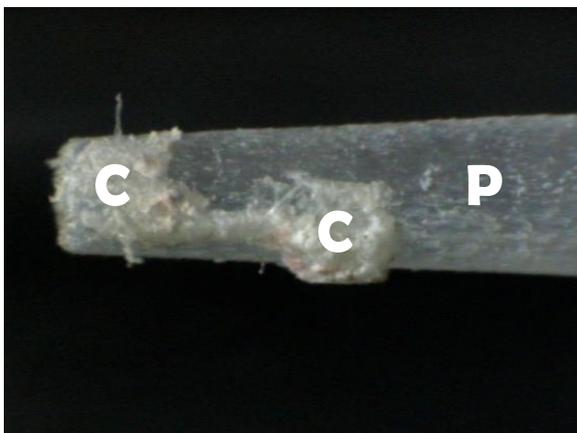


Fig. 13

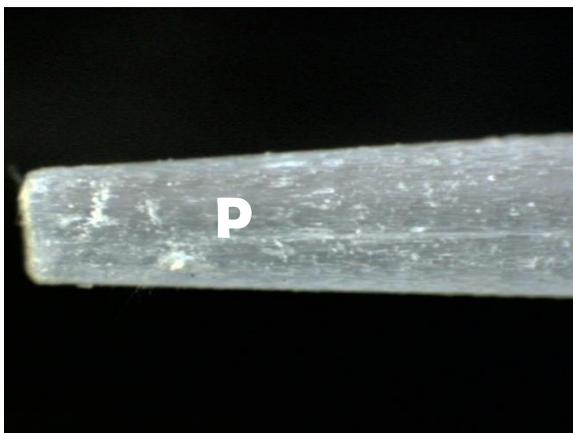


Fig. 14

Fig. 13-14. Control. (C) cemento – (P) poste

Al contraste estadístico de las muestras con y sin presencia de cemento adherido y los valores medios de fuerza, se observa que no existieron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) (**Tabla 9**)

Grupo	Restos adheridos	n	Media	Desviación estándar	Test M-W (p-valor)
Control	No	7	150,3	56,4	0,530
	Sí	5	166,4	52,5	
Perno Colado	No	2	318,1	17,2	0,758
	Sí	10	308,0	100,6	
Poste Anatómico	No	8	252,1	68,4	0,461
	Sí	4	292,2	93,0	
Refuerzo Dentinario	No	4	149,6	67,1	0,933
	Sí	8	147,9	76,6	
Cemento y Poste	No	9	195,2	47,0	0,282
	Sí	3	253,7	60,8	
Total	No	30	202,0	74,4	0,249
	Sí	30	234,2	106,4	

Tabla 9- Fuerza máxima según grupo experimental y presencia cemento adherido. Contraste estadístico (test de Mann-Whitney).

Determinación de los porcentajes de cemento adherido a la superficie de los postes por grupo

Mediante las imágenes digitalizadas de los postes removidos, se realizó la medición de las áreas de cemento y estos valores se relacionaron porcentualmente con la superficie lateral total. A partir de esto se pudo analizar el comportamiento de las muestras por grupo.

Los valores porcentuales de cada una de las muestras, fueron analizados, obteniendo datos descriptivos del comportamiento de cada uno de los grupos. (Tabla 10 y Fig.15).

Grupo	n	Media	D. Estándar	Mínimo	Máximo
PernoColado	12	50,0	33,1	0,0	100,0
Poste Anatómico	12	19,0	27,5	0,0	90,0
Cemento y Poste	12	9,6	22,7	0,0	99,0
Refuerzo Dentinario	12	18,4	25,4	0,0	70,0
Control	12	12,0	20,7	0,0	99,0

Tabla 10- Porcentajes de superficie de poste con cemento adherido según grupo experimental.

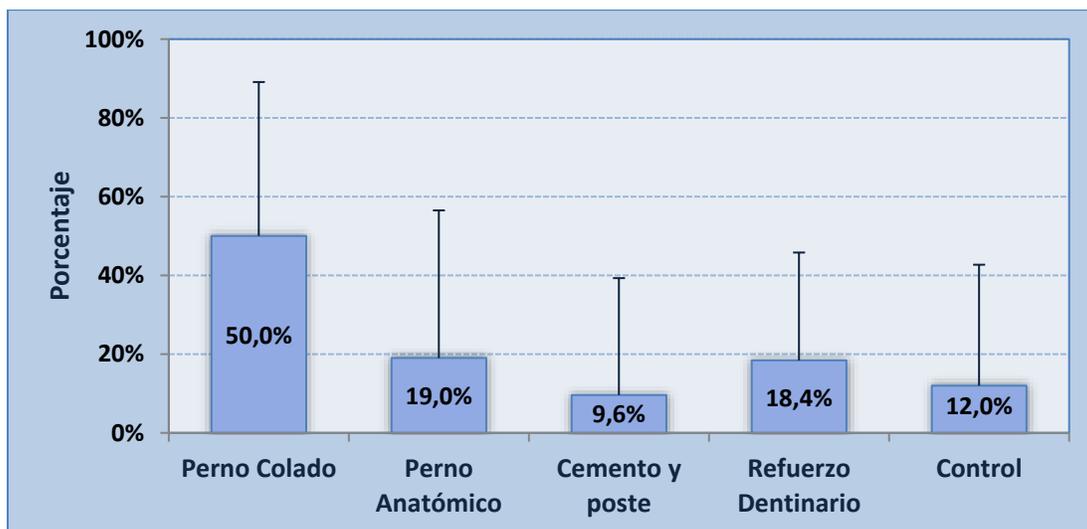


Figura 15- Superficie de perno con cemento adherido: Media porcentual y desviación estándar (DE) según Grupo.

Se contrastaron los porcentajes de cemento adherido al poste según grupo mediante ANOVA de un factor y prueba *post hoc* (Duncan), resultando únicamente significativas las diferencias entre el grupo **Perno Colado** respecto a los demás grupos ($p < 0,05$). (Tabla 11)

Grupo	n	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
Control	12	12,0	
Cemento y Poste	12	9,6	
Ref. Dentinario	12	18,4	
Poste Anatómico	12	19,0	
Perno Colado	12		50,0
Sig. (p-valor)		$p=0,658$	$p=1,000$

Tabla 11- Medias porcentuales de los grupos en subconjuntos homogéneos.

Al analizar la **Figura16** se observa que los grupos **Poste Anatómico**, **Refuerzo Dentinario**, **Cemento y Poste** y **Control**, tuvieron una importante cantidad de muestras con valores porcentuales de cemento adherido a su superficie inferior al 20%.

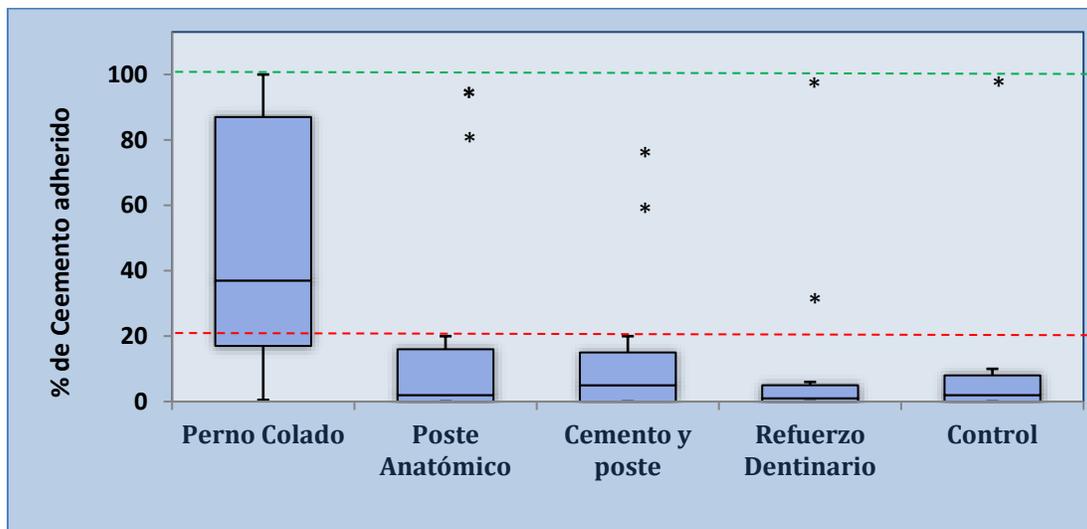


Figura 16- Superficie de perno con cemento adherido. Porcentajes según Grupo.

El grupo **Control** fue el que, con 11 muestras por debajo del 20%, obtuvo la mayor cantidad de postes con el 80% de su superficie libre de cemento adherido.

Los grupos **Poste Anatómico**, **Refuerzo Dentinario**, **Cemento** y **Postese** comportaron en forma similar entre ellos y cercana al grupo **Control**, con 10 muestras por debajo del 20% de superficie con cemento adherido.

El grupo **Perno Colado**, se diferenció del resto, en particular al considerar los casos con mayor cantidad de cemento adherido, en donde el 50% presentaron cemento adherido en más del 20% de la superficie del poste. **(Fig. 17)**

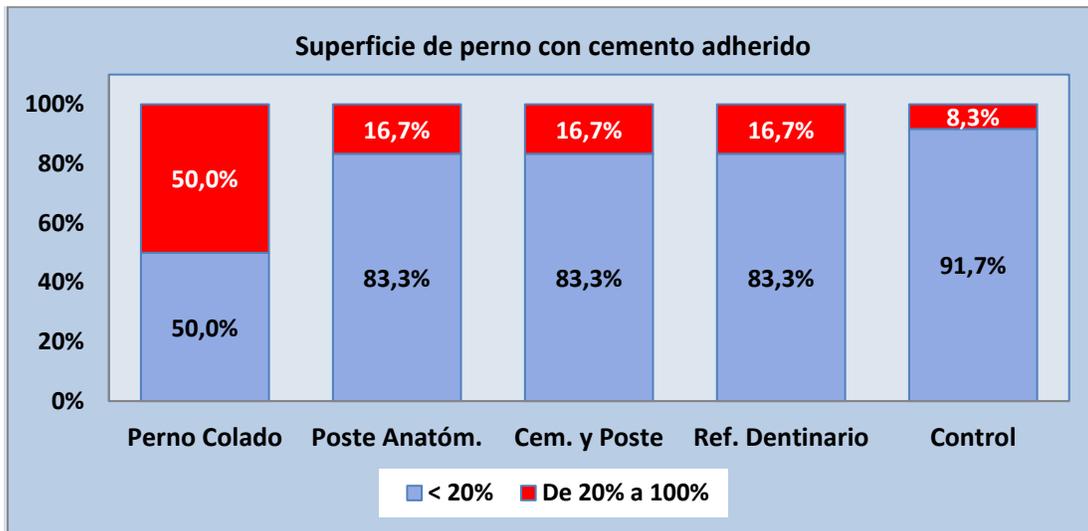


Figura 17- Superficie de perno con cemento adherido: Porcentajes de categorías según Grupo.

Estos resultados indican una importante cantidad de muestras con ausencia o valores bajos (menores al 20%) de cemento adherido y por lo tanto con el 80% de su superficie libre de cemento, evidenciando que la falla se produjo fundamentalmente en la interfaz cemento-poste. **(Fig. 18)**

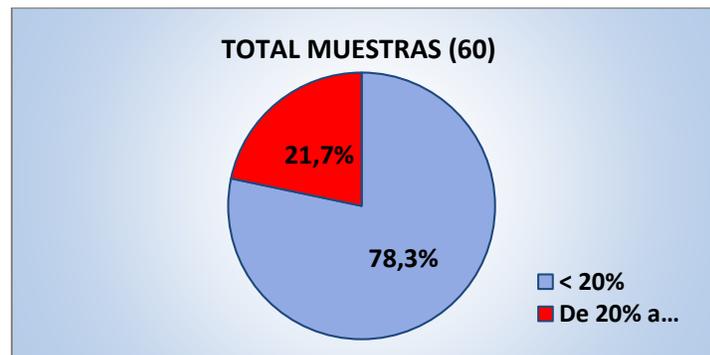


Figura 18- Relación porcentual cemento adherido/superficie.

Correlación entre Fuerza máxima y porcentaje de cemento adherido al poste

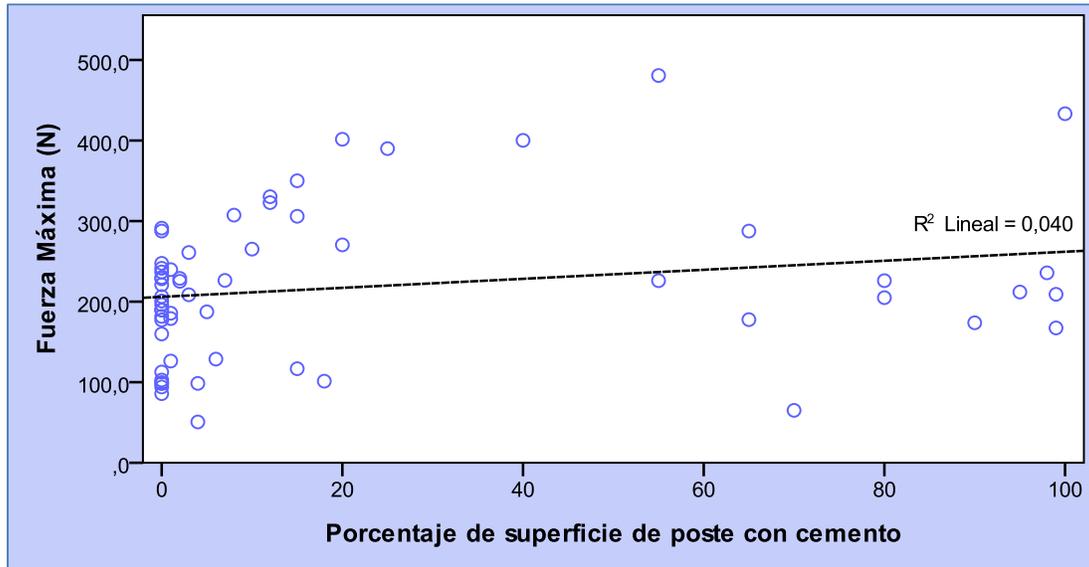


Fig. 19- Diagrama de dispersión: Fuerza Máxima vs Porcentaje de cemento adherido.

En términos generales, se aprecia una correlación directa entre la fuerza y el porcentaje de restos de cemento adherido al poste (correlación de Pearson: valor=0,272; $p=0,035$; $p<0,05$), aunque con mucha dispersión en particular en términos de porcentajes, en donde los rangos abarcaron toda la escala.(Fig. 19)

El diagrama de dispersión de la **Figura 20**, relaciona los porcentajes de cemento adherido a los postes con la fuerza necesaria para la remoción de los mismos, observándose las distribuciones de conjuntos de valores (x, y) correspondientes a cada grupo de estudio. Las líneas de unión de cada conjunto confluyen en su centro geométrico o centroide, coincidente con las medias grupales de ambas variables (fuerza y porcentaje). Se destaca el grupo de Perno Colado, cuyo centroide se ubica por encima y a la derecha de los demás, lo cual implica más cantidad de cemento adherido y mayores fuerzas.

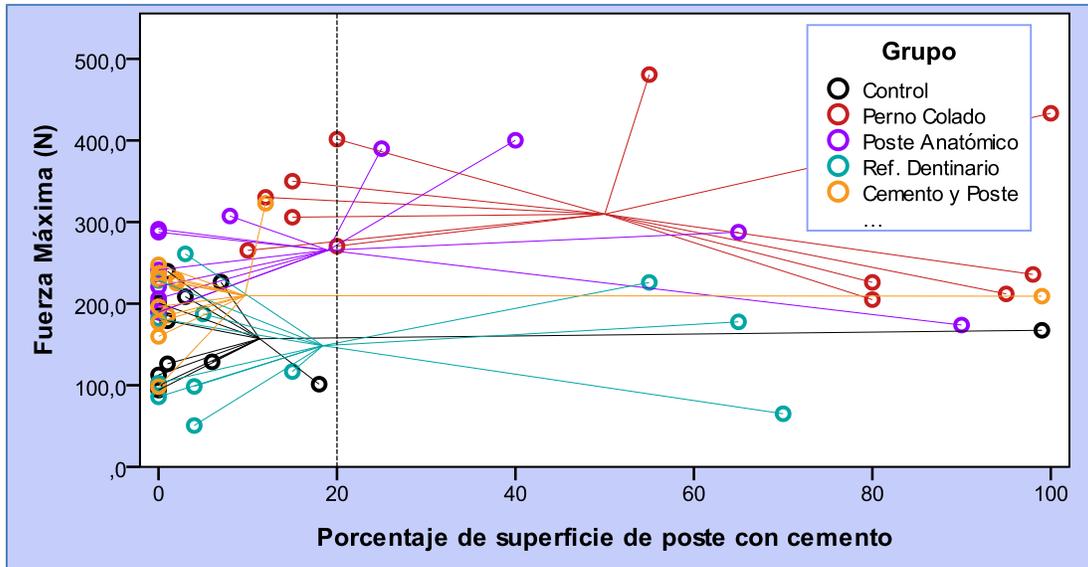


Figura 20- Diagrama de dispersión: Fuerza Máxima vs Porcentaje de cemento adherido.

ESTUDIO 3: DETERMINACIÓN DE PRESENCIA Y VOLUMEN DE RESTOS ENDODÓNTICOS. CORRELACIÓN ENTRE FUERZA MÁXIMA Y VOLUMEN DE RESTOS ENDODÓNTICOS.

Tal como puede observarse en el gráfico de dispersión, existe un denso conglomerado de valores dentro del rango 0-0,5 mm³ de restos endodónticos y una distribución mucho más dispersa a partir de los 0,5 mm³, por tal motivo se decidió considerar dos categorías, fijando como límite entre ellas el valor citado y de esta manera poder contrastar las muestras con nula o muy baja y las muestras con mayor cantidad de restos. (Fig.21)

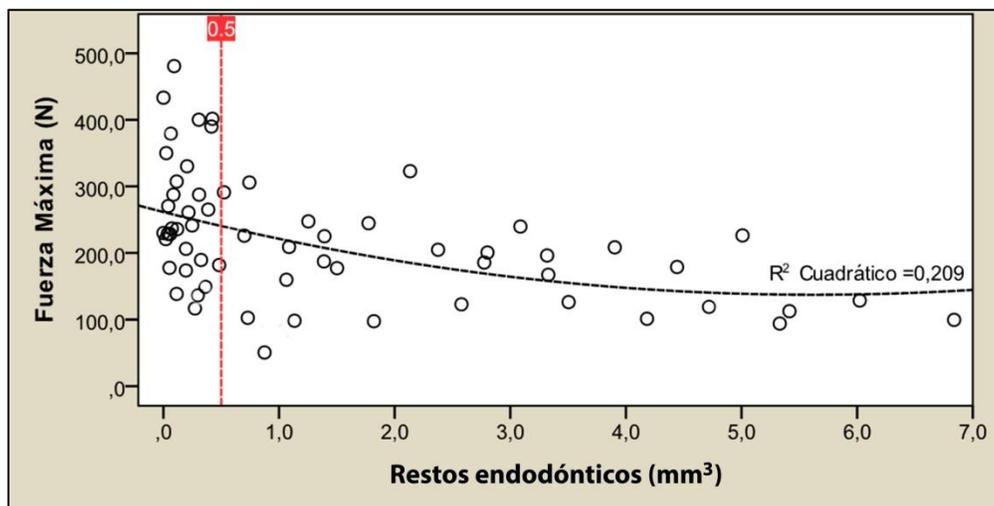


Figura 21 - Gráfico de dispersión de valores de restos endodónticos.

En la **Figura 22** se observa la presencia de restos endodónticos en el 100% de las muestras del grupo **Control**, el cual se diferenció significativamente del resto (Chi² de Pearson: p=0,001; p<0,05), en orden decreciente le siguió el grupo de **Cemento y Poste** (42%), luego los grupos **Perno Colado** (33%) y **Poste Anatómico** (33%) y finalmente el grupo **Refuerzo Dentinario** (25%).

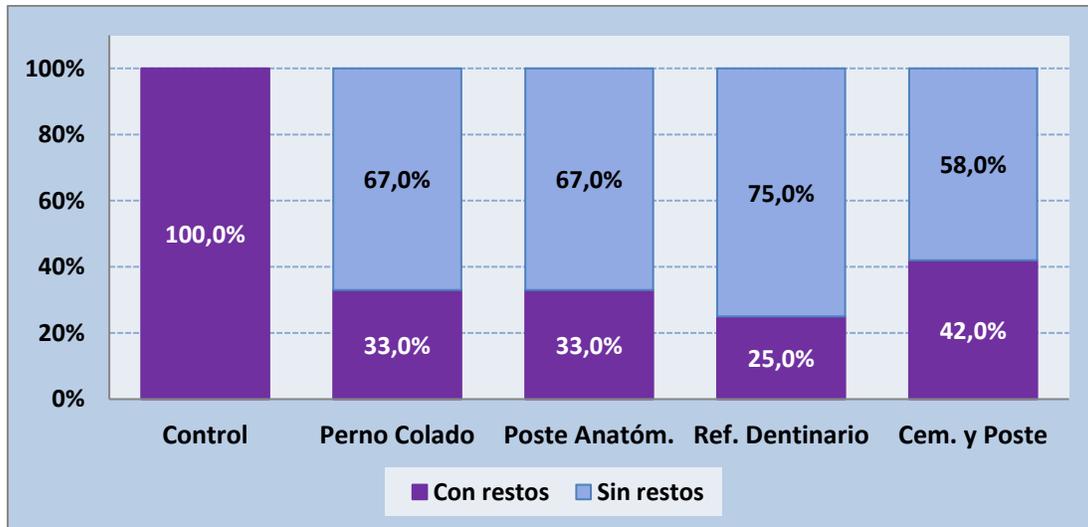


Figura 22 - Relación porcentual restos endodónticos según grupo.

En el grupo **Control** la presencia de restos endodónticos se observó en volúmenes importantes, a lo largo de toda la longitud del poste y, en tanto en el resto de los grupos se observó pequeños volúmenes, principalmente en el tercio apical de los postes, escasos en el tercio medio y prácticamente inexistentes en el tercio cervical. (Fig. 23 a 27)

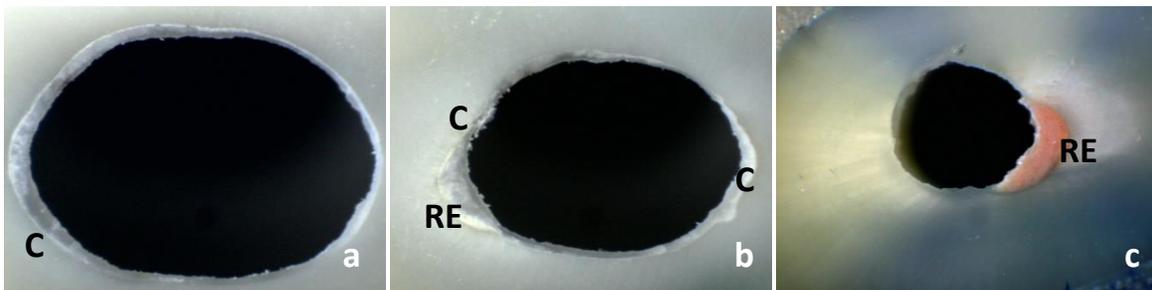


Figura 23- Perno colado: a- Cervical; b- Medio y c Apical.

(C) Cemento – (RE) Restos endodónticos.

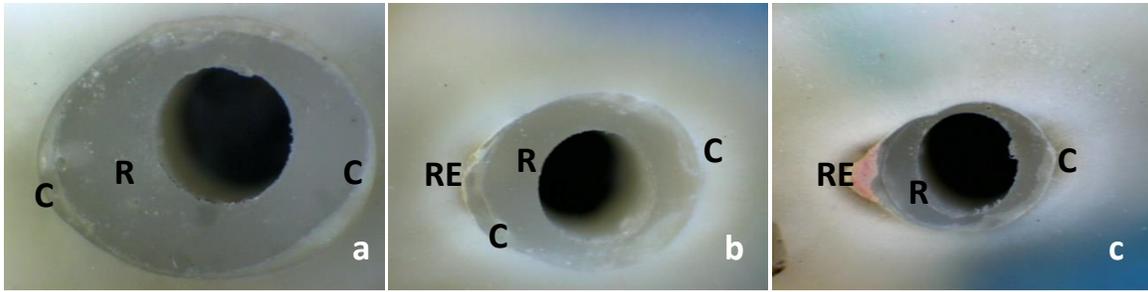


Figura 24- Poste Anatómico: a- Cervical; b- Medio y c-Apical.

(C) Cemento – (RE) Restos endodónticos – (R) Resina.

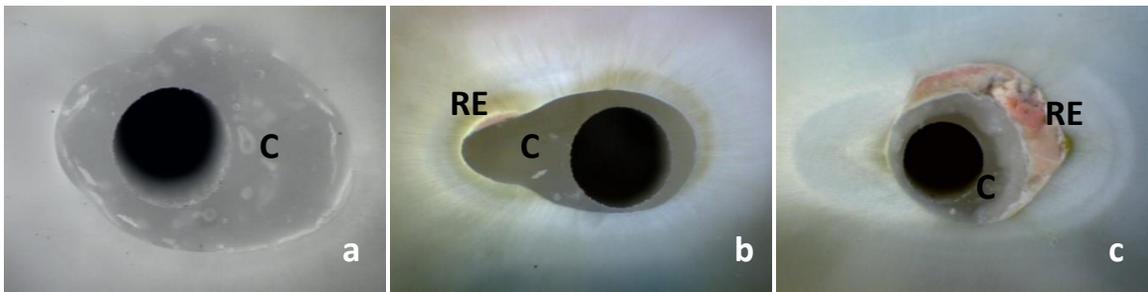


Figura 25- Cemento y Poste: a- Cervical; b- Medio y c-Apical.

(C) Cemento – (RE) Restos endodónticos.

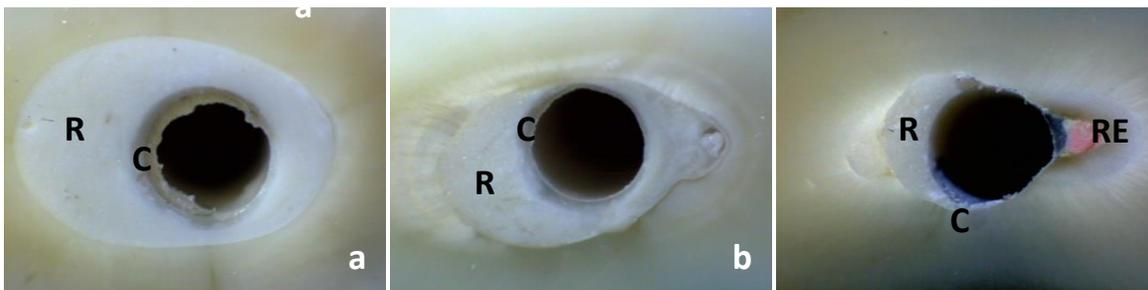


Figura 25- Refuerzo Dentinario: a- Cervical; b- Medio y c-Apical.

(C) Cemento – (RE) Restos endodónticos – (R) Resina.

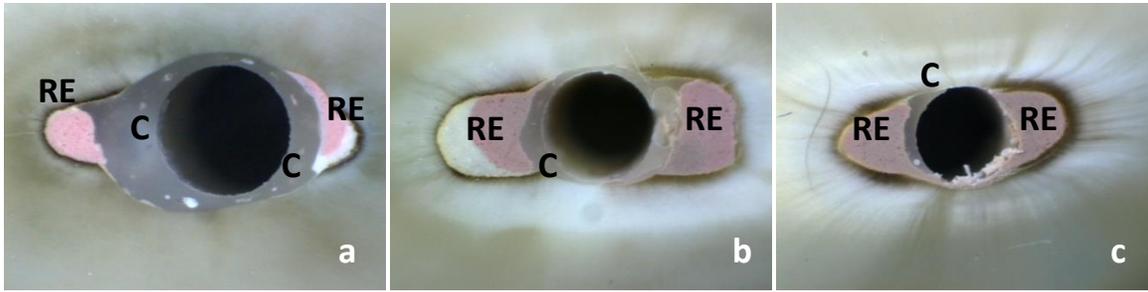


Figura 27- Control: a- Cervical; b- Medio y c- Apical.

(C) Cemento – (RE) Restos endodónticos

En la **Figura 28** se pueden apreciar los valores de fuerza de las muestras de un mismo grupo y que en los grupos **Perno Colado**, **Cemento y Poste** y **Refuerzo Dentinario** los valores de las muestras fueron superiores en aquellas que poseían nulas o muy bajas cantidades de restos endodónticos, destacándose el grupo **Perno Colado** con la mayor diferencia.

En el grupo **Control** no se pudo realizar la comparación al poseer restos endodónticos todas las muestras.

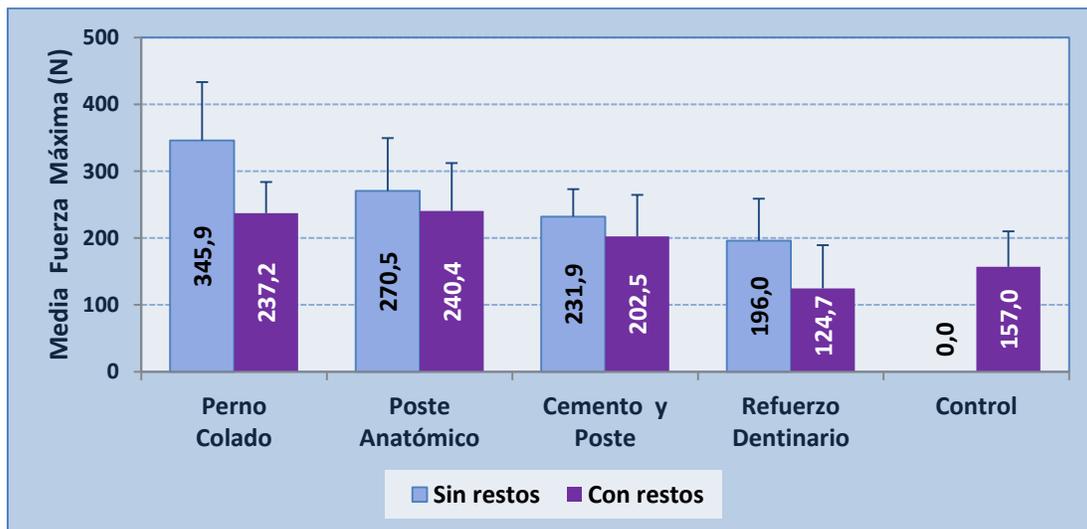


Figura 28- Media y desviación estándar de F Máx. (N) según Grupo y presencia de Restos endodónticos.

En términos generales, considerando la totalidad de las muestras, los valores de fuerza difirieron significativamente entre los casos con nula o muy baja y con mayor cantidad de restos endodónticos ($p < 0,05$) (**Tabla 12**).

Grupo	Restos endodónticos	Fuerza (N) Media	Desviación estándar	Test M-W (<i>p</i> -valor)
Total	No	278,06	89,57	<i>p=0,001</i>
	Sí	175,26	68,05	

Tabla 12- Fuerza máxima según presencia de restos endodónticos.
Contraste estadístico.

Del contraste estadístico de los valores de fuerza de las muestras de cada grupo se distingue el de **Perno Colado** con diferencias significativas entre ellos ($p = 0,028$).

Los grupos **Poste Anatómico** ($p = 0,909$), **Refuerzo Dentinario** ($p = 0,109$) y **Cemento y Poste** ($p = 0,209$), no tuvieron diferencias significativas.

En el grupo **Control**, que siempre registró cantidades significativas de restos endodónticos, no fue viable realizar un contraste. (**Tabla 13**).

Grupo	Restos endodónticos	Fuerza (N) Media	Desviación estándar	Test M-W (<i>p</i> -valor)
Perno Colado	No	345,91	87,42	<i>p=0,028</i>
	Sí	237,21	46,66	
Poste Anatómico	No	270,47	79,14	<i>p=0,909</i>
	Sí	240,41	71,86	
Cemento y Poste	No	231,91	41,27	<i>p=0,209</i>
	Sí	202,47	61,99	
Refuerzo Dentinario	No	195,95	62,95	<i>p=0,109</i>
	Sí	124,72	64,54	
Control	No			-
	Sí	157,03	53,00	

Tabla 13- Fuerza máxima según grupo experimental y presencia de restos endodónticos.

Los porcentajes de muestras con presencia de restos endodónticos fueron similares en todos los grupos experimentales, sin diferencias significativas entre ellos (Pruebas de χ^2 de Pearson: $p > 0,05$), pero sí se verificaron diferencias significativas respecto a la distribuciones de valores de fuerza para la remoción de los postes, tanto en términos generales (Test M-W; $p = 0,001$) como en particular únicamente al considerar el grupo de perno colado (Test M-W; $p = 0,028$).

ESTUDIO 4: CORRELACIÓN ENTRE FUERZA MÁXIMA Y SUPERFICIE LATERAL DEL POSTE.

Se verificó una correlación significativa entre la fuerza máxima de remoción de postes y el área lateral de los mismos (correlación de Pearson: valor=0,555; $p=4,1 \times 10^{-6}$; $p < 0,05$). A mayor área lateral mayor la fuerza requerida para extraer el poste.

Los valores de superficie lateral más altos (mayores a 30 mm^2), corresponden al grupo de Perno colado y el conglomerado de puntos situados a la izquierda del diagrama de dispersión corresponden a los cuatro grupos restantes. El determinante R^2 expresado en la figura 29, indica el grado de ajuste de regresión lineal de ambas variables. (Fig.29)

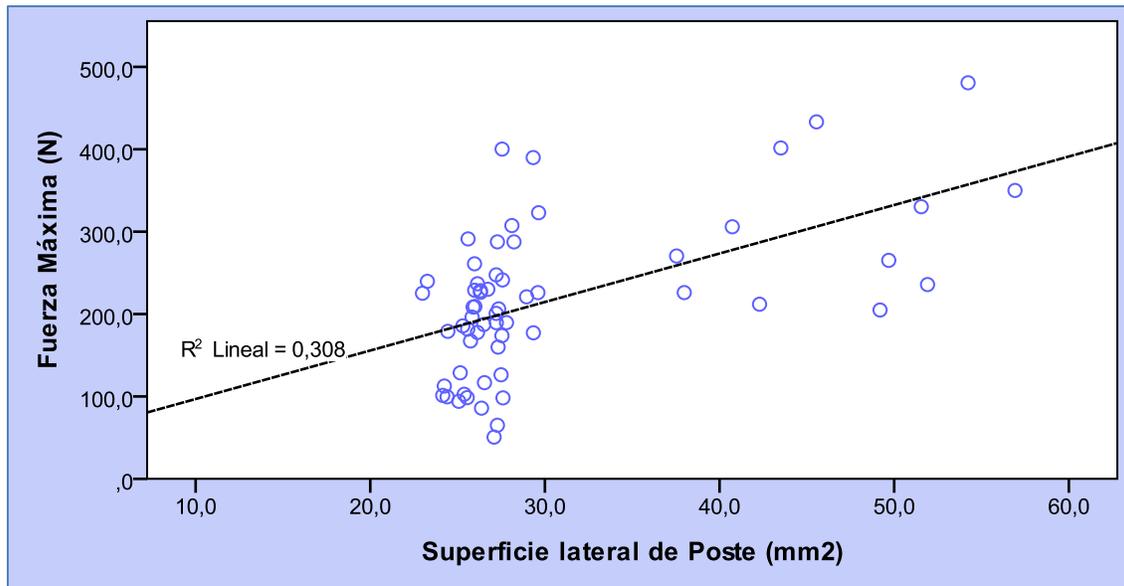


Figura 29- Diagrama de dispersión: Fuerza máxima vs Superficie lateral de poste.

Superficie lateral de los postes según grupo

En el diagrama de cajas de la **Figura 30** se observan de manera esquemática, las distribuciones de los valores de superficie lateral de los postes según grupos.

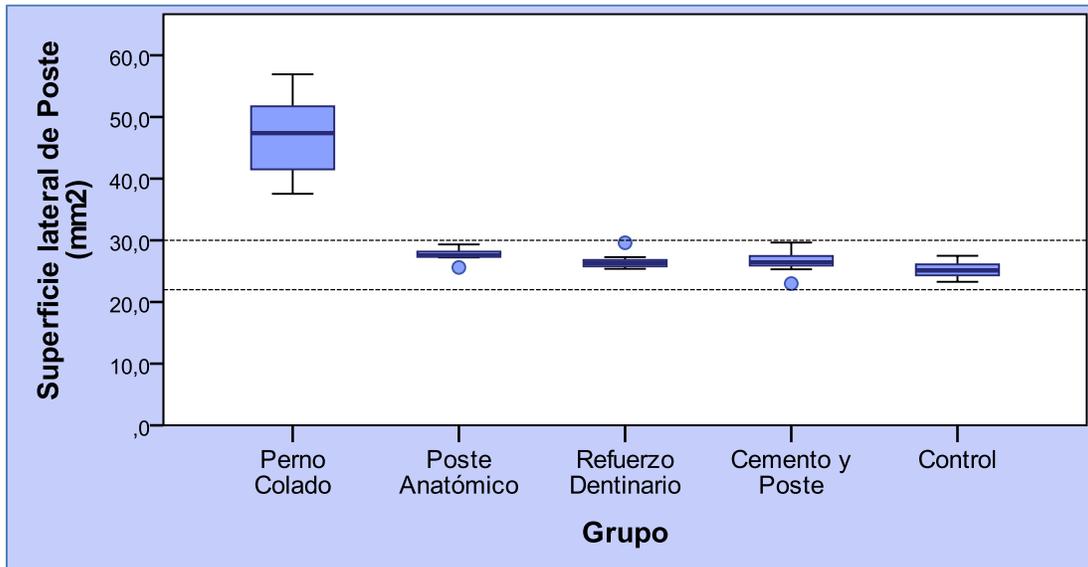


Figura 30- Superficie lateral de postes según grupo.

Con excepción del grupo Perno Colado, los valores de superficies de los demás grupos fueron muy parecidos y con poca dispersión, dentro de un rango acotado (23-30mm²). (Tabla 14)

Grupo	n	Media	D. Estándar	Mínimo	Máximo
Control	12	25,3	1,3	23,3	27,5
Perno Colado	12	46,8	6,4	37,5	56,9
Poste Anatómico	12	27,7	0,9	25,6	29,3
Ref. Dentinario	12	26,5	1,1	25,4	29,6
Cemento y Poste	12	26,7	1,8	23,0	29,6
Total	60	30,6	8,7	23,0	56,9

Tabla 14-Superficie lateral de postes según grupo: Recuento de casos (n); Media; Desviación estándar; Mínimo y Máximo. Valores expresados en mm².



De acuerdo a lo visto hasta el momento en los estudios realizados, y con la finalidad de determinar el grado de influencia que los diferentes factores evaluados tienen sobre la resistencia a la remoción de los postes o “fuerza máxima”, se aplicó un modelo de análisis estadístico que incluyó a todos los factores (modelo lineal generalizado).

Variable dependiente: **Fuerza Máxima** (N)

Origen de los efectos / Predictores: *Grupo, Volumen de restos endodónticos, Porcentaje de cemento adherido al poste y Superficie lateral del poste.*(**Tabla 15**)

Origen de los efectos	Mayor fuerza	Chi ² de Wald	Sig. (p-valor)
Grupo	Perno colado	19,225	0,001
Volumen de restos endodónticos	< Volumen de restos	6,027	0,014
Superficie lateral del poste	>Superficie lateral	2,530	0,115
Porcentaje de cemento adherido al poste	> % de restos adheridos	0209	0,648

Tabla 15-Contraste de los efectos del modelo: Origen del efecto o factor; Tipo de asociación a mayor fuerza; Estadístico de contraste (Chi² de Wald) y nivel de significación estadística (p-valor).

Se complementó el análisis con un modelo de regresión lineal automatizado para detallar la relevancia de los predictores. (**Fig.31**)

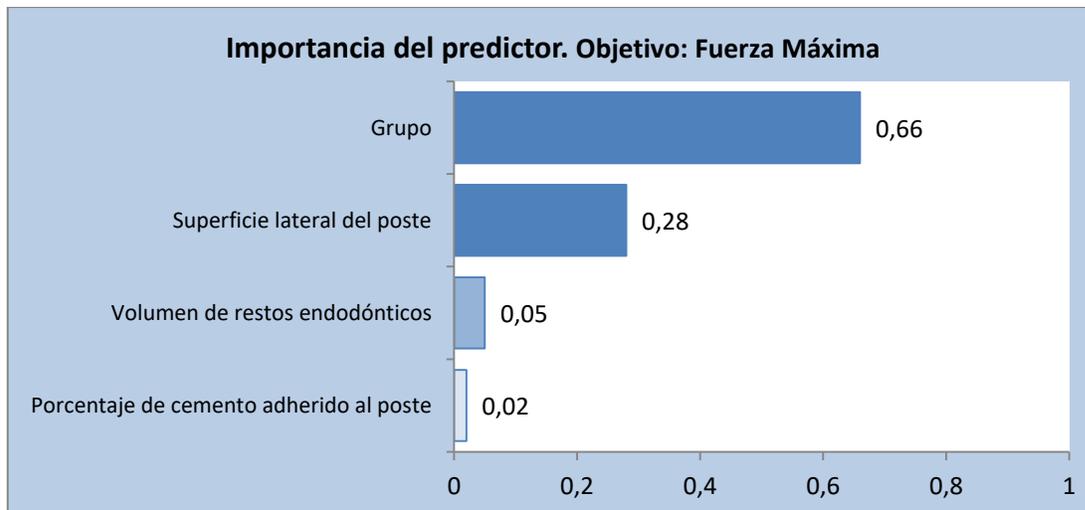


Figura 31- Importancia de los predictores.

Al analizar los resultados la **Tabla 15** (significatividad) y la **Figura 35** (importancia del predictor), se puede observar que en ambas el factor Grupo fue el más relevante, sin embargo, en la **Tabla 15**, el factor Volumen de restos endodónticos es más significativo que Superficie lateral del poste, orden que se invierte en la **Figura 35**; esto sucede porque en el análisis de significación se evalúa el poder explicativo de cada fuente de los efectos (factores) respecto a la variabilidad de la fuerza máxima y la figura de importancia del predictor evalúa otros aspectos estadísticos que tienen en cuenta la influencia de valores atípicos y extremos.

DISCUSIÓN

La rehabilitación de piezas dentales tratadas endodónticamente, es compleja, por la incidencia de diversos factores, tanto biológicos, como anatómicos y biomecánicos.

Al momento de seleccionar un sistema de postes intrarradiculares es importante entender que el principal motivo de su uso es brindar retención y soporte al material del núcleo coronario que recibirá la restauración coronaria total, cuando el remanente sea insuficiente y no es reforzar el elemento. (Bertoldi Hepburn. 2002; Naumann M y col. 2012)

Los sistemas de postes preformados orgánicos presentan verdaderas ventajas clínicas a la hora de rehabilitar una pieza tratada endodónticamente y son considerados la mejor opción para la rehabilitación de elementos desvitalizados con importante pérdida de tejido coronario. (Toksavul y col.2005. Al-Omiri y col.2010)

Estas ventajas, al compararlos con los postes preformados metálicos o cerámicos y a los metálicos colados, radican fundamentalmente en que los postes de resina reforzados con fibras tienen módulos de elasticidad cercanos o similares a la dentina, lo cual les brinda un comportamiento biomecánico compatible con ella, logrando mejor transmisión a las paredes radiculares de las fuerzas funcionales a las que es sometido el elemento. (Scotti y col. 2004) También permiten lograr mejores resultados estéticos, debido a que combinados con rehabilitaciones coronarias libres de metal, se obtiene mayor translucidez, similar al elemento natural y ello da una mayor naturalidad a las prótesis dentales fijas.

Otra propiedad de los postes de base orgánica, es que la adhesión lograda a dentina y al poste, mediante la utilización de sistemas adhesivos y cementos de resina, permite la conformación de un monobloque, funcionando como una unidad biomecánica y logrando una correcta distribución de las cargas a las que es sometido el diente. (Zicari y col. 2008)

No podemos dejar de mencionar, que independientemente de la naturaleza orgánica de estos postes, la técnica de preparación del remanente dentario, es mucho más conservadora, eliminando solo tejido patológico, preservando mayor cantidad de estructura dentaria y por lo tanto brindando mayor resistencia al elemento.(Scotti y col. 2004)

Schmitter y col en un estudio prospectivo a 5 años, determino una tasa de supervivencia del 71,8% para dientes restaurados con postes de fibra de vidrio, significativamente superior al

50,0% de los postes metálicos, quienes tuvieron los fracasos más desfavorables, como fracturas radiculares y en consecuencia más dientes extraídos. (Schmitter y col. 2011)

Zhou y cols. realizaron un estudio mediante meta-análisis comparando la tasa éxito entre los postes de metal colado y postes de resina reforzados con fibras, concluyendo que las mayores tasas de éxito se logran con la utilización de postes de fibra en la rehabilitación del diente tratado endodónticamente. (Zhou y col. 2012)

Otro factor a considerar es la dirección de las fuerzas de la masticación, que es un elemento que diferencia los dientes según su posición en la arcada. (Bitter y col. 2007)

Durante los movimientos funcionales de la masticación, los elementos anteriores reciben cargas funcionales oblicuas de dirección corono apical, y los posteriores axiales a su eje longitudinal, de mayor magnitud y también de dirección corono apical. (Tang y col. 2010)

Naumann y col. (2008) evaluaron la supervivencia de restauraciones con 149 postes de fibra de vidrio, en 121 pacientes a 5 años, observando que los elementos anteriores presentaron tasas de fracaso más altas que los elementos posteriores, adjudicando esto a que en el sector anterior las fuerzas son mucho más transversales que en sector posterior, donde son mas axiales.

Robbins (1990) considera a los premolares como una excepción, porque a pesar de conformar el grupo de dientes posteriores, por su ubicación en la arcada, se encuentran sometidos a fuerzas transversales y compresivas o axiales.

A pesar de todo lo mencionado anteriormente, existen situaciones clínicas que son consideradas contraindicaciones, condicionado la utilización de estos sistemas de postes a la cantidad y calidad del remanente coronario y a la anatomía y volumen del conducto radicular. (Aurélío y col. 2015; McInnes y col. 2016)

En cuanto a la cantidad y calidad del remanente coronario, existe un consenso en la bibliografía, que es necesario un efecto ferrule de 1,5 a 2 mm de tejido con soporte, con continuidad en todo el contorno, para lograr una correcta distribución de las cargas y lograr de esta manera, una adecuada resistencia a la fractura. ((Dikbas y col. 2007; Ma y col. 2009, Lima y col. 2010, Jotkowitz y col. 2010)

Refiriéndonos a la anatomía y volumen del conducto radicular, podemos mencionar, que en conductos amplios, ovoides, retratados o inmaduros, la desadaptación de los postes preformados y generación de espesores importantes de cemento, afectan negativamente la

retención y adhesión de los postes dentro de los conductos. Esto es adjudicado a la ausencia de retención mecánica por fricción entre el poste y las paredes del conducto (Goracci y col. 2005; Standlee y col. 1978), al aumento de la contracción de polimerización por el mayor volumen de resina y a un muy desfavorable factor de configuración cavitaria. (Tay y col. 2005; Cedillo. 2010; Bertoldi Hepburn. 2005; Cury y col. 2006; Ceballos y col. 2007)

El presente trabajo analiza la resistencia a la tracción de postes de fibra, cementados en conductos amplios y no circulares, mediante diferentes técnicas, propuestas con la finalidad de subsanar esta contraindicación, ya que existe evidencia que la ruptura de la adhesión o descementado es la forma de fallo supera ampliamente a la fractura, atribuyéndosele un 70% de los fracasos. (Schwartz y col. 2004. Barfeie y col. 2015; Frydman y col. 2013)

Rasimick y col. (2010) realizaron una revisión sistemática para determinar los modos de fallo clínicos para restauraciones poste/ núcleo / corona, cementadas con cementos a base de resina, y obtienen como resultado que 15 estudios cumplieron los criterios de inclusión, determinados por ellos, y reportaron un total de 187 fracasos de 3046 restauraciones, la conclusión a la que arribaron es que la pérdida de la retención sigue siendo el modo principal de fallo.

La realización de un poste adaptado a las paredes del conducto confeccionado en metal y obtenido por colado, es la solución clásica a esta situación desfavorable, a pesar de su escasa estética, excesiva pérdida de tejido coronario y a su deficiente comportamiento biomecánico. (Bertoldi Hepburn. 2002; Schwartz y col. 2004)

Las soluciones propuestas en la literatura, con la utilización de postes de base orgánica, son dos técnicas, denominadas como Poste o Perno Anatómico y Refuerzo de Paredes Dentinarias.

Al analizar la información presente en la bibliografía, observamos una considerable cantidad de estudios “In Vitro” que evalúan las propiedades mecánicas y analizan las formas de fallo de la rehabilitación con postes orgánicos, y en menor cantidad estudios clínicos.

En un estudio clínico retrospectivo de Ferrari y col. (2000), evaluaron el fracaso de 1304 postes de fibra, adheridos con 4 cementos distintos, determinando una tasa de fracaso de

3,2% a 6 años, es decir 42 casos de los cuales 25 fueron por descementado al quitar los provisorios.

Malferrari y col. (2003) determinaron el índice y modo de fracaso de 180 postes, luego de 30 meses de uso clínico, determinando que el 1,7 de las muestras fracasaron y que esto ocurrió por desprendimiento del poste al retirar la prótesis provisoria.

Montichelli y col. (2003) evaluaron el comportamiento clínico de 225 postes de fibra translúcidos luego 30 meses, obteniendo como resultado 8 postes descementados, 6 complicaciones endodónticas y ninguna fractura del poste y/o raíz, concluyendo que la causa más frecuente de fracaso es el desprendimiento del poste en el momento del retiro del provisorio por falla en la interface adhesiva entre el cemento y la dentina.

A partir de los resultados de las investigaciones mencionadas surge que el fallo adhesivo/retentivo de los postes se produce, en la mayoría de los casos, en el momento de retiro de provisionales. El tiempo de uso de dichos provisionales, fue el de una secuencia clínica estándar, es decir, un corto período de uso y por lo tanto la cantidad de ciclos de carga y variaciones térmicas limitados. Esto indica que los fallos son a consecuencia de una deficiente adhesión/retención inicial y que la fuerza aplicada al momento del descementado tenía la misma dirección que la aplicada en este estudio (axial y de apical a coronal), lo que podría validar los resultados obtenidos en este trabajo *in vitro*.

La selección de 1° y 2° premolares inferiores, se fundamenta en la anatomía de sus conductos. Visser y cols.(1981), afirman, que en una sección transversal a nivel cervical, los conductos son ovoides, con su diámetro mayor en sentido vestíbulo-lingual. destacando que esta forma se da generalmente en los tercios cervical y medio de la raíz. (Cleghorn y col. 2007)

Debido a la anatomía descripta, al ser instrumentados durante las técnicas endodónticas, la posterior rectificación para la colocación de postes y la eliminación de materiales endodónticos de sus paredes, se generan conductos amplios con una importante desadaptación de forma y tamaño con los postes preformados.

En esta investigación la preparación del conducto radicular y cementado del poste fue realizado entre las 24hrs y los 14 días de la realización del tratamiento endodóntico, coincidiendo con Vano y cols. (2008) quienes estudiaron la preparación del conducto radicular y cementación de postes de fibra, en forma inmediata, a las 24hrs y a 1 semana

de la realización del tratamiento endodóntico, obteniendo como resultado que los valores de resistencia adhesiva obtenidos en las muestras donde se realizó la cementación inmediata, fueron significativamente menores ($p < 0,05$), además la observación mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), reveló una mayor presencia de restos de sellador en las paredes de los conductos cuando fueron cementados inmediatamente.

En la presente investigación, los ensayos de tracción arrojaron como resultado que los mayores valores de fuerza correspondieron a los grupos **Perno Colado** (M-309,68N) y **Poste Anatómico** (M-265,46N), y los valores más bajos a los grupos **Control** (M-157,3N) y **Refuerzo Dentinario** (M-148,46N). El grupo **Cemento y Poste** (M-209,8N), tuvo valores intermedios.

Los mejores resultados obtenidos por el grupo **Perno Colado** (M-309,68N) y **Poste Anatómico** (M-265,46N), con diferencia significativa con el grupo **Control** (M-157,3N) se atribuye a que estas técnicas reproducen la anatomía de los conductos y concuerda con los estudios de autores como Goracci y col.(2005a) y Faria-E-Silva y cols. (2009) quienes adjudican este hecho a que se optimiza la fricción entre las paredes de los postes y el conducto, permitiendo un mínimo espesor de cemento, disminuyendo la posibilidad de generar burbujas o vacíos, que debilitan al material y reducen la superficie adherida.

Refiriéndonos específicamente a los resultados del grupo **Perno Colado**, el valor medio de la fuerza necesaria para remoción de los postes del grupo, M-309,68N, coincide con los resultados de Li y cols. (2011), que realizaron un estudio para evaluar la resistencia a la tracción, en conductos con forma de embudo o acampanados, de 5 grupos experimentales, conformados siguiente manera ($n = 10$): Ni-Cr poste metálico colado, DT Light FRC post, Macro-Lock FRC post, Macro-Lock más 2 postes Fibercone FRC, y Macro-Lock más 5 postes Fibercone FRC y obtienen como resultado que el valor medio de las fuerzas más alto correspondió al grupo de postes metálicos colados, M-319,70N, con diferencia estadísticamente significativa con los grupos de postes de fibra de vidrio. ($p < 0,05$)

También coinciden con los resultados de Choudhary y col. (2014), quienes realizaron un estudio de resistencia a la tracción de postes intrarradiculares, sometiendo las muestras a ensayos con la extracción del poste completo (pull –out) y usando como unidad de medida el Newton, compararon postes preformados de fibra de vidrio (M213,39), fibra de carbono (M188,31), acero inoxidable (299,82), postes metálicos colados (M434,51) y ,

demonstraron que la resistencia a la tracción de los postes preformados fueron significativamente menores que el poste metálico colado. ($p < 0.05$)

Aquaviva S y col. (2003), llegan a la conclusión, a través una extensa revisión bibliográfica, que en conductos con una extensa preparación, un poste metálico colado será más retentivo que postes prefabricados, al adaptar íntimamente con las paredes del conducto. También recomienda como alternativa el refuerzo de la raíz con resinas de composite, para el uso de postes preformados.

Los resultados de Türker y col. (2015) , quienes realizaron un estudio que evaluó la resistencia a la tracción de postes de fibra de vidrio reforzada con composite individualizados (Interpenetrating Polymer Network-IPN post), postes de zirconio (ZR post) y postes de metal colado, cementados con un agente de cementación autoadhesiva y mediante pruebas de expulsión (push-out), obtuvieron como resultado que los postes metálicos colados mostraron la retención más alta ($p < 0,05$), adjudicando esto a las características de la superficie de estos postes, que es porosa e irregular, brindando una excelente retención mecánica a los cementos.

En los grupos **Perno Colado** y **Poste Anatómico**, la observación de las imágenes de los cortes transversales de las muestras, obtenidas con lupa, permitió observar que la distribución del cemento fue homogénea en toda la profundidad del conducto y de espesor reducido, coincidiendo con estudios como los de Grandini y col. (2005a) quienes evaluaron mediante microscopia electrónica de barrido, el espesor y la uniformidad de la capa de cemento de postes rebasados con resinas o poste anatómico y postes sin rebasar o técnica estándar, observando que la capa de cemento fue significativamente más delgada y más uniforme en el tercio cervical y medio de la raíz, cuando se realizaba la técnica de poste anatómico, a nivel del tercio apical no hubo una diferencia estadísticamente significativa, ya que se mejoró la distribución del cemento en el interior del conducto. Esto sucede debido a que su espesor disminuye de apical a cervical en forma opuesta a cuando se cementa el poste sin individualizar. Además observaron la presencia de burbujas o vacíos en la capa de cemento de ambas técnicas pero los postes sin rebasar generaban más burbujas que aquellos que fueron rebasados.

Otro factor a considerar, es que durante la técnica de cementado, la adaptación de estos postes a las paredes del conducto permite estabilizar y mantener una posición inalterable

del mismo durante el procedimiento, especialmente cuando se utilizan cementos a base de resinas autopolimerizables, como los empleados en este trabajo, donde los tiempos de polimerización no pueden ser controlados como en los cementos duales. (Grandini y col. 2005a)

En cuanto al grupo **Poste Anatómico**, otro importante motivo que justifica su mejor comportamiento, en relación a los grupos con postes orgánicos, es que la polimerización de la resina del rebasado fue completada fuera del conducto, con importantes superficies libres, lo que reduce sustancialmente el stress de contracción en la interface poste/adhesivo/resina por una favorable modificación del factor de configuración cavitaria (Factor C), Esto coincide con Aksornmuang y col. (2011), que realizaron un trabajo evaluando la adhesión de una resina de curado dual dentro del conducto radicular con y sin colocación de un poste de fibra de vidrio transluminico, y mediante pruebas de microtracción y posterior observación del fallo mediante SEM, obtienen como resultado que la fuerza de la adhesión disminuyó drásticamente cuando se insertaron postes y concluyen que esta disminución de la fuerza adhesiva es ocasionada por el aumento del Factor C al introducir un poste.

Los resultados del grupo **Poste Anatómico**, coinciden con los obtenidos por Faria-E-Silva AL y col. (2009), que compararon la resistencia adhesiva de postes cementados en elementos de conductos amplios, confeccionados con la técnica de Poste Anatómico (P.A) o utilizando solo cemento (C). La unidad de medida fue el **MPa** y la metodología aplicada fue de push-out, por lo tanto, se evaluó la adhesión en los tercios cervical (P.A 11,83 y C 6,24), medio (P.A 11,81 y C 4,27), y apical (P.A 10,39 y C 4,46), concluyendo que la técnica de Poste Anatómico mejora la retención en todos los tercios del conducto radicular.

Los bajos valores de resistencia a la tracción obtenidos por el grupo **Control** (M-157,3N) y los valores intermedios del grupo **Cemento y Poste** (M-209,8N), pueden atribuirse principalmente a la ausencia de fricción entre el poste y las paredes del conducto, que es considerada la principal causa del desprendimiento, lo que se verá maximizado en conductos amplios, ovales o retratados.

Esta situación es bastante frecuente debido a que muchos elementos dentarios presentan conductos de forma ovoide en el tercio cervical, redonda u ovoide en el tercio medio y redonda en el tercio apical y de conicidad variable, en cambio los postes son de sección

circular y muchos de paredes paralelas y por ello es que estos no adaptan bien a lo largo de todo el conducto radicular. (Bitter y col. 2007)

Estos resultados coinciden con los de Schmage P y col. (2009) que analizaron la resistencia a la tracción de postes preformados de fibra de vidrio, cementados en conductos con preparaciones amplias y en conductos con ajuste preciso del poste, obtuvieron como resultado que los valores de resistencia, disminuyeron en los conductos de mayor extensión de la preparación.

En el grupo **Cemento y Poste**, las imágenes obtenidas con lupa permitieron observar un mayor espesor de la capa de cemento a nivel del tercio cervical y medio, reduciéndose significativamente a nivel del tercio apical.

El grupo **Control** presento similar situación pero con espesores menores.

Estos espesores considerables de resina cementante, producen un aumento del estrés en las interfaces adhesivas a causa de los mayores valores de contracción de polimerización, afectando negativamente los valores de la adhesión. (Braga. 2005)

Frydman y col. (2013) realizaron una revisión bibliográfica, concluyendo que los valores más altos de resistencia adhesiva, se logran con espesores reducidos de cemento, menores a 0,3mm de espesor.

D'Arcangelo y col. (2007a) compararon diferentes espesores de la capa de cemento y su resistencia a la tracción, obteniendo como resultado que los mayores valores de fuerza se obtuvieron con espesores de cemento entre 0,1 y 0,3mm, y que con espesores menores o mayores la resistencia adhesiva disminuye.

Egilmez y col. (2013) realizaron un estudio cuyo propósito fue evaluar el efecto de diferentes espesores de cemento sobre la resistencia adhesiva de diferentes postes, mediante la elaboración de muestras con un ensanche estandarizado en 9 mm de profundidad y 1,5 mm de ancho, en donde se cementaron postes de 1,5 y 1,2mm y los resultados alcanzados, demuestran que los valores de resistencia adhesiva se redujeron significativamente cuando la capa de cemento de resina era de mayor volumen.

Gomes y col. (2014) evaluaron el efecto del espesor del cemento de resina sobre la resistencia adhesiva y la formación de vacíos en su masa, al cementar postes de fibra adheridos a la dentina de la raíz, obteniendo como resultados una mayor resistencia adhesiva y menos formación de vacíos cuando el espesor de cemento era reducido.

Calixto y col. (2012), investigaron la retención de postes de fibra de vidrio, cementados con diferentes sistemas cementantes resinosos, mediante pruebas push-out y obtienen como resultado que independientemente el sistema cementante, siempre los menores valores de fuerza fueron observados en el tercio apical.

Esta situación es atribuida a las características de la dentina a nivel apical, con menor cantidad de túbulos dentinarios y a que técnicamente es más complejo la limpieza y acondicionamiento de la dentina en la profundidad del conducto. (Ferrari 2000a)

En nuestro estudio, los grupos **Control** y **Cemento y Poste**, presentaron el mayor volumen de cemento resinoso ubicado, principalmente, a nivel del tercio coronal y medio de la raíz y de esta manera, se afecta negativamente la fuerza adhesiva en los tercios donde es esperable los valores de resistencia adhesiva más altos.

Consideramos importante resaltar los altos porcentajes del coeficiente de variación de Pearson en todos los grupos, lo cual indica una gran dispersión de los valores de fuerza obtenidos. El grupo **Poste Anatómico** exhibió el menor porcentaje (28,5%) y el grupo de **Refuerzo Dentinario** el mayor (47,4%), en este grupo debemos destacar el comportamiento de dos muestras con valores de fuerza muy bajos (50.7 Ny 65.1 N), pero no se descartaron porque en contraste con el resto de los valores del grupo, éstos no resultaron atípicos y de no tenerse en cuenta la respuesta sería semejante al grupo **Control**. Estos altos valores de dispersión (28,5% a 47,4%) en cada uno de los grupos, nos resulto sumamente llamativo y más aún cuando se trata de ensayos *in-vitro*, donde podemos esperar un mejor control de las variables que pueden sensibilizar estas técnicas, a cuando son ejecutadas en situaciones clínicas. Estos datos coinciden con los obtenidos por Scherrer y col. (2010) que efectúa una revisión bibliográfica, evaluando los resultados de resistencia adhesiva a dentina, con la utilización de diferentes sistemas adhesivos y métodos de ensayo, obteniendo como resultado 147 referencias, observando una importante dispersión de los valores de resistencia adhesiva a dentina, con coeficientes de variación de entre el 20% y 50%. Si bien esta revisión bibliográfica analiza la adhesión a dentina coronaria es esperable similares o mayores valores de dispersión en la dentina radicular, si consideramos que el tejido dentinario a nivel del conducto presenta una diferente configuración estructural y que el acondicionamiento de su superficie es técnicamente más complejo.

El presente estudio plantea como objetivo la identificación de la interfaz responsable del fallo adhesivo, en cada uno de los grupos experimentales que conforman esta investigación. La información actual sobre la adhesión y superficie responsable del fallo adhesivo, es en muchos casos contradictoria, coincidiendo con D'Arcangelo y col. (2008), quienes informan que en muchas investigaciones evaluadas por ellos, los valores de adhesión del poste al conducto radicular obtuvieron resultados muy controversiales, adjudicando esto a que en la adhesión intervienen múltiples factores que no son constantes y varían con el tipo y marca de los cementos utilizados, y también con la técnica de aplicación.

Uno de los factores a considerar es el tratamiento de la superficie del poste, que en el presente trabajo fue tratada con peróxido de hidrógeno, al 24%, durante 10 minutos, con la finalidad de remover la resina superficial y exponer las fibras de vidrio sin dañarlas, facilitando la infiltración del adhesivo y el cemento en estas zonas, aumentando la fuerza adhesiva, coincidiendo con Monticelli y col. (2006) que concluyen que el grabado superficial del poste con H₂O₂ al 24% durante 10 minutos o del 10% durante 20 minutos, produce una remoción de la resina superficial de 50 micras profundidad, generando una superficie irregular, con exposición de las fibras, sin dañarlas, lo que mejora la retención micromecánica de los cementos. La silanización previa al cementado, también es recomendada, pero concluye que la mejora de la adhesión, probablemente depende de la capacidad de los cementos capaces de fluir para infiltrarse completamente esta zona de interdifusión.

La ya mencionada revisión bibliográfica realizada por Frydman y col. (2013), concluye que la eficiencia de la silanización es controvertida y que su contribución a la retención es de menor importancia que la lograda mediante el tratamiento de la superficie del poste, para lograr mayor retención micromecánica.

Mosharraf y col. (2013), evaluaron el efecto de diferentes acondicionamientos de la superficie de postes de fibra de vidrio, cementados con cemento a base de resina, en la resistencia a la tracción, concluyendo que el tratamiento con peróxido de hidrogeno aumenta, significativamente, los valores de resistencia a la tracción.

Otro factor que creemos importante considerar, es el material que compone la matriz orgánica de estos postes. Esta demostrada la ausencia de adhesión de los cementos de

resina a base de metacrilatos con la resina epóxica, usada como matriz de muchos de los postes de fibra. (Bertoldi Hepburn. 2012)

En cuanto a los postes orgánicos cuya matriz está constituida por dimetacrilatos como Bis GMA o UDMA, la información disponible de la adhesión a ellos es controversial. Algunas investigaciones señalan que existen radicales libres en la superficie de los postes, con los cuales pueden reaccionar la matriz Bis GMA u otros dimetacrilatos presentes en los cementos a base de resina y por lo tanto adherirse. (Scotti 2004)

Por el contrario, Sadek y col. (2007) afirman que es difícil que exista adhesión debido a la inexistencia de radicales libres por diversas causas, como el tiempo transcurrido desde su fabricación, la contaminación superficial y fundamentalmente al mayor grado de polimerización de la matriz de los postes y concluye que la adhesión depende más de la retención micromecánica entre el adhesivo o el cemento y la rugosidad superficial de los postes.

Además los postes cuya matriz orgánica está constituida por Bis GMA, pueden presentar cambios dimensionales o degradación por captación de agua, situación que en la clínica sucede por filtración de las restauraciones coronarias provisionales o definitivas. (Bertoldi Hepburn. 2012)

King y col. (2003) informaron de que la resistencia de postes de fibra de carbono se redujo hasta en un tercio cuando eran empapados en agua durante 24 h antes de la prueba, situación que permite suponer que en la función clínica de los postes reforzados con fibra de carbono absorban agua por difusión, alterando sus propiedades y favoreciendo su fracaso temprano.

En la bibliografía existe una importante cantidad de estudios, como los de D'Arcangelo y col. (2007a), Faria-E-Silva y col. (2009), Ferrari y col. (2000b), Kadam y col. (2013), que evalúan la resistencia adhesiva de los postes en los conductos radiculares y que informan la falla de la adhesión de la interfaz dentina-cemento por sobre el fallo adhesivo de cemento-poste.

D'Arcangelo y col. (2007a), al evaluar la retención de postes de fibra en relación al espesor del cemento observaron que todas las fallas se produjeron en la interfaz adhesiva entre la dentina y el cemento.

Kadam y col. (2013) evalúan la resistencia a la tracción con la utilización de dos sistemas de postes, D.T. light post (RTD) y Glassix post (Nordin) y dos sistemas cementantes, Variolink II (Ivoclar vivadent) y RelyX U100 (3M ESPE), observaron que en la mayoría de las muestras el fallo fue en la interfaz cemento-dentina, seguido de la interfaz cemento-poste.

En nuestros resultados, por el contrario, en la mayoría de las muestras, el fallo fue de la interfaz cemento-poste, por sobre el fallo de la interfaz cemento-dentina.

El grupo **Perno Colado** se diferencio del resto, en particular al considerar que el 83,3% de las muestras presentaron restos de cemento adherido a su superficie y de las cuales el 50% presentaron cemento adherido en más del 20% de la superficie del poste, con diferencia estadísticamente significativa con el resto de los grupos. ($p < 0,05$)

Estos resultados pueden ser adjudicados a las características de su superficie, irregular y porosa, por lo que presenta una excelente retención mecánica a los cementos y difiere sustancialmente con los postes de resina reforzados con fibra. (Türker. 2015)

En el resto de los grupos experimentales, se obtuvo como resultado que la falla de la adhesión fue sustancialmente superior a nivel de cemento-poste o resina, destacándose el grupo **Control**, con el 58.3% de las muestras con presencia de cemento adherido a su superficie, pero que con 11 muestras por debajo del 20%, obtuvo la mayor cantidad de postes con, por lo menos, el 80% de su superficie libre de cemento adherido. Los grupos **Poste Anatómico, Refuerzo Dentinario y Cemento y Poste** tuvieron un comportamiento similar presentando 10 muestras con menos del 20% de su superficie con cemento adherido.

Estos resultados coinciden con D'Arcangelo y cols. (2007), que obtienen como resultados, al evaluar resistencia a la tracción de postes orgánicos con tres métodos diferentes de aplicación de los cementos, que las fallas fueron principalmente a nivel poste/cemento y mixtas (poste/cemento y cemento/dentina).

Ferrari y cols. (2000), informan que el fracaso de las restauraciones con postes de resina reforzados con fibra, y cementados adhesivamente, puede ocurrir por el fallo en la interfaz adhesiva entre el cemento y el poste.

También coinciden con los obtenidos por Ricaldi-Flores y cols. (2013), que utilizando una técnica similar, a la empleada por nosotros, traccionando el poste integro (pull out) y

utilizando en un grupo experimental los mismos postes orgánicos, agente adhesivo y cementante, obtiene como resultado *“que los postes (FRC Postec Plus) cementados con Multilink N se desprendieron de la pieza dentaria dejando el cemento dentro de la misma”*. Los resultados obtenidos en nuestro estudio los adjudicamos además, a la metodología de la prueba de tracción, y que difiere con las utilizadas en la mayoría de las investigaciones publicadas.

Es pertinente mencionar, que los test mecánicos de laboratorio, utilizados para la evaluación de la fuerza de la adhesión lograda con los sistemas adhesivos actuales, se basan en la aplicación de una fuerza constante, hasta lograr la separación de las superficies adheridas. En la clínica las fuerzas a las que son sometidas las piezas dentarias son de naturaleza compleja, con diferentes intensidades, diferentes direcciones y en forma cíclica, por lo tanto, ningún test puede simular apropiadamente las fuerzas a las que son sometidas las piezas dentales en la clínica. (Pimentel y col. 2002)

Generalmente los estudios publicados utilizan como metodología para evaluar la resistencia de la adhesión de postes intrarradiculares, fundamentalmente, pruebas de cortes seccionales y expulsión (push-out), de micro-tracción (micro-tensile), y en menor medida pruebas de tracción con retiro del poste íntegro (pull-out).

Goracci y col. (2004) valoró y comparó las técnicas de pruebas de cortes seccionales-expulsión y micro-tracción, llegando a la conclusión de que *“La prueba de resistencia push-out de cortes delgados es considerado como un método válido para evaluar la adhesión de postes de fibra”* y posteriormente en 2007 realiza una revisión bibliográfica de las pruebas de laboratorio utilizadas para la evaluación de la potencia adhesiva de los postes, seleccionando 60 artículos relevantes y concluye que *“los diseños que utilizan muestras de pequeño tamaño, como las pruebas microtracción y cortes seccionales y expulsión, permiten discriminar las diferencias regionales y limitar el número de dientes necesario para los estudios, revelándose el método de expulsión como una herramienta más práctica que la microtracción para evaluar la fuerza de adhesión de postes”*. (Goracci y col. 2007)

Sin embargo, Radovic y col. en un trabajo ejecutado en 2008, con integrantes comunes a los grupos que realizaron los estudios mencionados anteriormente, concluye que *“la manera en que los postes de fibra son expuestos a las fuerzas dislocantes en cortes*

radiculares de 1mm de espesor durante la evaluación push-out no puede ser comparada de manera directa con las fuerzas funcionales que los postes tienen que soportar durante el funcionamiento clínico. También es posible que el proceso de seccionamiento pueda inducir defectos que influyan en los resultados”. (Radovic y col. 2008)

Variados son los motivos que justifican esto, como que la fuerza aplicada sobre la sección del poste a evaluar, concentra las mismas en forma puntual al centro del poste y en una sección de 1mm, presentando diferencias a cuando son aplicadas y distribuidas en la totalidad de las superficies adheridas. Así también la información que brindan estas técnicas corresponde al sector del corte (coronal, medio o apical), importante para evaluar el comportamiento de la adhesión a dichos niveles, pero no transferibles en forma integral a la totalidad del poste. Otro motivo y quizás más importante aún, es atribuido a que durante el procedimiento de corte de la sección, se pueden generar alteraciones de los componentes de las interfaces adhesivas por fuerzas dislocantes o generación de calor.

Además, consideramos que en nuestra metodología puede afectar en forma importante la presencia de irregularidades en las paredes del conducto, que actúan como retención mecánica de las resinas cementantes y que en cortes de 1mm de espesor su efecto se vea disminuido. Debiendo destacar que si bien esta retención es de naturaleza mecánica y no adhesiva, la aplicación de nuestra metodología “pull-out”, permite evaluar ambas, de forma semejante al descementado de los postes en el consultorio y por lo tanto que los resultados de esta prueba “In Vitro” sean más cercanos a lo que sucede en la clínica.

La principal dificultad que presenta la técnica de remoción del poste íntegro es la aplicación de fuerza de tracción en forma directa al poste, en una máquina de ensayo universal, es que las mordazas de sus cabezales generan una importante compresión fracturando la matriz de resina, alterando las propiedades físico-mecánicas de los mismos.

Grandini y cols. evaluaron la superficie de postes de fibra después de ser cortados e investigó si los diferentes procedimientos de corte pueden afectar a la integridad estructural de los mismos. Si bien no se considero específicamente la compresión del poste, llegan a la conclusión de que las superficies de corte con tijeras mostraron dos extremos planos y convergentes, por la compresión previa al corte, que generó líneas de fractura, con pérdida de su integridad estructural, no sólo en la superficie de corte, sino también a lo largo de su longitud. (Grandini y col. 2002)

En la bibliografía los ensayos de tracción pull-out, se realizan, tomando directamente el poste con las prensas de la máquina de ensayo universal (Choudhary y col. 2012), incluyéndolo al poste en un bloque de resina acrílica o composite para la reconstrucción del muñón, sobre el cual ejerce compresión la prensa (Arslan y col, 2015) o no describen específicamente la metodología de la prueba pull-out realizada (Pereira y col. 2014).

En nuestro trabajo, la porción radicular fue cementada con resina acrílica autopolimerizable, a un cilindro metálico, el cual fue ubicado en una pieza cabezal diseñada por nosotros, que permitió realizar la fuerza de tracción sin tener que aplicar fuerzas compresivas a la raíz o a la resina, que pudiesen alterar su forma y alterar de esta manera la adhesión de los materiales cementantes.

Zaytsev y col. (2012) evaluaron la deformación de la dentina al ser sometida a fuerzas compresivas y los resultados que obtuvieron les permitieron concluir que la dentina humana, bajo compresión axial, es dura, altamente elástica y resistente, demostrando considerable plasticidad.

El poste, también fue cementado con resina acrílica autopolimerizable, dentro de un cilindro metálico, al cual para retener la muestra se le enrosca una varilla sobre la cual ejerce compresión la mordaza de la máquina de ensayo universal. Cabe recalcar que toda la preparación de la muestra fue realizada mediante el uso de un paralelizador, con la finalidad de estandarizar la dirección de la fuerza de tracción. De esta forma, la remoción de los postes se realiza con la aplicación de fuerza axial a la muestra, con ausencia de fuerzas compresivas que puedan afectar la integridad estructural del poste.

Refiriéndonos a la observación de la presencia o no de material de obturación endodóntico en la interfaz dentina-resina, es conveniente entender que para lograr una correcta adhesión de los sistemas cementantes dentro del conducto radicular, es necesario que exista un íntimo contacto del mismo con dentina descontaminada, acondicionada para lograr la apertura de los túbulos y la exposición del colágeno intertubular, donde penetre y polimerice el adhesivo.

Posteriormente a la desobturación del conducto y su remodelación para recibir un poste preformado, la dentina se encuentra contaminada con material orgánico y restos endodónticos (cemento y gutapercha), situación que es agravada en conductos amplios y no circulares, debido a que la remodelación es circular.

El grupo **Control** fue tratado según las indicaciones del fabricante del sistema de postes utilizado, y de las técnicas estándares sugeridas en la literatura, a diferencia de los otros grupos, donde la instrumentación del conducto priorizó la mayor eliminación posible de restos orgánicos y materiales de obturación endodónticos, mediante un ensanche amplio y estandarizado.

Al observar si existe presencia de restos de material de obturación endodóntica, surgió que el 100% de las muestras del grupo **Control** tuvieron importantes cantidades y por ello el contraste estadístico entre las muestras de un mismo grupo, con y sin restos endodónticos y la fuerza de tracción necesaria para la remoción de los postes, no pudo realizarse.

En los grupos **Perno colado** y **Poste Anatómico** se observó un 33% de las muestras con restos endodónticos, y en los grupos **Cemento** y **Poste Refuerzo Dentinario**, un 42% y 25% respectivamente.

Esta observación coincide con Goldberg y col. (2004) quienes concluyen que no hay técnica clínica que asegure la remoción total de los materiales de obturación endodóntica y que la dentina, posteriormente a la desobturación y ensanchamiento del conducto, se encuentra contaminada con restos de materia orgánica, cemento endodóntico y gutapercha, situación que se agrava en presencia de conductos amplios o no circulares.

Concordando también con Serafino y col. (2004), quienes evaluando la eficacia de diferentes técnicas de desobturación y ensanche del conducto radicular, mediante análisis SEM, concluye que siempre se observaron grandes áreas (cubiertas por restos del fresado, de sellador y gutapercha) no disponibles para la adhesión de cementos a base de resina.

Al relacionar la importante presencia de restos endodónticos del grupo **Control** (100%) y los bajos valores de fuerza de tracción para la remoción del poste (Media 157,0 N), se podría concluir que la presencia de restos interfiere en la adhesión de la resina cementante a la dentina del conducto. Esto coincide con Othman y col. (2013) quienes determinaron resistencia adhesiva, comparando postes cementados en conductos instrumentados endodónticamente pero sin obturación y postes cementados en conductos donde se completo el tratamiento endodóntico, obturándolos con cementos a base de eugenol y de hidróxido de calcio, obtuvieron como resultado que la retención en los conductos no obturados fue significativamente mayor a los obturados ($p < 0,05$). En este estudio, otra variable considerada en los grupos que fueron obturados endodónticamente, es la

valoración de la adhesión de los postes en conductos ensanchados con el instrumento correspondiente al tamaño del poste a utilizar y en preparaciones de mayor tamaño, consiguieron como resultado que la mayor retención fue de los grupos que fueron sobre ensanchados, aunque sin diferencias estadísticamente significativa. ($p > 0,05$)
Imágenes SEM, permitieron observar restos de sellador de endodoncia y gutapercha en las paredes de los conductos óptimamente preparados, concluyendo que el exceso de preparación de espacios para los postes, disminuye los restos endodónticos y ayuda a mejorar la retención.

Sin embargo, el grupo **Control** fue en el que se manifestó en forma más importante el fallo en la interface cemento-poste, situación que se repite en los grupos **Poste Anatómico**, **Refuerzo Dentinario y Cemento y Poste**. Estos resultados pueden no tener relevancia debido a que en estos grupos la falla de la adhesión se produjo, fundamentalmente, en la interface cemento-poste o poste-cemento-resina y no en la interface adhesiva de los cementos con dentina, donde sí puede influenciar en forma significativa la presencia o no de restos endodónticos. A pesar de esto, se observó que en los grupos **Refuerzo Dentinario**, **Cemento y Poste y Poste Anatómico** los valores de fuerza más altos siempre correspondieron a las muestras con menor cantidad de restos endodónticos, aunque estas diferencias en ningún caso fueron significativas estadísticamente. ($p > 0,05$)

Por el contrario, los resultados del contraste entre las muestras con nula o muy baja y las muestras con mayor cantidad de restos del grupo **Perno Colado**, tienen una importante significancia, debido a que fue el grupo donde la falla adhesiva de la interface cemento-dentina fue más importante. De los resultados de este grupo surge que los mayores valores de fuerza necesaria para la remoción de los postes correspondieron a las muestras con menor cantidad de restos endodónticos (M 345,91 / 237,21), y con diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,028$).

Al correlacionar los valores de fuerza obtenidos con la superficie lateral de los postes obtuvimos como resultado que los mayores valores de fuerza correspondieron a los de mayor superficie, los cuales pertenecieron exclusivamente a las muestras correspondientes al grupo Perno Colado. El resto de las muestras conformaron un grupo homogéneo, comprendido entre los 23 y 29,6 mm², debido a que en ellos el fallo adhesivo se produjo,

fundamentalmente, en la interfaz cemento/resina y poste, y por lo tanto los postes orgánicos se desprendieron con un volumen muy reducido de cemento/resina adheridos a ellos.

Esto concuerda con Negriz y col. (2002) que evaluó la incidencia de la longitud y el diámetro en la resistencia retentiva de los postes, concluyo que los postes con mayor longitud y diámetro y por lo tanto con mayor superficie, obtuvieron los valores de fuerza retentiva más altos, aunque destaca que el factor longitud fue más importante que el factor diámetro y sugiere que si se tiene en cuenta que a mayor volumen del ensanche, se debilitan mas las paredes del conducto, acrecentando el riesgo de fractura. Por lo tanto, el aumento del diámetro no debe ser considerado como una forma de mejorar la retención de los postes.

CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados obtenidos en el presente estudio y considerando las limitaciones que surgen a partir de ser una experiencia “In Vitro”, es que podemos concluir que:

- Al seleccionar una técnica de postes intrarradiculares para la rehabilitación de elementos desvitalizados con conductos amplios y no circulares, con importante pérdida de tejido dentario, la realización de un **Perno Colado** brindaría la mejor retención intraconducto.
- Los altos valores de fuerza necesarios para el desprendimiento de los **Pernos Colados**, podemos adjudicarlo a varios motivos: es un monobloque metálico, posee una correcta adaptación a las paredes del conducto y presenta una superficie porosa, altamente retentiva para el cemento.
- Cuando la alternativa idónea para la rehabilitación de elementos dentarios con conductos amplios y no circulares es la utilización de postes orgánicos, sería aconsejable emplear la técnica de **Poste Anatómico** debido a la mayor capacidad de retención intraconducto.
- El mejor comportamiento retentivo de la técnica de **Poste Anatómico**, puede atribuirse a que la polimerización de la resina de rebase es completada fuera del conducto, disminuyendo en forma importante el factor de configuración cavitaria (factor C), como así también, reduce los espesores de cemento y aque la contracción de polimerización de la resina genera mayor fricción entre ella y el poste, aumentando la retención del mismo.
- Las técnicas que reproducen la anatomía de los conductos, (**Perno Colado** y **Poste Anatómico**) mejoran significativamente la retención de los postes en conductos desfavorables.

- Debido a la baja fuerza necesaria para el desprendimiento del poste, creemos que la técnica de **Refuerzo Dentinario**, necesitaría más investigación para recomendar su aplicación clínica.
- La falla adhesiva puede ser considerada mixta, ya que se observe tanto en la interfaz cemento-poste, como en la interfaz cemento-dentina, en todas las técnicas empleadas. Sin embargo, la superficie lisa y poco porosa de los postes orgánicos, podría ser la causa de la mayor frecuencia de los fallos en la interfaz cemento-poste en estos grupos.
- A partir de nuestros resultados, contrastándolos con otras investigaciones que utilizaron diferentes test mecánicos, para la evaluación de la resistencia adhesiva (push-out, pull-out y micro-tensile), consideramos que la metodología de las pruebas de tracción, puede influir en los resultados obtenidos en experimentaciones “In Vitro”.
- La presencia de restos endodónticos en las paredes del conducto ensanchado, afecta negativamente la resistencia a la tracción de los postes intrarradiculares.

BIBLIOGRAFÍA

- **Abramowitz I**, Tagger M, Tamse A, Metzger Z. (2000) The effect of immediate vs. delayed post space preparation on the apical seal of a root canal filling: a study in an increased-sensitivity pressure-driven system. *J Endod.* Aug;26(8):435-9.
- **Akkayan B** (2004) An in vitro study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zirconia-dowel systems. *J Prosthet Dent* 92(2):155-62.
- **Akkayan B**, Gulmez T. (2002) Resistance to fracture of endodontically treated teeth restored with different post systems. *J Prosthet Dent*: 87: 431-437.
- **Aksornmuang J**, Foxton RM, Nakajima M, Tagami J. (2004) Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts. *J Dent.* Aug;32(6):443-50.
- **Aksornmuang J**, Nakajima M, Senawongse P, Tagami J. (2011) Effects of C-factor and resin volume on the bonding to root canal with and without fibre post insertion. *J Dent.* Jun;39(6):422-9.
- **Al-Omiri MK**, Mahmoud AA, Rayyan MR, Abu-Hammad O. (2010) Fracture resistance of teeth restored with post-retained restorations: an overview. *J Endod.* Sep;36(9):1439-49.
- **Anusavice, P.** (2003). *Science of Dental Materials*. United States of America: Saunders.
- **Aquaviva S**, Shetty S, Coutinho I. (2003) Factors determining post selection: A literature review. *J Prosthet dent*; 90(6): 556-62.
- **Arslan H**, Yilmaz CB, Karatas E, Barutçigil C, Topcuoglu HS, Yeter KY. (2015) Efficacy of different treatments of root canal walls on the pull-out bond strength of the fiber posts. *Lasers Med Sci.* Feb;30(2):863-8.
- **Artopoulou II**, O'Keefe KL, Powers JM. (2006) Effect of core diameter and surface treatment on the retention of resin composite cores to prefabricated endodontic posts. *J Prosthodont.* May-Jun;15(3):172-9.

- **Asmussen E**, Peutzfeldt A, Sahafi A. (2005) Finite element analysis of stresses in endodontically treated, dowel-restored teeth. *J Prosthet Dent.* 2005 Oct;94(4):321-9.
- **Asmussen, E**, A. Peutzfeldt, and A. Sahafi. (2005) Bonding of resin cements to post materials: Influence of surface energy characteristics. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2005. 7 3:231–234.
- **Aurélio IL**, Fraga S, Rippe MP, Valandro LF. (2015). Are posts necessary for the restoration of root filled teeth with limited tissue loss? A structured review of laboratory and clinical studies. *Int Endod J.* Sep 1.
- **Baba NZ**, Goodacre CJ, Daher T. (2009). Restoration of endodontically treated teeth: the seven keys to success. *Gen Dent.* Nov-Dec; 57(6):596-603; quiz 604-5, 595, 679.
- **Bachicha WS**, Di Fiore PM, Miller DA, Lautenschlager EP, Pashley DH. (1998) Microleakage of endodontically treated teeth restored with posts. *J Endod* ;24:703-8.
- **Barfeie A**, Thomas MB, Watts A, Rees J. (2015) Failure Mechanisms of Fibre Posts: A Literature Review. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 2015 Sep; 23 (3):P115-27.
- **Bayne SC**, Taylor DF. (1996) *Materiales odontológicos.* Sturdevant CM, Roberson T, Heymann H, Sturdevant JR. *Arte y ciencia & operatoria dental.* 3ª ed. Madrid. Mosby, 207- 288.
- **Belli S**, Eraslan Ö, Eraslan O, Eskitaşcıoğlu G. (2014) Effect of restoration technique on stress distribution in roots with flared canals: an FEA study. *J Adhes Dent.* ;16(2):185-91.
- **Bertoldi Hepburn A.** (2002) "Nuevos enfoques en la reconstrucción coronaria del diente endodónticamente tratado". *Rev. Asoc. Odontol. Argent.* Vol 90 N° 4; 266-275.
- **Bertoldi Hepburn A.** (2005) Postes radiculares de base orgánica: ventajas y limitaciones. *Rev. Asoc. Odontol. Argent.* Vol.93 N°1: 65-73
- **Bertoldi Hepburn A.** (2012) Criterios para la selección de postes de base orgánica reforzados con fibras (PBORF). *Rev. Asoc. Odontol. Argent.* Vol.1 Num.1.
- **Bitter K**, Kielbassa AM. (2007) Post-endodontic restorations with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: a review. *Am J Dent.* Dec;20(6):353-60.
- **Braga R.R**, Cesar P.F., Gonzaga C.C. (2002) Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil* . 29: 257-62.

- **Braga RR**, Ballester RY, (2005) Ferracane JL Factors involved in the development of polymerization shrinkage stress in resin-composites: a systematic review. *Dent Mater.* 21:962-70
- **Calixto LR**, Bandeca MC, Clavijo V, Andrade MF, Vaz LG, Campos EA. (2012) Effect of resin cement system and root region on the push-out bond strength of a translucent fiber post. *Oper Dent.* 37(1):80-6.
- **Carlson RS**. (2003) Dental artistry. *Gen Dent.* Jul-Aug;51(4):326-30.
- **Carvalho R.M.** (1996) A review of polymerization contraction: The influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent.* .21, n.1, p.17-24,
- **Ceballos L**, Garrido MA, Fuentes V, Rodriguez J. (2007) Mechanical characterization of resin cements used for luting fiber posts by nanoindentation. *Dent Mater.* 2007. 23(1):100-5.
- **Cedillo VJ**. (2010) Factor C en operatoria dental. *Revista Asoc. Dent. Mex.* ; . 67(2):83-87.
- **Chhabra N**, Chhabra. (2014) AIntraradicular reinforcement for traumatized immature teeth. *J Dent Child (Chic).* Jan-Apr;81(1):33-7.
- **ChoudharyS**, Begum Z, Choudhary P, Tripathi S. (2014) Comparative evaluation of retention of prefabricated and conventional cast post: An in vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2014 May;4(2):87-91.
- **Cleghorn BM**, Christie WH, Dong CC. (2007).The root and root canal morphology of the human mandibular first premolar: a literature review. *J Endod.* May; 33(5):509-16.
- **Cooney JP**, Caputo AA, Trabert KC (1986). Retention and stress distribution of tapered-end endodontic posts. *JProsthet Dent* 55(5):540-6.
- **Cury A**, Goriacci C, de Lima Navarro M, Carvalho R, Sadek F, Tay F, Ferrari M. (2006) Effect of hygroscopic expansion on the push-out resistance of glass ionomer-based cements used for the luting of glass fiber posts. *J Endod.* 32(6):537-40.
- **D' Arcangelo C**, D'Amario M, De Angelis F, Zazzeroni S, Vadini M and Caputi S. (2007) Effect of application technique of luting agent on the retention of three types of fiber-reinforced post systems. *Journal of Endod.* Vol.11 (1378-1382).

- **D' Arcangelo C**, D'Amario MD, Vadini M, Zazzeroni S, Angelius FD, Caputi S. (2008) An evaluation of luting agent application technique effect on fibre post retention. *J of Dentistry* 2008;36:235-40.
- **D'Arcangelo C**, Cinelli M, De Angelis F, D'Amario M. (2007a) The effect of resin cement film thickness on the pull-out strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent.* 2007;98:193-8.
- **D'Arcangelo C**, D'Amario M, Prosperi GD, Cinelli M, Gianoni M, Caputi S. (2007) Effect of surface treatments on tensile bond strength on and morphology of quartz-fiber post. *J Endod. Mar*;33 (3):264-7
- **Dayalan M**; Jairaj A, Nagaraj KR, Savadi RC. (2010) An evaluation of fracture strength of zirconium oxide posts fabricated using CAD-CAM technology compared with prefabricated glass fibre posts. *J Indian Prosthodont Soc.* Dec; 10(4):213-218.
- **de Sousa Menezes M**, Queiroz EC, Soares PV, Faria-e-Silva AL, Soares CJ, Martins LR. (2011) Fiber post etching with hydrogen peroxide: effect of concentration and application time. *J Endod. Mar*;37(3):398-402.
- **Dietschi D**, Duc O, Krejci I, Sadan A. (2007) Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature-- Part 1. Composition and micro- and macrostructure alterations. *Quintessence Int.* Oct;38(9):733-43.
- **Dikbas I**, Tanalp J, Ozel E, Koksal T, Ersoy M (2007). Evaluation of the effect of different ferrule designs on the fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors incorporating fiber posts, composite cores and crown restorations. *J Contemp Dent Pract* 8(7):62-9.
- **Dimitrouli M**, Gunay H, Geurtsen W, Luhrs AK. (2011) Pushout strength of fiber posts depending on the type of root canal filling and resin cement. *Clin Oral Investig.* 15(2):273-81.
- **Drummond JL**, Bapna MS. (2003) Static and cyclic loading of fiber-reinforced dental resin. *Dent Mater.* 19(3):226-31.
- **Duke ES**. (2003) New technology directions in resin cements. *Compend Contin Educ Dent.* 24(8):606-8, 610.

- **Duret B**, Reynaud M, Duret F. (1990a) New concept of corono-radicular reconstruction: the Composipost (1). 1990a. *ChirDent Fr* 60(540):131-41.
- **Duret B**, Reynaud M, Duret F. (1990b) A new concept of corono-radicular reconstruction, the Composipost (2). *ChirDent Fr* 60(542):69-77
- **Egilmez F**, Ergun G, Cekic-Nagas I, Vallittu PK, Lassila LV. (2013) Influence of cement thickness on the bond strength of tooth-colored posts to root dentin after thermal cycling. *Acta Odontol Scand*. 2013 Jan;71(1):175-82.
- **Faria-E-Silva AL**, Pedrosa-Filho C de F, Menezes M de S, Silveira D M da, Martins L R M. (2009) Effect of relining on fiber post retention to root canal. *J Appl Oral Sci*. 17(6):600-4
- **Fernandes AS**, Shetty S, Coutinho I (2003). Factors determining post selection: a literature review. *J ProsthetDent* 90(6):556-62.
- **Fernández Bodereau Enrique** (h) (1996). “Restauración de elementos dentarios tratados endodónticamente” *Prótesis Fija e Implantes. Práctica clínica*”. Ediciones Avances Medico Dentales. Pag.123-167.
- **Ferrari M**, Cagidiaco MC, Goracci C, Vichi A, Mason PN, Radovic I, Tay F. (2007) Long-term retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 20(5):287-91.
- **Ferrari M**, Carvalho CA, Goracci C, Antonioli F, Mazzoni A, Mazzotti G, Cadenaro M, Breschi L. (2009) Influence of luting material filler content on post cementation. *J Dent Res*. 88(10):951-6.
- **Ferrari M**, Grandini S, Bertelli E. (2001) Stato attuale y prospettive future nell'uso dei perni in fibra. *Atti Simposium Intrn. Odontoiatria Adesiva e Ricostruttiva*. 5:5-9.
- **Ferrari M**, Mannocci F, Vichi A. (2000a) Bonding to tooth canal: Structural of the substrate. *Am. J Dent*:13120-127.
- **Ferrari M**, Vichi A, Garcia-Godoy F. (2000) Clinical evaluation of fiber-reinforced epoxy resin posts and cast post and cores. *Am J Dent* 13. (Spec No):15B-18B.
- **Ferrari M**, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. (2000b) Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent*. May;13(Spec No):9B-13B.

- **Ferrari, M** , C. Goracci , F. T. Sadek , F. Monticelli , and F. R. Tay . (2006) An investigation of the interfacial strengths of methacrylate resin-based glass fiber post-core buildups. *Journal of Adhesive Dentistry* 8 4:239–245.
- **Fokkinga WA**, Kreulen CM, Bronkhorst EM, Creugers NH. (2007) Up to 17-year controlled clinical study on post-and-cores and covering crowns. *J Dent* 35(10):778-86.
- **Fonseca R.G.**, dos Santos J.G., Adabo G.L.: (2005) Influence of activation modes on diametral tensile strength of dual-curing resin cements. *Braz. Oral Res.* 19(4):267-71.
- **Frydman G**, Levatovsky S, Pilo R. (2013) Fiber reinforced composite posts: literature review. *Refuat Hapeh Vehashinayim* .30(3):6-14, 60.
- **Galeote F**, Dominguez A, Cañadas D. (2002) Aprovechamiento de raíces en prostodoncia fija (I). *Rev. Europea de Odonto-Estomatología*. Vol. XIV-No.3:129-136.
- **Galhano GA**, de Melo RM, Barbosa SH, Zamboni SC, Bottino MA, Scotti R. (2008) Evaluation of light transmission through translucent and opaque posts. *Oper Dent.* 33(3):321-4.
- **Giachetti L**, Scaminaci Russo D, Bambi C, Nieri M, Bertini F. (2008) Influence of operator skill on microleakage of total-etch and self-etch bonding systems. *J Dent.* 36(1):49-53.
- **Giachetti L**, Scaminaci Russo D, Bambi C, Grandini R. (2006) A review of polymerization shrinkage stress: current techniques for posterior direct resin restorations. *J Contemp Dent Pract.* Sep 1; 7(4):79-88.
- **Golberg**, Frajlich, Balzano y otros. (2004) “Estudio comparativo de la limpieza de las preparaciones para anclaje intraradicular inmediatas y mediatas”. *Rev. Asoc. Odont. Argen.* Enero-Marzo. Vol. 92.
- **Goldberg Fernando**, Kaplan Andrea, Roitman Marcela, Manfré Susana, Picca Mariana. (2002) “Reinforcing effect of a resin glass ionomer in the restoration of immature roots in vitro”. *Dental Traumatology*, 18: 70-72-
- **Goldman M**, De Vitre R. (1984) Cement distribution and bond strength in cement posts. *J Dent Res.* 63:1392-5.
- **Gomes G**, Gomes O, Reis A, Gomes J, Loguercio A, Calixto. (2013) A Effect of Operator Experience on the Outcome of Fiber Post Cementation With Different Resin Cements. *OperDent.* Sep-Oct;38(5):555-64.

- **Gomes GM**, Monte-Alto RV, Santos GO, Fai CK, Loguercio AD, Gomes OM, Gomes JC, Reis A. (2016) Use of a Direct Anatomic Post in a Flared Root Canal: A Three-year Follow-up. *Oper Dent.* Jan-Feb;41(1):E23-8.
- **Gomes GM**, Rezende EC, Gomes OM, Gomes JC, Loguercio AD, Reis A. (2014) Influence of the resin cement thickness on bond strength and gap formation of fiber posts bonded to root dentin. *J Adhes Dent.* Feb;16(1):71-8.
- **Gomes JC**, Kyna S. (2003) La adhesión en prostodoncia fija. Cap.XIV del libro “Adhesión en Odontología Restauradora”. Editor Gilberto Enostroza Haro. Editora Maio. Curitiba, Parana. Brasil.
- **Goracchi C**, Raffaelli O, Montichelli F, Balleri P, Bertelli E, Ferrari M. (2005) The adhesión between fiber post and composite resin cores: microtensile bond strength with and without post silsnization. *Dent Mater.* 21 (5):437-444.
- **Goracci C**, Cury AH, Cantoro A, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. (2006) Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. *J Adhes Dent.*8(5):327-35.
- **Goracci C**, Tavares AU, Fabianelli A, Monticelli F, Raffaelli O, Cardoso PC, Tay F, Ferrari M. The adhesión between fiber posts and root canal walls: comparison between microtensile and push-out bond strength measurements.(2004)*Eur J Oral Sci* 2004;112: 353
- **Goracci C**, Fabianelli A, Sadek FT, Papacchini F, Tay FR, Ferrari M. (2005a) The contribution of friction to the dislocation resistance of bonded fiber posts.*J Endod.* Aug;31(8):608-12.
- **Goracci C**, Ferrari M. Current perspectives on post systems: a literature review. (2011) *Aust Dent J.* Jun;56 Suppl 1:77-83.
- **Goracci C**, Grandini S, Bossù M, Bertelli E, Ferrari M. (2007) Laboratory assessment of the retentive potential of adhesive posts: a review. *J Dent.* Nov;35(11):827-35.
- **Grandini S**, Goracci C, Monticelli F, Borracchini A, Ferrari M. SEM evaluation of the cement layer thickness after luting two different posts.(2005a) *J. Adhes Dent.*;7:235-40.
- **Grandini S**, Goracci C, Monticelli F, Tay FR, Ferrari M. (2005) Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation. *Dent. Mater* 21(2):75-82.

- **Grandini S**, Sapio S, Simonetti M. (2003) Use of anatomic post and core for reconstructing an endodontically treated tooth: a case report. *J Adhes Dent.* 5(3):243-7.
- **Grandini S**, Balleri P, Ferrari M. (2002) Scanning electron microscopic investigation of the surface of fiber posts after cutting. *J Endod.* 2002 Aug; 28(8):610-2.
- **Grandini S.** (2004) El perno anatómico. Libro “Pernos de fibra: bases teóricas y aplicaciones clínicas. Cap.9. Edición española. Edit Masson. Barcelona. Pág. 94-98.
- **Gutman JL.** (1992) The dentin-root complex: Anatomic and biologic considerations in restoring endodontically treated teeth. *J. Prosthet Dent.* 67:458-67.
- **Gutmann, J.** (1977) Preparation of endodontically treated teeth to receive a post-core restoration. *Prosthet Dent* 38:413-419.
- **Habib B**, von Fraunhofer JA, Driscoll CF. (2005) Comparison of two luting agents used for the retention of cast dowel and cores *J Prosthodont.* Sep;14(3):164-9.
- **Haralur SB**, Al-Qahtani AS, Al-Qarni MM, Al-Homrany RM, Aboalkhair AE. (2016) Influence of remaining dentin wall thickness on the fracture strength of endodontically treated tooth. *J Conserv Dent.* 2016 Jan-Feb;19(1):63-7.
- **Hernandez MJ.** (2004) Aspectos prácticos de la adhesión a dentina. *Av. Odontoestomatol.* Vol.20 N°1. 2004
- **Huang TJ**, Schilder h; Nathanson D. (1992) Effects of moisture content and endodontic treatment on some mechanical properties of human dentin. *J Endod* 1992; 18(5):209-215.
- **Isidor, F**; Brondum, K. Intermittent loading of teeth tapered, individually cast or prefabricated, parallel-sided posts. (1992) *Int J Prosthodont* ;5:257-261.
- **Jara Vidal P**, Martínez Bello A, Correa Beltrán G, Catalán Sepúlveda A. (2010) Estudio in vitro de la resistencia a la tracción de postes de fibra de vidrio cementados con cuatro agentes cementantes. *Avances en Odontoestomatología* Vol. 26 - Núm. 5 .
- **Jotkowitz A**, Samet N. (2010) Rethinking ferrule-a new approach to an old dilemma. *Br Dent J* 209(1):25-33.
- **Juloski J**, Radovic I, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. (2012) Ferrule effect: a literature review. *J Endod.* 38: 11-19.

- **Kadam A**, Madhu P, ChetanP. (2013) Evaluation of push-out bond strength of two fiber-reinforced composite posts systems using two luting cements in vitro. *J. Conserv. Dent.*
- **Kececi AD**, Ureyen Kaya B, Adanir N.(2008) Micro push-out bond strengths of four fiber-reinforced composite post systems and 2 luting materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 105(1):121-8.
- **Kern M**, Wegner SM. (1998) Bonding to zirconia post ceramic: adhesion methods and their durability, *Dent Mater*, 14:64-71
- **King PA**, Setchell DJ, Rees JS. (2003) Clinical evaluation of a carbon fibre reinforced carbon endodontic post. *J Oral Rehabil*;30:785-789.
- **Lambrechts P**, Van Meerbeek B, Perdigao J, Vanherle G. (2000) Adhesives: Dos and Don'ts. In: Roulet JF, Degrange M. *Adhesion: The silent revolution in dentistry.* Quintessence publishing, Co., Inc. Chicago; 4: 45-60.
- **Leprince JG**, Hadis M, Shortall AC, Ferracane JL, Devaux J, Leloup G, Palin WM (2011) Photoinitiator type and applicability of exposure reciprocity law in filled and unfilled photoactive resins. *Dent Mater.* 27(2):157-64.
- **Li Q**, Xu B, Wang Y, Cai Y. (2011) Effects of auxiliary fiber posts on endodontically treated teeth with flared canals. *Oper Dent.* Jul-Aug;36(4):380-9.
- **Lima AF**, Spazzin AO, Galafassi D, Correr-Sobrinho L, Carlini-Junior B. (2010) Influence of ferrule preparation with or without glass fiber post on fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Appl Oral Sci* 18(4):360-3.
- **Lindberg A**, Peutzfeldt A, van Dijken JW. (2005) Effect of power density of curing unit, exposure duration, and light guide distance on composite depth of cure. *Clin Oral. Investig* 9(2):71-6.
- **Lovell MJ**. (1983) The bond between CFRC and restorative material. MS Thesis University of London.
- **Lu H.**, Mehmood A., Chow A., Powers J.M.. (2005) Influence of polymerization mode on flexural properties of esthetic resin luting agents. *J. Prosthet. Dent.* 94: 549-54.
- **Lui JL**. (1994) Composite resin reinforcement of flared canals using light-transmitting plastic posts. *Quintessence Int.* May;25(5):313-9.

- **Lui JL.** (1999) Enhanced post crown retention in resin composite-reinforced, compromised, root-filled teeth: a case report. *Quintessence Int.* Sep;30(9):601-6.
- **Ma PS,** Nicholls JJ, Junge T, Phillips KM . (2009) Load fatigue of teeth with different ferrule lengths, restored with fiber posts, composite resin cores, and all-ceramic crowns. *JProsthet Dent* 102(4):229-34.
- **Machado FW,** Bossardi M, Ramos Tdos S, Valente LL, Münchow EA, Piva E. (2015) Application of resin adhesive on the surface of a silanized glass fiber-reinforced post and its effect on the retention to root dentin. *J Endod.* Jan;41(1):106-10.
- **MacInnes A,** Hall AF. (2016) Indications for Cuspal Coverage. *Dent Update.* Mar;43(2):150-1, 154-6, 158.
- **MalFerrari M,** Monaco C, Scotti R. (2003) Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *Int. J. Presthodont* ;16: 39-44.
- **Mangold JT,** Kern M. (2011) Influence of glass-fiber posts on the fracture resistance and failure pattern of endodontically treated premolars with varying substance loss: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* Jun;105(6):387-93.
- **Mannocci F,** Ferrari M, WatsonTF. Intermittent loading of teeth restored using carbon-quartz fiber, and zirconium ceramic root canal post. *J Adhes Dent*; 1:153-158
- **Marshal GW.** (1993) Dentón: Microestructure and characterization. *Quintaessence Int.* ;24; 606-617
- **Mathis RS y Ferracane JL.** (1989) Properties of a glass-ionomerlresincomposite hybrid material. *Dent Mater* 5:355-358
- **Mazzitelli C,** Monticelli F, Osorio R, Casucci A, Toledano M, Ferrari M. Effect of simulated pulpal pressure on self-adhesive cements bonding to dentin. *Dent Mater.* 2008. 24(9):1156-63.
- **Mazzitelli C,** Monticelli F, Osorio R, Casucci A, Toledano M, Ferrari M. (2008) Effect of simulated pulpal pressure on self-adhesive cements bonding to dentin. *Dent Mater.* 24(9):1156-63.
- **Mezzomo E,** Massa F, Libera SD. (2003) Fracture resistance of teeth restored with two different post and core designs cemented with two differene cements: an in vitro study. Part 1. *Quintaessence Int.* ; 34:301-306.

- **Mjör IA**, Fejerskov O. (1989) Embriología e histología oral humana. Barcelona. España. Edit. Salvat.
- **Monticelli F**, Toledano M, Tay FR, Sadek FT, Coracci C and Ferrari M. (2006) “A simple etching technique for improving the retention of fiber post to resin composites”. Journal of Endod; Vol.32 N°1 (44-47).
- **Monticelli F**, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M, Ferrari M. (2008) Surface treatments for improving bond strength to prefabricated fiber posts: a literature review. Oper Dent.May-Jun;33(3):346-55.
- **Monticelli F**, Grandini S, Goracci C, Ferrari M. (2003) Clinical behavior of translucent-fiber posts: a 2-year prospective study.Int J Prosthodont. Nov-Dec;16(6):593-6
- **Mosharraf Ramin**, Ranjbarian Parisa. (2013) Effects of post surface conditioning before silanization on bond strength between fiber post and resin cement. J Adv Prosthodont;5:126-32
- **Nakabayashi N**, Kojima K, Masuhara E. (1982) "The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates." J Biomed Mater Res; 16: 265-73.
- **Nakabayashi N**; Pashely DH. (1999) Hibridization of dental hard tissues. Quintessence, Berlin.
- **Naumann M**, Koelpin M, Beuer F, Meyer-Lueckel H. (2012) 10-year survival evaluation for glass-fiber-supported postendodontic restoration: a prospective observational clinical study. J Endod : 38: 432-435.
- **NaumannM**, Reich S, Nothdurft F, Dietrich T. (2008) Survival of glass fiber post restorations over 5 years. Am J Dent;21:267-72.
- **Nergiz, I**; Schmage, P; Ozcan, M; Platzer, U. (2002) Effect of length and diameter of tapered posts on the retention. J Oral Rehabil. 2002. 29:28-34.
- **Othman HI**, Elshinawy MI, Abdelaziz KM.(2013)Retention of fiber posts to the optimally and over-prepared dowel spaces. J Adv Prosthodont. Feb;5(1):16-20.
- **Ozkurt Z**, Işeri U, Kazazoğlu E. Zirconia ceramic post systems: a literature review and a case report. (2010). Dent Mater J. May; 29(3):233-45.
- **Palma, V**. (2002) Cemento de resina. Análisis de sus propiedades e inconvenientes y ventajas de su uso. RIPE;4(2):136-143

- **Panitvisai P**, Messer H H. (1995) "Cuspal deflection in molars in relation to endodontic and restorative procedures". Journal of Endodontic. Vol 21. N°2 (57-61).
- **Papa J**, Cain C., Messer H. (1994) Moisture of vital vs endodontically treated teeth. Endod. Dent. Traumatol, 10:91-93
- **Peralta GD**. (2009) Estudio biomecánico de postes preformados utilizados para conexiones corono-radicales. Tesis Doctoral. Córdoba. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Odontología.
- **Perdigao J**, Ritter VA. (2001) Adesão aos tecidos dentários. In: Baratieri NL et al. Odontologia Restauradora. Fundamentos e possibilidades. 1a. edição, Livraria Santos Editora, Com. Sao Paulo 2001; 4: 83-128.
- **Perdigao J**, Swift EJ. (1994) Analysis of dental adhesives systems using scanning electron microscopy. Int Dent J; 44:349-359
- **Perdigao J**, Swift EJ. (2002) Fundamental concepts of enamel and dentin adhesion. In: Robertson TM, Heymann HO, Swift EJ. Sturdevant's art & science of operative dentistry. 4th edition, Mosby, Inc., St. Louis, 236-267.
- **Perdigão, J**, G. Gomes, and I. K. Lee. (2006). The effect of silane on the bond strengths of fiber posts. Dental Materials 22 8:752–758.
- **Pereira JR**, da Rosa RA, do Valle AL, Ghizoni JS, Só MV, Shiratori FK. (2014) The influence of different cements on the pull-out bond strength of fiber posts. J Prosthet Dent. Jul;112(1):59-63.
- **Pimentel, F**; Perlatti, P; Suga, R; Marins de Carvalho, R. Testes mecânicos para a avaliação laboratorial da união resina/dentina. (2002) Rev Fac Odontol Bauru;10(3):118-27.
- **Prakki A.**, Carvalho R.M. (2001) Cimentos resinosos dual: características e considerações clínicas. Pós-Grad. Rev. Fac. Odontol. São José dos Campos; 4(1): 21-6.
- **Prithviraj DR**, Soni R, Ramaswamy S, Shruthi DP. (2010). Evaluation of the effect of different surface treatments on the retention of posts: a laboratory study. Indian J Dent Res. Apr-Jun; 21(2):201-6.
- **Radovic I**, Corciolani G, Magni E, Krstanovic G, Pavlovic V, Vulicevic ZR, Ferrari M (2009). Light transmission through fiber post: the effect on adhesion, elastic modulus and hardness of dual-cure resin cement. Dent Mater 25(7):837-44.

- **Raiden G**, Costa L, Koss S, Hernandez JL, Acenolaza V. (1999) Residual thickness of root in first maxillary premolar with post space preparation. *J Endodon*; 25:502-505
- **RasimickBJ**, Wan J, Musikant BL, Deutsch AS. (2010) A review of failure modes in teeth restored with adhesively luted endodontic dowels. *J Prosthodont*. 2010 Dec;19(8):639-46
- **Rathke A**, Haj-Omer D, Muche R, Haller B. (2009) Effectiveness of bonding fiber posts to root canals and composite core build-ups. *Eur J Oral Sci*. 117(5):604-10.
- **Reeh ES**, Messer HH, Douglas WH. (1989) Reduction in tooth stiffness as a result of endodontic and restorative procedures. *J Endod*. 1989 Nov;15(11):512-6.
- **Ricaldi-Flores C**, Rengifo-Alarcón C, Ricaldi-Flores J. (2013) Resistencia a la tracción de postes de fibra de vidrio cementados con resina autoadhesiva y resina de autocurado. *Kiru*. Ene-Jun; 10(1): 26–31
- **RobbinsJW**. (1990). Guidelines for the restoration of endodontically treated teeth. *Journal of the American Dental Association*. Vol.120; 558-62.
- **Roberts HW**, Leonard DL, Vandewalle KS, Cohen ME, Charlton DG. (2004) The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. *Dent Mater*. 20(7):617-22
- **Rotunno F**, Rotunno E. (2012). In vitro comparison of the mechanical strength of carbon fiber and zirconia ceramic posts and cores. *Int J Periodontics Restorative Dent*. Apr; 32(2):e75-81.
- **Sadek FT**, Goracci C, Monticelli F, Grandini S, Cury AH, Tay F, Ferrari M. (2006) Immediate and 24-hour evaluation of the interfacial strengths of fiber posts. *J Endod*. 32(12):1174-7.
- **Sadek FT**, Monticelli F. (2007) Bond strength performance of different resin composites used as core materials around fiber posts . *Dental Materials* 2007; 23: 95 – 99
- **Sahafi A**, Peutzfeldt A, Ravnholt G, Asmussen E, Gotfredsen K. (2005) Resistance to cyclic loading of teeth restored with posts. *Clin Oral Investig*. Jun;9(2):84-90.
- **Santos-Filho PC**, Veríssimo C, Raposo LH, Noritomi MecEng PY, Marcondes Martins LR (2014). Influence of ferrule, post system, and length on stress distribution of weakened root-filled teeth. *J Endod*. Nov; 40(11):1874-8.

- **Sarr M**, Kane AW, Vreven J, Mine A, Van Landuyt KL, Peumans M, Lambrechts P, Van Meerbeek B, De Munck J. (2010) Microtensile bond strength and interfacial characterization of 11 contemporary adhesives bonded to bur-cut dentin. *Oper Dent.* 35(1):94-104.
- **Scherrer SS**, Cesar PF, Swain MV. (2010) Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater.* Feb;26(2):e78-93.
- **Schmage P**, Pfeiffer P, Pinto E, Platzer U, Nergiz I. (2009) Influence of oversized dowel space preparation on the bond strengths of FRC posts. *Oper Dent.* Jan-Feb;34(1):93-101.
- **Schmitter M**, Hamadi K, Rammelsberg P. (2011) Survival of two post systems--five-year results of a randomized clinical trial. *Quintessence Int.* Nov-Dec;42(10):843-850.
- **Schwartz Richard S**, Robbins James W. (2004) "Post placement and restoration of endodontically treated th: a literature review". *Journal of endodontics.* Vol. 30 N°5 (289-301)
- **Scotti R**; Ferrari, M. (2004b). Cap.3 Pernos de fibra: fundamentos históricos y evolutivos. "Pernos de fibra: bases teóricas y aplicaciones clínicas. Edición española. Edit Masson. Barcelona. Pág. 15-23.
- **Scotti, R**; Ferrari, M. (2004a) "Pernos de fibra: bases teóricas y aplicaciones clínicas..Edición española. Edit Masson. Barcelona.
- **Sedgley CM**, Messer HH. (1992) Are endodontically treated teeth more brittle? *J Endod.* 18: 332-335.
- **Serafino C**, Gallina G, Cumbo E, Ferrari M. (2004) Surface debris of canal walls after post space preparation in endodontically treated teeth: a scanning electron microscopic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 97(3):381-7.
- **Shillingburg HT**, Hobo S, Whitsett L, Jacobi R, Brackett SE. (2011) *Fundamentos Escenciales en Prótesis Fija.* Tercera Edición. Editorial Quintessence S.L.
- **Soares CJ**, Valdivia AD, da Silva GR, Santana FR, Menezes Mde S. (2012) Longitudinal clinical evaluation of post systems: a literature review. *Braz Dent J* 23(2):135-740.

- **Sorensen, JA;** Engelman, MJ. (1990) Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent* 1990;63:529-536.
- **Standlee, JP;** Caputo, AA; Hanson, EC. (1978) Retention of endodontic dowels: effects of cement, dowel length, diameter and design. *J Prosthet Dent*; 39:401-405.
- **Suliman AH;**Boyer DB;Lakes RS. (1994) Polimerization shrinkage of composite resin: comparison with tooth deformation. *J Prosthet Dent* 1994;71:7-12
- **Taha NA,** Palamara JE, Messer HH. (2009) Cuspal deflection, strain and microleakage of endodontically treated premolar teeth restored with direct resin composites.*J Dent. Sep*;37(9):724-30.
- **Tang W,** Wu Y, Smales RJ. (2010) Identifying and reducing risks for potential fractures in endodontically treated teeth. *J Endod* 36(4):609-17.
- **Tay FR,** Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. (2005) Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod.* 31(8):584-9.
- **Tay, F.,** Sano, H., Carvalho, R. y Pashley, E. (2000) An Ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching Primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. *J. Adhesive Dent. Summer*; 2(2):83-98
- **Teixeira EC,** Teixeira FB, Piasick JR, Thompson JY (2006). An in vitro assessment of prefabricated fiber post systems. *JAm Dent Assoc* 137(7):1006-12.
- **Theodosopoulou JN,** Chochlidakis KM. (2009) A systematic review of dowel (post) and core materials and systems. *J Prosthodont.* Aug;18(6):464-72.
- **Tilk, M;** Lommel, T; Gerstein, H. (1979) A study of mandibular and maxillary root widths to determine dosel size. *J Endodon* 1979; 5:79-82.
- **ToksavulO,** Tomas M. (2005) Effect of luting agents and reconstruction techniques fracture resistance of pre-fabricated post systems. *J Oral. Rehab*; 32: 433 – 440.
- **Toledano, M.** Cementos dentales. (2003) *Arte y Ciencia de los Materiales odontológicos* Madrid: Ediciones Avances; p. 253.
- **Türker SA,** Özçelik B, Yilmaz Z. (2015) Evaluation of the Bond Strength and Fracture Resistance of Different Post Systems. *J Contemp Dent Pract.* Oct 1;16(10):788-93.

- **Uribe Echevarría J.** (2003) Adhesión a esmalte y dentina con sistemas poliméricos. Cap IV del libro “Adhesión en Odontología Restauradora” Editor: Gilberto Henostroza Haro. Editora Maio. Curitiba. Parana. Brasil
- **Vallittu PK, Narva K.** (1997) Impact strength of a modified continuous glass fiber-poly (methyl methacrylate) Int J Prosthodont. 10(2): 142-148.
- **Van Meerbeek S, Dhem A, Goret-Nicaise M, Sraem M, Lambrechts P, Vanherle G ."** (1993) Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of the resin-dentin interdiffusion zone." J Dent Res; 72: 495-501
- **Van Meerbeek B, Inoue S, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G.** (2001) Enamel and dentin adhesion. In: Summit JB, Robbins JW, Schwartz RS. Fundamentals of Operative Dentistry. A contemporary approach. Second edition. Quintessence Publishing Co., Inc. Chicago,; 8: 178-235.
- **Van Meerbeek, B., Yoshida, Y., Yamasaki, Y., Nakayama, Y, Lambrechts, P., Vanherle, G. y Wakasa, K.** (1999). Bonding and decalcification mechanism of carboxylic acids. J. Dent. Res.
- **Vano M, Cury AH, Goracci C, Chieffi N, Gabriele M, Tay FR, Ferrari M. J. B** (2008) Retention of fiber posts cemented at different time intervals in canals obturated using an epoxy resin sealer. Dent. Oct;36(10):801-7.
- **Visser LB,** (1948) citado por Della Serra O, Vellini Ferreira F (1981) Anatomía Denta. Cap. VI Artes Médicas. Sao Paulo. Pp 101-21.
- **Wataha J.** (2000) Biocompatibility of dental castings alloys: A review J Prosthet Dent; 83 (2): 223-233.
- **Wilson AD y Kent BE.** (1971) The glass-ionomer cement, a new translucent cement for dentistry. J Appl Chem Biotechnol 21:313. Citado por Wilson y Prosser (1982).
- **Wilson W.E** (2014) Evaluación de la resistencia a la fractura de piezas dentarias restauradas con postes de fibra de vidrio y de metal colado sometidas a fuerzas de compresión vertical. Tesis Doctoral. Univ. Central del Ecuador. Quito.
- **Wrbas K; Altenburger M; Schirmeister J; Bitter K; Kielbasa M.** (2007) “Effect of adhesive resin cements and post surface silanization on the bond strengths of adhesive and inserted fiber post”. Journal of Endod. 2007. Vol.33 N°7 (840-843).

- **Yiu CKY**, Tay FR, King NM, Pashley DH, Carvalho RM, Carrilho MRO. (2004) Interaction of resin-modified glass-ionomer cements with moist dentine. *J Dent*; 32: 521
- **Yoshida Y**, Nagakane K, Fukuda R, Nakayama Y, Okazaki M, Shintani H, Inoue S, Tagawa Y, Suzuki K, De Munck J, Van Meerbeek B. (2004). Comparative study on adhesive performance of functional monomers. *J Dent Res* 83(6):454-458.
- **Zahra V N**, Kohen S G, Macchi R L. (2011) Powder-liquid ratio and properties of two restorative glass ionomer cements. *Acta Odontol Latinoam* 24(2): 200-204.
- **Zaytsev D**, Grigoriev S, Panfilov P. (2012) Deformation Behavior of Human Dentin under Uniaxial Compression. *Int J Biomater.*;2012:854539.
- **Zhi-Yue L**, Yu-Xing Z. (2003) Effects of post-core design and ferrule on fracture resistance of endodontically treated maxillary central incisors. *J Prosthet Dent*: 89: 368-73.
- **ZhouLL**, Wang Q. (2012) Meta analysis of the comparison between cast metal posts' and fiber posts' clinical results. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*. Dec;21(6):709-613
- **Zicari F**, Couthino E, De Munck J, Poitevin A, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B (2008). Bonding effectiveness and sealing ability of fiber-post bonding. *Dent Mater*. 24(7):967-77.

ANEXO

Los ensayos de tracción de las muestras de los cinco grupos arrojaron como resultados, valores de fuerza medidos en Newton (N), observando que el grupo **Perno Colado** obtuvo valores más altos, superando el 100% de las muestras los 200N. **(Fig. 1)**



Figura 1- Grupo Perno Colado según comportamiento de las muestras y fuerza de tracción.

El grupo **Poste Anatómico** fue el que obtuvo los segundos valores más altos, con el 75% de las muestras por sobre los 200N. **(Fig. 2)**

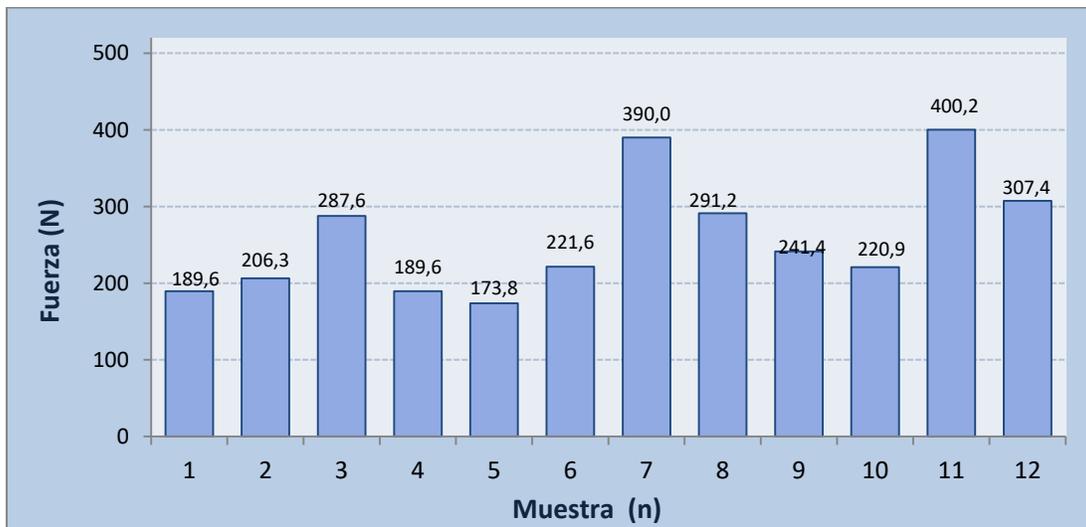


Figura 2- Grupo Poste Anatómico según comportamiento de las muestras y fuerza de tracción.

El grupo **Cemento** y **Poste** tuvo un comportamiento intermedio con los valores de fuerza distribuidos en forma proporcionada, 50% de las muestras sobre y por debajo de los 200N. **(Fig.3)**



Figura 3- Grupo Cemento y Poste según comportamiento de las muestras y fuerza de tracción.

Los grupos **Control** y **Refuerzo Dentinario** obtuvieron los valores más bajos con solo el 33% y el 25% de las muestras, respectivamente, que superaron los 200N. **(Fig.4 y 5)**

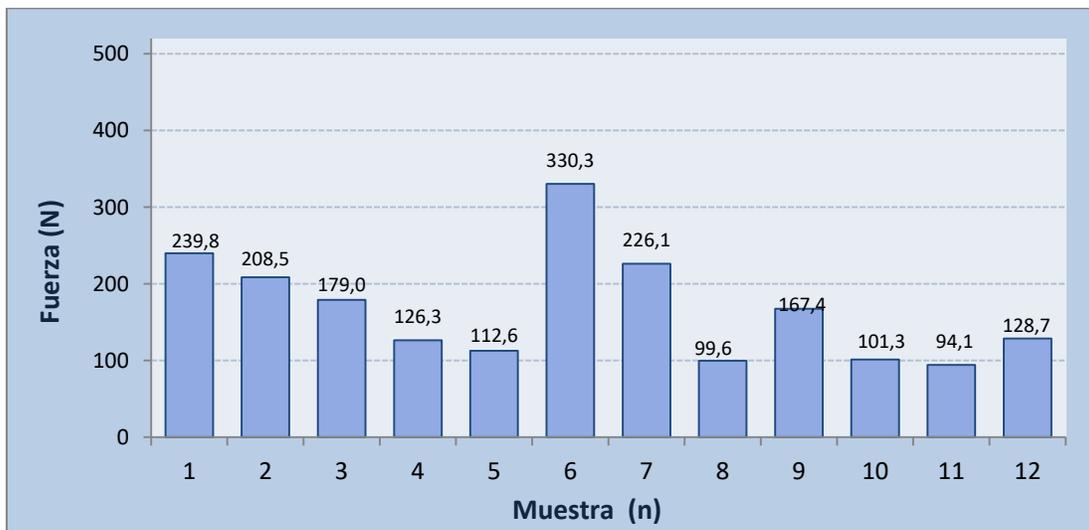


Figura 4- Grupo Control según comportamiento de las muestras y fuerza de tracción.



Figura 5- Grupo Refuerzo Dentinario según comportamiento de las muestras y fuerza de tracción.

MEDICIONES POR GRUPO

Muestra	Fuerza (N)	Sup (Lat) Poste	Sup (Lat) Cem-Den	% de Cem Adherido al Poste	Volumen Restos	Rest. en contacto con P.
G1-M41	239,75	23,27	42,64	1	0,802	No
G1-M42	208,53	25,89	46,47	3	6,135	No
G1-M43	179,02	24,44	50,80	1	3,779	No
G1-M44	126,28	27,49	43,55	1	1,025	Sí
G1-M45	112,64	24,24	46,48	0	3,307	No
G1-M46	200,82	27,21	41,96	0	1,315	No
G1-M47	226,37	26,31	43,46	7	5,214	Sí
G1-M48	99,55	24,40	52,80	0	3,165	No
G1-M49	167,35	25,74	41,59	99	2,518	No
G1-M50	101,29	24,15	44,55	8	3,837	Sí
G1-M55	94,10	25,07	45,99	0	2,994	Sí
G1-M58	128,70	25,15	45,60	6	1,007	No

Tabla 1- Grupo N°1 (Control)

Muestra	Fuerza (N)	Sup (Lat) Poste	Sup (Lat) Cem-Den	% de Cem Adherido al Poste	Volumen Restos	Rest. en contacto con P.
G2-M11	305,95	40,73	43,28	0	0,000	No
G2-M12	350,04	56,92	61,62	25	0,000	No
G2-M13	401,57	43,51	53,03	20	0,452	No
G2-M14	265,19	49,69	55,51	10	0,142	No
G2-M15	433,28	45,55	51,18	100	0,000	No
G2-M16	330,28	51,55	59,04	2	0,021	No
G2-M17	226,06	37,98	41,98	80	0,742	Sí
G2-M18	211,93	42,29	45,95	95	0,415	Sí
G2-M19	204,92	49,19	56,54	80	1,133	Sí
G2-M20	235,79	51,91	53,76	98	0,000	No
G2-M59	270,47	37,54	39,66	35	0,000	No
G2-M60	480,71	54,23	56,53	55	0,141	No

Tabla 2- Grupo N°2 (Perno Colado)

Muestra	Fuerza (N)	Sup (Lat) Poste	Sup (Lat) Cem-Den	% de Cem Adherido al Poste	Volumen Restos	Rest. en contacto con P.
G3-M01	189,56	27,22	43,57	0	0,043	No
G3-M02	206,30	27,35	45,04	0	0,065	No
G3-M03	287,61	27,28	49,45	90	0,000	No
G3-M04	189,60	27,80	50,78	0	0,447	No
G3-M05	173,77	27,54	49,21	80	0,197	No
G3-M06	287,60	28,23	59,83	0	0,000	No
G3-M07	389,95	29,33	60,11	40	0,035	No
G3-M08	291,22	25,60	51,84	0	0,421	No
G3-M09	241,41	27,57	52,15	0	0,288	No
G3-M10	220,92	28,95	61,36	1	0,000	No
G3-M11	400,21	27,55	48,51	63	0,245	No
G3-M12	307,40	28,11	53,64	8	0,123	No

Tabla 3- Grupo N°3 (Poste Anatómico)

Muestra	Fuerza (N)	Sup (Lat) Poste	Sup (Lat) Cem-Den	% de Cem Adherido al Poste	Volumen Restos	Rest. en contacto con P.
G4-M31	177,70	26,14	54,70	60	0,000	No
G4-M32	102,66	25,38	47,38	0	0,000	No
G4-M33	228,37	26,31	57,59	0	0,000	No
G4-M34	98,54	25,55	53,12	4	0,093	No
G4-M35	260,99	25,97	50,95	3	0,196	Sí
G4-M36	181,66	25,58	56,43	0	0,143	Sí
G4-M37	116,75	26,54	56,21	3	0,000	No
G4-M38	50,66	27,09	58,04	4	0,000	No
G4-M39	226,01	29,60	51,08	40	0,235	Sí
G4-M40	65,06	27,28	40,58	70	0,768	Sí
G4-M41	187,38	26,50	53,02	5	0,000	No
G4-M42	85,78	26,37	51,07	0	0,337	Sí

Tabla 4- Grupo N°4 (Refuerzo Dentinario)

Muestra	Fuerza (N)	Sup (Lat) Poste	Sup (Lat) Cem-Den	% de Cem Adherido al Poste	Volumen Restos	Rest. en contacto con P.
<i>G5-M21</i>	177,26	29,34	59,84	0	1,858	Sí
<i>G5-M22</i>	247,57	27,21	65,99	0	0,291	No
<i>G5-M23</i>	159,88	27,32	54,32	0	0,000	No
<i>G5-M24</i>	185,65	25,30	36,67	1	0,000	No
<i>G5-M25</i>	228,89	25,98	51,38	3	0,000	No
<i>G5-M26</i>	236,80	26,14	49,89	0	0,000	No
<i>G5-M27</i>	196,27	25,83	47,01	0	0,585	No
<i>G5-M28</i>	209,13	25,99	45,89	99	0,000	No
<i>G5-M29</i>	230,05	26,73	57,37	0	0,000	No
<i>G5-M30</i>	225,26	22,99	51,76	2	0,827	No
<i>G5-M56</i>	322,97	29,64	63,20	30	0,073	No
<i>G5-M57</i>	98,27	27,60	62,76	0	0,538	No

Tabla 5- Grupo N°5 (Cemento y Poste)