



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

**“DETERMINACIÓN DEL pH INTRARADICULAR AL APLICAR DIFERENTES
TÉCNICAS DE LAVADO, POSTERIOR AL GRABADO ÁCIDO TOTAL”**

Sebastián Rodrigo Saldías Valdivia

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

TUTOR PRINCIPAL:

Prof. Dr. Marcelo Bader M.

TUTOR ASOCIADO:

Prof. Dr. Manuel Ehrmantraut N.

Santiago-Chile
2013

*A mi madre por su ejemplo de lucha
y a mi polola Pamela Vera por su amor*

AGRADECIMIENTOS

- Al Dr. Marcelo Bader, por la dedicación, apoyo y asesoría teórica, entregando sin condiciones su conocimiento y horas de trabajo desinteresadamente.
- Al Dr. Manuel Ehrmantraut, por su buena disposición y tiempo dedicado a corregir esta investigación.
- Al Dr. Pedro Terraza, por su orientación desde el punto de vista metodológico y estadístico.
- Al Profesor Ismael Yevennes, por su buena disposición, asesoría y colaboración durante el desarrollo de la fase experimental de este estudio.
- Al Departamento de Bioquímica por facilitar el microelectrodo, ciertos materiales y el lugar físico para el desarrollo de la fase experimental.
- A la Dra. María Pilar Barahona por su apoyo y disposición durante los últimos años de la carrera.
- A mí familia, por su apoyo y cariño en esta importante etapa de mi vida. Porque pese a la distancia estuvieron presentes.
- A mí tíos Marisol Valdivia y Eduardo Vera, junto con su hermosa familia que me han acogido estos últimos años, por celebrar mis logros y ayudarme en los momentos difíciles.
- A mí polola Pamela Vera por su apoyo incondicional y amor sin medida.
- A la tía Rosa y al tío Juan por su cariño y apoyo durante esta etapa.
- A mis amigos de este proceso de mí vida, Nicolás Sepúlveda, Ricardo Díaz, Jorge Caro, Francisco Zurita, Marco Hernández, Luis Antilef, Cristina Rojas, Giovanna Sturla, Lila Bravo, Tamara Ellicker y Carolina Verdaguer, por hacerla más entretenida y llevadera.
- A los funcionarios como Miguel, Isabel, Consuelo, Marcia y Pablo, por su alegría, amabilidad y empatía en cada momento de esta etapa.

INDICE

I.	RESUMEN	1
II.	INTRODUCCIÓN	2
III.	MARCO TEÓRICO	5
IV.	JUSTIFICACIÓN	32
V.	HIPÓTESIS	35
VI.	OBJETIVO GENERAL	35
VII.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
VIII.	MATERIALES Y MÉTODOS	36
IX.	RESULTADOS	44
X.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	50
XI.	DISCUSIÓN	55
XII.	CONCLUSIÓN	58
XIII.	SUGERENCIAS	59
XIV.	BIBLIOGRAFÍA	60

RESUMEN

Introducción: El sistema adhesivo de grabado ácido total sigue siendo muy utilizado, por ello se realizó un estudio descriptivo cuantitativo del pH del conducto radicular al utilizar protocolos de lavado, con el fin de eliminar el ácido ortofosfórico residual del conducto radicular, el cual puede interferir en la adhesión del poste intraradicular y por ende en la restauración final.

Objetivo: Determinar si los protocolos de lavado propuestos, son una herramienta adecuada para eliminar el ácido ortofosfórico del conducto radicular.

Material y método: 9 dientes humanos unirradiculares sanos, con endodoncia, aportados por el preclínico de Endodoncia de la Universidad de Chile, fueron desobturados, dejando un sello apical de 5 mm y con el posterior corte coronal de 2 mm sobre el límite amelocementario. Los dientes fueron divididos en 3 grupos, a los cuales fue aplicada la técnica de grabado ácido total y luego un protocolo de lavado diferente para cada grupo. Los protocolos fueron: lavado con agua jeringa triple, lavado con spray jeringa triple y lavado con dos jeringas hipodérmicas. Los protocolos fueron desarrollados con agua potable y en un tiempo de 30 segundos. La medición de pH se realizó con microelectrodo y pHmetro EZDO® PL-600, y los resultados fueron analizados, a través de media aritmética y diferencias significativas entre pH inicial y el pH posterior a la aplicación de cada protocolo.

Resultados: Posterior a los protocolos aplicados se obtuvo un pH promedio de 6,24900 con agua jeringa triple, 6,33900 con spray de jeringa triple, y 5,79767 con dos jeringas hipodérmicas. Asimismo se encontró diferencias significativas entre el pH inicial y el posterior a cada protocolo.

Conclusión: Los tres protocolos de lavado analizados son eficientes en el retiro correcto del ácido ortofosfórico del conducto radicular.

Palabras claves: Adhesión, cementación, grabado ácido total y pH.

INTRODUCCIÓN

Durante el ejercicio profesional, el odontólogo se ve constantemente enfrentado al desafío de dar soluciones a pacientes afectados por distintas enfermedades, las cuales se manifiestan en el territorio craneo-cérvico-máxilo-facial.¹

Dentro de la práctica odontológica, es frecuente ver pérdidas de tejido dentario coronario y como consecuencia de ello existen problemas tanto estéticos como funcionales. Para solucionar dichos problemas existen múltiples posibilidades de tratamiento, desde la aplicación de sellantes hasta la confección de prótesis, pasando por restauraciones de resinas compuestas, amalgamas, incrustaciones y restauraciones con anclaje a pernos radiculares previa realización de endodoncia de la pieza afectada, lo cual permite al odontólogo la conservación de dientes naturales y su rehabilitación. Gracias a ello, los dientes que alguna vez fueron diagnosticados con indicación de exodoncia, actualmente son tratados y restaurados.

Al existir una extensa pérdida de estructura dentaria, la cual es insuficiente para proveer soporte y retención de la restauración, se utilizan como alternativa las fijaciones intraradiculares, tanto para dientes anteriores como posteriores. La determinación de aplicar un poste se basa en la respuesta a la siguiente pregunta: ¿Se necesita un poste para retener la reconstrucción coronaria?, ya que la decisión de colocar un poste no debe ser fundamentada en la necesidad de reforzar la raíz.²

En virtud de lo anterior, los postes intraradiculares se indicarán en los dientes que perdieron una cantidad extensa de estructura dentaria (destrucción superior al 50% de la superficie coronal dental),³ ya sea por fracaso de restauraciones y/o fracturas de piezas dentarias. Caputo y Standlee⁴ refieren que los postes y pines

se deben utilizar para facilitar el reemplazo de la porción dentaria de coronas que se encuentren considerablemente dañadas, o bien cuando el material de reconstrucción ya sea amalgama, resina compuesta o prótesis fija, no se pueda retener por sí solo. De este modo, los postes permiten al operador reconstruir la estructura dentaria para que la restauración posea retención.⁵

El muñón queda retenido por el poste y posteriormente se restaura el diente ya sea con una corona, incrustación o resina compuesta. El diente tratado endodónticamente debe ser previamente desobturado, removiendo la gutapercha del interior del conducto radicular pero asegurando un óptimo sellado apical. Finalmente la espiga se inserta y cementa en el conducto radicular del diente tratado endodónticamente proporcionando retención para la restauración final.⁶

En la actualidad son muy utilizados los postes de fibra de vidrio. Si bien existen diversos tipos de cementación para cada poste, la técnica de cementación más utilizada para los postes de fibra de vidrio es aquella que utiliza el grabado ácido total, seguido de la aplicación de un adhesivo y luego del cemento de resina compuesta. Esto permite acondicionar la estructura dentinaria del canal radicular para generar un sustrato receptivo para la adhesión mediante la presencia de microretenciones. El ácido retira las sales minerales y deja al colágeno sin sustento, sin embargo, dicho ácido debe ser retirado del conducto radicular puesto que la presencia de pH ácido inhibe la polimerización de los monómeros adhesivos. Este procedimiento presenta una serie de complicaciones debido a la forma y dimensiones del canal radicular, es por esto que el ácido debe ser retirado mediante un protocolo de lavado estricto con el fin de tener la seguridad de que ha sido completamente eliminado del conducto. Del mismo modo, de acuerdo al protocolo de técnica adhesiva de hibridación, el agua utilizada debe ser retirada teniendo la precaución de no desecar la dentina canalicular. Posteriormente se debe imprimir la dentina para infiltrar los monómeros entre las fibras colágenas que quedaron sin sustento mineral por el grabado, para luego proceder a la cementación.

El procedimiento de grabado de dentina, al igual que el esmalte, finaliza con el lavado con agua potable para eliminar el ácido ortofosfórico y de igual forma los sedimentos resultantes del proceso de grabado. Durante esta fase es primordial eliminar el gel de grabado utilizado en el procedimiento de acondicionamiento, lo que se logra eficazmente en superficies lisas,⁷ sin embargo, cuando se trata de conductos radiculares, el acceso del procedimiento de lavado al interior del conducto no garantiza el retiro total del ácido.

En base lo antes mencionado, el presente estudio evalúa distintos protocolos de lavado, con el fin de establecer un protocolo que logre eliminar el ácido ortofosfórico y neutralizar el pH del conducto radicular, de manera de permitir la adhesión del sistema de cementación.

MARCO TEORICO

En la práctica clínica, los dientes tratados endodónticamente tienen con frecuencia una pérdida coronaria significativa. Dentro de los factores responsables de este compromiso se incluyen caries extensas, fracturas, traumas, iatrogenia, así como también tratamientos endodónticos.

En base a la magnitud del daño coronario y a la cantidad y calidad de la estructura dental remanente, se fundamenta la elección del tratamiento a realizar, el cual puede ser una técnica adhesiva sin invasión del conducto radicular, como por ejemplo, el empleo de resinas compuestas directas, o restauraciones adhesivas indirectas de cerámicas o cerómeros (desde incrustaciones, coronas parciales, hasta coronas completas), o en los casos de dientes con tratamiento endodóntico y poca estructura coronal remanente que requieran de coronas artificiales, se utilizarán postes para incrementar la retención de la restauración cuando no hay suficiente tejido de sustentación.^{8,9,10.}

ESPIGAS O POSTES INTRARRADICULARES:

Son estructuras intraradiculares, en base a materiales rígidos y de diferentes tamaños, cuya finalidad es proporcionar una base sólida para la restauración del remanente coronario y a su vez, distribuir las fuerzas oclusales a lo largo del eje longitudinal del diente, a través de la dentina que lo rodea.^{11,12}

OBJETIVO DE LAS ESPIGAS O POSTES INTRARRADICULARES:

Los postes tienen como objetivo otorgar retención al material restaurador⁵, sin embargo, en la actualidad existe controversia en relación a los postes de fibra de vidrio cementados con cementos adhesivos, ya que estudios señalan que refuerzan el diente al formar un monoblock con la estructura dentaria, permitiendo

absorber y distribuir las fuerzas uniformemente a lo largo de la raíz y del remanente coronario, reduciendo significativamente el riesgo de fractura.^{13,14}

REQUISITOS DE UNA ESPIGA O POSTE IDEAL:^{15,16,17}

- Costo adecuado.
- Forma similar al volumen del conducto dental formado durante la desobturación o formación del conducto protésico.
- Propiedades mecánicas similares a la dentina (Resistencia a la fatiga y módulo de elasticidad).
- Requerir de un mínimo desgaste del conducto radicular.
- No corrosibles.
- Biocompatibles.
- Adecuada retención, la cual depende principalmente de dos factores: la longitud del poste y la adaptación de éste a las paredes radiculares.

CLASIFICACIÓN:

Según los métodos de elaboración, los postes pueden ser:

- Prefabricados: Son estructuras rígidas y de tamaños predefinidos que sirven como base de retención para la restauración del remanente coronario. Pueden ser de: titanio, acero inoxidable, cerámica, fibra de vidrio, fibra de cuarzo y circonio, entre otros.
- Colados: Se confeccionan desobturando el conducto hasta la longitud deseada, se toma una impresión, ya sea por método directo o indirecto, luego se coloca una restauración provisional, se realiza el envío al laboratorio dental y en forma posterior se realiza en clínica el ajuste de la restauración colada y la colocación y cementación final. Los metales con los

cuales son fabricadas van desde los metales bases hasta los nobles, por lo que el costo varía, considerablemente, entre unos y otros.¹⁸ Dentro de sus principales ventajas se encuentra la conservación de estructura radicular, las propiedades antirrotacionales y una buena retención del muñon, mientras que como desventajas presentan alta rigidez, lo cual puede predisponer a fracturas radiculares, nula translucidez y el hecho de requerir como mínimo dos sesiones de tratamiento, ya que son fabricados en laboratorio.

Según los materiales de fabricación, los postes pueden dividirse en dos grupos:

- Metálicos: Dentro de los postes metálicos existen prefabricados y colados. Los prefabricados son de acero inoxidable o de titanio y los colados pueden ser hechos con oro o con la misma aleación que utilice la corona. Algunos estudios sugieren que los productos de corrosión, pueden ocasionar fractura radicular, y a su vez pigmentar la raíz y los tejidos gingivales subyacentes.¹⁹
- No metálicos: Pueden ser de zirconio, resina reforzada con fibra de vidrio, resina reforzada con fibras de carbono y resina reforzada con fibras de polietileno. Los de zirconio poseen un módulo de elasticidad sumamente elevado, inclusive mayor a los metálicos. Por el contrario, los postes de fibra de vidrio y de carbono, tienen el módulo de elasticidad más parecido al de la dentina.

Según su forma, los postes prefabricados se clasifican en:

- Postes Cónicos: poseen poca retención, pero una preparación muy conservadora por la forma natural del canal.

- Postes Paralelos: poseen buena retención y una preparación extensa sobre todo en la zona apical.
- Postes Paralelos-Cónicos: poseen buena retención y también son más conservadores de estructura dental en la zona apical.

Al comparar los tipos de postes, Caputo y Standlee señalan que los postes paralelos son más retentivos que los cónicos y distribuyen las fuerzas favorablemente,⁴ debido a la capa amortiguadora formada por el agente cementante. Si bien, ambos tipos de postes están íntimamente adosados a las paredes del conducto, los postes cónicos necesitan un menor desgaste de la dentina del conducto radicular en las zonas media y apical, lo cual favorece la integridad del diente, y los convierte en los más usados en la actualidad.

Según la posibilidad de propagación de la luz a través de ellos, los postes prefabricados de fibra pueden ser:

- Opacos: Bloquean en gran medida la luz transmitida por la lámpara de fotocurado hacia el interior del conducto radicular.
- Translúcidos: Permiten la propagación de la luz a través de su estructura, con el fin de optimizar la activación y polimerización de los sistemas adhesivos y de cementación, ya sean de tipo fotoactivado o dual.

Según la configuración de superficie, pueden ser:

- Postes Rugosos
- Postes Lisos
- Postes Roscados

Estudios en relación a la superficie de los postes, señalan que los postes roscados pueden producir tensiones en la dentina, lo cual con el tiempo puede producir fractura radicular²⁰

Según su mecanismo de unión a la pieza dentaria, los postes pueden ser:

- Postes Activos: corresponden al poste que se atornilla al conducto para unirse a la dentina (máxima retención), pero con peligro de fractura vertical (no deben ser forzados). En caso de usarlos se deben seleccionar de preferencia aquellos con aperturas laterales para dar mayor flexibilidad y generar menor contracción de tensiones en la estructura dentaria.
- Postes Pasivos: dependen del cemento y de su adaptación al conducto para su retención, por lo cual son poco retentivos.²¹

Las piezas dentarias con insuficiente tejido remanente pueden ser rehabilitadas indicando la colocación de un poste intraradicular. Dentro de los distintos tipos de postes, destacan los postes de fibra de vidrio, los cuales son químicamente compatibles con el bisfenolglícidil dimetacrilato (Bis-GMA), componente de los cementos de resina compuesta, por lo cual pueden ser cementados al conducto utilizando una técnica adhesiva.²²

En la actualidad los postes de fibra de vidrio destacan por sus características de elasticidad y estética, pudiendo absorber y distribuir las fuerzas uniformemente a lo largo de la raíz y del remanente coronario, reduciendo significativamente el riesgo de fracturas,^{23,13} y a los cuales se dará énfasis en el presente estudio, ya que los postes de fibra de vidrio utilizan cementos de resina compuesta y sistemas adhesivos para su cementación, entre ellos, aquellos que utilizan el sistema de grabado ácido total, el cual es objeto de estudio de esta investigación.

POSTES DE FIBRA DE VIDRIO

Los postes de fibra de vidrio son postes prefabricados, los cuales están constituidos por fibra de vidrio o sílice, blancas o translúcidas y que están dispuestas de forma unidireccional dentro de una matriz de resina de polímeros

epóxicos, con un alto grado de conversión del monómero y una estructura altamente reticulada.^{24,25}

Dentro de las características y propiedades de los postes de fibras de vidrio, se señala, que por su módulo de elasticidad, ellos tendrían la capacidad de absorber y distribuir las fuerzas uniformemente a lo largo de la raíz y del remanente coronario,¹³ es decir, distribuir la tensión sobre una amplia área superficial, aumentando el umbral de carga y por ende, reduciendo el riesgo de fracturas radiculares.^{26,27,28}

Diversos autores señalan que una de las propiedades más importantes de los postes intrarradiculares de fibra de vidrio es su módulo de elasticidad, el cual se encuentra en torno de 25 Gpa, y que es muy parecido al módulo de elasticidad de la dentina, que es de 8 Gpa y 19 Gpa (para fuerzas con inclinación transversal u oblicua), lo que permite mayor flexibilidad, distribuyendo el "estrés" sobre la estructura dentaria, y por ende, otorgando mayor resistencia a la fractura radicular.²⁹

En relación a los fracasos de los postes de fibra de vidrio, estudios señalan como posibles causas: la dislocación de los postes, patología periapical, descementación de prótesis fija, fractura del poste, falla del muñón, fracaso de la restauración y fallas por razones desconocidas.³⁰ Sin embargo, los postes de fibra de vidrio evolucionan con una tasa de fallas de 11,4% durante el 1° y 2° año, mejorando a los 2.3 años con una tasa de 0%.³¹

En cuanto a las desventajas o limitaciones de los pernos intrarradiculares de fibra de vidrio, diversos autores señalan la ausencia de radiopacidad del material, la necesidad de un mínimo de 2 mm de estructura coronaria remanente para poder utilizarlos, las bajas posibilidades de éxito en conductos excesivamente cónicos o elípticos, y de igual forma, la falta de estudios clínicos longitudinales.^{32,33}

A pesar de su reciente surgimiento, algunos estudios han demostrado que los postes de fibra de vidrio presentan integridad de la restauración y distribución de las cargas generadas por la masticación, lo que llevaría a un aumento de la resistencia a la fractura, ya que actuarían reforzando el tejido dental remanente al formar un monoblock entre el poste y la estructura dentaria²⁹, al ser cementados adhesivamente. Sin embargo, las propiedades favorables del poste de fibra de vidrio, solo se manifestarían en caso de que sean cementados eficazmente utilizando una técnica adhesiva adecuada y que a través de ella se llegue a formar un monoblock con la pieza dentaria. En virtud de ello, el proceso adhesivo a utilizar cobra especial relevancia, y por ello es necesario comprender a cabalidad los fenómenos de adhesión.

ADHESIÓN

Como parte del plan de tratamiento de nuestros pacientes, muchas veces es necesario lograr una unión entre dos superficies de igual o diferente naturaleza. Esta unión, se denomina adhesión, que se define como toda fuerza que permite mantener dos superficies en contacto, o la fuerza que se opone a la separación de dos cuerpos que están en íntimo contacto.

Uno de los requisitos más importantes en adhesión es lograr un íntimo contacto entre las partes a unir, lo cual no siempre es posible entre dos sustancias sólidas, por lo que se requiere de un elemento adicional, que por sus características, al ser puesto en contacto con ambas superficies, pueda armonizarlas y lograr su unión.^{1,34}

En odontología, la adhesión consiste en la unión íntima y permanente entre los materiales de restauración y la estructura dentaria, generando una continuidad entre ambas superficies con un adecuado sellado marginal de la restauración. Dicha continuidad es relevante, ya que la ausencia de esta, generaría microfiltración marginal.

1.1 MECANISMOS DE ADHESIÓN:

En Odontología los mecanismos de adhesión se clasifican en: Adhesión Mecánica o Física y Química o Específica.

1.1.1. Adhesión Física o Mecánica:^{35, 36, 37}

Es la unión entre dos superficies, la cual puede ser lograda a través de una trabazón o mediante tensión entre dichas partes. A su vez, esta adhesión física se puede subdividir en:

a. Adhesión Macromecánica: corresponde a la unión que se establece en base a la función de la morfología macroscópica de las estructuras, como por ejemplo en el caso de la fijación de una restauración, a través de formas cavitarias específicas o como ocurre en el conducto radicular, a causa de su forma.¹⁶

b. Adhesión Micromecánica: en este caso, la unión se realiza en función de la morfología microscópica. Esta unión es considerada el mecanismo más importante de adhesión de resinas compuestas al esmalte y a la dentina. Esta retención ocurre cuando la resina infiltra completamente las porosidades generadas por el acondicionamiento del esmalte y de la superficie dentinaria.^{38, 39} Este fenómeno también se puede observar en el acondicionamiento de la dentina radicular, y en la trabazón micromecánica del material de adhesión y cementación, y también debido al roce que se produce entre la superficie del poste y las paredes del conducto radicular, a causa del largo y ancho del conducto y de las características de la superficie del poste radicular a ocupar.

La diferencia entre ambos tipos de adhesión, radica en la magnitud del fenómeno (que sea o no visible al ojo humano).¹⁶ Por otro lado, cualquiera de los dos tipos de retención mecánica pueden ser logrados por:

- Efectos geométricos: Se basan en la formas de las superficies, ya sean de tipo macroscópico o microscópico (poros, rugosidades, diseño cavitario, etc.). Dichas

formas, producen una trabazón necesaria para lograr la unión de las partes. Un ejemplo es el diseño de una preparación cavitaria, mediante la cual se retiene una restauración o por otro lado, la penetración de un adhesivo en las irregularidades microscópicas de la superficie dentaria.¹⁶

- Efectos reológicos: Son los cambios volumétricos o dimensionales que sufren los materiales al endurecer, los cuales generan tensiones que ayudan a producir la adhesión.¹⁶

1.1.2. Adhesión Específica o Química:

Corresponde a la unión, que se basa en la generación submicroscópica de fuerzas, producto de interacción estructural entre átomos o moléculas.¹⁶ Dentro de esta unión se identifican:

- Uniones químicas primarias o interatómicas: corresponde a la unión entre átomos, siendo de tipo iónicas, covalentes o metálicas. Para lograr esta unión, las partes deben tener una distancia de Armstrong entre sí. Son uniones que generan altos niveles de energía y es valorada por muchos como un verdadero mecanismo de adhesión.^{16, 17}

- Uniones químicas secundarias: La unión se establece mediante uniones más débiles o secundarias, pudiendo ser de tipo dipolos permanentes o fluctuantes, como por ejemplo las Fuerzas de Van der Waals.¹⁶

En odontología se ha utilizado principalmente la unión mecánica donde la mayoría de los sistemas basados en resinas compuestas sólo se adhieren al tejido duro dentario mediante uniones micromecánicas, mientras que la adhesión del cemento de vidrio ionómero a los tejidos mineralizados es principalmente de tipo química, sin embargo, por las características propias del sustrato dentario las formulaciones creadas para lograr uniones iónicas o covalentes no son posibles,

por lo cual sólo podrían generar uniones químicas secundarias, siendo estas de bajo valor y produciendo defectos en la interface con el consecutivo fenómeno de percolación o infiltración marginal.¹

1.2. PRINCIPIOS DE ADHESIÓN

Para obtener una buena adhesión deben cumplirse los siguientes principios: adaptación, energía superficial, ángulo de contacto y/o humectancia¹:

1.2.1. Adaptación: es el contacto íntimo entre materiales, lo cual es prácticamente imposible entre dos sólidos, por lo que habitualmente se logra a través del uso de un líquido más o menos viscoso, que constituye el adhesivo que compatibilizará las superficies en contacto.

1.2.2. Energía Superficial: En sólidos, la energía libre se dispone en la superficie, ya que los átomos de superficie externa no compensan su carga con los átomos vecinos, como ocurre en el interior del material. Mientras que en los líquidos, los átomos de superficie son atraídos hacia el centro del material, causando una fuerza de contracción llamada tensión superficial, la cual los mantiene en forma de gota. Un sólido con elevada energía superficial favorece el esparcimiento del líquido de menor energía sobre su propia superficie. Para lograr adhesión, la superficie del sólido debe tener alta energía superficial, por lo cual la superficie no debe estar contaminada.

1.2.3. La Humectación es la capacidad de un líquido de fluir y adherirse fácilmente sobre la superficie de un sólido, creando una capa delgada y continua, lo cual ocurre pobremente en líquidos muy viscosos, esto se puede observar a través del ángulo de contacto, el cual es el ángulo que se forma entre la tangente de la gota y la superficie de contacto. Existe un bajo ángulo de contacto cuando la atracción entre las moléculas del sustrato y las del líquido es fuerte. Esta

atracción también está determinada por la energía superficial y por ello la superficie no debe estar contaminada.

1.3. REQUISITOS PARA OBTENER UNA ALTA ADHESIÓN

Dentro de la práctica odontológica para lograr una excelente adhesión se deben lograr los siguientes pasos:¹

- Alta energía superficial de las superficies adherir.
- Lograr una adaptación íntima de las partes a adherir.
- Se debe utilizar un adhesivo adecuado, o en su efecto, un agente de enlace que cumpla un papel similar.
- Adecuada resistencia adhesiva y buena humectación.
- Baja viscosidad del adhesivo, de manera de mojar completamente la superficie y así dejar una capa delgada sobre el adherente.
- Compatibilidad química entre el adhesivo y el adherente, los cuales no deben repelerse.

Además, un buen adhesivo debe poseer cambios dimensionales mínimos al endurecer y su variación dimensional térmica debe ser similar al de las estructuras a unir. Idealmente debería generar unión química con la dentina, y por este motivo se requiere que sus moléculas sean polifuncionales, para poder reaccionar con ambos sustratos a unir (material restaurador y estructura dentaria).

ADHESIÓN A DENTINA

La dentina es un tejido mineralizado, el cual está constituido aproximadamente por 70% de materia inorgánica, 18% de materia orgánica y 12% de agua. Este tejido es el más abundante de la pieza dentaria y como entidades estructurales básicas posee prolongaciones odontoblásticas, túbulos

dentenarios y una matriz dentaria calcificada. A su vez la dentina está íntimamente conectada con la pulpa a través de los túbulos dentenarios.

La unión a la dentina es micromecánica y la dificultad en la adhesión es el resultado de la compleja estructura histológica y de su composición variable. La adhesión a la dentina ha sido menos confiable debido a la características de los sustratos dentenarios, incluyendo el alto contenido orgánico y de agua, la presencia de fluido dentinario y variaciones de estructura tubular^{40,41}.

Además de su compleja histología, existe otra dificultad para lograr una correcta adhesión a la dentina, como es la formación de barro dentinario, el cual se produce durante la preparación cavitaria, y está constituido por una mezcla de fibras de colágeno, cristales de hidroxiapatita dañados y bacterias, además de detritus orgánico e inorgánico. El barro dentinario tiene un grosor que va desde 0.5 a 5 micrones aproximadamente, el cual varía según el sustrato dentinario y el instrumento utilizado en la cavitación. En relación a la adhesión, el barro dentinario, ocluye los túbulos dentenarios, formando una barrera de difusión⁴² que disminuye la permeabilidad dentinaria, hecho que tiene efectos positivos como la protección de la pulpa y la reducción de la sensibilidad postoperatoria, y a la vez efectos negativos como el impedimento para la adhesión, ya que podría evitar la infiltración de monómeros hacia la dentina, por lo que debe ser removido o modificado.^{43,44,45,46,47}

De igual forma, las bacterias que quedan atrapadas en el barro dentinario pueden sobrevivir y multiplicarse bajo las restauraciones, por ello es importante actuar sobre el barro dentinario para lo cual existen diferentes técnicas de adhesión, las cuales pueden remover, modificar o impregnar el barro dentinario.

Adhesión a dentina y sistemas adhesivos

Para lograr una mejor adhesividad a la superficie dentinaria existen distintos sistemas adhesivos:

Sistemas adhesivos autograbantes: utilizan el barro dentinario como sustrato adhesivo (sin remoción completa de éste), no requieren de paso previo de grabado con ácido, presentan ahorro de tiempo clínico y simplificación de la técnica adhesiva. El interés de la comunidad odontológica por este sistema adhesivo ha generado la necesidad de poseer un conocimiento acabado de su mecanismo de adhesión, con el fin de asegurar un comportamiento clínico tan exitoso como el de los sistemas adhesivos de grabado ácido total.⁴⁸

Sistemas adhesivos de grabado ácido total: busca eliminar toda la capa de barro dentinario producida durante la preparación cavitaria y disolver parcialmente la hidroxiapatita exponiendo la trama colágena de la dentina. El sistema adhesivo de grabado ácido total realiza la desmineralización de la superficie y luego la aplicación de un agente resinoso sin relleno o agente imprimante al cual la resina se une químicamente. El mayor problema es crear un contacto íntimo entre el cemento que es hidrofóbico y la superficie dentinaria que es hidrofílica.⁴⁹

Sistema de grabado ácido total

El sistema de grabado ácido total, también llamada técnica de hibridación o de grabado y lavado, consiste en realizar el acondicionamiento de las estructuras dentinarias con ácido ortofosfórico, es decir realizan el grabado ácido total de dentina y esmalte simultáneamente, removiendo el barro dentinario, para posteriormente aplicar el sistema adhesivo compuesto por un agente imprimante y un adhesivo propiamente tal, los cuales se unen micromecánicamente a las

microporosidades generadas en esmalte y a las fibras colágenas de la dentina que quedan sin sustento mineral, trabándose y dando origen a la denominada capa híbrida. A este tipo corresponden los sistemas adhesivos de cuarta y quinta generación.⁵⁰

El mecanismo de acción de los sistemas adhesivos de quinta generación o con técnica de grabado ácido total, es el mismo que poseen los sistemas adhesivos de cuarta generación, pero en dos pasos y no en tres como estos últimos. En ambos casos de la técnica, ocurren tres procesos: el acondicionamiento, la acción del Primer y la acción del adhesivo.⁵⁰

En esmalte el patrón de grabado permite a la resina compuesta introducirse en esta superficie irregular creando una trabazón micromecánica, mientras que en dentina esta técnica no ha dado los mismos resultados, debido principalmente a su diferencia estructural, ya que en dentina en comparación con el esmalte, hay un aumento de la materia orgánica y del contenido de agua, con una disminución del componente inorgánico, por ello el sistema de grabado ácido total se basa en la unión al colágeno de la dentina intertubular, y por lo cual sería razonable pensar que a mayor cantidad de este tipo de dentina expuesta, se podrían obtener mayores valores de adhesión.

Sumado a lo anterior, es importante considerar la presencia del ya descrito barro dentinario y como los sistemas adhesivos influyen en el, sobre todo el sistema adhesivo de grabado ácido total.

Fases del procedimiento del Sistema Adhesivo Grabado Ácido Total

Acondicionamiento

El acondicionamiento consiste en el grabado de dentina y esmalte con ácido ortofosfórico. Si bien se postulaba que la difusión del ácido dentro de los túbulos dentinarios causaba sensibilidad post-operatoria, actualmente se sabe que

un incorrecto sellado marginal de la restauración es la principal causa de inflamación pulpar.^{51,44,50} El acondicionamiento o grabado ácido total de la dentina disuelve y remueve el barro dentinario, y a su vez abre los túbulos, aumenta la permeabilidad dentinaria, produce la descalcificación de la dentina peritubular e intertubular y remueve los cristales de hidroxiapatita dejando una malla de colágeno que podría colapsar por pérdida de soporte inorgánico.^{43,50}

El barro dentinario ocluye la entrada a los túbulos, por lo cual el grabado mediante ácido ortofosfórico al remover el barro dentinario genera un aumento de la permeabilidad intratubular, y además desmineraliza la matriz intertubular en una profundidad de 2-7µm, exponiendo la trama colágena fibrilar y por ende generando permeabilidad intertubular.

Ácido ortofosfórico

El ácido utilizado actualmente es el ácido ortofosfórico (H_3PO_4), el cual es muy compatible con la composición del esmalte que es $[Ca_{10} (PO_4)_6(OH)_2]$, a diferencia de otros ácidos que son muy reactivos (ej. ácido sulfúrico o clorhídrico), o poco reactivos (ej. ácido cítrico o láctico). El ácido ortofosfórico al accionar sobre la hidroxiapatita, lo hace extrayendo calcio, que pasa a formar parte de la solución⁵². La concentración de 37% es la más utilizada en la actualidad, ya que se ha observado que concentraciones mayores logran una menor formación de microporos, así como una menor profundidad de grabado, mientras que concentraciones menores del ácido, aumentan la velocidad de formación de microporos (efecto inverso).

Tiempo de aplicación del ácido ortofosfórico

El tiempo de aplicación no debe ser muy extenso, ya que la reacción es autolimitante y produce una precipitación de fosfato de calcio sobre el esmalte, obliterando los poros, con lo que disminuye la capacidad de unión. Asimismo el

hecho de lograr retirar esta capa de sales precipitadas es muy difícil, por lo cual se pueden crear problemas para la adhesión del material restaurador.⁵³

Como los sistemas adhesivos de grabado ácido total son aplicados sobre el colágeno y los proteoglicanos de la matriz desmineralizada de la dentina, mantener la integridad estructural de estos componentes durante y después del grabado, debería mejorar considerablemente la estabilidad final de la capa híbrida. Es por ello, que es relevante el tiempo de grabado sobre dentina, ya que se podría generar una profundidad de desmineralización mayor a la que puede ser susceptible de imprimir, lo que podría generar fracasos en el procedimiento, por lo cual el esmalte no debe ser sometido a un tratamiento con ácido ortofosfórico menor a 15 segundos, mientras que la dentina, que resulta clave para la creación de un sustrato adhesivo suficientemente permeable, pero además molecularmente estable,⁵⁴ no debe ser sobreexpuesta al tratamiento por más de 15 segundos, ya que cualquiera de las dos situaciones puede resultar en una reducción de la resistencia de la unión.⁵⁵

De igual modo, es importante considerar el método de aplicación del ácido ortofosfórico, es decir, si se ha aplicado en forma activa y con movimiento, o si solo se ha depositado en la superficie. Cuanto más prolongada es la actuación del ácido ortofosfórico reforzada por una aplicación activa, más profunda es la capa de red de colágeno en la que puede penetrar el agente imprimante hidrófilo.

Fase de Lavado del Sistema Adhesivo de Grabado Ácido Total

La fase de lavado debe ser por un tiempo adecuado, por lo menos igual o bien superior al de la aplicación del ácido ortofosfórico, y con una fuerza alta para poder penetrar en los poros y remover el ácido ortofosfórico y las sales de calcio disueltas en el líquido, ya que más que por remoción directa, la eliminación se

realiza por una dilución del ácido ortofosfórico presente en el fondo de las grietas en que está atrapado.⁵³

Tipo de lavados intraradicular:

La fase de lavado del sistema adhesivo de grabado ácido total, es realizada con agua y existen tres tipos principalmente:

- Lavado con agua jeringa triple.
- Lavado mediante spray jeringa triple.
- Lavado con jeringa hipodérmica.

La finalidad del proceso de lavado es el retiro del ácido ortofosfórico y de la hidroxiapatita, procurando siempre mantener la humedad de la dentina, que es la principal responsable de la integridad de la malla de colágeno, y por ende impidiendo su colapso. Si la superficie dentinaria es reseca, el agua que soporta la malla de colágeno se evapora causando su colapso, reduciendo el espacio entre las fibras colágenas y disminuyendo la posibilidad de que un adhesivo de resina se infiltre dentro de la malla de colágeno.⁴⁵

Debe existir siempre un equilibrio entre una humedad idónea y el hecho de no resecar, a razón de que por un lado el exceso de agua impedirá el contacto real buscado,⁵² y por otro el resecar puede colapsar la malla de colágeno y dificultar la penetración del primer hasta las zonas más profundas de la dentina desmineralizada. Estudios al respecto, como el de Perdigao y cols., han demostrado la diferencia estructural que presenta una dentina húmeda y una secada en exceso o reseca. Este efecto es más frecuente al quedar expuesta las capas más profundas, y es por ello, que para asegurar la penetración del primer en aquella capa de fibras de colágeno, el tiempo indicado de grabado de la

dentina debe ser el adecuado y en forma posterior el primer infiltrado en el entramado de colágeno pasará a formar la capa híbrida.⁵⁶

Después del lavado y secado, se aplica una mezcla de monómeros de resina disueltos en solvente (orgánico o acuoso), que infiltra la dentina previamente grabada. Los monómeros de resina compuesta difunden a través de las fibras colágenas por los espacios que antes eran ocupados por minerales, y luego reemplazados por agua, conformándose una unidad interconectada entre el adhesivo y el sustrato dentinario poroso, conocida como capa híbrida o zona de interfusión diente-resina.^{45,57}

La difusión de adhesivo dentro de los túbulos dentinarios y su posterior polimerización in situ, dará lugar a prolongaciones resinosas llamadas tags que asumiendo que se encuentran adheridos a las paredes de los túbulos dentinarios, permitirán el sellado tubular, previniendo la microfiltración y la sensibilidad dentinaria, además de proveer una fuente adicional de retención.⁵⁸

Tanto la adecuada permeabilidad interfibrilar como la uniforme infiltración de los monómeros dan lugar a una capa híbrida compacta, la cual se relaciona con altos valores de resistencia adhesiva.

Fase de Aplicación del Primer y del Adhesivo

Una vez se ha grabado la superficie dentinaria se debe aplicar un adhesivo de resina. La unión del adhesivo a la dentina, se ve dificultada por un problema de compatibilidad química por la presencia de agua, ya que los adhesivos son hidrofóbicos y la dentina hidrofílica. Es por esto que se debe aplicar un Primer sobre la dentina, que corresponde a un monómero de resina que contiene uno o más grupos hidrofílicos (hidroxietil metacrilato (HEMA), bisfenol dimetacrilato (BPDM) y 4-metacril-oxi-etiltrimetilato-anhídrido (4-META)), que se encuentran

disueltos en solventes orgánicos en la misma botella que contiene al adhesivo. Estas moléculas poseen dos grupos funcionales uno hidrofílico que es afín con la dentina y uno hidrofóbico que tiene afinidad por la resina adhesiva, actuando como agente de enlace entre esta última y la superficie dentinaria. El Primer moja y penetra la malla de colágeno desmineralizada.^{43,50,51}

La retención micromecánica del adhesivo de resina en la red de fibras colágenas de la dentina desmineralizada, se infiltra en consistencia fluida y adopta rigidez por polimerización, formando una capa interdigitada de fibras de colágeno y resina llamada “capa híbrida”.⁵⁹

El adhesivo es una resina sin relleno hidrofóbica, que generalmente es BIS-GMA o UDMA. En el caso de los adhesivos dentinarios de quinta generación, a esta resina hidrofóbica se le han adicionado moléculas con grupos hidrofílicos, tales como el HEMA, que cumple la función del Primer, es decir, es capaz de unir la resina adhesiva hidrofóbica, a la dentina húmeda hidrofílica. El agente adhesivo es polimerizado, para formar una capa interdigitada de fibras de colágeno y resina llamada “*capa híbrida*”. La capa de adhesivo formada debe saturar la red de fibras colágenas y establecer un espesor que sea capaz de absorber tensiones y proteger la unión adhesiva de la separación provocada por la contracción de polimerización del composite restaurador.⁵⁰

La capa híbrida fue descrita por primera vez por Nakabayashi y cols., el año 1982, se define como “la estructura formada en tejidos duros del diente (esmalte, cemento y dentina), producto de la desmineralización de su superficie, que fue infiltrada por monómeros que finalmente fueron polimerizados”, siendo considerado el mecanismo más común por el cual se produce la adhesión en la mayoría de los sistemas adhesivos.⁴⁸

División Morfológica de la capa híbrida:⁶⁰

1. **Cuerpo principal:** es el área más extensa y superficial de la capa híbrida, la cual está limitada periféricamente por el tejido dental (esmalte, dentina, cemento).

2. **Zona tubular o de penetración transdental:** Corresponde al tag de resina compuesta, el cual puede llegar a medir entre 3 a 11 micrones. Esta zona es la encargada de sellar los túbulos dentinarios e impedir la posterior contaminación de la superficie dentinaria.

3. **Zona tubular-lateral o de penetración intradental:** Se refiere a los microtags de composite que se forman lateralmente a los tags principales, son pequeñas ramificaciones de las interdigitaciones de resina compuesta de mayor diámetro.

La mantención de la humedad en dentina luego de realizado el grabado ácido total, es vital para lograr una correcta adhesión, ya que la capa híbrida es imposible de formar sobre una superficie dentinaria reseca, por el colapso del colágeno que impide la correcta penetración del adhesivo. La penetración parcial del adhesivo de resina no permitirá una correcta unión de la resina restauradora a la superficie dentinaria, resultando bajos valores de fuerza adhesiva.

La fuerza adhesiva es generalmente menor cuando no hay formación de la capa híbrida. Estudios *in vitro*, indican que la formación de la capa híbrida o hibridación proporciona un porcentaje bastante importante de la adhesión a dentina.⁴⁸

En base a los pasos clínicos del sistema adhesivo de grabado ácido y a lo expuesto por diversos autores como Fuyasama en el año 1980, el sistema adhesivo de grabado ácido total, mediante la aplicación de ácido ortofosfórico en

la superficie dentinaria favorece la adhesividad y convierte al sistema de grabado ácido total en un sistema de adhesión recomendable, tanto por la capacidad de sellado, como por la buena unión a la estructura dental, obteniendo como resultado una aceptable fuerza de adhesión.⁶¹ Sin embargo para que este sistema adhesivo logre los resultados esperados se debe eliminar totalmente el ácido ortofosfórico del conducto radicular, ya que de no realizar un correcto lavado que garantice la neutralización de los ácidos presentes, el ácido residual puede impedir que los iniciadores de la autopolimerización (aminas básicas) cumplan su función de reacción oxido-reducción, lo que produce alteraciones en la polimerización. Asimismo se han reportado falencias en relación a la fuerza de adhesión, debido a la permeabilidad que presenta el cemento, después de polimerizar a causa de la alta concentración de monómeros hidrofílicos, lo que permite al agua difundir desde la dentina y formar gotas en la interfase adhesivo/cemento, por lo tanto, la concentración de ácido ortofosfórico desempeña un papel crucial, ya que debe ser suficientemente ácido para garantizar una desmineralización adecuada de la dentina y el esmalte, y a su vez debe ser retirado eficazmente, con el fin de evitar la hidrofiliidad en el cemento. Al respecto Ferracane y cols. informaron que un carácter hidrofílico debido a un valor de pH bajo en el conducto radicular, puede comprometer la estabilidad mecánica, producto de la excesiva absorción de agua. Por consiguiente lo ideal sería un pH ácido e hidrófilo al comienzo, con el fin de lograr la desmineralización para la adherencia y adaptación a la superficie del diente, y luego un pH neutro e hidrófobo apto para que se produzca una correcta polimerización.⁶²

AGENTE CEMENTANTE

Dentro de los diversos materiales que existen en Odontología, se encuentran los cementos dentales, los cuales presentan una amplia variedad de aplicaciones. La presente investigación se encuadra en los cementos como

material para cementación, el que se define como un material que sirve para retener restauraciones en una posición fija, ya sea en forma temporal o definitiva⁶³ y razón por la cual se utilizará el término cementación.

REQUERIMIENTOS DE LOS CEMENTOS

Los agentes de cementación debieran poseer las siguientes propiedades:

Propiedades Biológicas: Biocompatibilidad, acción antibacteriana y resistencia a la microfiltración marginal.

Propiedades Mecánicas: Alta resistencia mecánica para resistir fuerzas masticatorias, ruptura y fatiga por stress. Asimismo, deben ser resistentes a la abrasión, buena adhesión a la restauración indirecta y a la preparación dentaria (unión durable entre materiales diferentes) y un módulo de elasticidad adecuado, el cual debe ser similar a la dentina y a la restauración indirecta, ya que un alto módulo de elasticidad es relevante en zonas de alto estrés masticatorio.⁶⁴

Propiedades Químicas: Insoluble en el medio bucal.

Propiedades Físicas: Baja conductividad tanto eléctrica como térmica, radiopacidad para poder observar a través del exámen radiográfico la línea de cementación, caries o excesos marginales de cementos, elevada adhesión y bajo estrés de polimerización o fraguado que se traduce en mínimos cambios dimensionales del cemento al endurecer.

Propiedades estéticas: el cemento debe poseer un color similar a la estructura dentaria y a la restauración, y a su vez, una estabilidad en el color, es decir, que no se produzcan cambios de color a través del tiempo, ya que los materiales

restauradores pueden ser traslúcidos lo cual es importante en el sector anterior de la boca.⁶⁵

Propiedades Clínicas: El espesor de la película debe garantizar un óptimo asentamiento y ajuste de la restauración, facilidad de trabajo o de manipulación y viscosidad adecuada para asegurar el completo asentamiento de la restauración, por lo cual no debe ser muy elevada.

CEMENTOS UTILIZADOS EN LA ACTUALIDAD PARA CEMENTAR POSTES

Los agentes cementantes pueden ser convencionales o adhesivos, los convencionales son aquellos fraguables como fosfato de zinc, el vidrio ionómero, y los cementos de vidrio ionómero modificados con resina. Los cementos adhesivos son aquellos polimerizables como los cementos de resina compuesta.

Para la cementación de postes de fibra de vidrio, se requiere el uso de cementos de resina compuesta, ya que aumentan la retención y proporcionan consolidación a corto plazo de la raíz.^{66,67}

Los cementos de resina compuesta presentan ventajas, ya que exhiben mejores propiedades mecánicas que los cementos convencionales, entre las cuales se encuentra tanto una alta resistencia a la fatiga, a la compresión y a la flexión, como un adecuado módulo de elasticidad, resistencia a la fractura, y dureza en comparación con los cementos tradicionales, sin embargo, la descementación es la causa más frecuente de fracaso de los postes de fibra, y la razón de ello, es una falla de la adhesión en la interfase dentina- cemento de resina compuesta.⁶⁸

CEMENTOS DE RESINA COMPUESTA

Los cementos de resina compuesta están constituidos básicamente por tres componentes químicos:

-La matriz orgánica o fase orgánica: comprende un sistema de monómeros mono, di o tri funcionales. La mayoría de los cementos tienen monómeros a base de Bis-GMA o UEDMA, combinados en algunos casos con TEGDMA, o con agregado de pequeñas cantidades de grupos funcionales hidrofílicos tales como el HEMA o el 4-META.⁶⁹

-Fase inorgánica o material de relleno o dispersa: está formada por un material de relleno inorgánico, del cual dependen las propiedades físicas y mecánicas del material. Existe una gran variedad de partículas de relleno empleadas en función de su composición química, morfología y dimensiones. El relleno inorgánico mejora la resistencia a la abrasión y a la compresión y además, la dureza del material. También reduce la contracción de polimerización y el coeficiente de expansión térmico, además de proporcionar radiopacidad, mejorar la manipulación e incrementar la estética. Sin embargo una carga de relleno muy elevada aumenta viscosidad del cemento, lo que aumenta el grosor de película dificultando la cementación.

-Órgano silano o agente de unión entre la resina orgánica y el relleno o agente de acoplamiento: es una molécula bifuncional, como el vinil silano, que une la fase matriz al relleno, el cual cubre las partículas de relleno inorgánico y puede unir en un extremo al grupo hidroxilo del sílice y por el otro extremo, a través de su doble enlace, a los monómeros de la matriz.⁷⁰

CLASIFICACIÓN DE CEMENTOS DE RESINA:

Según sistema de activación de la polimerización:

- **Químicamente activados (autocurado):** corresponde a una forma de activación mediante un sistema oxido-reducción, la cual se inicia con la mezcla de un peróxido orgánico como el de benzoilo con una amina terciaria aromática. Como desventaja presenta un corto tiempo de trabajo, riesgo de incorporar burbujas durante el espatulado y decoloración en el tiempo.

- **Fotoactivados:** son sistemas de un solo componente, con elementos fotoiniciadores (canforoquinona) que se activan con luz de una longitud de onda entre 460/470 nm. Están indicados para cementar restauraciones translúcidas y de espesor menor a 1,5 mm

- **Cementos de activación dual:** poseen las propiedades de los cementos de resina de autocurado y fotocurado por ello permiten mayor tiempo de trabajo y la reacción con alto grado de conversión en ausencia o presencia de luz.

Según requerimiento de acondicionamiento de superficie:

1.- Cementos de resina compuesta con sistema adhesivo:

1.a) Cementos con sistema adhesivo de grabado y lavado: corresponde a cementos que requieren previamente el uso de un sistema adhesivo de grabado y lavado. Utilizan adhesivos de 4° y 5° generación. Los de 4° generación corresponden a los de grabado y lavado de “3 pasos”. El 1° paso es el uso del ácido fosfórico para grabar esmalte y dentina. Posterior al grabado, se realiza el lavado con agua para remover el ácido ortofosfórico y con él la capa de barro dentinario, para luego pasar al 2° paso, donde se retira el exceso de agua y se aplica un agente imprimante hidrofílico. El proceso finaliza con el tercer paso que

corresponde a la aplicación de una resina de unión o adhesivo. Mientras que, los sistemas adhesivos de 5° generación, corresponden a un sistema adhesivo de dos pasos, en el cual también se realiza el grabado total o acondicionamiento de la dentina y el esmalte.⁷¹ Dentro de las ventajas los adhesivos de 5° generación presentan el hecho de poseer menor sensibilidad y una mayor rapidez en obtener la adhesión mediante un menor número de pasos clínicos.

1.b) Cementos con sistema adhesivo de autograbado: utilizan un agente imprimante ácido sin enjuague con el fin de tratar el tejido previo a la cementación, ya que utilizan la capa de barro dentinario como sustrato de unión intermedio, por lo cual pueden simultáneamente acondicionar e imprimir los tejidos dentarios duros.⁷² En relación a la acidez de estos monómeros imprimantes, estos sistemas pueden ser clasificados en leves ($\text{pH} > 2$), moderados ($1 < \text{pH} < 2$) o fuertes ($\text{pH} < 1$).⁷³

2.-Cementos de resina compuesta que no requieren adhesivos, o autoadhesivos:

Corresponden a un cemento de resina compuesta basado en la adhesión directa de los tejidos dentales, superficies cerámicas y metálicas, el cual no requiere de acondicionamiento de las superficies dentales, sin embargo, presenta un limitado potencial de grabado e interactúa sólo superficialmente con la dentina. Estos cementos de resina compuesta autoadhesivos son de fácil manejo, su aplicación se resume en la mezcla de las pastas base y catalizadora o tras la activación de cápsulas de monodosis, luego de lo cual el material se aplica directamente sobre las superficies que serán adheridas.

CEMENTACIÓN DE POSTES DE FIBRA

La retención de los postes de fibra de vidrio al conducto radicular se verá afectada por distintos factores, entre ellos: el tipo de poste, la adaptación del poste al conducto radicular y el agente cementante.⁷⁴

Los postes de fibra se retienen de forma pasiva en el conducto radicular, por lo tanto su retención depende de la adhesión entre poste y cemento, y entre cemento y dentina, es por ello que se recomienda utilizar cementos de resina compuesta para lograr su adhesión.^{75,76}

La descementación del poste del conducto radicular es la causa más frecuente de falla en la restauración de dientes con sistema de poste-muñón, mientras que las fracturas radiculares verticales constituyen los fracasos más graves. La cementación adhesiva de los postes logra una mayor retención en comparación a la cementación convencional y esto a su vez reduce la incidencia de descementación.⁷⁷

En relación a los sistemas adhesivos en dentina radicular para la cementación de postes, investigaciones han analizado a través de microscopio electrónico de barrido la densidad de los túbulos dentinarios encontrando una densidad significativamente mayor en el tercio cervical en comparación al tercio medio y apical del conducto. De igual forma, al realizar el grabado ácido total del conducto radicular usando ácido fosfórico al 37%, la superficie de túbulos expuestos aumentó en 202% en el tercio cervical 156% en el tercio medio y 113% en el tercio apical.⁷⁸

El mecanismo de adhesión al conducto radicular es esencialmente de naturaleza micromecánica, y se basa en la infiltración de la superficie dentinaria desmineralizada por los agentes imprimantes hidrofílicos de los sistemas adhesivos que penetran en la superficie dentinaria acondicionada formando la zona de interfusión resina-dentina o capa híbrida, además de los tags de resina y anastomosis entre tags por la presencia de canales laterales entre los tubos.⁷⁸

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad es frecuente la cementación de postes intraradicales, ya que cada vez son más los dientes restaurados vía endodoncia, los cuales necesitan una restauración coronaria definitiva anclada a la raíz, para lo cual es fundamental un sistema adhesivo que permita enfrentar adecuadamente las exigencias funcionales.

Existen diversos sistemas adhesivos, entre los cuales se encuentra el sistema adhesivo de grabado ácido total, tema central de la presente investigación, el cual tiene una buena capacidad de sellado y de unión a la estructura dental, obteniendo con ello niveles aceptables de fuerzas de adhesión.⁷⁹

De no tomar conciencia de la importancia del pH del conducto radicular, previo a la cementación del poste intraradicular se pueden presentar alteraciones en el proceso de adhesión, ya que un pH ácido es producto de la presencia de ácido ortofosfórico residual en el conducto radicular, el cual repercute en el proceso de cementación y trae consigo el fracaso de la fijación del poste intraradicular y por consiguiente de la restauración realizada, es por ello que la investigación buscó establecer un protocolo de lavado eficaz para el retiro del ácido ortofosfórico, con resultados fácilmente aplicables en cualquier clínica odontológica, debido a su fácil reproducción, bajo costo y materiales accesibles, lo cual permite reproducir los protocolos. Asimismo el estudio es atinente a las necesidades de la clínica actual, ya que los postes de fibra de vidrio son cada vez más utilizados, a causa de sus favorables condiciones mecánicas y estéticas, lo cual hace relevante investigar y buscar una solución a una de las causas de fracaso de la cementación de los postes intraradicales como es, el retiro incorrecto del ácido ortofosfórico, producto de un inadecuado lavado del conducto protésico, lo que afectará la correcta polimerización del cemento de resina, la

formación del monoblock entre el diente y el poste, y por consiguiente la obtención de una restauración exitosa a través del tiempo.

El hecho de que los sistemas adhesivos de grabado ácido total posean un pH más ácido, no es un factor negativo, ya que el pH más elevado de los autograbantes puede afectar la resistencia adhesiva por diferencias en la cantidad y calidad de barro dentinario, debido a la débil acidez del autograbante,^{80,81,82} hecho que no sucede en los sistemas adhesivos de grabado ácido total, debido al pH del ácido ortofosfórico, sin embargo, se debe asegurar el posterior retiro total del ácido ortofosfórico, a través de un protocolo de lavado estricto del conducto radicular.

Asimismo el hecho de no realizar el lavado de estos materiales, como el caso del sistema adhesivo autograbante, se produce la incorporación del barro dentinario o de sus componentes dentro de las capas de adhesión, lo cual puede disminuir el grado de penetración de los agentes imprimantes al interior de la dentina, siendo más notoria la penetración de estos en la dentina intertubular.

Si bien la técnica y los mecanismos de los sistemas adhesivos de autograbado para obtener adhesión a dentina son diferentes a la técnica de grabado ácido total, con menos pasos y más sencillos; continua siendo aún una técnica muy sensible^{83,84} e incluso estudios señalan que los resultados con los sistemas adhesivos de autograbado no son tan consistentes como los sistemas de generación previa.⁸⁵ En base a todo lo anterior, y sumado al estudio de Alfaro y cols. en el 2004, en que los mayores resultados de resistencia adhesiva fueron obtenidos al utilizar la técnica de grabado ácido total, este estudio busca mejorar los pasos clínicos de dicho sistema adhesivo, con el objetivo principal de eliminar los posibles errores durante el proceso de lavado del sistema adhesivo.

Los postes de fibra de vidrio son los más adecuados cuando las condiciones así lo permiten. Se necesita que el poste forme un monoblock con el

diente, el cual se genera a través de la unión íntima que permite el acondicionamiento mediante ácido ortofosfórico, y la polimerización del adhesivo y cemento. El acondicionamiento con grabado ácido se realiza con el fin de crear microrretenciones, donde se pueda adherir el cemento, a través de un adhesivo y el aumento de la energía superficial lo que facilita la humectación de la dentina por el primer, sin embargo, es fundamental retirar el ácido del conducto radicular, para que penetre el adhesivo y no interfiera en la polimerización, por lo que se debe lavar el conducto con el fin de elevar el pH y polimerizar el adhesivo, y así solucionar la problemática del ácido residual, el cual es una de las causas de fracaso de la cementación de los postes intraradicales y producto de lo cual nace la hipótesis del estudio.

HIPÓTESIS

Existen diferencias significativas entre el pH del conducto radicular posterior al grabado ácido total y el pH posterior a los protocolos de lavado.

OBJETIVO GENERAL

Determinar si existen diferencias significativas en el pH del conducto radicular luego del grabado ácido total y con distintas técnicas de lavado.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 1.- Determinar el pH del gel de ácido ortofosfórico al 37%.
- 2.- Determinar el pH del conducto radicular luego de la aplicación de cada uno de los protocolos de lavado.
- 3.- Analizar si existen diferencias entre el pH inicial del conducto radicular y el pH obtenido posterior a la aplicación de cada uno de los protocolos de lavado.
- 4.- Analizar comparativamente los tres protocolos de lavado y definir el protocolo de lavado más efectivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio cuantitativo, experimental y comparativo *ex vivo* se realizó conjuntamente en los Laboratorios del Área de Biomateriales Odontológicos del Departamento de Odontología Restauradora y en los Laboratorios de Química de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

Muestra:

Los dientes fueron aportados por el preclínico de Endodoncia de la Universidad de Chile, los cuales presentaban endodoncia realizada. Al aplicar los criterios de inclusión y exclusión, la muestra definitiva quedó conformada por 9 dientes humanos unirradiculares permanentes.

Para la selección de la muestra se plantearon los siguientes criterios:

Criterios de Inclusión:

- Dientes humanos.
- Dientes unirradiculares.
- Dientes permanentes.
- Dientes extraídos por indicación de ortodoncia o enfermedad periodontal.
- Dientes con formación apical completa.
- Dientes con endodoncia realizada.
- Dientes con conducto endodóntico amplio.

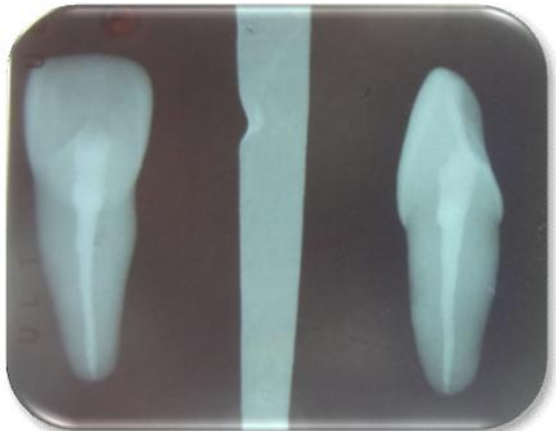
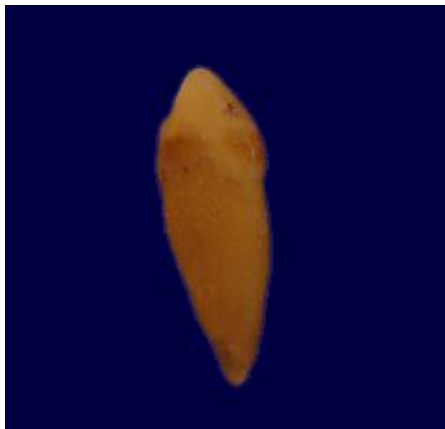
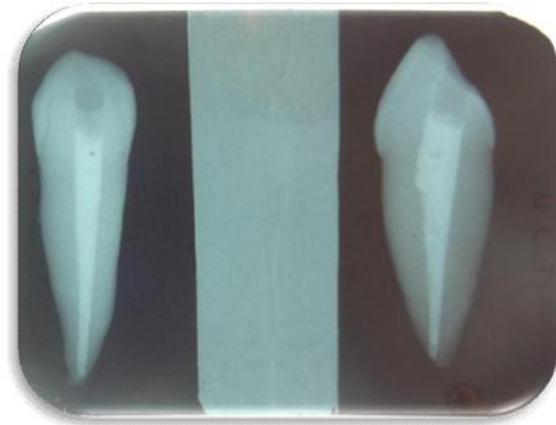
Criterios de Exclusión:

- Dientes con destrucción coronaria y/o radicular.
- Dientes multirradiculares
- Dientes temporales.

- Dientes supernumerarios.
- Dientes con alteraciones morfológicas.
- Dientes con lesión por caries.

Procedimiento:

Fueron tomadas radiografías a todos los dientes disponibles. A cada diente se tomó radiografía retroalveolar con película radiográfica Kodak® (proyección vestibular y proximal en una misma película). El objetivo de las radiografías fue conformar la muestra con dientes de conducto radicular amplio (Imagen N°2).



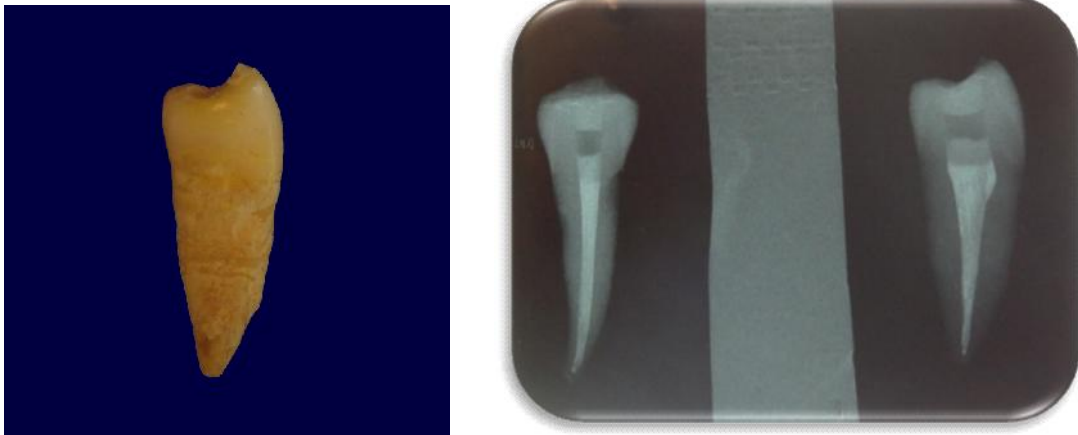


Imagen n° 1: Tres dientes pertenecientes a la muestra. Fotografía directa e imagen radiográfica correspondiente.

Posterior a la toma de radiografías, fue medido el largo de cada diente con una regla de 15 cm, con el objetivo de definir la desobturación idónea para conseguir un sello apical lo más cercano posible a los 5 mm, y a su vez dejar los conductos protésicos de igual longitud. Después de realizar la desobturación con un Micromotor y contrángulo de baja velocidad W&H® Austria, mediante una fresa tallo largo n°4 Dentsplay® Maillefer® y un tope de silicona endodóntico Dentsplay® Maillefer®, fueron cortadas las coronas 2mm sobre el límite amelocementario con una piedra de diamante de grano grueso y forma aguja utilizando una turbina W&H® Austria. Finalmente se realizó nuevamente registro radiográfico a cada diente (Imagen n°2).

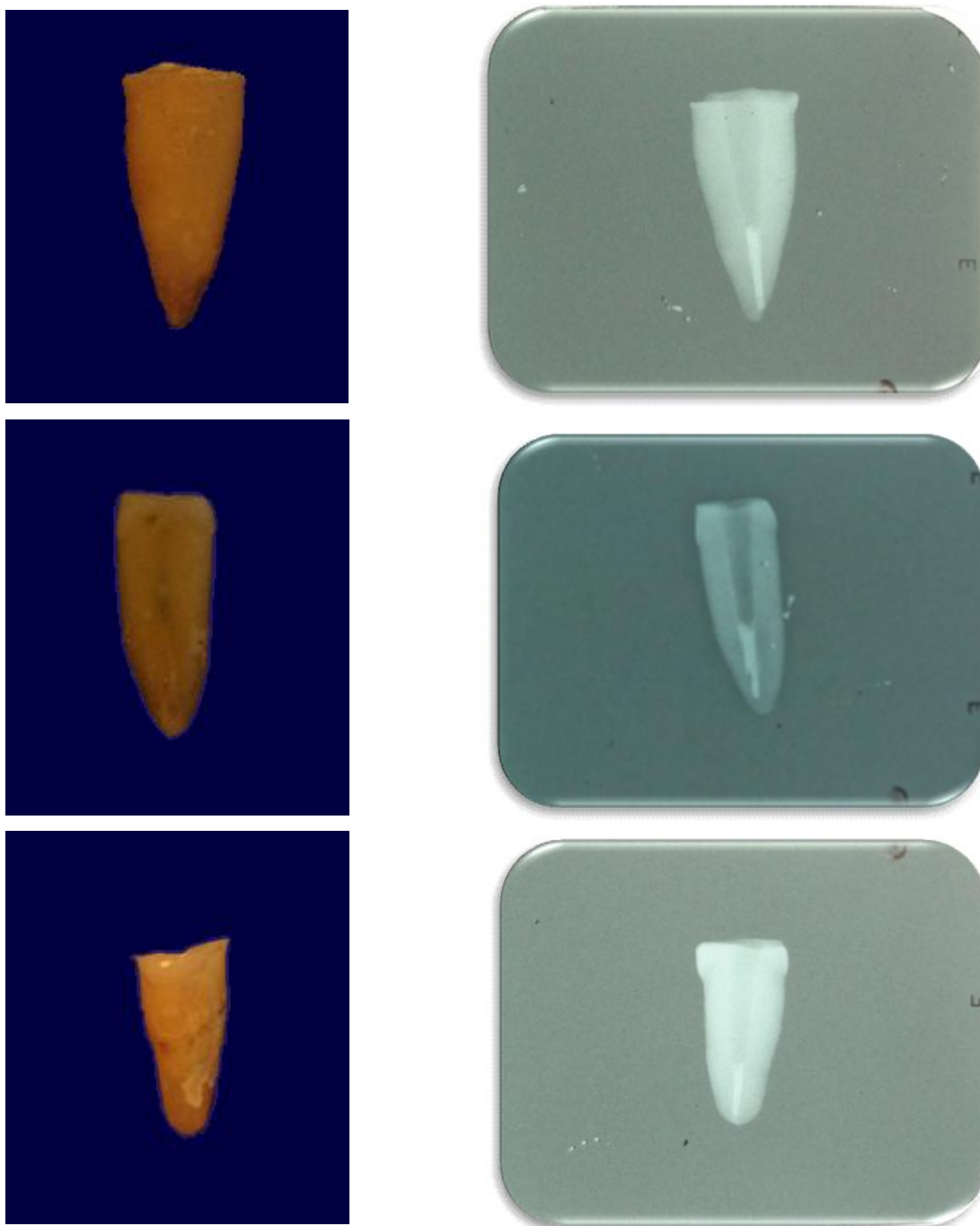


Imagen n° 2: Tres dientes cortados pertenecientes a la muestra. Fotografía directa e imagen radiográfica correspondiente.

Se retiró los restos de ligamento periodontal a todos los dientes, con cureta Gracey, y luego fueron conservados en una solución de suero fisiológico NaCl

0.9% a temperatura ambiente, para mantener su hidratación hasta el momento de la realización del experimento.

1. Confección de base para colocar los dientes muestrales

Se confeccionaron bases de silicona pesada Speedex® Coltene® Whalodent® con activador, con el fin de otorgar un sostén fijo a los dientes pertenecientes a la muestra, lo cual permitió evaluar el pH del conducto radicular.

Realización del grabado ácido total, aplicación de los protocolos de lavados y medición de los pH de dichos conductos:

Procedimiento:

Antes de detallar el procedimiento, es importante destacar una limitante práctica del estudio, la cual fue la dimensión del conducto radicular. Esta limitación se generó tanto para la introducción del microelectrodo dentro del conducto radicular, como para la cantidad de solución a extraer para evaluar, ya que el microelectrodo no mide volúmenes menores a 50 μl , por lo cual las mediciones de pH se realizaron extrayendo la solución presente en el conducto radicular mediante una micropipeta Labopette® Hirschmann® Laborgerate® Alemania de 100 μl y una punta intercambiable para cada uno de los casos de la muestra, luego la solución fue depositada en un tubo eppendorf de 1,5 ml y en forma posterior se evaluó el pH a través de microelectrodo y pHmetro EZDO® PL-600, el cual mide la diferencia entre un electrodo de trabajo y uno de referencia.⁸⁶

El microelectrodo está constituido por un electrodo de vidrio, el cual presenta una membrana sensible a la concentración de H^+ en disolución. Al variar la concentración de H^+ , varía el potencial, el cual luego se mide y se compara con respecto a un electrodo de referencia, cuyo potencial permanece inalterado,

generando una variación de la diferencia de potencial. La diferencia de potencial se puede relacionar con el correspondiente valor de pH, por ello los microelectrodos, a pesar de medir diferencias de potencial, entregan valores en unidades de pH.



Imagen n° 3: pHmetro EZDO® PL-600 y microelectrodo.

Al comenzar el experimento fue cuantificado el pH del gel de ácido ortofosfórico al 37% (Condicionador Dental Gel de 3ml de la Dentsply®), el cual representa el pH posterior al tratamiento de grabado ácido. Se realizó el grabado con ácido ortofosfórico del conducto radicular, por un tiempo de 15 segundos y se procedió a aplicar los protocolos de lavado a los dientes pertenecientes a la muestra. Todos los protocolos de lavado fueron aplicados durante 30 segundos,

medidos a través del cronómetro marca Kenko® y con agua potable, para luego volver a extraer el líquido post lavado que representa el líquido del conducto radicular, y por ende indica el pH intraradicular post aplicación de protocolos de lavado.

Los protocolos de lavado aplicados fueron:

- Protocolo de lavado agua jeringa triple por 30 segundos.
- Protocolo de lavado con spray jeringa triple por 30 segundos.
- Protocolo de lavado con dos jeringas hipodérmicas de 20 cc, durante 15 segundos de vaciamiento para cada jeringa.

Lavado para garantizar pH neutro del conducto protésico:

En base a los criterios de inclusión y exclusión, la muestra fue finalmente compuesta por 9 dientes humanos permanentes, por lo cual para lograr los 90 casos desarrollados durante el estudio durante el estudio, se procedió a reutilizar los dientes pertenecientes a la muestra, teniendo la precaución de evitar distorsiones entre cada medición de pH por presencia de ácido residual en el conducto protésico producto del proceso anterior, para lo cual se realizaron 10 lavados al diente previamente utilizado, introduciendo hasta el tope de dicho conducto una aguja de jeringa hipodérmica de 20 cc de agua, lo cual fue evaluado mediante la sustracción del líquido presente en el conducto protésico con una micropipeta de 100 µl. El líquido extraído fue depositado en un tubo eppendorf de 1,5 ml y evaluado mediante microelectrodo EZDO® PL-600, obteniendo un pH inicial igual al pH del agua potable (aproximadamente 7), razón por la cual se establece en el experimento que después de cada protocolo de lavado aplicado se realizará un lavado del conducto protésico con 10 repeticiones y una medición de pH, ya que en base a lo antes descrito dichos pasos aseguran un pH neutro.

Posterior al lavado antes descrito, los conductos protésicos fueron secados con aire de jeringa triple y conos de papel de la segunda serie Echt®, mediante pinza de examen.

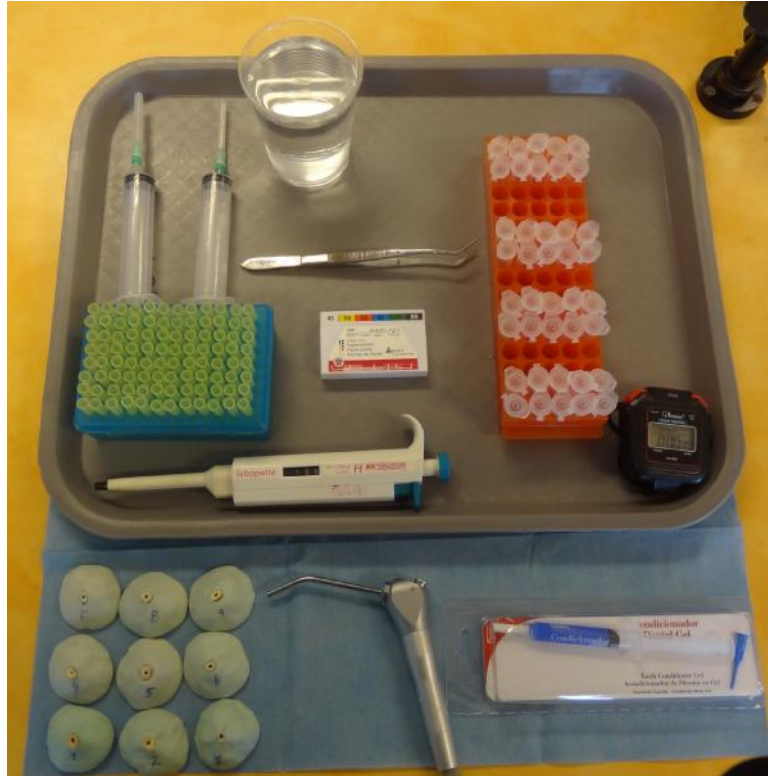


Imagen n ° 4: Materiales utilizados durante la fase experimental

Los datos obtenidos a nivel experimental fueron sometidos a estudios de análisis estadístico descriptivo, mediante el programa SPSS versión 1.6, que permitió tener una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los tratamientos estudiados, luego se realizó el análisis inferencial a través de la prueba Anova y por último el test de Games Howell.

RESULTADOS

A continuación se exponen los pHs obtenidos durante la fase experimental. En primer término, el pH inicial, el cual corresponde al pH del gel de ácido ortofosfórico al 37%, y luego los pHs obtenidos posterior a la fase de lavado intraradicular en cada uno de los protocolos aplicados durante la investigación.

Casos:	pH inicial (pH del gel de ácido ortofosfórico)	pH Protocolo agua jeringa triple	pH Protocolo Spray de jeringa triple	pH dos jeringas hipodérmicas de 20 cc
Caso 1	1,04	7,75	6,48	6,00
Caso 2	1,04	7,48	7,30	6,59
Caso 3	1,04	7,60	6,13	6,90
Caso 4	1,04	7,58	6,88	6,02
Caso 5	1,04	7,59	7,47	5,93
Caso 6	1,04	7,09	6,73	6,29
Caso 7	1,04	7,34	6,40	6,14
Caso 8	1,04	6,21	7,21	6,41
Caso 9	1,04	6,64	7,12	5,90
Caso 10	1,04	6,78	5,70	5,92
Caso 11	1,04	6,42	6,58	6,45
Caso 12	1,04	6,94	6,51	6,41
Caso 13	1,04	5,40	6,71	6,85
Caso 14	1,04	5,55	6,22	7,17
Caso 15	1,04	6,65	6,63	6,65

Caso 16	1,04	6,21	5,68	5,94
Caso 17	1,04	6,45	6,34	5,20
Caso 18	1,04	6,43	6,21	4,10
Caso 19	1,04	6,54	5,94	3,74
Caso 20	1,04	5,11	5,87	4,78
Caso 21	1,04	5,31	6,14	5,55
Caso 22	1,04	6,00	5,51	5,34
Caso 23	1,04	5,92	5,91	5,85
Caso 24	1,04	4,65	6,84	4,67
Caso 25	1,04	4,91	6,07	3,82
Caso 26	1,04	5,46	5,44	5,18
Caso 27	1,04	5,34	2,46	5,35
Caso 28	1,04	4,27	5,74	5,96
Caso 29	1,04	5,92	4,21	6,18
Caso 30	1,04	5,93	6,26	6,65

Tabla n° 1: Registro de datos del pH del ácido ortofosfórico y pHs posteriores a la aplicación de cada protocolo de lavado.

De la tabla de registro de datos, se analizó la frecuencia y distribución porcentual de los pH obtenidos, los cuales se exponen en los siguientes gráficos:

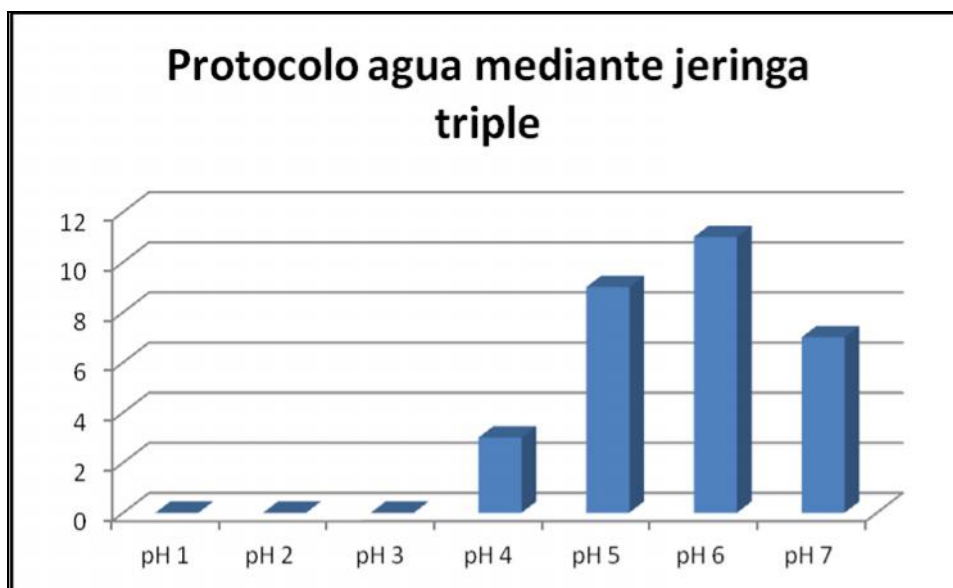


Figura n° 1: pHs obtenidos posterior a la aplicación del protocolo de lavado con agua jeringa triple durante 30 segundos.

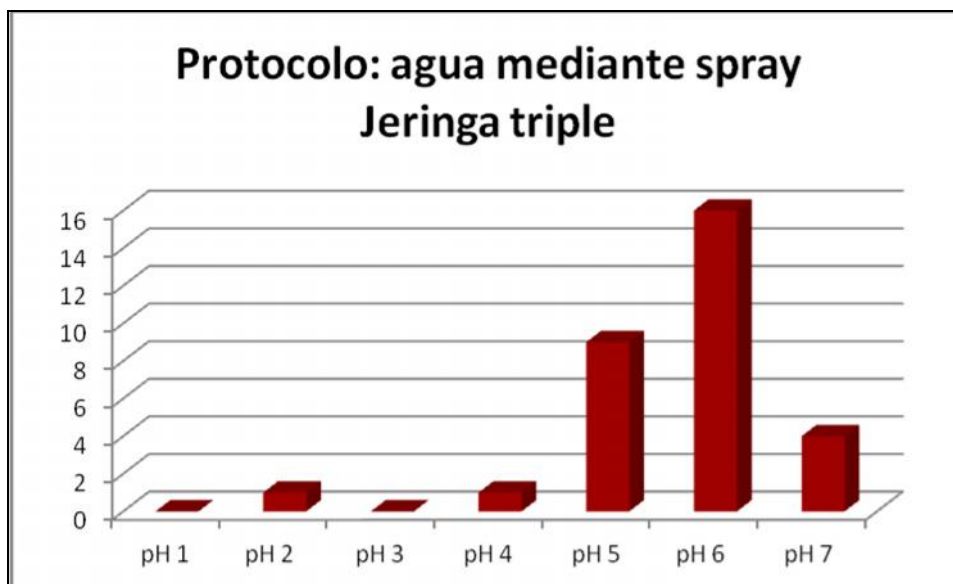


Figura n° 2: pHs obtenidos posterior a la aplicación del protocolo de lavado con spray jeringa triple durante 30 segundos.

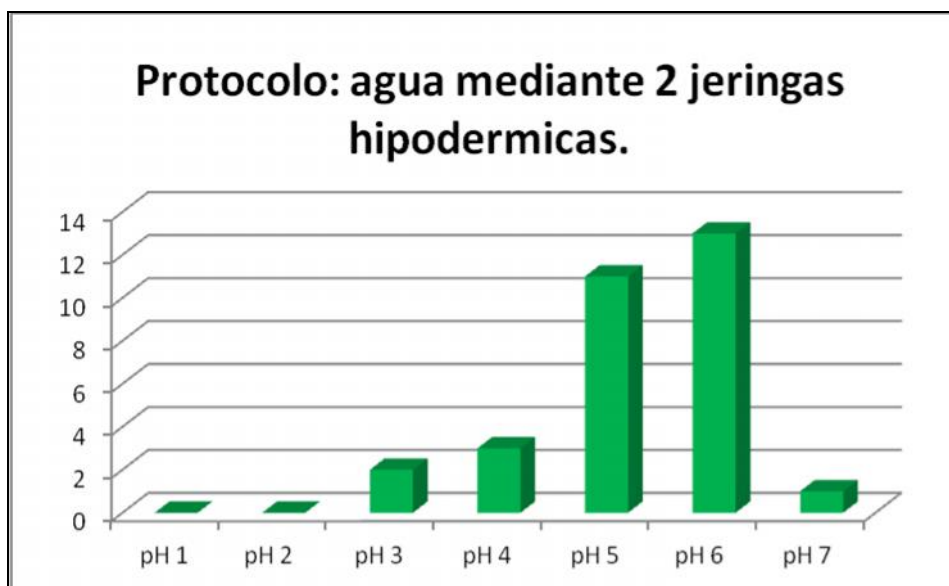


Figura n° 3: pHs obtenidos posterior a la aplicación del protocolo de lavado con agua jeringa hipodérmica durante 30 segundos.

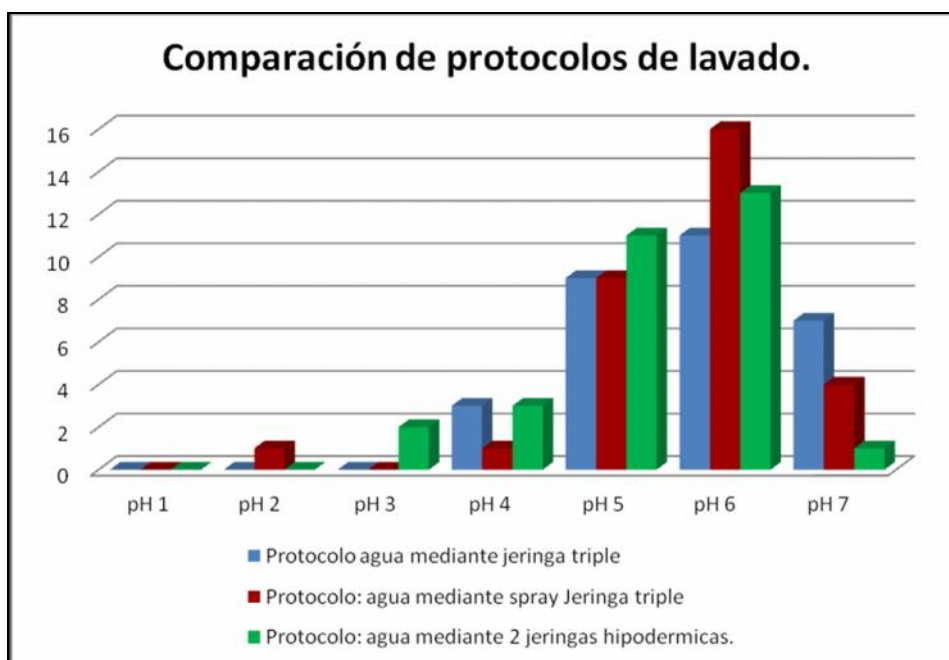


Figura n° 4: pHs del conducto radicular, posterior a la aplicación de los protocolos de lavado.

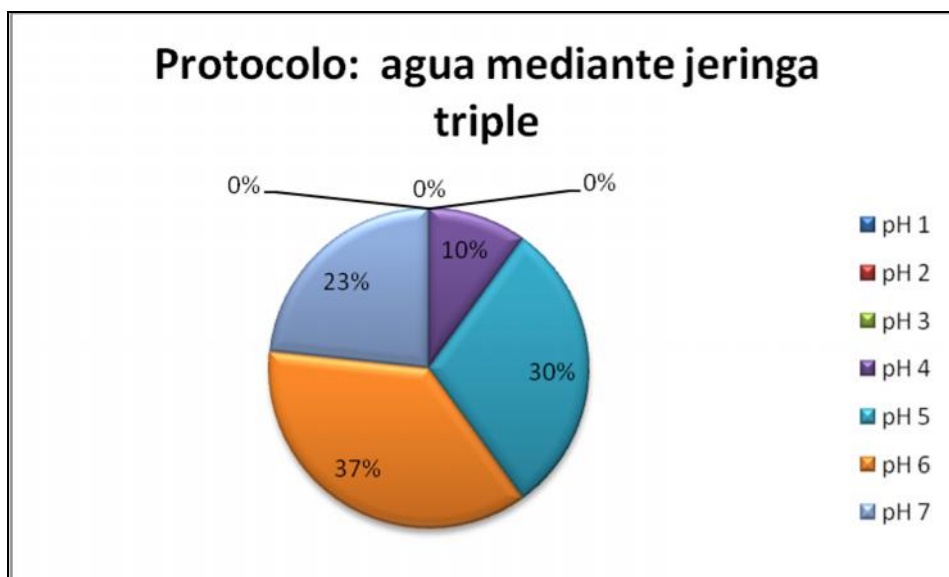


Figura n° 5: Distribución porcentual de los pHs obtenidos, posterior a la aplicación del protocolo de lavado con agua jeringa triple durante 30 segundos.

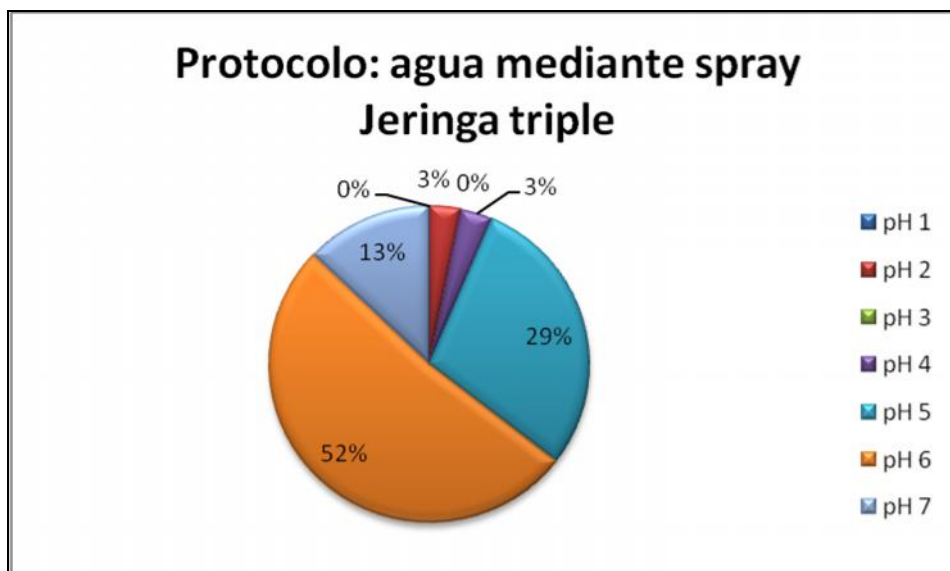


Figura n° 6: Distribución porcentual de los pHs obtenidos, posterior a la aplicación del protocolo de lavado con spray jeringa triple durante 30 segundos.

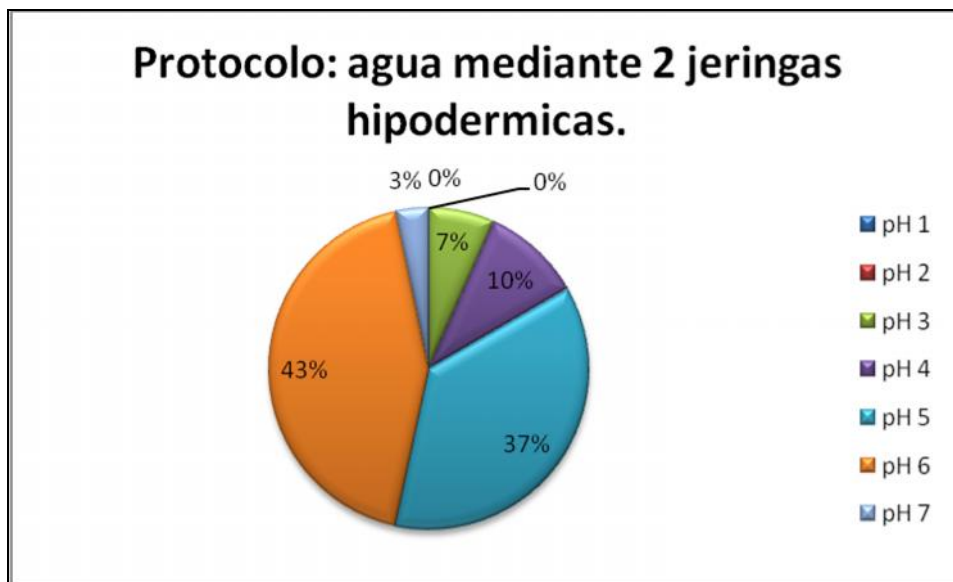


Figura n° 7: Distribución porcentual de los pHs obtenidos, posterior a la aplicación del protocolo de lavado con agua jeringa hipodérmica durante 30 segundos.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para definir los test a utilizar se debe realizar en primer término el análisis de distribución normal de los datos de los grupos en estudio, para lo cual se utilizó la prueba Shapiro Wilk con un nivel de significancia de 0,05, la cual concluyó la distribución normal de los datos (tabla n°2)

Prueba de Normalidad: Shapiro –Wilk.

Tipo de lavado	Sig
lavado con agua jeringa triple	0,538
lavado con spray jeringa triple	0,690
lavado jeringa hipodérmica	0,080

Tabla n° 2: Determinación de normalidad, a través Shapiro-Wilk.

Al analizar descriptivamente los resultados (tabla n°3), el mayor promedio de pH fue obtenido con el protocolo de lavado spray jeringa triple, mientras que el protocolo de lavado con jeringa hipodérmica obtuvo el menor, sin embargo, como se observa en la figura n°9 los tres protocolos de lavado desarrollados durante la investigación presentan un pH similar y difieren del pH inicial (figura n°8). Asimismo se observa en la figura n°8 un pH levemente superior con el protocolo de lavado con spray jeringa triple.

	tipo de lavado	Estadístico	
pH	lavado con agua jeringa triple	Media	6,24900
		Mediana	6,31500
		Varianza	0,890
		Desv. típ.	0,943359
		Mínimo	4,270
		Máximo	7,750
	lavado con spray jeringa triple	Media	6,33900
		Mediana	6,24000
		Varianza	0,283
		Desv. típ.	0,531895
		Mínimo	5,440
		Máximo	7,470
	lavado jeringa hipodérmica	Media	5,79767
		Mediana	5,93500
		Varianza	0,580
		Desv. típ.	0,761675
		Mínimo	3,820
		Máximo	6,900

Tabla n°3: Medidas estadísticas descriptivas de los tres protocolos.

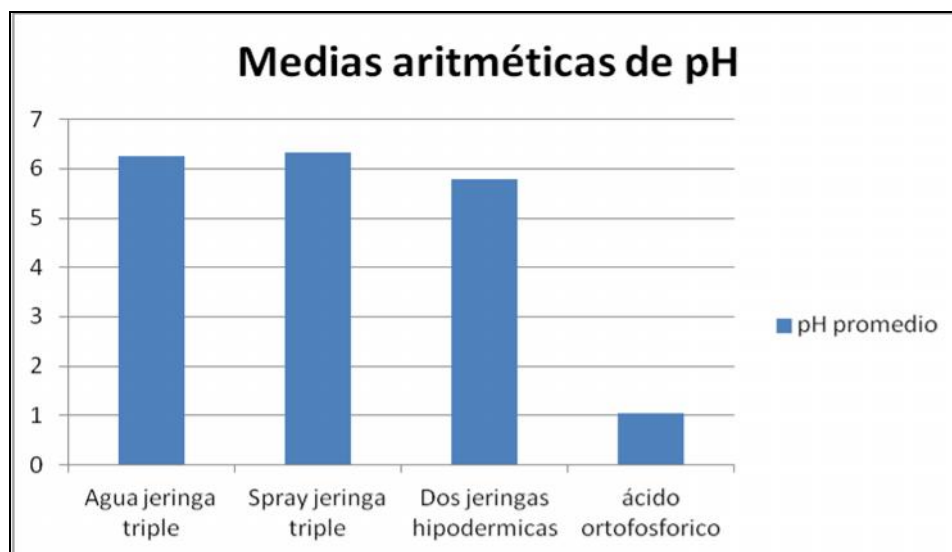


Figura n° 8: Comparación de pH promedio de cada uno de los protocolos de lavado y del ácido ortofosfórico.

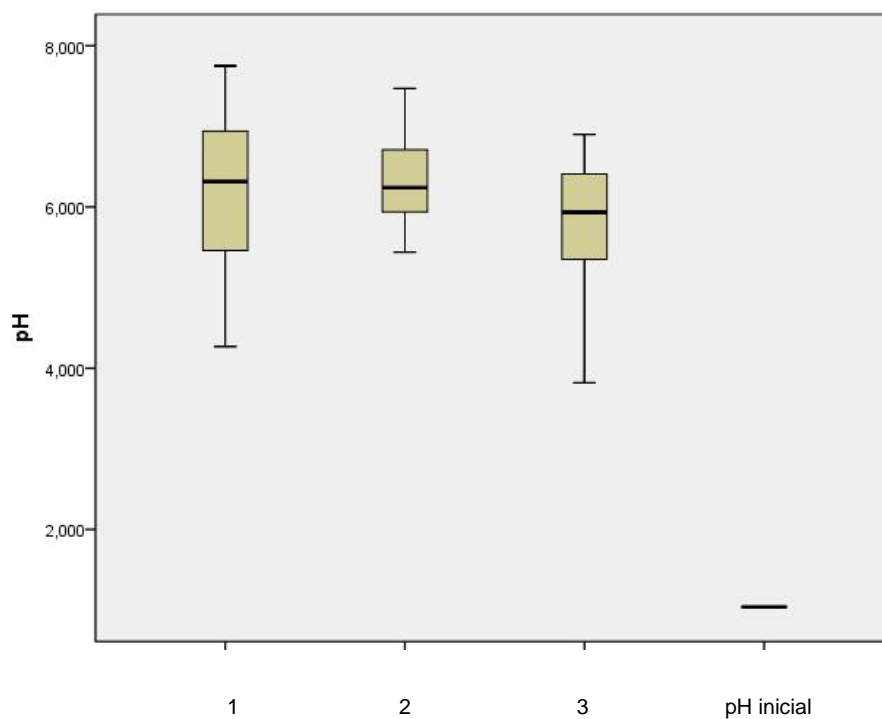


Figura n° 9: Gráfico de representación de los pHs obtenidos. 1: protocolo de lavado agua jeringa triple. 2: protocolo de lavado spray jeringa triple. 3: protocolo de lavado dos jeringas hipodérmica

Como paso siguiente se realiza el análisis inferencial, a través del test ANOVA.

ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	587,650	3	195,883	446,970	0,000
Intra-grupos	50,837	116	,438		
Total	638,487	119			

Tabla n° 4: Análisis estadístico a través del test Anova.

La tabla n° 4 muestra un nivel de significancia de 0,00, el cual es menor a 0,05, lo que indica que los grupos estudiados presentan diferencias significativas en su pH. A razón de que el test Anova no especifica entre que grupos existe dicha diferencia, se aplicó el test de Games Howell con un nivel de significancia de 0,05 (tabla n° 6).

Para realizar el test a “posteriori”, el cual determina entre qué grupos existe la diferencia estadística antes descrita, primero se debe definir si existe igualdad de varianza de los grupos estudiados

Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
22,214	3	116	0,000

Tabla n°5: Análisis estadístico a través de Levene.

Al presentar un nivel de significancia de 0,00, se determina que no existe igualdad de varianza, por lo tanto el test a “posteriori” indicado es el de Games Howell.

Test de Games-Howell: Comparaciones múltiples		
Variable dependiente: pH		
Tipo de lavado	Tipo de lavado	Sig.
Lavado con agua jeringa triple	Lavado con spray jeringa triple	0,968
	Lavado jeringa hipodérmica	0,186
	pH inicial	0,000
Lavado con spray jeringa triple	Lavado con agua jeringa triple	0,968
	Lavado jeringa hipodérmica	0,012
	pH inicial	0,000
Lavado jeringa hipodérmica	Lavado con agua jeringa triple	0,186
	Lavado con spray jeringa triple	0,012
	pH inicial	0,000
pH inicial	Lavado con agua jeringa triple	0,000
	Lavado con spray jeringa triple	0,000
	Lavado jeringa hipodérmica	0,000

Tabla n° 6: Análisis estadístico a través de la prueba Games-Howell.

Al aplicar el test de Games Howell, estableciendo diferencias significativas con valores menores a 0,05, se encontró diferencias significativas entre el pH inicial y el pH posterior a cada uno de los protocolos de lavado aplicado. De igual forma el test arrojó que existen diferencias significativas entre el protocolo de lavado spray jeringa triple y el protocolo jeringa hipodérmica (tabla n° 6).

DISCUSIÓN

Existen estudios que avalan la resistencia adhesiva del sistema adhesivo de grabado ácido total, y es por ello que esta investigación busca garantizar el retiro eficaz del ácido ortofosfórico residual del conducto radicular, a través de protocolos de lavado.⁸⁷

Los resultados obtenidos en el presente estudio demuestran que los tres protocolos de lavado son efectivos en el retiro del ácido ortofosfórico. La causa de los resultados puede ser atribuida al tiempo de lavado de 30 segundos, que fue el mismo para todos los protocolos, lo cual puede haber influido más que el tipo de lavado.

El pH del conducto radicular es importante para lograr un grabado eficaz de la dentina radicular y obtener una superficie adecuada para la adhesión del poste radicular. Los nuevos sistemas adhesivos no requieren de la fase de grabado con ácido ortofosfórico, sin embargo, el sistema adhesivo de grabado ácido total, con ácido ortofosfórico es aún considerado como “gold standard” en desmedro de los materiales de más reciente aparición,⁸⁸ por lo cual pese al auge de los sistemas autoadhesivos y autograbantes, autores plantean que la fuerza de adhesión alcanzada usando adhesivos autograbantes es menor.⁸⁹

No se encontró evidencia científica respecto al efecto de un protocolo de lavado en el pH del conducto radicular, ni como este influye en la adhesión del poste al conducto radicular, por ello, no es posible comparar los resultados con otros estudios desarrollados, y razón por lo cual los resultados obtenidos serán analizados en el marco del sistema adhesivo de grabado ácido total, en contraste con sistema adhesivo de autograbado, en como un eficiente protocolo de lavado puede evitar un factor importante de fracaso de la restauración realizada, como es la presencia de ácido residual en el conducto radicular, y por ende en el hecho de

que al mejorar los posibles errores del sistema adhesivo de grabado ácido total, se puede igualar o superar al sistema adhesivo autograbante.

Esta investigación obtuvo que los tres protocolos de lavado propuestos presentaron diferencias significativas al analizar el pH del conducto radicular antes y después de realizar cada lavado, por lo cual se acepta la hipótesis planteada, demostrando la efectividad de los protocolos de lavado y a la vez resaltando la importancia de que el odontólogo realice un correcto lavado del conducto radicular, ya que la presencia de ácido ortofosfórico residual, generará un pH ácido, el cual interferirá en la adhesión del poste al conducto radicular y por ende en el éxito de la restauración realizada.

Los cementos de resina compuesta que son utilizados para cementar postes, disponen de sistemas adhesivos como el de grabado ácido total y el autograbante, ambos sistemas que dan como resultado el tratamiento con ácido de la superficie dental y la retención mecánica de la restauración.⁹⁰ Si bien, como ya ha sido mencionado en el presente estudio, el sistema adhesivo autograbante se encuentran en auge, se conocen incompatibilidades entre algunos ácidos contenidos por los adhesivos y los cementos para resina o reconstituyente de autocurado o curado dual.⁹¹ Se ha sugerido que una pequeña cantidad de monómero ácido residual de resina puede desactivar la amina terciaria que promueve la polimerización activada químicamente del cemento para resina o reconstituyente.⁹² Es por esta razón que se sugiere que, a menos que esté diseñado específicamente para su uso con un cemento para resina de reparación de autocurado y/o doble curado los adhesivos de autograbado deben ser evitados.

El sistema adhesivo autograbante no requieren el paso de grabado con ácido ortofosfórico, lo que elimina un paso crítico, que es el lavado del conducto radicular para eliminar el ácido residual y el posterior secado de la dentina, es decir, los monómeros ácidos que producen la desmineralización de la superficie dentaria no necesitan ser lavados para eliminarlos, sino que son polimerizados

dentro de la matriz dentinaria. Al eliminar el paso del lavado del conducto radicular y el secado de la dentina, se disminuye el riesgo de un pH ácido en el conducto radicular y el hecho de que haya un colapso de la malla de colágeno desmineralizada producto del secado excesivo, que son los principales problemas que posee el sistema adhesivo de grabado ácido total. Sin embargo, los resultados de este estudio indican que al aplicar los protocolos propuestos es posible eliminar la presencia de ácido residual, hecho que permite y potencia el uso del sistema adhesivo de grabado ácido total, del cual se ha señalado que posee buenas propiedades adhesivas, lo cual sumado a autores como Pisani-Proença y cols., (2011) que recalcan que el pretratamiento con ácidos fuertes como el ortofosfórico facilitaría la adhesión al permitir que los monómeros ácidos resinosos penetren en el sustrato dentinario desmineralizado,⁹³ y a su vez a los resultados de esta investigación en que se obtienen protocolos de lavado efectivos, convierte al sistema adhesivo de grabado ácido total en un sistema adhesivo con buenas características adhesivas, efectivo y accesible en cualquier clínica odontológica.

CONCLUSIONES

Una vez finalizada la investigación, de acuerdo a la metodología utilizada en este estudio y a los resultados obtenidos en él, es posible concluir que:

Los tres protocolos propuestos en la investigación son efectivos en el retiro del ácido ortofosfórico del conducto radicular, ya que el pH obtenido posterior a la aplicación de cada uno de los protocolos aplicados en este estudio presentó valores de pH cercanos a la neutralidad y diferencias significativas en relación al pH inicial del conducto radicular.

Al comparar los resultados finales obtenidos por los tres protocolos de lavado, analizando las diferencias significativas y las medias aritméticas, el protocolo de lavado con spray jeringa triple obtuvo el valor promedio de pH más elevado en relación a los otros lavados, sin embargo, al analizar las diferencias estadísticamente significativas sólo existen diferencias entre el protocolo de lavado spray jeringa triple y el protocolo de lavado con jeringa hipodérmica.

El lavado que dio un pH más ácido correspondió al lavado mediante jeringa hipodérmica.

Todos los pHs obtenidos post protocolos de lavado, arrojaron valores superiores al pH del ácido ortofosfórico, lo cual demuestra la efectividad de realizar protocolos de lavado.

SUGERENCIAS

La importancia de los sistemas adhesivos en los procedimientos de restauración de piezas dentarias no es menor, ya que existe directa relación entre el pH del conducto radicular y el éxito de la restauración realizada. Esta investigación, al ser un primer acercamiento a la aplicación de protocolos de lavado en el marco de sistemas adhesivos de grabado ácido total, puede servir como base para futuros estudios tanto en lavado como en otros pasos clínicos del sistema de grabado ácido total como es el secado del conducto radicular, lo cual podría disminuir los posibles errores y potenciar el uso de dicho sistema adhesivo.

Un aspecto de importancia a considerar en futuras investigaciones sobre el tema, es el hecho de analizar diferentes tiempos de aplicación y con un pH constante del agua utilizada para realizar el lavado de los conductos radiculares, ya que el agua potable utilizada presentó pequeñas variaciones de pH durante el desarrollo del experimento, lo cual podría interferir en los resultados finales de pH.

A su vez realizar estudios donde se relacione la efectividad de los protocolos de lavado con la resistencia a la descementación de los postes, con el fin de aportar más evidencia en la efectividad del uso de los protocolos de lavado durante la técnica de grabado ácido total.

Todo lo anterior constituye campos de investigación que sería beneficioso explorar, en pro de un mayor aporte de evidencia científica, para a futuro validar y aceptar protocolos de lavado, con base experimental, como parte del proceso de grabado y cementación.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Astorga M, Bader M, Baeza R, Ehrmantraut M, Ribera C, Vergara J. Texto de biomateriales Odontológicos. Santiago: Facultad de Odontología de la Universidad de Chile 2004 p ix
- ² McLean A. Criteria for the predictably restorable endodontically treated tooth. *Journal of Canadian Dental Association* 1998;64:652-6.
- ³ López Calvo JA. Anclajes complementarios para obturaciones. En Echeverría García J, Pumarola Suñe J. *El manual de odontología* Barcelona MASSON; 2002. P.631-44.
- ⁴ Caputo, A. A and Standlee J.P. Pins and Posts, Why, When and How. *Dental Clinics of North America* 1976, 20: 299-312
- ⁵ García Barbero J, Hidalgo Arroquia J. J. Reconstrucción del diente endodonciado. En : Canalda Sadhli C, Brau Aguadé E. *Endodoncia, técnicas básicas y bases científicas*. 2º ed. Barcelona: MASSON; 2006. P.354-60.
- ⁶ Bolla M, Muller-Bolla M, Borg C, Lupi-Pegurier L, Laplanche O, Leforestier E. Pernos radiculares para la restauración de piezas dentarias con raíces tratadas endodónticamente (Revisión Cochrane traducida). En: *La Biblioteca Cochrane Plus*, 2008 Número 4. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com>. (Traducida de *The Cochrane Library*, 2008 Issue 3. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).
- ⁷ Uwe Blunck, Dr. Sistemas adhesivos: revisión y recomendaciones para su aplicación. *Quintessenz Team-Journal*. 2008; 38:327-37.
- ⁸ Assif D, Gorfil C. Biomechanical considerations in restoring endodontically treated teeth. *J Prosth Dent* 71-6-565, 1994.

-
- ⁹ Jensen M, Redford D, Williams B, Gardner F. Posterior etched-porcelain restorations: an in vitro study. *Compend Cont Educ Dent* 1987; 8(8).
- ¹⁰ Wood W. Retention of posts in teeth with nonvital pulps. *JProsth Dent* 1983: 49-4.
- ¹¹ Sedano Salinas, Carlos Alberto. Rebollar García, Francisco Javier. “*Alternativas estéticas de postes colados en dientes anteriores*”. *Rev. ADM* Mayo-Junio 2001, Vol. 58 Num. 3, páginas. 108-113.
- ¹² Standlee, J P. Caputo, A A. Hanson. E. “*Retention of endodontic dowels: effects of cement, dowel length, diameter, and design*”. *JPD* 1978, Vol. 39 Num. 4, páginas. 401-405
- ¹³ Souza FHC, et al. Reconstrução coronária com resina composta e pino estético intracanal. *Journal of Clinical Dentistry*, 2002; (15): 52-57.
- ¹⁴ Berger CR, Cavina DA. Pinos intra-radulares nao metálico. In: Gómes, JC *Estetica em Clínica Odontológica*. Curitiba: Ed. Maio, 2004
- ¹⁵ Sánchez Bolívar H, Chica Arrieta E. Distribución de los esfuerzos en un incisivo central superior restaurado con diferentes postes. *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 2007; 19(1): 49-59
- ¹⁶ Gomes JC, Cavina DA, Gomes OM, Neto JP, Romanini JC. Uso dos pino intrarradulares adesivos nao metalicos. *Revista Academia Brasileira de Odontologia* 1999.
- ¹⁷ Kogan E. Postes flexibles de fibra de vidrio (técnica directa) para restauración de dientes tratados endodónticamente. *R Asoc Dent Mex* 2001; Vol: 58, No. 1 pp 5-9.
- ¹⁸ Huete R. Postes Prefabricados versus Postes Colados: Comparación Clínica de las dos Técnicas. *Publicación Científica Facultad de Odontología*. 2006, 8: 65-71.

-
- ¹⁹ Arvidson, K. and Wroblewski, R. Migration of Metallic Ions from Screwposts into Dentin and Surrounding Tissues. *Scand. J. Dent. Res* 1978, 86:200.
- ²⁰ Standlee, J.P.; Caputo, A.A. and Hanson, E.C. Retention of Endodontic Dowels: Effects of Cement, Dowel Length, Diameter and Design. *JPD* 1978. 39:401-405.
- ²¹ Fernandez AS, Shetty S, Coutinho I(2003). Factors determining post selection; a literatura review. *J Prosthet Dent* 90(6): 556-562.
- ²² Akgungor G, Akkayan B (2006). Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. *J Prosthet Dent* 95: 368-378.
- ²³ Souza FHC, et al. Reconstrução coronária com resina composta e pino estético intracanal. *Journal of Clinical Dentistry*, 2002; (15): 52-57.
- ²⁴ Cury A, Goriacci C, de Lima Navarro M, Carvalho R, Sadek F, Tay F, Ferrari M. Effect of hygroscopic expansion on the push-out resistance of glass ionomer-based cements used for the luting of glass fiber posts. 2006;32(6):537-40.
- ²⁵ Pirani Ch, Chersonui S, Foschi F, Piana G, Loushine RJ, Tay RR, Prati C. Does Hybridization of Intraradicular dentin really improve fiber post retention in endodontically treated teeth? *J of Endodontic* 2005;31:891-4.
- ²⁶ Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004;5:289-301.
- ²⁷ De Almeida Conclaves LA, Vansan LP, Paulino SM, Sousa Neto MD. Fracture resistance of weakened roots restored with a transilluminating post and adhesive restorative materials: *J Prosthet Dent* 2006;96:339-44.

-
- ²⁸ Kankan M, Usumez A, Oztururk AN, Belli S, Eskitascioglu G. Bond strength between root dentin and three glass-fiber post systems. *J Prosthet Dent* 2006;96:41-6.
- ²⁹ Roseanne da Cunha Uchôa , Áurea Hipólito Paredes, Daniela Oertly Cahú, Ângelo Brito Pereira de Melo, Robinsom Viégas, Montenegro, Ricardo Pedrosa, Rodivan Braz. Pernos intrarradiculares de fibra de vidro: Caso clínico. *Acta odontol. venez v.46 n.4 Caracas* 2008.
- ³⁰ Cury A, Goriacci C, de Lima Navarro M, Carvalho R, Sadek F, Tay F, Ferrari M. Effect of hygroscopic expansion on the push-out resistance of glass ionomer-based cements used for the luting of glass fiber posts. 2006;32(6):537-40.
- ³¹ Baba NZ, Golden G, Goodacre CJ (2009). Nonmetallic prefabricated dowels: a review of compositions, properties, laboratory, and clinical test results. *J Prosthodont* 18:527-536.
- ³² Conceição EN, Conceição AAB. Pinos intra-radiculares de fibra de vidro, carbono e cerâmicos. In: Cardoso, CJA.; Gonçalves, EAN *Estética*. São Paulo: Artes Médicas, 2002; 169-184.
- ³³ Carvalho AMG, et al. Análise crítica dos pinos intra-radiculares de cerâmica, fibra de carbono e fibra de vidro. *JBD-Rev. Ibero-americana de Odontologia Estética & Dentística*, 2005; 4(13):37- 46.
- ³⁴ Van Amerogen JP, Davidson CL, Opdam NJM, Roeters FJM, Kidd EAM. Restoring the tooth: “the seal is the deal”. En: Fejerskom O, Kidd EAM, eds *Dental Caries. The disease and its clinical management*. Oxford Blackwell Munkgaard; 2003. P. 275-92
- ³⁵ Bader M., Astorga C., y col. “Biomateriales Dentales” *Propiedades Generales*. Tomo I. Primera edición. U. de Chile. 1996. 73 p. Págs. 6-15, 49-62. Cap. I, IV,VI.
- ³⁶ Barrancos M. “*Operatoria Dental*”. 3º Edición. Editorial Médica Panamericana. Argentina, 1999. 1176p. Págs. 567-578, 609-634, 657-690. Cap. 17,19,21,22.

-
- ³⁷ Craig R., O'Brien W., Powers J. "Materiales Dentales. Propiedades y Manipulación: Materiales para Restauraciones Estéticas Directas". 6º Edición. Times Mirror Internacional Publisher División Iberoamericana. Madrid, 1996. Págs. 55-75. Cap. IV.
- ³⁸ Peutzfeldt A. "Resin composite in dentistry: the monomer systems". Eur J Oral Sci 105: 97-116. 1997.
- ³⁹ Bouillaguet S., Gysi P., Wataha J. C., et.al. "Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step, and self-etching adhesive systems" Journal of Dentistry 29: 55-61. 2001.
- ⁴⁰ Trajtenberg, C.P., S.J. Caram, and S. Kiat-amnuay, Microleakage of all-ceramic crowns using self- etching resin luting agents. Oper Dent, 2008. 33(4):p 392-399.
- ⁴¹ Uludag, B., O. Ozturk, and A.N. Ozturk, Microleakage of ceramic inlays luted with different resin cements and dentin adhesives. J Prosthet Dent, 2009. 102(4): 235-241.
- ⁴² Marshall, G. et al.. "The dentin substrate: structure and properties related to bonding". J. Dent. 25(6): 451-458. 1997.
- ⁴³ Swift, EJ Jr., Perdigao, J., Heymann, HO.. "Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995". Quint. Int. 26(2): 95-110. 1995
- ⁴⁴ Kugel, G., Ferrari, M.. "The science of bonding: from first to sixth generation". JADA. 131:20-25. 2000.
- ⁴⁵ Pashley, D., Carvalho, R.. "Review: Dentin permeability and dentin adhesion". J. Dent. 25(5): 355-372. 1997.
- ⁴⁶ Oliveira, S. et al.. "The influence of the dentin smear layer on adhesion: a selfetching primer vs. a total-etch system". Dent. Mater. 19(8):758-767. 2003.

-
- ⁴⁷ Türkün, S.. "Clinical evaluation of a self-etching and a one-bottle adhesive system at two years". J. Dent. 31(8):527-534. 2003.
- ⁴⁸ Perdigao, J., Geraldeli, S.. "Bonding characteristics of self-etching adhesive to intact versus prepared enamel". J. Esthet. Restor. Dent. 15(1): 32-41. 2003.
- ⁴⁹ Kramer N, Lohbauer U, Frankenberger R. Adhesive luting of indirect restorations. Am Jour Dent, 2000. Vol 13, página 60- 76.
- ⁵⁰ Swift, EJ Jr.. "Bonding systems for restorative materials- a comprehensive review". Pediatr. Dent. 20(2):80-84. 1998.
- ⁵¹ Swift, EJ Jr.. "Dentin/enamel adhesives: review of the literature". Pediatr. Dent. 24(5):456-461. 2002.
- ⁵² Barrancos, J.. "Operatoria Dental". 3ª Edición. Editorial Panamericana, 1998. p.p 570-662. Cap. 17-21
- ⁵³ Astorga C., Bader M., Baeza R., Ehrmantraut M., Ribera C., Vergara J. "Texto de Biomateriales Odontológicos". 1ª Edición. Facultad de Odontología Universidad de Chile, 2004. p.p . Cap. VI. Faltan las pags
- ⁵⁴ Breschi L, Perdigao J, Gobbi P, Mazzotti G, Falconi M, Lopes M.(2003). "Immunocytochemical identification of type I collagen on etched human dentin J Biomed Mater Res 66(4):764-769
- ⁵⁵ Lopes GC, Baratieri LN, de Andrada MA, et al. Dental adhesión:present state of the art and future perspectives. Quintessence Int. 2002;33:213-24.
- ⁵⁶ Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by infiltration of monomers into tooth substrates. J Biomed Mater Res 16(1982): 265-273.

-
- ⁵⁷ OLiveira SS, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall GW Jr. (2003). "The influence of the dentin smear layer on adhesion: a self-etching primer vs. a total-etch system." *Dent Mater* 19(8):758- 767.
- ⁵⁸ Giachetti L, Bertini F, Scaminaci Russo D.(2004). " Investigation into the nature of dentin resin tags: A scanning electron microscopic morphological analysis of demineralized bonded dentin". *J Prosthet Dent* 92(3):233-238
- ⁵⁹ Rabi, P., "Estudio comparativo in vitro del grado de sellado marginal obtenido en restauraciones indirectas de resina compuesta cementadas con dos diferentes marcas de cementos autoadhesivos", en Departamento de Odontología Restauradora. 2009, Universidad de Chile.
- ⁶⁰ Abreu, R.. "Adhesión en Odontología Contemporánea". www.odontologia-online.com/casos.html. Página revisada el día 2 de Julio, 2013.
- ⁶¹ Van Meerbeek B, Peumans M, Verschueren M, et al. Clinical status of ten adhesives systems". *J Dent Res* 1994; 73: 1690-702.
- ⁶² Jose Zorzin, Anselm Petschelt, Johannes Ebert, Ulrich Lohbauer. pH neutralization and influence on mechanical strength in self-adhesive resin luting agents. *Dental Materials* 2012; 28(6): 672-679.
- ⁶³ Ehrmantraut M, Bader M, Baeza R, Astorga C. Generalidades sobre cementos odontológicos. En Astorgha C. y cols. *Texto de Biomateriales Odontologicos, Tomo I: Propiedades generales de Materiales Cerámicos, 1° Edición* , Facultad de Odontología. Universidad de Chile. Chile; 2004. 194 p., páginas 143-152.
- ⁶⁴ Attar N, Tam Le, Mcombs D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent* 2003; 89(2) 127-134.

-
- ⁶⁵ Rosenstiel Sf, Land Mf, Crispin Bj. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent* 1998; 80(3): 280-301.
- ⁶⁶ Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod* 2004;5:289-301.
- ⁶⁷ Mezzomo E , Massa F, Libera SD. Fracture resistance of teeth restored with two different post - and - core designs cemented with two different cements: an in vitro study. Part I. *Quintessence Int* 2003;34:301-6.
- ⁶⁸ Ferrari M, Vichi A, Mannocci F, Mason PN. Retrospective study of the clinical performance of fiber posts. *Am J Dent* 2000; 13 (Spec No): 9B-13B.
- ⁶⁹ Gomes J. La adhesión en prostodoncia fija. En : Henostroza G. y cols *Adhesión en Odontología Restauradora 1º Edición*. Editora Maio. Brasil 2003.454p., páginas 368-369.
- ⁷⁰ Hervás A, Martínez Ma, Cabanes J, Barjau A, Fos P, Resinascompuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2006; 11(2):215-220.
- ⁷¹ Carrillo SC. Dentina y adhesivos dentinarios: conceptos actuales. *Rev ADM*. 2006 63(2): 45-51.
- ⁷² Carvalho Rm, Pegoraro Ta, Tay Fr, Pegoraro Lf, Silva Nr, Pashley Dh. Adhesive permeability affects coupling of resin cements that utilize self-etching primers to dentine. *J Dent* 2004;32(1):55-65.
- ⁷³ Rotta M., et cols. Effects of Phosphoric Acid Pretreatment and Substitution of Bonding Resin on Bonding effectiveness of Self-etching Systems to Enamel. *J Adhes Dent*, 2007. Vol9 (6), página 537-545.

-
- ⁷⁴ Monticelli F, Osorio R, Albadalejo A, Aguilera FS, Ferrari M, Tray FR, Toledano M (2005). Effects of adhesive systems and luting agents on bonding of fiber posts to root canal dentin. *J Biomed Mater Res Part B: Appl Biomater* 77B: 195-200.
- ⁷⁵ Goracci C, Grandini S, Bossú M, Bertelli E, Ferrari M (2007). Laboratory assessment of the retentive potential of fiber posts: a review. *J Dent* 35: 827-835.
- ⁷⁶ Akgungor G, Akkayan B (2006). Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. *J Prosthet Dent* 95: 368-378.
- ⁷⁷ Bitter K, Kielbassa AM (2007). Post- endodontic restoration with adhesively luted fiber-reinforced composite post systems: a review. *Am J Dent* 20: 353-360.
- ⁷⁸ Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco M, Jor IA (2000). Bonding to root canal: structural characteristics of the substrate. *Am J Dent* 13: 255-260.
- ⁷⁹ Van Meerbeek B, Peumans M, Verschueren M, et al. "Clinical status of ten adhesives systems". *J Dent Res* 1994; 73: 1690-702.
- ⁸⁰ Ehaideb AA AL; Mohamed H "Microleakage of one bottle dentin adhesives" *Journal of Operative Dentistry*, 26; p 172-175. 2001.
- ⁸¹ Alfaro C. "Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con técnica adhesiva convencional y autograbante de última generación" Trabajo de investigación requisito para optar al título de cirujano dentista 2005
- ⁸² Takahashi A. et al." Effects of mechanical properties of adhesive resin on bond strength to dentin" *Journal of Dental Materials*; 18:263-68, 2002.

-
- ⁸³ Perdigao J, Swift EJ. 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, 2002: 236-267.
- ⁸⁴ Carrillo C. Unpublished data. Bond strength of self-etch adhesive systems. 2001.
- ⁸⁵ Agostini FG, Kaaden C, Powers JM. Bond strength of selfetching primers to enamel and dentin of primary teeth. *Pediatric Dentistry* 2001; 23(6): 481-486.
- ⁸⁶ Del Valle María, Valdevenito Nancy. Mediciones y métodos de uso común en el laboratorio químico". Primera Edición. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 1999. Págs. 127-129.
- ⁸⁷ Barrancos, J.. "Operatoria Dental". 3^a Edición. Editorial Panamericana, 1998.p.p 570-662. Cap. 17-21.
- ⁸⁸ Perdigao J, Gomes G, Duarte SR et al "Enamel bond strengths of pairs of adhesives from the same manufacturer". *Oper Dent*. 2005;30:492-449.
- ⁸⁹ Perdigao J. "New developments in dental adhesion". *The Dental Clinics of North America*. 2007. 51; 333-357.
- ⁹⁰ Latta A. Perspectivas clínicas sobre los adhesivos dentales actuales. 2011 Academy of Dental Therapeutics and Stomatolog, una división de Pennwell
- ⁹¹ Dong CC, McComb D, Anderson JD, Tan LE. Effect of mode of polymerization of bonding agent on shear bond strength of auto-cured resin composite luting agents. *J Can Dent Assoc*. 2003; 69:229-34.
- ⁹² Suh BI, Feng L, Pashley DH, Tay FR. Factors contributing to the incompatibility between simplified adhesives and chemically cured or dual cured composites .Part III. Effect of acidic resin monomers.

⁹³ Pisani-Proença J, Guilherme Erhardt MC, Amaral R, Valandro LF, Bottino MA, Del Castillo-Salmerón, R. Influence of different surface conditioning protocols on microtensile bond strength of self-adhesive resin cements to dentin. *J Prosthet Dent* 2011;105: 227-35.