



UNIVERSIDAD
Finis Terrae
VINCE IN BONO MALUM

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

**ANÁLISIS COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA
ADHESIVA DE RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA
REALIZADAS CON LA TÉCNICA DE HIBRIDACIÓN SOBRE
DENTINA HÚMEDA Y SOBRE DENTINA SECA REHUMECTADA**

PATRICIA ANGELICA PIERRET ORTIZ
CONSTANZA DENISSE REYES BONIFAY

Tesis presentada a la Facultad de Odontología para optar al título de Cirujano-
Dentista

Tutor principal: Profesor Dr. Marcelo Bader Mattar

Santiago, Chile

2014

DEDICATORIA

Para mi madre, esto no lo habría logrado sin tu apoyo incondicional, a pesar de todas las dificultades que se presentaron, me enseñaste a perseverar por lograr ser mejor cada día, y creo que valió la pena el esfuerzo. Espero que estés orgullosa de mi, como lo estoy yo de ti.

Patricia Pierret Ortiz

Para ti, papá. Por tu interminable apoyo, valores inculcados, consejos, dedicación, cuidarme, amarme, y sobre todo por enseñarme a ser una mujer independiente. Gracias a ti soy lo que soy. Te amo.

Constanza Reyes Bonifay

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por estar siempre presente en los buenos y malos momentos, especialmente a mi querida Mamá y mis hermanas Gloria y Paula, por todo su apoyo, amor y entrega incondicional durante todo este largo camino.

Dr. Marcelo Bader, por su preocupación, disposición, paciencia y entrega en el desarrollo de este trabajo.

A Grace y Nachito, gracias por toda su buena onda y ayuda siempre.

Dra. Verónica Tapia, por sus consejos, sus retos, por creer en mi.

A todos los funcionarios de la Facultad de Odontología por su entrega.

A mi querida amiga Conita, más que una amiga de U, eres mi amiga del alma, fue un gusto hacer este trabajo juntas, serás una gran profesional.

A mis amigas y amigos que siempre estuvieron junto a mi, de una y otra manera, celebrando mis logros, escuchando, soportando mis quejas, reclamos, etc...gracias por todos los momentos que hemos compartido.

Patricia Pierret Ortiz

Al Profesor Dr. Marcelo Bader Mattar, por permitirnos realizar este trabajo con él, por su paciencia, ayuda y su buena disposición. Sin él este trabajo no hubiese sido posible.

A mi padre por siempre luchar para que yo pueda cumplir mis sueños, mis logros son sus logros. Y a mis tres hermanos Javier, Marcelo y María-José, los cuatro juntos siempre sabremos salir adelante.

A toda mi hermosa y peculiar familia, por el apoyo incondicional y darme ese empuje muchas veces necesario cuando las cosas se ponían mal. Gracias por no permitir que abandone mis sueños. Debo hacer especial mención a mi tía María Elena y todos los suyos, por el amor y siempre estar; tío Gino y tía Pati, por apoyarme en todo momento; y la tía Daisy por recibirme en su casa y tratarme como su hija cuando tuve que hacer mi internado lejos de casa.

A todas las amistades que he hecho a lo largo de mi vida universitaria, por siempre tener una palabra de aliento y estar en todos los momentos, los buenos y especialmente en los malos. No puedo dejar de hacer especial mención a Andrea Benítez, la Andy, por ser como mi hermana y de hacer su familia, mi familia. Y mi querida amiga Patito, por hacer este trabajo fue mucha más entretenido contigo a mi lado, gracias por siempre apoyarme y estar a mi lado.

A todos los funcionarios, por hacer que cada día en los pasillos de la universidad sean más agradables y llevaderos. En especial a mi queridísima Grace Martínez, eres una gran persona, mujer y madre.

Constanza Reyes Bonifay

ÍNDICE

Introducción.....	Pág. 1
Marco teórico.....	Pág. 4
Hipótesis.....	Pág. 19
Objetivo general.....	Pág. 19
Objetivos específicos.....	Pág. 19
Materiales y método.....	Pág. 20
Resultados.....	Pág. 25
Análisis de resultados.....	Pág. 28
Discusión.....	Pág. 31
Conclusiones.....	Pág. 33
Sugerencias.....	Pág. 34
Bibliografía.....	Pág. 35

RESUMEN

La restauración estética y funcional de los tejidos dentarios perdidos constituye una gran preocupación en la actualidad. De allí que lograr restauraciones con mayor longevidad y resistencia constituye uno de los objetivos principales de la odontología restauradora. Se realizó un estudio comparativo in vitro con el fin de evaluar y comparar la resistencia adhesiva lograda con la técnica de hibridación sobre dentina húmeda y con una nueva técnica aplicada sobre dentina seca rehumectada.

Treinta molares sanos fueron seccionados para obtener 60 mitades que fueron divididas en dos grupos. El grupo A fue constituido por las mitades vestibulares, cuya superficie dentinaria expuesta se trató con la técnica de hibridación convencional. El grupo B fue constituido por las mitades palatinas y se trató con la técnica de hibridación con dentina rehumectada. Sobre las muestras así preparadas, se confeccionó, un cilindro de resina compuesta Filtek Z350 XT (3M/ESPE). Una vez terminados los cuerpos de prueba, se conservaron en una estufa a 37 ° C, con un 100% de humedad relativa por un lapso de 48 horas. Los cuerpos de prueba fueron testeados en la máquina de ensayos universal Instron, para obtener el grado de resistencia adhesiva bajo cargas de cizallamiento.

Los resultados demostraron distribución normal de los datos de cada grupo con el test de Shapiro Wilk. La media de la resistencia adhesiva del grupo A fue 18,64 MPa (SD=7,36), y la del grupo B fue de 15,49 MPa (SD=6,9). El análisis estadístico demostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos.

Finalmente se puede concluir que la técnica adhesiva de hibridación aplicada sobre dentina seca rehumectada obtiene los mismos resultados que aplicada sobre dentina húmeda. Por lo tanto, se podría simplificar el protocolo adhesivo.

INTRODUCCIÓN

En la Odontología actual, el tratamiento con materiales denominados estéticos desempeña una función importante, ya que existe una creciente demanda de parte de los pacientes por este tipo de tratamientos en los consultorios odontológicos, lo que asociado al deseo de los profesionales de devolver el aspecto natural de los dientes, ha permitido el surgimiento de una amplia gama de nuevos materiales y técnicas. De ese modo, las restauraciones estéticas vienen siendo utilizadas como alternativas a las restauraciones metálicas de las piezas dentarias.¹

Las resinas compuestas propiamente tales, son un grupo de biomateriales odontológicos que permiten devolver, además de la estructura dentaria perdida, la estética, dada su capacidad de emular el aspecto óptico del esmalte y la dentina.² Sin embargo, para que las resinas compuestas se adhieran de manera eficaz y duradera a la estructura dental, se necesita utilizar un sistema adhesivo, ya que ellas no poseen adhesión específica a las estructuras dentarias.³

El mecanismo de unión a la dentina de gran parte de los sistemas adhesivos existentes en el mercado odontológico actual, se basa en la técnica de grabado ácido que busca la hibridización de dicho tejido. En este proceso, las superficies dentinarias son tratadas con agentes acondicionantes ácidos, los cuales promueven la desmineralización de la dentina subyacente con la consecuente exposición de una red de fibras colágenas. La introducción de sustancias resinosas en este sustrato posibilita la adhesión, resultando en una zona de dentina infiltrada por monómeros, denominada como capa híbrida.⁴

Existe evidencia científica que demuestra que la durabilidad de esta unión es cuestionable, ya que la humedad de la cavidad bucal y de la propia estructura dentinaria podría provocar el fracaso clínico de las restauraciones.⁵

Los fallos de los procedimientos restauradores pueden estar relacionados con una incompleta infiltración de los agentes adhesivos en el sustrato dentinario acondicionado, llevando a la exposición de fibras colágenas sin sustento mineral en la interfaz diente/restauración. La inestabilidad de la adhesión se relacionaría con la disolución de estas fibras colágenas, debido a un ataque enzimático o a la degradación hidrolítica del adhesivo polimerizado, producto de la inclusión de agua en su interior.⁶

Esto último sucede debido a la falta de una polimerización adecuada del adhesivo, o a la presencia de agua en la dentina que queda incorporada en la capa adhesiva. Esta agua puede provenir del lavado del ácido después de realizar el grabado, o de la propia dentina, quedando atrapada al interior de la capa adhesiva. La falta de polimerización adecuada, entre otras causas, puede ser originada también por la presencia de estas gotas de agua incluidas dentro del adhesivo o en contacto con su superficie, o a la eliminación inadecuada del solvente.

La biodegradación de la capa híbrida involucra una serie de eventos. El primero empieza cuando la dentina es acondicionada para la remoción del barro dentinario, exponiendo la trama colágena subyacente para la formación de la capa híbrida. El segundo evento envuelve la hidrólisis de la resina que había infiltrado la matriz dentinaria en los espacios nanométricos, antes rellenos por el agua, para formar la capa híbrida. El tercer estadio envuelve el ataque enzimático de las fibras colágenas, por acción de las MMPs y de catepsinas, llevando a una disolución de la capa híbrida.⁶

A medida que estos eventos suceden, la lenta absorción del agua por los componentes de la capa híbrida puede resultar en disminución de la resistencia adhesiva, debido a los efectos degradantes del agua sobre la resina y el colágeno, por hidrólisis del adhesivo y por el ataque enzimático a las fibras colágenas de la capa híbrida.⁷

Una vez fotocurado el adhesivo, éste se comporta como una membrana permeable, lo que lo hace lábil a la hidrólisis, que de manifestarse terminará en una disminución notable de la fuerza adhesiva y provocando fallas en la interfase dentina/adhesivo.^{8,9}

Así, los cuidados con el sustrato dentinario desmineralizado siguen siendo un punto crítico en la ejecución de los procedimientos clínico-restauradores, principalmente cerca de la subjetividad en la obtención de una dentina húmeda, idealmente favorable a la adhesión.⁶

Si logramos establecer un protocolo adhesivo sobre dentina seca, rehumectada con el propio adhesivo, podríamos resolver el problema de la degradación hidrolítica de la capa híbrida. Es por esto que este estudio buscó evaluar el grado de resistencia adhesiva de la técnica de hibridación realizada sobre dentina seca rehumectada y sobre dentina húmeda.

MARCO TEÓRICO

El tratamiento restaurador de los dientes mediante resina compuesta, en la actualidad se lleva a cabo gracias a la interacción entre el material restaurador y la estructura dentaria, mediante el uso de un sistema adhesivo, lo que permite que tanto mecánica, biológica y funcionalmente el diente y su material restaurador funcionen como una unidad.¹⁰

En la actualidad, dada la creciente demanda de parte de los pacientes para que sus restauraciones sean realizadas en materiales cada vez más estéticos, es decir, que el material utilizado se aproxime lo más posible a las características de los tejidos a remplazar y que por lo mismo logren un total mimetismo en la cavidad bucal, es que las resinas compuestas han ido tomando cada vez más relevancia en gran parte del quehacer de la odontología.^{11,12} Las Resinas compuestas tienen sus orígenes en las resinas acrílicas introducidas a la práctica Odontológica en 1945, las que consistían en una mezcla de finos granos de prepolímero (polvo), más un líquido, que contenía un monómero de metacrilato de metilo, un agente de cadenas cruzadas y activadores, según fuera el sistema de activación de su polimerización.¹³

Sin embargo, estos materiales no satisfacían las expectativas clínicas y es así como se trató de incorporar un relleno a este monómero, con el fin de aumentar su resistencia mecánica y disminuir los cambios dimensionales atribuidos al metacrilato de metilo, y no es hasta la década de 1960 cuando R. L. Bowen sintetizó un nuevo tipo de monómero, derivado de la combinación de una molécula epóxica como el bisfenol A con un glicidil dimetacrilato. La molécula resultante fue denominada BisGMA y poseía un mayor peso molecular que los monómeros de las resinas acrílicas. A ella se le agregaron partículas de relleno inorgánico, las que fueron tratadas superficialmente con un derivado del vinil silano, con el fin de permitir una buena unión entre ambas partes.¹⁴ De esta forma se lograba disminuir la contracción de polimerización, el alto coeficiente de

variación dimensional térmica y la baja resistencia mecánica, además del posible daño pulpar, todas estas propiedades atribuidas a las resinas acrílicas.¹⁵

Este nuevo polímero daba inicio a la era de las resinas compuestas, las que se definen como: “una combinación tridimensional de al menos dos materiales químicamente diferentes con una interfase distinta que los une”.¹⁶

De acuerdo a esto, la composición de las resinas compuestas la constituyen tres fases:

a) Matriz Orgánica

Corresponde a una combinación de monómeros junto a un sistema iniciador para generar la polimerización por radicales libres, además de estabilizadores para maximizar la estabilidad de almacenamiento de la resina compuesta y la estabilidad química de la resina polimerizada. Esta fase orgánica fue desarrollada a partir de una resina epóxica, cuyos grupos terminales son reemplazados por grupos metacrilatos que son más susceptibles de polimerizar. Como resultado no se obtiene una resina epóxica sino un metacrilato aromático que da más rigidez y resistencia a la molécula.¹⁷

Debido a que este monómero denominado BisGMA o su alternativa, el dimetacrilato de uretano, son muy viscosos para utilizarse solos, se utilizan otros monómeros de dimetacrilato con peso molecular más bajo con el objeto de lograr una adecuada viscosidad para facilitar la incorporación de los rellenos, estos son el TEGDMA, el BIS EMA6 o el BIS EMA10, los que actúan como solventes del BisGMA o del DMU, controlando así su viscosidad, y permitiendo agregar mayores cantidades de relleno inorgánico, sin alterar la capacidad de trabajo del material resultante.

Sin embargo, estos monómeros solventes, al ser de menor peso molecular, aumentan el grado de contracción del material al polimerizar, motivo por el cual su

adición debe ser muy controlada para evitar un efecto negativo sobre esta propiedad.

b) Relleno o fase Inorgánica

Son partículas inorgánicas que se agregan en forma dispersa a la matriz orgánica con el objetivo de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas.¹⁸ Está constituida por las partículas de diversos tipos, tales como el cuarzo, sílice, silicato de litio aluminio y cristales de bario, estroncio, cinc o yterbio. La adición de estas partículas aumenta la resistencia mecánica, disminuye la contracción y el coeficiente de variación de variación dimensional térmica, y otorga la radiopacidad al material.

c) Fase de Unión o Acoplamiento

Desde sus inicios el mayor problema que presentaban las resinas compuestas era la unión entre su matriz orgánica con su relleno inorgánico, para así poder obtener un adecuado comportamiento físico y mecánico del material. Esto es necesario, tanto para obtener las mejores propiedades mecánicas, como para evitar la penetración del agua en la interfase entre ambos. Con el fin de conseguir una óptima unión entre el relleno inorgánico y la matriz polimérica, se tratan las superficies de los rellenos, de manera de transformar su superficie organofóbica en una organofílica. El tratamiento más corriente es el que utiliza un derivado del vinil silano, que corresponde a una molécula bifuncional, la que puede reaccionar con el relleno inorgánico y la matriz orgánica simultáneamente, consiguiendo de ese modo el acoplamiento de ambas partes.¹⁹

Uno de los factores a considerar dentro de la utilización de las resinas compuestas, es el proceso que se lleva a cabo para su endurecimiento. Este proceso empieza cuando se activa un conjunto de reacciones químicas tendientes a unir las pequeñas partículas que la componen llamadas monómeros para formar una molécula mayor y más compleja denominada polímero, proceso denominado polimerización. Este proceso es iniciado por un agente que puede ser físico o

químico. En el caso de ser químico este ocurre a través de un proceso de óxido reducción, para lo cual se utiliza el peróxido de benzoilo como iniciador y una amina terciaria aromática como activador. En el caso de la activación física esta puede ser realizada a través de calor o de una luz con una determinada longitud de onda, en cuyo caso el iniciador será una dicetona como la camforoquinona, que en la actualidad es el sistema más utilizado. Este proceso se basa en que el agente activador proporciona la energía necesaria para que en el iniciador se formen radicales libres que al interactuar con la molécula de BisGMA rompa uno de sus enlaces C=C dejando más propensa a la molécula de BisGMA para interactuar con otra molécula similar y unirse con ella, desencadenando así el proceso de polimerización y con ello el endurecimiento de la resina compuesta al generar moléculas de tamaño mayor.

Como se señaló, el sistema activado por luz visible utiliza una luz intensa, que es absorbida por una dicetona (agente fotosensible o fotoiniciador) lo cual da la energía necesaria para activar una amina orgánica alifática, y en conjunto con ella lograr activar los dobles enlaces de los monómeros, iniciando así la reacción de polimerización en tiempos de exposición que van de 20 a 60 segundos. La amina y la dicetona forman parte de la pasta de composite, y no se produce ninguna reacción entre ellas hasta la exposición a la luz y por ello el material se presenta como una única pasta de composite, en una jeringa negra y opaca, la cual no requiere de mezcla como los sistemas antiguos de autopolimerización.¹⁹

La reacción de polimerización se acompaña siempre de dos fenómenos: uno de ellos es la exotermia, que se produce debido a que el material pasa de un estado de mayor a otro de menor energía, donde la diferencia energética entre ambos se libera calóricamente. El segundo fenómeno asociado a la polimerización es la contracción, que es el resultado del acortamiento de la distancia entre las moléculas del producto, ya que ellas deben aproximarse para poder reaccionar entre sí, disminuyendo así el volumen total de la masa.

Además de su uso masivo en restauraciones de piezas dentarias anteriores, las resinas compuestas pueden utilizarse en restauraciones de piezas posteriores, en sellantes de puntos y fisuras, en restauraciones indirectas tipo inlays u onlays y como material de cementación.^{20, 21}

Un factor importante a considerar en el uso de los composites, es la adaptación marginal, pues la contracción de polimerización, según su grado, puede generar una brecha entre el diente y la restauración, lo que podría afectar la longevidad de la restauración, haciéndola fracasar.²²

Además, las tensiones generadas por la contracción de polimerización, pueden superar la fuerza de adhesión de los composites a la estructura dental, a pesar del grabado ácido de esmalte y dentina, y del uso de adhesivos, lo que se traduce en filtraciones marginales, que hacen fracasar la restauración.²²

Con el fin de limitar los efectos de la contracción de polimerización, se sugiere aplicar y polimerizar al composite por capas. Además, se puede reducir el estrés residual al interior de la masa a polimerizar si se guía la contracción de polimerización, se minimiza la masa de composite a polimerizar en la preparación cavitaria y se reduce la proporción de superficie de material adherido a las paredes cavitarias, en relación a la superficie que queda libre.²²

Un factor de real importancia para lograr una restauración con un buen grado de sellago marginal, es lograr una unión fuerte y duradera entre el material restaurador y la estructura dentaria, unión que impida la microfiltración marginal y facilite su retención en boca, es decir, como ideal en odontología buscamos la adhesión del material en forma permanente a las estructuras dentarias.

Se define adhesión como toda fuerza que permite mantener dos superficies en contacto, o la fuerza que se opone a la separación de los cuerpos manteniéndolos unidos cuando están en íntimo contacto.¹⁹ Guedes et al. la

definen como el mecanismo que une dos materiales en íntimo contacto a través de una interfase.²³

De acuerdo a lo anterior, el fenómeno adhesivo es crítico en muchos biomateriales dentales, incluyendo la unión de porcelanas a metales y por supuesto la adhesión de resinas compuestas a estructuras dentales, como el esmalte y la dentina.¹⁹

- **Adhesión a esmalte**

El esmalte recubre la corona anatómica de las piezas dentales. Es el tejido más mineralizado del cuerpo humano, compuesto por un 96 % de hidroxiapatita, 4 % de agua y 1 % de colágeno.²⁴ Su unidad estructural son los prismas de esmalte, los que aparentan varillas que se extienden desde el límite amelo-dentinario hasta la superficie externa. Su diámetro varía de 4 μm a 6 μm en su límite superficial.³

La adhesión a esmalte guarda relación con el grabado ácido de su superficie, que pretende cambiar una superficie suave y lisa a una irregular, la cual duplica su energía superficial. Así, una resina fluida de baja viscosidad puede humedecer esta superficie de alta energía y luego ser arrastrada dentro de las microporosidades creadas, por un mecanismo de tracción capilar. Después de su polimerización in situ, estas extensiones de resina en las microporosidades, conocidos como “tags”, forman una fuerte trabazón micromecánica y reológica con el esmalte.²⁴

Desde los primeros ensayos de Buonocore en el año 1955, el grabado ácido ha sido el método más utilizado para tratar la superficie del esmalte, ya que remueve la contaminación, genera microporosidades y aumenta la superficie de contacto, con lo cual se duplica su energía superficial, facilitando la posibilidad de obtener adhesión específica y micromecánica.^{11, 19}

Generalmente se ha utilizado ácido fosfórico en concentraciones que varían entre el 35 % y el 40 % para grabar el esmalte. Al aplicar el ácido fosfórico, se pueden lograr diferentes patrones de grabado del esmalte, los que se pueden clasificar en tres tipos:

- **Tipo I:** remueve preferentemente el centro de los prismas del esmalte, quedando la periferia relativamente intacta.
- **Tipo II:** se remueve preferentemente la periferia del prisma, quedando el centro relativamente intacto.
- **Tipo III:** se obtiene un desgaste regular de la superficie, por lo que no es el más adecuado para lograr adhesión.^{22, 25}

Se evidencia el grabado ácido con un cambio de apariencia del esmalte, el cual toma un aspecto mate, es decir, no refleja la luz en el mismo ángulo de incidencia.³

Sin embargo, en la mayoría de las situaciones clínicas, la resina compuesta se debe unir tanto a esmalte como a dentina. Esto significa que, como regla general, los sistemas adhesivos existentes se deben aplicar también a la superficie dentinaria humedecida.

- **Adhesión a dentina**

Desde la aplicación de las técnicas adhesivas, se ha comprobado que la adhesión a esmalte puede ser más o menos previsible si se manejan las condiciones del medio bucal, en especial la cantidad de humedad (producida por la impregnación de saliva sobre la superficie dentaria), sin embargo, una adecuada unión a dentina es más difícil de lograr, es por esto, que para entender el proceso de adhesión a dentina, primeramente debemos conocer su estructura y composición.^{26, 27}

La dentina es el tejido más abundante de la pieza dentaria. Está constituida por la matriz dentinaria calcificada y por las prolongaciones odontoblásticas. La dentina está constituida aproximadamente por un 70 % de materia inorgánica (cristales de hidroxiapatita, fosfatos cálcicos y sales minerales), un 18 % de materia orgánica (colágeno tipo I) y un 12 % de agua (variando con la edad del individuo).^{26, 27}

En la dentina se encuentran los túbulos dentinarios que constituyen una de las características más importante de la dentina, al interior de los cuales se ubican terminaciones nerviosas, un fluido líquido y los procesos odontoblásticos, que corresponden a las prolongaciones citoplasmáticas de los odontoblastos, cuyos cuerpos se encuentran en la región más periférica de la pulpa. Alrededor de estos túbulos se dispone una matriz de fibras colágenas y un sistema intercelular integrado por carbohidratos. Los túbulos dentinarios varían tanto en número (su cantidad disminuye de 45.000 por mm² aproximadamente a nivel pulpar a cerca de 20.000 por mm² a nivel del límite amelodentinario en la dentina coronal), como en diámetro (su diámetro en el límite pulpodentinario es de alrededor de 3 micrómetros y en el límite amelodentinario de 1 micrómetro) y su dirección dependerá de la superficie en que se encuentren (en el plano oclusal son perpendiculares a él, y en la raíz son perpendiculares al eje longitudinal del diente).²⁶

La dentina está estructurada según el grado de calcificación en dos áreas diferentes:

- a) **Dentina Peritubular:** corresponde a una zona anular que rodea el espacio canalicular, de un grosor menor a 1 μm , de alto contenido mineral y escasas fibras colágenas, la cual forma la pared de los túbulos dentinarios.
- b) **Dentina Intertubular:** zona ubicada por fuera de la dentina peritubular, que constituye la mayor parte de la dentina. Está formada por numerosas fibrillas de colágeno y sustancia intercelular amorfa.^{3, 24}

La adhesión a dentina es resultado de un proceso que se puede ver afectado por una multiplicidad de factores, es por esto que también es importante analizar lo que sucede después de la preparación mecánica de la preparación cavitaria con instrumentos rotatorios, que conlleva a la formación de estructuras que pueden modificar la adhesión a dentina, perjudicándola e incluso anulándola. Es así entonces que posterior a la remoción del tejido dentario afectado, se forma sobre la superficie dentinaria una capa amorfa de detritus orgánico e inorgánico, que puede describirse como dentina aplastada o barro dentinario (Smear Layer, capa de desechos), cuyo espesor varía entre 0.5 y 5.0 micrómetros.²⁷

El barro dentinario actúa como una barrera de difusión que disminuye la permeabilidad de la dentina y que algunos consideran un impedimento que debe ser removido para poder unir la resina al sustrato dentinario.³⁰ Es por esto, que muchos sistemas adhesivos en la actualidad consideran este sustrato un impedimento para lograr una adecuada técnica adhesiva, postulando que debe ser eliminado, sin perjuicio de lo cual otros sistemas lo incorporan y solo postulan su modificación.^{26, 27}

Fusayama primero y Nakabayashi y cols después, propusieron la eliminación completa de ésta capa, a través de un grabado con ácido ortofosfórico al 37%, aplicándolo directamente al tejido dentinario y a la vez en el esmalte, por un tiempo de 15 seg., y un lavado por 60 seg. aproximadamente; esta es la denominada técnica de grabado ácido total. De esta manera los túbulos quedan completamente expuestos al medio, con su parte superficial parcialmente desmineralizada, y las fibras colágenas libres de sustancia mineral, producto de lo cual quedan espacios microscópicos entre ellas, los cuales se busca que sean rellenados por el adhesivo, el cual al polimerizar allí, permitirá una trabazón que generará la retención de la restauración. Es por ello que esta superficie no debe ser desecada completamente luego del lavado del ácido grabador, ya que pueden colapsar las fibras colágenas cerrándose los citados microespacios existentes

entre ellas e impidiendo de esta manera la adhesión de la resina adhesiva al diente.

Por otro lado, al eliminar el barro dentinario estos adhesivos se introducen en los túbulos dentinarios y al polimerizar ahí forman los llamados Tags que proveen de retención adicional al material. A su vez en la superficie queda una capa de adhesivos que junto con los Tags y la infiltración de las fibras colágenas dan origen a la denominada capa híbrida.

Diferentes estudios han demostrado que las fuerzas de unión a la dentina son menores en presencia de barro dentinario, en comparación a una superficie dentinaria libre de él. También se ha demostrado que la unión puede ser mejorada si la dentina es grabada previa aplicación de adhesivo.

Fusayama y colaboradores en 1979, con la aplicación de la técnica de grabado ácido total, concluyeron que el grabado ácido aumenta considerablemente la adhesión de la resina compuesta, no sólo al esmalte, sino que también a la dentina. Esta técnica de adhesión a dentina consiste en grabar el esmalte y la dentina con ácido fosfórico²⁸, y requiere de los siguientes pasos:

a) Acondicionar la dentina: lo cual se realiza con ácido fosfórico, lo que conlleva la eliminación de la capa de barro dentinario, la apertura de los túbulos en una profundidad aproximada de 0.5 μm a 5 μm , el aumento de la permeabilidad dentinaria y la desmineralización de la dentina peri e intertubular, dejando así una matriz colágena expuesta sin sustentación mineral debido a la remoción de los cristales de hidroxiapatita, la que puede, por lo tanto, colapsar por la pérdida de dicho soporte inorgánico. Por ello es que, luego del grabado y el lavado de la dentina para eliminar el ácido, ésta no debe ser desecada y debe mantenerse húmeda para evitar que la malla colágena colapse por deshidratación, ya que es el agua la que mantiene sustentadas en posición las fibras colágenas al perderse su base mineral.^{29, 30}

b) Aplicación de un agente imprimante: es un elemento que contiene monómeros hidrofílicos que impregnan a la dentina interdigitándose con la malla de colágeno, dando así el soporte necesario para evitar su colapso y trabándose micromecánicamente con ellas. Estos agentes tienen un grupo hidrofílico que les permite infiltrar al sustrato húmedo dentinario y un grupo hidrofóbico que actúa como agente de enlace con el otro monómero adhesivo, que se coloca a continuación.^{29, 30}

c) Aplicar la resina de enlace: corresponde al monómero hidrofóbico que también compone el sistema adhesivo, y que copolimeriza con el agente imprimante formando una capa entremezclada de colágeno y resina conocida como capa híbrida, descrita en 1982 por Nakabayashi y colaboradores. Por otro lado, al introducirse ambos monómeros dentro de los túbulos dentinarios y polimerizarse, se forman los denominados “tags” de resina que también ayudan a la retención micromecánica del material.^{3, 31}

Con la técnica de grabado ácido y el uso de agentes imprimantes y adhesivos dentinarios, se ha logrado obtener una adhesión a la estructura dentaria aceptable dada por uniones micromecánicas con valores que oscilan por sobre los 20 Mpa.¹¹

Adhesivos dentinarios

Para que las resinas compuestas se adhieran de manera eficaz y duradera a la estructura dental, es fundamental el empleo de una resina de baja viscosidad, que sea capaz de penetrar en lo íntimo de la dentina y ahí polimerizar. Estos son los llamados adhesivos dentinarios que se pueden clasificar de diferentes formas dependiendo de sus características, composición, sistema de endurecimiento, etc. La clasificación más usada en los adhesivos es de base cronológica, es decir, más o menos en el tiempo que estos materiales se han puesto en el mercado. Sin embargo, dado que los primeros sistemas no fueron eficaces, solo se consideran

las últimas generaciones de ellos, las que podemos dividir según el esquema de unión a dentina que ellas utilicen.

a) Sistemas de grabado y lavado o técnica de hibridación: Corresponden a los adhesivos también denominados de 4^o y 5^o generación:

• **4^o Generación:**

Presentaban la formación de una capa híbrida en la dentina, basada en la impregnación y difusión de la resina de enlace en la dentina descalcificada, polimerizando interdigitada con la malla de colágeno. Los conceptos de grabado ácido total para eliminar el barro dentinario y adhesión sobre dentina húmeda con desmirelización de la superficie y exposición de la trama colágena, son propios de esta generación de adhesivos, aplicándose en tres pasos separados que son el acondicionamiento ácido, la imprimación y la capa adhesiva propiamente tal, logrando una alta adhesión del orden de 16-23 Mpa., y baja sensibilidad postoperatoria.³²

• **5^o Generación:**

Utilizan el mismo esquema de adhesión a dentina, pero dada la multiplicidad de pasos que tenían sus predecesores, estos combinan en una sola botella el agente imprimante y el adhesivo, por lo que son conocidos como sistemas monobotella, presentan instrucciones simples y no requieren la necesidad de mezclar componentes, por lo que reducen los pasos clínicos para su aplicación. Sin embargo, también requieren grabado con ácido fosfórico, y los tiempos operatorios son igualmente largos respecto a los otros sistemas. Presentan una baja sensibilidad postoperatoria.³³

b) Sistemas autograbantes o técnica de reacción integración: Corresponden a los adhesivos también denominados de 6^o y 7^o generación:

- **6° Generación:**

Corresponden a los adhesivos de autograbado, los cuales presentan en su composición un agente imprimante ácido, el cual permite modificar el barro dentinario y a través de él, acondicionar la dentina subyacente para unirse a ella, por lo tanto, eliminan el grabado y el enjuague, pudiendo ser utilizados sobre dentina húmeda, o seca, por lo que eliminan el riesgo de colapso de las fibras colágenas. Como no hay grabado ácido, dejan un residuo de capa de barro dentinario.³³ Se presentan en 2 botellas, con el agente imprimante en una de ellas y el adhesivo en la otra, pudiendo ser utilizadas en 1 o 2 pasos clínicos.

- **7° generación:**

También son adhesivos autograbantes, pero en los cuales, todos los componentes se han unido en 1 sola botella y por lo mismo, se utilizan en un solo paso clínico.

Biodegradación de la capa híbrida

A lo largo del tiempo se ha visto que muchas restauraciones directas adheridas en dentina no han demostrado la longevidad esperada y por cierto esta longevidad no ha sido mayor que antiguas técnicas donde se empleaba oro, amalgama o ionómeros vítreos; de hecho no podríamos considerarlas exitosas, pues la longevidad en retención y sellado es lo que finalmente se ha menguado con secuelas como el dolor post-operatorio y lesiones cariosas secundarias a estas.³⁴

Los fallos de los procedimientos restauradores pueden estar relacionados a una incompleta infiltración de los agentes adhesivos en el sustrato dentinario, llevando a la exposición de fibras colágenas que quedan sin sustento mineral en la interfaz diente/restauración. La inestabilidad de la adhesión se relacionaría con la disolución de estas fibras colágenas expuestas y sin hibridar, debido a un ataque enzimático de ellas. También puede deberse a la porosidad que pudiera quedar en

la resina adhesiva y a la degradación hidrolítica del adhesivo polimerizado.⁶ Esto último sucede debido a una falta de polimerización del adhesivo, a la presencia de exceso de agua en la dentina proveniente del lavado del grabado ácido, la cual quedaría incorporada en la capa adhesiva. Además, esta agua también interfiere en la polimerización al igual que la presencia del solvente del adhesivo que no fue evaporado correctamente. La biodegradación de la capa híbrida involucra una serie de eventos. El primero empieza cuando la dentina es acondicionada para la remoción del barro dentinario, exponiendo la trama colágena subyacente para formar la capa híbrida. El segundo evento implica la hidrólisis de la resina que había infiltrado la matriz dentinaria en los espacios nanométricos que dejó libre el agua para formar la capa híbrida. El tercer evento consiste en el ataque enzimático por acción de las MMPs y catepsinas a las fibras colágenas, llevando a una disolución de la capa híbrida.³⁵ A medida que estos eventos suceden, la lenta absorción del agua por los componentes de la capa híbrida puede resultar en disminución de la resistencia adhesiva, debido a los efectos degradantes del agua sobre la resina y el colágeno, por hidrólisis del adhesivo y por el ataque hidrolítico a las fibras colágenas de la capa híbrida.³⁶ Una vez fotocurado el adhesivo este se comporta como una membrana semipermeable, lo que lo hace lábil a la hidrólisis, manifestándose en una disminución notable de la fuerza adhesiva después de un tiempo y provocando fallas en la interfase dentina/adhesivo.^{8, 9}

Pero además, los monómeros resinosos hidrofílicos y anfipáticos, incrementan la absorción de agua en su interior, formando los denominados *árboles de agua* durante su aplicación y fotocurado en la dentina, decreciendo esto sus propiedades mecánicas.³⁷ Esta agua puede provenir del exceso de humedad presente en dentina luego del lavado del ácido fosfórico, y puede quedar incorporada al interior de la capa adhesiva como pequeñas gotitas, las cuales comienzan a generar una presión osmótica que las hace migrar a través del adhesivo, degradándolo hidrolíticamente.

Se sabe que una vez fotocurados, estos adhesivos dentinarios se comportan como membranas semipermeables, y al comportarse así los hace propensos a la hidrólisis, pues la degradación hidrolítica dentro de la capa híbrida se incrementa gradualmente a través del tiempo, manifestándose como una disminución notable de la fuerza adhesiva y en un ensanchamiento y aumento de fallas en la interface dentina/adhesivo.³⁸

Los *árboles de agua* representan nanoregiones en las cuales ha sido retenida agua dentro de la interfase dentina/adhesivo. La transudación del fluido dentinal a través de los sistemas adhesivos de resina resultan en la presencia de estas nanoregiones e inclusive de microgaps que contribuyen a la degradación de la unión adhesiva e interfieren desde el principio en la infiltración del agente adhesivo, esta nanofiltración ha sido observada en todos los tipos de sistemas adhesivos a base de resina.³⁹

Una solución para evitar la presencia o formación de los árboles de agua, sería secar la dentina luego del lavado del ácido fosfórico y rehumectarla posteriormente mediante la aplicación y frotado del adhesivo por un tiempo mayor al establecido en el procedimiento convencional. De esta manera se haría reflatar al colágeno que colapsó por el desecado y así permitir su hibridación, sin el riesgo de incorporar agua dentro de la capa adhesiva y por lo mismo, generar una hidrólisis de ella.

En virtud de esto es que el presente estudio buscó evaluar el grado de resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de hibridación utilizando dentina húmeda y dentina seca rehumectada con el adhesivo.

HIPÓTESIS

La técnica adhesiva de hibridación aplicada sobre dentina seca re humectada obtiene los mismos resultados que aplicada sobre dentina húmeda.

OBJETIVO GENERAL

Determinar si la técnica adhesiva de hibridación aplicada sobre dentina seca re humectada obtiene los mismos resultados que aplicada sobre dentina húmeda.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica adhesiva de hibridación sobre dentina húmeda.
- Determinar la resistencia adhesiva de restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica adhesiva de hibridación sobre dentina seca re humectada
- Analizar comparativamente los resultados obtenidos de los grupos en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo fue realizado en el laboratorio preclínico de la Facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae, y en el laboratorio Idiem de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

Para la evaluación de la resistencia adhesiva de restauraciones, utilizando la técnica adhesiva de hibridación aplicada sobre dentina húmeda y sobre dentina seca re humectada, se confeccionaron 60 cuerpos de prueba conformados por superficies dentarias alisadas provistas de esmalte y dentina, los cuales fueron divididos en dos grupos de 30 muestras cada uno, en el primer grupo se realizó la técnica adhesiva de hibridación sobre dentina húmeda, según la técnica de adhesión proporcionada por el fabricante, y en el segundo grupo se realizó la técnica adhesiva de hibridación en dentina seca rehumectada con un mayor tiempo de frotado. Los materiales y metodología utilizada serán descritas a continuación:

Se recolectó una muestra de 30 molares humanos libres de caries recientemente extraídos, los cuales fueron conservados después de su exodoncia y hasta la confección de los cuerpos de prueba en suero fisiológico de cloruro de sodio 0.9% (Laboratorio Biosano).

Se retiraron los restos de ligamento periodontal de los molares recolectados para el estudio con curetas gracey 13-14 Hu Friedy, realizando posteriormente el seccionamiento de las piezas dentarias en sentido mesio-distal, perpendicular al plano oclusal, utilizando micromotor de baja velocidad, con portadisco y disco diamantado, bajo agua corriente para evitar su desecación. Se obtuvieron así dos hemimolares a los cuales se les retiró el segmento radicular un milímetro por debajo del límite amelocementario, utilizando el mismo procedimiento anterior. Luego con elementos de alta velocidad (turbina y piedra diamantada cilíndrica), se eliminaron los restos de la cámara pulpar, para obtener una superficie lisa y plana

compuesta tanto por tejido dentinario como por esmalte (Figura 1). Hechos los cortes las muestras obtenidas se conservaron separadas en suero fisiológico isotónico de cloruro de sodio 0.9% (Laboratorio Biosano).



Figura 1: Hemimolar desprovisto de raíz compuesto solo por tejido dentinario y esmalte

Se clasificaron las muestras de tejido dentario en dos grupos compuestos por 30 cuerpos de prueba cada uno. El grupo A fue constituido por los hemimolares vestibulares y se trató con la técnica de hibridación convencional. El grupo B fue constituido por los hemimolares palatinos y se trató con la técnica de hibridación con dentina re humectada.

A ambos grupos, previo a realizar la técnica adhesiva, se les realizó la técnica de grabado ácido total. Se aplicó ácido ortofosfórico en gel al 37% por 15 segundos en el esmalte y 10 segundos en dentina. Luego se lavó por 50 segundos con spray de aire agua. En cuanto al secado de la superficie, se realizó de manera diferente para cada grupo. Para el grupo A, luego del lavado del ácido se secó el tejido dentario con una mota de papel absorbente para dejar la dentina húmeda, pero sin excesos de agua. Por otro lado, para el grupo B, se secó con aire de la jeringa triple enérgicamente, para obtener dentina desecada.

Luego se realizó la técnica adhesiva de hibridación, utilizando Adper Single Bond® 2 (3M/ESPE, USA) de la siguiente manera para cada grupo:

Grupo A: Se aplicó con un micro-brush una primera capa de adhesivo, frotando la dentina por 20 segundos, luego se aplicó aire suavemente con la jeringa triple. Posteriormente se aplicó una segunda capa de adhesivo, se aplicó aire nuevamente con la jeringa triple y se fotoactivó con una lámpara de fotocurado durante 20 segundos.

Grupo B: Se aplicó con un micro-brush una primera capa de adhesivo, frotando la dentina por 40 segundos, luego se aplicó aire suavemente con la jeringa triple. Posteriormente se aplicó una segunda capa de adhesivo, se aplicó aire nuevamente con la jeringa triple y se fotoactivó con una lámpara de fotocurado durante 20 segundos.

Sobre las muestras así preparadas, se confeccionó, un cilindro de resina compuesta Universal Filtek Z350 XT de 3M ESPE, cuyas dimensiones fueron de 6mm de diámetro por 4mm de alto (Figura 2), usando un conformador de silicona calibrado y estandarizado, previamente aislado con aislante de silicona. Este cilindro se confeccionó por medio de la técnica incremental en tres capas. Una vez terminados los cuerpos de prueba, se conservaron en una estufa a 37 ° C, con un 100% de humedad relativa por un lapso de 48 horas.



Figura 2: Cilindro de resina sobre la cara constituida por tejido dentinario y esmalte del cuerpo de prueba

Luego, en el lado contrario de cada cuerpo de prueba, constituido solo por esmalte, se confeccionó un manguito de resina de forma cilíndrica de diámetro variable y de un largo de 1,5 centímetros (Figura 3). Posteriormente el manguito de resina fue cubierto con acrílico naranja de autocurado Marche, conformando un manguito de acrílico de un tamaño de 3 centímetros de largo por un diámetro variable dependiendo del tamaño de la muestra, es importante resaltar que este manguito debe poseer una superficie alisada y debe estar adaptado para ser colocado en la mesa de fijación de la máquina Instron para ensayos universales (Figura4). Los cuerpos de prueba confeccionados fueron guardados en la estufa a 37° y 100% de humedad hasta el día de su testeo en la máquina para ensayos universales Instron. Los cuerpos de prueba fueron testeados en una máquina de ensayos universal Instron, donde se les aplicó fuerzas de cizallamiento, con una carga de 200kg, a una velocidad de 0.2mm/ minuto, hasta la separación o fractura del cilindro de resina compuesta.



Figura 3: Cuerpo de prueba con manguito de resina en su cara constituida solo por esmalte

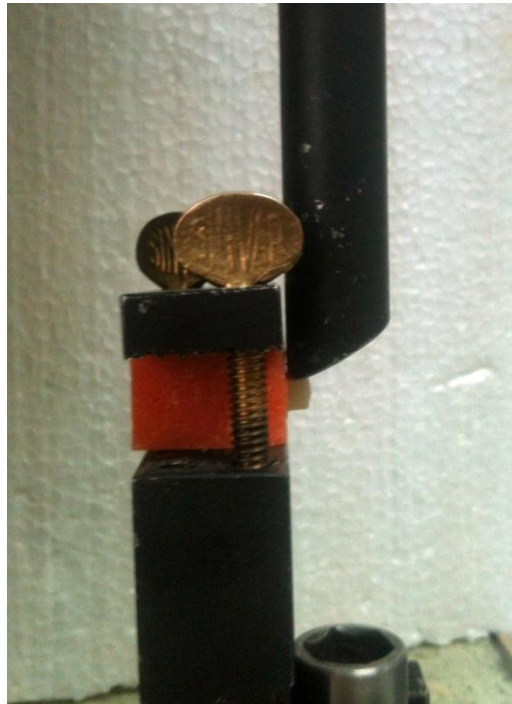


Figura 4: Cuerpo de prueba ubicado en la máquina Instron

Es importante mencionar que la separación de los cuerpos de prueba testeados, se puede producir en diferentes niveles de articulación adhesiva. La falla puede ser cohesiva del adhesivo, cohesiva del cilindro de resina compuesta, cohesiva de la estructura dentaria o adhesiva. Los patrones de fractura se inspeccionaron de manera visual.

RESULTADOS

Después de someter a tensión los 60 cuerpos de prueba hasta conseguir su separación, los valores obtenidos por la máquina INSTRON expresados en Newton, fueron tabulados y luego transformados a Megapascuales (MPa). Para realizar dicha conversión fue necesario conocer la superficie del área de contacto entre la probeta de resina compuesta y la estructura dentaria, la que alcanzó un valor de $28,274\text{mm}^2$. Este valor fue utilizado para transferir los valores de carga, expresando así los valores de resistencia al cizallamiento en MPa. Los valores obtenidos se aprecian en la Tabla 1.

Tabla 1: Valores de resistencia al cizallamiento expresados en MPa de los 60 cuerpos de prueba que fueron procesados en la maquina INSTRON.

Nº DE MUESTRA	GRUPO A DENTINA HUMEDA EN MPA	GRUPO B DENTINA SECA EN MPA
1	16,05	24,74
2	19,95	13,69
3	30,29	8,78
4	23,50	12,70
5	19,62	12,36
6	12,60	17,73
7	24,32	15,17
8	17,23	23,28
9	3,16	17,53
10	10,05	14,61
11	25,21	8,07
12	26,99	8,90
13	22,81	4,74
14	25,26	14,82
15	5,33	7,79
16	13,02	20,56
17	19,92	18,75
18	27,44	3,94
19	25,83	35,15
20	13,75	20,50
21	16,33	23,04
22	18,19	6,08
23	18,50	18,91

24	10,37	19,61
25	11,25	6,22
26	8,66	13,96
27	21,13	22,69
28	23,60	15,17
29	33,49	15,88
30	15,39	19,25
PROMEDIO	18,64	15,49

Es de interés observar los valores máximos y mínimos alcanzados por ambos grupos. En el grupo A el valor máximo alcanzado por un cuerpo de prueba fue 33,49 MPa y el mínimo fue de 3,16 MPa, con un promedio grupal de 18,64 MPa (SD = 7,36). En cuanto al grupo B, el valor máximo alcanzado para un cuerpo de prueba fue 24,74 MPa y el mínimo fue de 3,94 MPa, con un promedio grupal de 15,49 MPa (SD = 6,9).

Otro punto evaluado fue la inspección visual de los patrones de fracturas producidos en los cuerpos de prueba posterior al ensayo realizado. Se observaron tres tipos de fallas: (Tabla 2)

- Falla cohesiva de la restauración
- Falla cohesiva de la estructura dentaria
- Falla adhesiva

Tabla 2: Detalle de los patrones de fractura de los 60 cuerpos de prueba.

TIPO DE FRACTURA	GRUPO A DENTINA HÚMEDA EN MPA	GRUPO B DENTINA SECA EN MPA
FALLA COHESIVA DE LA RESTAURACIÓN	16	12
FALLA COHESIVA DE LA ESTRUCTURA DENTARIA	6	8
FALLA ADHESIVA	8	10

Es importante mencionar que la separación de los cuerpos de prueba testeados se produjo en diferentes niveles de articulación adhesiva (Tabla 2). En el grupo A, 16 muestras se separaron a nivel de la restauración, 6 muestras a nivel de la estructura dentaria y 8 a nivel del adhesivo. Por otro lado, en el grupo B, 12 muestras se separaron a nivel de la restauración, 8 muestras a nivel de la estructura dentaria y 10 a nivel del adhesivo.

A continuación se presenta mediante registro fotográfico los patrones de fractura producidos en los cuerpos de prueba testeados.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para el procesamiento de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS 1.6. Los datos se sometieron inicialmente a un análisis estadístico descriptivo que permite una aproximación de la estructura de los datos en cada uno de los grupos estudiados, En segundo término se realizó el análisis inferencial a través de la prueba de T test, donde el nivel de significación empleado en todos los casos fue de $\alpha = 0,05$.

La distribución normal de los datos de los grupos en estudio es requisito para poder utilizar esta prueba. Para establecer normalidad en la distribución de los datos se utilizó la prueba de Shapiro wilk, debido al número de muestras, ya que en ambos grupos son menos de 50 (Tabla 3).

Tabla 3: Resultados de la prueba de normalidad de las muestras en estudio.

Pruebas de normalidad				
Técnica Hibridación		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	N°de muestras	Significancia
Resistencia adhesiva	Dentina húmeda	,990	30	,989
	Dentina seca rehumectada	,962	30	,354

Tabla 4: Resultados estadísticos de medias y desviación estándar en cada grupo de estudio.

Descriptivos			
Técnica hibridación			Estadístico
Resistencia Adhesiva	Dentina húmeda	Media	18,6613
		Mediana	19,0600
		Varianza	54,205
		Desv. típ.	7,36238
	Dentina seca rehumectada	Media	15,5113
		Mediana	15,1700
		Varianza	48,033
		Desv. típ.	6,93061

La tabla 4 se muestran valores estadísticos descriptivos, se observa que la media y la mediana del grupo “dentina húmeda” es superior.

El diagrama de cajas (gráfico 1) expone los datos de la tabla 1.

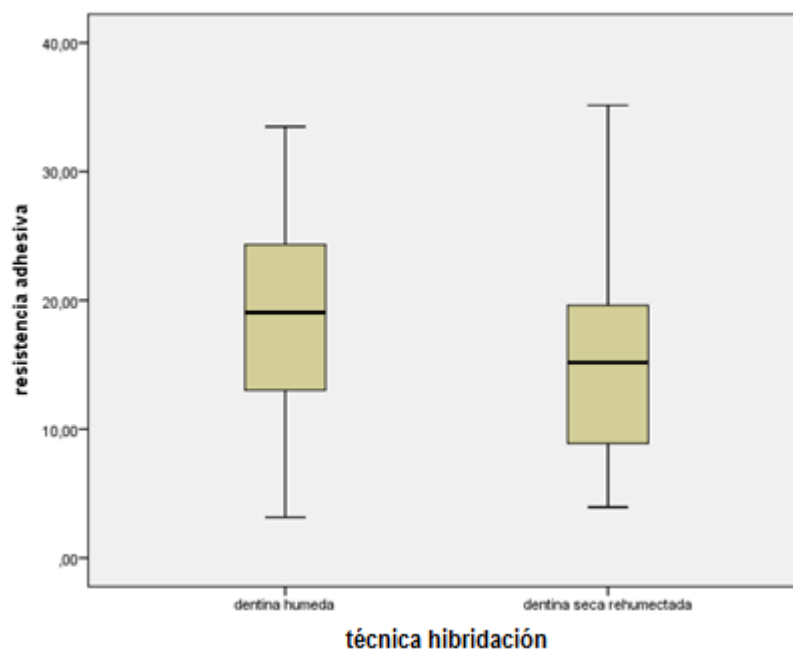


Gráfico 1: Representación en ambos grupos, donde las cajas representan la concentración de valores de cada grupo analizado y los extremos los valores máximos y mínimos no atípicos obtenidos.

Para realizar el análisis inferencial utilizamos el test student. Una vez demostrada la normalidad de los datos en cada grupo en estudio con el test de Shapiro wilk, se debe cumplir con otros requisitos para completar el análisis inferencial. El segundo requisito es que la variable independiente debe ser nominal, en este caso “Dentina húmeda y dentina rehumectada”.

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

Prueba de muestras independientes						
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias		
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)
Resistencia Adhesiva	Se han asumido varianzas iguales	,301	,585	1,706	58	,093
	No se han asumido varianzas iguales			1,706	57,789	,093

En este caso asumimos varianzas iguales de los grupos estudiados (debido a que el valor es 0,585), el nivel de significancia del t test es 0,093, el cual es mayor a 0,05, lo que indica que los grupos estudiados no presentan diferencias significativas. Es decir, los valores de “resistencia adhesiva” de los grupos estudiados no presentan diferencias estadísticamente significativas

DISCUSIÓN

Se realizó un estudio comparativo in vitro para evaluar el grado de resistencia adhesiva en restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de hibridación sobre dentina húmeda y sobre dentina seca rehumectada.

Las observaciones realizadas demuestran que al rehumectar la dentina se obtiene grados de resistencia adhesiva similares a lo realizado con la técnica convencional, lo que significaría una posible simplificación de la técnica.

La técnica convencional, al dejar la dentina húmeda luego del lavado del ácido fosfórico, puede provocar que quede agua incorporada al interior de la capa adhesiva como pequeñas gotitas, las cuales comienzan a generar una presión osmótica que las hace migrar a través del adhesivo, degradándolo hidrolíticamente. Al desecar y rehumectar la dentina con adhesivo se estaría reflatando la trama colágena lo que la hace más permeable al adhesivo y permitiría una adecuada adhesión con menos riesgo de hidrólisis.

Los resultados de este estudio se corroboran con otros encontrados en la literatura. Según Gwinnett AJ, en su estudio en el cual investigó el efecto del desecado y rehumectado de la dentina en restauraciones de resina compuesta, las fuerzas adhesivas obtenidas con esta técnica fueron mejor que las obtenidas mediante protocolos de hibridación de la dentina en presencia de humedad ⁴⁰, explicando la penetración y encapsulación de las fibrillas de colágeno a nivel dentinario.

Así mismo, el uso de aplicaciones múltiples bajo una técnica de pincelado del adhesivo también ha demostrado un aumento en la fuerza de unión de la resina compuesta a la pieza dentaria, concordando con lo que demostró Hashimoto, donde en su estudio concluye que al aumentar el frotado del adhesivo hasta cuatro capas se logra una disminución de la nanofiltración. Del mismo modo,

concluyó que mediante la simple aplicación de más capas del adhesivo, la fuerza y la calidad de la adhesión dentinaria se puede mejorar.⁴¹

Un estudio realizado por Dal-Bianco y Col, demostró una mejora significativa en relación a los valores de fuerzas de unión en sistemas adhesivos en base a acetona cuando estos son agitados vigorosamente en la superficie dentinaria.⁴² Algunos autores han dicho que agitar el adhesivo vigorosamente puede aumentar la evaporación del solvente y con ello una mayor evaporación del agua remanente, lo que le podría dar mejores características a la unión dentina adhesivo en cuando a la adaptación de la resina compuesta a la pieza dentaria.

Si bien se han logrado resultados similares entre ambas técnicas hay que tener énfasis en el procedimiento clínico de ambos protocolos por cuanto para lograr este nivel de adaptación con la técnica húmeda implica que el operador tenga que hacerlo en forma bien sistemática. Lo mismo sucede en el caso de la dentina seca rehumectada, donde el operador debe dar los tiempos de grabado, lavado y de frotado suficiente del adhesivo para reflotar el colágeno, de lo contrario fracasará.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología utilizada en este estudio y a los resultados obtenidos en el, se puede concluir que:

- La resistencia adhesiva de la técnica de hibridación convencional tuvo un valor promedio de 18,64 MPa (SD=7,36).
- La resistencia adhesiva de la técnica de hibridación sobre dentina seca rehumectada tuvo un valor promedio de 15,49 MPa (SD=6,9).
- No existen diferencias significativas en los resultados, por lo tanto, se aprueba la hipótesis que la técnica adhesiva de hibridación aplicada sobre dentina seca re humectada obtiene los mismos resultados que aplicada sobre dentina húmeda.

SUGERENCIAS

Sugerimos complementar el presente estudio con:

- Realizar trabajos similares con una muestra de mayor tamaño.
- Visualizar bajo microscopio electrónico la interfase diente-restauración con el fin de evaluar el grado de adhesión obtenido con ambas técnicas.
- Realizar el estudio comparativo in vivo de las mismas técnicas adhesivas usadas y posteriormente evaluar la correlación in vivo-in vitro

BIBLIOGRAFÍA

1. Minto A, Reis A, Sassi J, Moyses M, Ribeiro J. Uso de una resina compuesta submicrohíbrida en dientes posteriores: Relato de un caso clínico. *Acta Odontológica Venezolana*. 2007;45(2):287-289.
2. Anusavice KJ. *Ciencia de los Materiales Dentales de Phillips*. Undécima edición. Madrid: Elsevier; 2004.
3. Swift E, Perdigao J, Heymann O. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art. *Quintessence Int*. 1995; 26(2):95-110.
4. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J. Biomed. Mater. Res*. 1982; 16:265-73.
5. Hashimoto M, Ohno H, Sano H, Kaga M, Oguchi H. Degradation patterns of different adhesives and bonding procedures. *J. Biomed. Mater. Res. Part B: Appl. Biomater*. 2003; 66:324-30.
6. De Souza FB, Da Silva RB. Durabilidad de la línea de unión de restauraciones adhesivas. *Acta Odontológica Venezolana*. 2009 Mar; 47(1).
7. De Souza FB, Da Silva C, De Souza L. Relation between deproteinized dentin and adhesive process. *Acta Odontológica Venezolana*. 2009; 42(2): 171-176.
8. Tay FR, Frankenberger R, Krejci I, Bouillaguet S, Pashley DH, Carvalho RM, Lai CN. Single-bottle adhesives behave permeable membranes after polymerization. I. In vivo evidence. *J. Dent*. 2004; 32(8):611-21.
9. Sano H, Yoshikaw T, Pereira PN, Kanemura N, Morigami M, Tagami J, Pashley DH. Long-term durability of dentin bonds made with a self-etching primer, in vivo. *J. Dent Res*. 1999; 78(4):906-11.
10. Camps AI. La evolución de la adhesión a dentina. *Av. Odontoestomatol*. 2004; 20(1):11-17.
11. Barrancos M. Adhesión a estructura dentaria. En: Macchi R. *Operatoria Dental*, 3ª.ed. Argentina: Editorial Médica Panamericana; 1999. p. 567-578.

12. Ribera C, Quevedo E, Bader M. Análisis comparativo in vitro de las propiedades físicas y mecánicas de dos resinas compuestas de reciente aparición v/s su predecesora. *Revista Facultad de Odontología, Universidad de Chile. Chile.* 2000;18:25-33.
13. Ehrmantraut M, Bader M. Polimerización de resinas compuestas a través de estructuras dentarias. *Revista de la Facultad de Odontología. Universidad de Chile.* 1994; 12(2): 22-27.
14. Leinfelder K. New developments in resin restorative systems. *JADA.* 1997; 128:573-581.
15. Craig R, O'Brien W, Powers J. *Materiales dentales, Propiedades y Manipulación.* 6ª.ed.España: Mosby; 1999.
16. Lopes GC, Baratieri LN, de Andrada MA, Vieira LC. Dental adhesion: Present state of the art and future perspectives. *Quintessence International.* 2002 Mar; 33:213-224.
17. Uribe EJ. *Sistemas Resinosos Compuestos, Avances Medicas Centrales.* En: Raúl J, Spadiliero M, Uribe J. *Operatoria dental, ciencia y práctica.* Madrid: Ayuntamiento de Baga; 1990. P. 207-225.
18. Peutzfeldt A. Resin Composite in Dentistry: The Monomer System, *Eur, Journal Oral Sci.* 1997; 105:97-119.
19. Astorga MC, Bader MM, Ehrmantraut NM, Baeza WR. *Texto de biomateriales odontológicos. Tomos I y II.* Chile: Facultad de Odontología. Universidad de Chile; 1996.
20. ADA council on dental benefit programs. Statement on posterior resin-based composites. *JADA.* 1998; 129(12):1627-1628.
21. Alani A, Toh C. Detection of microleakage around dental restorations: A review. *Operative Dent.* 1997;22:173-185.
22. Skinner E, Phillips R. *La ciencia de los materiales dentales de Skinner.* 8ª.ed. España: Interamericana. 1988.
23. Pontes GD., De Melo TA., Monnerat A. Microleakage of new all-in one Adhesive Systems on Dentinal and Enamel Margins. *Quintessence Int.* 2002; 33(2): 136-139.

24. Montenegro MA, Mery C, Aguirre A. Histología y embriología del sistema estomatognático. Chile: Universidad de Chile, Facultad de Odontología; 1986.
25. O'Brien W. Dental materials and their selection. 2^a.ed. Michigan: Quintessence Int. 1997.
26. Watson V, et Al. Adhesión estado actual. Acta Odontológica Venezolana, 1996; 34(1):11-16.
27. Carpena G. et Al. Dental Adhesion: Present state of the art and futures perspectives. Quintessence Int. 2002 Mar; 33(3):213-224.
28. Fusuyama T. et al. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. J Dent Res. 1979 Apr; 58(4):1364-70.
29. Toledano M. et al. Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. Am J Dent. 2001 Aug;14(4):205-210
30. Van Meerbeek B. Perdigão J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. Journal of Dentistry. 1998 Jan; 26(1):1-20.
31. Swift E. Jr., et al. Dentin/Enamel adhesives: Review of the literature. Pediatric Dentistry. 2002; 24(5): 451-456.
32. Sunico M, et Al. Effect of surface conditioning and restorative material on the shear bond strength and resin-dentin interfase of new one botte nanofilled adhesive. Dental Materials. 2002 Nov; 18(7):535-542.
33. Blomlof J, Cederlund A, Jonsson B, Ohlson Ng. Acid conditioning combined with single-component and two component dentin bonding agents, Quintessence Int., 2001 Oct; 32(9):711-715.
34. Hidalgo-Lostunau R. Reacción de la dentina a los sistemas adhesivos resinosos: aspectos biológicos relacionados y biodegradación de la capa híbrida. Rev Estomatol Herediana. 2008; 18(1):50-64.
35. Gendron R, Brenier D, Sorsa T, Mayrand D. Inhibition of the activities of matrix metalloproteinases 2, 8 and 9 by chlorhexidine. Clin. Diagn Lab. Immunol. 1999 may; 6(3):437-439.
36. Barbosa DSF, Vicente DSC, Carneiro DSB. Relación de la dentina desproteinizada con el proceso adhesivo. Acta odontol. venez [revista en la

- Internet]. 2005 May [citado 2013 sep 02] ; 43(2): 171-176. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652005000200013&lng=es.
37. Cadenaro M, Antonioli F, Sauro S, Tay FR, Di Lenarda R, Patri C, Biasotto M, et al. Degree of conversión and permeability of dental adhesives. *Eur J Oral Sci*. 2005; 113(6):525-530.
 38. Ehrmantraut NM., Terrazas SP., Leiva BM. Sellado marginal en restauraciones indirectas, cementadas con dos sistemas adhesivos diferentes. *Revista Clínica Periodoncia, Implantología y Rehabilitación. Oral [online]*. 2011; 4(3) [citado 2013-05-05], pp. 106-109. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/piro/v4n3/art04.pdf>
 39. Tay FR, Hashimoto M., Pashley DH, Peters MC, Lai SC, Yiu CK., et al. Aging affects two modes of nanoleakage expression in bonded dentin. *JDent Res*. 2003; 82(7):537-541.
 40. Gwinnett AJ. Dentin bond strength after air drying and rewetting. *American journal of dentistry*. 1994; 7(3):144-8.
 41. Hashimoto M, De Munck J, Ito S, Sano H, Kaga M, Oguchi H, et al. In vitro effect of nanoleakage expression on resin-dentin bond strenghts analyzed by microtensile bond test, SEM/EDX and TEM. *Biomaterials*. 2004 nov; 25(25):5565-74.
 42. Dal-Bianco K, Pellizzaroa A, Patzlafta R, Oliveira J. Effects of moisture degree and rubbing action on the immediate resin–dentin bond strength. *Dental Materials*. 2006 dec; 22(12):1150-1156