



UNIVERSIDAD
Finis Terrae
VINCE IN BONO MALUM

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA

**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE LA RESISTENCIA
ADHESIVA DE RESINAS COMPUESTAS REALIZADAS CON
TÉCNICA DE GRABADO ACIDO CONVENCIONAL Y EN 2
TIEMPOS OPERATORIOS.**

MATÍAS ALEJANDRO PONCE MASCARÓ

Tesis Presentada a la Facultad de Odontología Requisito para Optar al Título de
Cirujano Dentista

Profesor Guía: Dr. Marcelo Bader Mattar.

Santiago, Chile

2013

A mis padres, porque siempre creyeron en mí y me apoyaron.

A mis amigos, porque siempre me sacaron una sonrisa.

Al Dr. Marcelo Bader, por su infinita paciencia y dedicación.

A mi abuelo y su memoria.

A mí mismo.

=)

Indice:

Resumen.....	iv
Introducción.....	1
Marco Teórico.....	4
Hipótesis.....	20
Objetivo General.....	20
Objetivo Especifico.....	20
Metodología.....	21
Análisis de Resultados.....	32
Discusión.....	37
Recomendaciones.....	40
Bibliografía.....	41
Anexos.....	48

RESUMEN:

Se realizó un estudio experimental, in-vitro, del tipo comparativo donde se buscó definir si existían o no diferencias significativas en el grado de resistencia adhesiva logrado con restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de grabado ácido convencional y la técnica de grabado ácido modificada utilizando un adhesivo de grabado y lavado.

Para obtener los datos se utilizaron 30 terceros molares siguiendo los criterios de inclusión y exclusión del estudio. Estos molares se almacenaron en una solución de suero fisiológico (solución salina al 0,9%). Estos fueron almacenados a temperatura ambiente hasta el momento que se sometieron al procedimiento adhesivo.

Los dientes fueron separados en dos grupos que fueron sometidos a dos técnicas adhesivas; la técnica estándar y la técnica modificada. La técnica estándar consistió en grabado del esmalte con ácido fosfórico al 37% por 20 segundos previo secado de la superficie. Luego se lavó por 40 segundos y después de secar 10 segundos el esmalte se aplicó una primera capa de adhesivo estándar por 10 segundos. Después de este tiempo se procedió al adelgazamiento de esta capa de adhesivo con aire para aplicar una segunda capa de adhesivo por 10 segundos y foto activarla por 20 segundos. Finalmente se realizó una restauración de resina compuesta con técnica incremental. La técnica modificada consistió en pre grabar el esmalte seco con ácido fosfórico al 37% por 10 segundos para luego lavar y secar por 20 y 10 segundos respectivamente. Luego se volvió a grabar el esmalte por 10 segundos más y se lavó y seco por 20 y 10 segundos respectivamente. Después de esto la técnica continuó con la aplicación de la primera capa de adhesivo convencional por 10 segundos y su respectivo adelgazamiento con aire

seguido de una segunda capa y foto activación por 20 segundos. Finalmente se realizó otra restauración de resina compuesta con técnica incremental.

Cuando se terminó de adherir todas las restauraciones a las muestras se confeccionó un zócalo acrílico de 20x20 milímetros donde se insertó la muestra para asegurar una buena prensión de la platina a la hora de medir en el newtómetro. Los datos fueron tabulados y transformados a MPa para luego ser sometidos al análisis estadístico.

Finalmente se concluyó que no existe diferencia estadísticamente significativa entre las 2 técnicas estudiadas.

INTRODUCCION:

Desde hace ya mucho que la caries dental ha pasado a ser un problema de salud pública ya que tiene una alta prevalencia, genera un gran problema económico para el país y a pesar que se han tomado medidas, esta patología sigue siendo una de las enfermedades crónicas, infectocontagiosas más prevalentes en el hombre y sigue siendo una de las causas importantes de dolor y pérdida de piezas dentales¹.

La OMS (Organización Mundial de la Salud) define salud bucal como “Un estado de completa normalidad anatómica y funcional de los dientes y del periodonto, así como de las partes vecinas de la cavidad bucal y de las diversas estructuras relacionadas con la masticación y que forman parte del complejo maxilofacial”².

En este contexto es donde entra la Odontología, ciencia que busca devolver y mantener las funciones del sistema estomatognático. Para esto es necesario que los odontólogos tengan los conocimientos y las herramientas necesarias que les permitan reconstruir desde un punto de vista anatómico y funcional la pieza dentaria o detener el proceso de caries. Una de estas herramientas son los biomateriales.

Uno de los biomateriales más usados para la rehabilitación son las resinas compuestas. Estas deben ser adheridas a la superficie del diente mediante el acondicionamiento previo de la superficie dentaria y la aplicación de un adhesivo, con la finalidad de lograr una unión íntima entre la superficie del diente (el esmalte) y el material restaurador (la resina) ya que éste es el punto crítico donde se producen la mayoría de las fallas de este material.

En la actualidad existen 2 estrategias de adhesión: La estrategia de “grabado y lavado” (llamada también convencional) y la de “autograbado”. La primera estrategia se compone de más de 1 paso operatorio: se graba con ácido fosfórico al 35%, luego se lava y se elimina el agua en exceso, para en seguida agregar el agente imprimante y el adhesivo y fotoactivar. El enfoque “autograbante” se caracteriza por realizar 2 procesos a la vez: Graba el esmalte y simultáneamente

va penetrando en él, sin paso previo de grabado con ácido fosfórico, lavado y retiro del exceso de agua. Luego se fotopolimeriza y se comienza a reconstruir con el material definitivo³.

La fase de grabado o acondicionamiento es crítica para el éxito de la restauración. Actualmente se enseña en las Facultades de Odontología a grabar por un tiempo estándar, con un único tipo de ácido, desde una lógica terapéutica rehabilitadora donde, al parecer, el estado en que se encuentra el sustrato no es de mucha relevancia. Sin embargo, considerando que las condiciones del esmalte de cada paciente varían por diferentes factores, es lógico pensar que la intensidad del grabado también debería variar acorde a las necesidades de cada el paciente.

Lo anterior considera las condiciones específicas de cada paciente: su edad, la posibilidad de haber estado sometido a terapias re mineralizadoras con fluoruros, expuesto a zonas con alta carga de flúor en el agua, fluorosis, padecer de enfermedades o estilos de vida donde el esmalte haya sido sometido a erosiones crónicas, entre otros⁴.

Por otro lado, al aplicar el ácido sobre el esmalte, se genera una reacción química de ácido-base, ya que se va a producir la remoción de Ca y de fosfato con lo cual se va a ir tamponando el ácido y perdiendo así su efectividad a medida que pasa el tiempo. De acuerdo a lo anterior, las consideraciones en el grabado no solo competen al sustrato, sino también al ácido ya que generalmente no se toma en cuenta que el ácido se va tamponando y perdiendo su efectividad. Al pasar esto por alto podría generarse un desmedro en la calidad del patrón de grabado del esmalte y por lo tanto peor adhesión.

Otra consideración importante es el de la re precipitación de las sales de calcio y fosfato liberadas desde el esmalte, de vuelta al esmalte. Lo que genera la re mineralización del sustrato grabado, haciendo el grabado inefectivo.

Dado que el sellado marginal de las restauraciones de resina compuesta es determinante en el éxito final, es imperativo lograr un buen patrón de grabado en

el esmalte, que asegure una buena adhesión y sellado a nivel cavo superficial pues a ese nivel es donde se inicia la filtración marginal, causante del fracaso.

Buscando solucionar este problema, se requiere generar mayor resistencia adhesiva mejorando el sellado marginal. Para este fin, se propone una variación de la técnica pensando en el sustrato al cual se desea lograr adhesión.

La modificación de la técnica consiste en realizar un pre grabado en esmalte, con ácido fosfórico al 37%, por 10 segundos. Luego lavar y eliminar el agua con aire. Volver a grabar por 10 segundos el esmalte, lavar y eliminar nuevamente el exceso de agua con aire. Posteriormente aplicar adhesivo convencional y fotoactivar. Para luego realizar una restauración usando la técnica incremental. Esta técnica con un pre grabado ácido se denominará "técnica de grabado ácido en 2 pasos operatorios".

De acuerdo a lo anterior, el propósito de este estudio fue demostrar si existen diferencias en los valores de adhesión obtenidos entre las 2 diferentes técnicas. Actualmente no existen estudios publicados similares.

MARCO TEORICO:

La odontología es la ciencia que se encarga de mantener y devolver la función y la morfología de los elementos que componen el sistema estomatognático. También tiene como objetivo la prevención de la pérdida de función y ser un factor que promueva la homeostasis de los componentes del sistema.

A pesar de las múltiples estrategias que se han ejecutado en el mundo, la caries dental sigue siendo un problema de salud pública a nivel mundial. Esto se debe a que durante las últimas décadas, el consumo en el mundo de azúcar refinada se incrementó provocando un aumento de esta enfermedad a nivel mundial.

Esta enfermedad, se caracteriza por tener un carácter multifactorial, donde las interacciones entre el sustrato, el tiempo, la cantidad de azúcares fermentables y la patogenicidad de las bacterias, juegan un rol clave en su génesis y progresión.

Actualmente existen diferentes herramientas que permiten al tratante determinar en qué riesgo se encuentra el paciente y basado en esto, y en su juicio clínico, tomar la mejor decisión terapéutica para abordar de la manera más óptima el problema.

El proceso de caries dental es dinámico, donde el intercambio iónico de elementos entre los tejidos duros del diente y la saliva, el pH, la presencia o ausencia de una dieta criogénica y el nivel de higiene del paciente entre otros, dictan la velocidad de progresión de la enfermedad⁵.

Cuando la enfermedad está comenzando, existe primariamente el quiebre homeostático entre los procesos de mineralización y desmineralización del esmalte, estableciéndose un patrón que favorece la desmineralización. En este momento la caries dental es subclínica, pasando inadvertida a la mayoría de los observadores. Al examen radiográfico, la caries aparece como una pequeña zona radiolúcida muy tenue, preferentemente en la mitad externa del esmalte, pero la superficie del tejido se aprecia continua. Clínicamente no se observa cavitación, se aprecia simplemente un área de color blanquecino, opaco, que difiere de manera muy sutil del color transparente del esmalte y su tratamiento son medidas no

invasivas, tratando de llevar la balanza del patrón de mineralización-desmineralización hacia la re mineralización del tejido.

Si no se intercepta la enfermedad cuando está comenzando, este se hace irreversible, y generará la destrucción progresiva del esmalte y de la dentina hasta generar la afectación del órgano pulpar, derivando finalmente en la pérdida de la pieza dentaria.

En este punto, para limitar el daño generado por la caries, es necesaria la remoción mecánica del tejido infectado. Cuando se ha finalizado con la remoción se evalúa el estado del remanente, y se toma una decisión rehabilitadora.

Dependiendo de diferentes factores, se elige un tipo de rehabilitación a base de materiales plásticos o metálicos directos, o indirectos⁶.

Una de las formas más utilizadas para rehabilitar los tejidos duros del diente perdidos es mediante la confección de restauraciones directas de resina compuesta. Para ello es necesario establecer mecanismos de adhesión entre el diente y la restauración, los cuales siguen los principios básicos de adhesión.

Adhesión

La adhesión puede ser definida como la fuerza de atracción generada entre moléculas de diferente naturaleza química o la fuerza de atracción que existe entre 2 superficies en contacto. La adhesión puede clasificarse en 2 grupos principales: mecánica o física o inespecífica y adhesión química o específica⁷.

Adhesión Mecánica:

La adhesión mecánica se caracteriza por la existencia de un trabamiento físico o mecánico entre los elementos. Dependiendo del nivel en que esta se produce se clasifica en micro mecánica o macro mecánica.

Este tipo de adhesión es la que por ejemplo se lleva a cabo cuando se realizan amalgamas. En estos casos es necesaria una planimetría específica de la cavidad donde las paredes son retentivas y se oponen al desalojo del material. El

problema es que para generar estas formas retentivas en el diente es necesario el sacrificio de tejido sano para configurar una pared que cumpla con los requerimientos. En algunas publicaciones la adhesión que se genera de esta manera no es real ya que no existe continuidad química entre los elementos.

La adhesión mecánica se genera por dos tipos de efectos: adhesión mecánica por efecto geométrico y adhesión mecánica por efecto reológico. Cuando es por efecto geométrico son simplemente 2 superficies que están trabadas sin cambio dimensional o cambio de estado previo. Cuando hay cambio estructural, dimensional o físico (como por ejemplo cuando pasa de líquido a sólido algún elemento) se denomina por efecto reológico, el adhesivo líquido penetra las irregularidades y luego solidifica sufriendo cambios volumétricos.⁷

Adhesión Química:

Se caracteriza por la existencia de enlaces primarios o atómicos, o enlaces secundarios o moleculares, entre los elementos que se unen. Es aquella donde la unión depende de un intercambio iónico molecular y no de enfrentamiento o fricción mecánica entre las superficies. La adhesión química se subdivide en adhesión química primaria y adhesión química secundaria.

La adhesión química primaria se caracteriza por la creación de enlaces de tipo iónico, covalentes o metálicos (por ejemplo en los Vidrios Ionómeros, donde se une el calcio al fosfato generando una adhesión “verdadera”)

La adhesión química secundaria, por otra parte, se caracteriza por la creación de enlaces débiles como puentes de hidrógeno, Fuerzas de Van Der Waals o dipolos.

La adhesión química también implica algo de adhesión física, ya que las reacciones químicas adhesivas involucran cambios dimensionales⁷⁻⁹.

Factores que favorecen la Adhesión.

Existen diferentes factores que favorecen la adhesión, estos pueden clasificarse en 5 grupos: factores dependientes de la superficie, factores dependientes del adhesivo, factores dependientes del Biomaterial, factores dependientes del profesional y factores dependientes del fabricante. De estos factores analizaremos sólo los 3 primeros.

A. Dependientes de la superficie:

1.- Contacto íntimo:

Si no hay íntimo contacto, las reacciones químicas o las trabas micro mecánicas no se producirán por lo tanto el resultado será una adhesión de baja calidad y que seguramente no cumplirá con los requerimientos de la restauración.

2.- Superficies limpias y secas.

Mientras más limpia se encuentre la superficie, mayor será el área donde el adhesivo podrá tomar contacto con el sustrato a adherir. Una superficie seca garantiza el contacto íntimo con esta.

3.- Con alta energía superficial.

La energía superficial se define como la energía necesaria para romper los enlaces intermoleculares dando lugar a una superficie. Una superficie con una alta energía superficial vencerá con mayor facilidad la energía cohesiva de una gota de adhesivo y hará que se “esparza” con mayor facilidad sobre la superficie, generando mayor superficie de unión y mejor adhesión. El ángulo de humectación se define como el ángulo que forma la superficie de un líquido al entrar en contacto con un sólido, mientras menor sea ese ángulo existirá un mayor contacto entre el líquido y el sólido. Un esmalte grabado posee mayor energía superficial que uno no grabado¹⁰.

4.- Potencialmente receptivos a uniones químicas.

El esmalte a través de los radicales hidroxilos de la hidroxiapatita, y la dentina a través de los mismos radicales de la hidroxiapatita y los radicales presentes en las

fibras colágenas (carboxilos, aminos y cálcicos) los convierten tanto al esmalte como a la dentina en estructuras potencialmente receptivas a uniones químicas^{9, 11}.

5.- Superficies lisas vs superficies Rugosas.

En este punto nos encontramos con una paradoja. Mientras más rugosa sea una superficie tendrá una mayor área para generar adhesión, pero a la vez una superficie lisa tendrá un contacto más íntimo entre la una y la otra¹¹.

B. Dependientes del adhesivo:

1.- Con baja tensión superficial.

Lo ideal es que la tensión superficial del adhesivo sea baja, de esta forma la energía superficial de la superficie vencerá las fuerzas que son generadas por la tensión superficial y las fuerzas cohesivas de la gota de adhesivo y este “mojara” más la superficie generando una mejor adhesión.

2.- Con alta capilaridad.

La capilaridad es un proceso de los fluidos que depende de su tensión superficial la cual, a su vez, depende de la cohesión del líquido y que le confiere la capacidad de subir o bajar por un tubo capilar. Cuando un líquido viaja por un tubo capilar, es debido a que la fuerza entre sus moléculas es menor que la adhesión del líquido con el material del tubo; es decir, es un líquido que moja. En el caso del adhesivo, es ideal que este “viaje” dentro de los túbulos de dentina desmineralizados o que imprima de manera íntima las porosidades que se producen en la superficie del esmalte.

3.- Con alta humectancia y capacidad de mojado.

La humectancia se refiere a la capacidad de “mojar” o cubrir una superficie. La fuerza cohesiva que existe entre las moléculas que forman una gota de adhesivo debe ser menor que la energía superficial del sustrato, así el adhesivo es atraído sobre la superficie y se distribuye sobre ella mojándola. Esto genera un menor ángulo de Wetting.

4.- Con bajo ángulo de contacto.

Mientras menor sea el ángulo de contacto, mejor humectancia sobre la superficie tendrá el adhesivo¹¹.

5.- Con multipotencialidad de enlaces.

A mayor cantidad de tipos de enlaces o uniones químicas pueda formar el adhesivo con el sustrato, mejor adhesión se generará al diente.

6.- Con alta estabilidad dimensional, alta resistencia mecánica y química.

Mientras más cambios volumétricos tenga el material, mayor posibilidad de falla adhesiva. Se refiere a que el material se vea afectado en el menor grado posible por cambios térmicos y que, si llega a producirse este cambio de volumen, no vaya en desmedro de la adhesión¹⁰⁻¹².

7.- Biocompatibles.

Se refiere a la habilidad que tiene un biomaterial para estar en contacto con un organismo vivo sin generar una reacción adversa. Otras definiciones implican la capacidad del biomaterial de interactuar con el organismo.

Un adhesivo que produzca una reacción de hipersensibilidad tipo III (por contacto) no será el mejor indicado ya que lo más probable es que la reacción inflamatoria incremente el fluido crevicular gingival y el sangrado, contaminando y disminuyendo las posibilidades de generar una buena adhesión.

C. Dependientes del Biomaterial:

1.- De fácil manipulación, aplicación y mínima implementación.

Mientras más fácil sea la manipulación del biomaterial, menor posibilidad tendrá el operador de cometer errores que interfieran con la adhesión.

2.- Con técnicas adhesivas confiables.

Una técnica adhesiva confiable es una técnica cuyos resultados se repitan en el tiempo. Estos resultados deben ser tener un alto grado de predictibilidad y su comportamiento es conocido basado en evidencia científica.

3.- Compatibles con los medios adhesivos que se van a ocupar.

En dentina utilizar adhesivos que sean más hidrofílicos, ya que la humedad de la dentina es diferente a la del esmalte, donde se pueden utilizar adhesivos más hidrofóbicos. También considerar que es mejor no mezclar diferentes elementos del sistema adhesivo con otros sistemas adhesivos de fabricantes diferentes. A menos que tengamos la certeza absoluta que esta mezcla no irá en desmedro de la adhesión de la restauración.

La adhesión es un proceso complejo, que involucra una pluralidad de factores y mecanismos que permiten la unión entre la restauración y el diente. Por otra parte el diente también posee complejidad, sobre todo si nos referimos a los tejidos que lo conforman. Estos tejidos son los que juegan el rol de superficie a la que buscamos lograr adhesión.

Adhesión a esmalte.

La adhesión a esmalte es la condición fundamental para el éxito de los tratamientos restauradores modernos en odontología. Es donde se genera la zona de la interfase entre diente y restauración, donde se localiza la infiltración marginal y por lo tanto el fracaso de nuestra restauración.

El esmalte es un tejido que histológicamente deriva del ectodermo (específicamente del órgano del esmalte). Corresponde, junto al cemento, a los tejidos más periféricos del diente. El esmalte está compuesto principalmente por los minerales (Hidroxiapatita y Fluroapatita en un 99%) y por material orgánico (como la Ameloblastina, Amelogenina y Enamelina en un 1%). Este tejido se organiza histológicamente en prismas hexagonales de 4 a 6 micrones de espesor que se dirigen desde el límite amelodentinario (límite entre el esmalte y la dentina) hacia la superficie con diferentes inclinaciones^{13,14}.

El prisma, desde un punto de vista histológico, tiene aspecto de herradura. En donde la cabeza se presenta ensanchada con forma redondeada orientada hacia la unión amelodentinaria y su cuello se presenta estrechado. Su extremo es

irregular extendiéndose hasta la superficie del esmalte. Esta estructura se observa así al realizar un corte transversal de la corona clínica⁶.

Su función principal es participar en la función masticatoria y proteger de estímulos externos. Es de superficie lisa, no posee inervación ni irrigación y es un tejido a celular⁶.

Como el esmalte maduro es acelular, avascular y aneural, no debería ser considerado como un “tejido”. Estrictamente es considerado tejido solo durante la etapa de desarrollo cuando permanecen presentes las células ameloblásticas, sin embargo, al desaparecer éstas, el esmalte debería pasar a considerarse como una sustancia o matriz extracelular. Estas características nos llevan a entender por qué el esmalte no tiene capacidad regenerativa, siendo afectado constantemente por diferentes situaciones como la desmineralización ácida, stress oclusal, abfracciones, abrasiones, traumatismos o fracturas; situaciones ante las cuales únicamente puede remineralizarse pero no reconstituirse¹⁶.

Cuando se necesita unir restauraciones al esmalte, es imperativo realizar procedimientos que promuevan la adhesión de estas dos superficies. Uno de los procedimientos que se realizan con estos fines en el esmalte es la modificación de su superficie. Esta modificación se llama “acondicionamiento”.

Acondicionamiento del esmalte.

El proceso de acondicionamiento consiste en la modificación de una superficie del diente por diferentes métodos y tiene como finalidad facilitar y promover la adhesión de la restauración al diente mediante un cambio estructural en su superficie. Este acondicionamiento puede producirse por medio de aire abrasivo, láser o la aplicación de una sustancia ácida sobre la superficie del diente¹⁵.

Actualmente, la forma de acondicionamiento más prevalente en odontología es mediante la aplicación de ácido fosfórico, pero también se han realizado estudios con otras sustancias como ácido maléico al 10%, ácido cítrico al 10%, ácido oxálico al 2.5% y nítrico al 2.5% generando resultados controversiales ya que generarían poca resistencia adhesiva. En resumen, necesitarían mayores estudios para poder generar evidencia que avale su uso.^{15, 17}

Se considera que cuando utilizamos ácido fosfórico sobre el esmalte se producen 3 procesos. El primero es la disolución selectiva de la superficie del esmalte, abriendo poros microscópicos por donde monómeros fluidos pueden penetrar (por fuerzas de atracción capilar) formando un entrelazamiento micro mecánico con el esmalte generando una mayor resistencia adhesiva a la restauración. El segundo proceso sería la generación de superficies limpias, donde hay una alta energía superficial (el esmalte grabado tiene el doble de energía superficial que el esmalte indemne), por lo que la adhesión es mayor y finalmente, el área de contacto de la superficie se incrementa aumentando así la resistencia adhesiva¹¹.

Para lograr un acondicionamiento ideal se requiere que la superficie a modificar se encuentre aislada completamente del medio bucal, evitando así su contaminación por algún elemento exógeno al sistema de adhesión. Para esto lo ideal es utilizar aislación absoluta con goma dique, clamps y un eyector, al menos de bajo volumen, para garantizar que el sustrato que se está acondicionando se mantenga pulcro.

Como se expone anteriormente, la forma de acondicionamiento más relevante y con mayor prevalencia en la odontología es actualmente el acondicionamiento con ácido orto fosfórico al 37%. La presentación comercial es en jeringas que contienen el ácido y que permiten la aplicación de éste de una manera localizada al tejido que se desea acondicionar gracias a que incluyen una punta dispensadora.

Buonocore, en el año 1955, describió por primera vez la utilización de ácido fosfórico para adherir materiales al diente. Este descubrimiento, se presume, se basa en las observaciones que Buonocore realizó al ver el procedimiento por el cual se adhería pintura o resina a planchas metálicas¹³. La graduación del ácido fosfórico que usó era muy alta (85%) y lo utilizó por 30 segundos ya que se inspiró en el uso industrial, sin embargo, logró mayores valores de resistencia adhesiva. El problema era la formación de una capa de precipitados que afectaba de manera negativa la adhesión. Más tarde, gracias a los aportes realizados por otros

investigadores, se llegó a la conclusión que ocupar una graduación entre el 40 y 50% producía una superficie óptima para la adhesión.

En una técnica convencional de acondicionamiento del sustrato con ácido orto fosfórico, se somete el esmalte a la acción del ácido por 20 a 30 segundos (dependiendo de la formación del tratante) y a la dentina por 10 segundos. Esto se realiza generalmente en un paso operatorio depositando primero el ácido sobre el esmalte y luego llenando el resto de la preparación con ácido para grabar la dentina. Luego de someter los tejidos al tiempo deseado de grabado se lava con abundante agua para remover las sales de Ca y el ácido del sustrato, dejando un patrón de grabado que favorece la adhesión.

El esmalte podría verse afectado en mayor o menor manera por el grabado dependiendo del estado en que se encuentre. Un esmalte hipo mineralizado o híper mineralizado responderá de manera diferente a un grabado realizado con el mismo ácido ya que sus características son diferentes. Lo mismo sucede con el esmalte hipoplásico o donde haya defectos de aposición y ordenamiento de los prismas.

Otras publicaciones evaluaron el daño que podrían sufrir las estructuras sometidas a acondicionamiento. El estudio realizado por Elham et al. el año 2004 sugiere que el acondicionamiento por grabado ácido puede producir daños en las estructuras dentales debido a la pérdida de su estructura mineral, pero que este daño es reversible ya que existe la posibilidad de remineralizar estas estructuras. Por otra parte, afirma que en el caso del arenado (con partículas de óxido de aluminio) también se produce daño a los tejidos dentales pero que en este caso el daño es irreversible. Con los resultados de este estudio se concluye que como tratamiento previo para aumentar la resistencia adhesiva de las restauraciones es más recomendable la técnica de grabado ácido frente al arenado¹⁶.

Las concentraciones de ácido utilizadas para el grabado que se encuentran en la literatura van del 2 al 85%^{10,11}, y los tiempos de aplicación van desde los 15 a 120 segundos¹², pero la mayoría de los autores sugieren concentraciones del 35 al 40% y por 15 a 60 segundos^{13, 14}.

Actualmente se conoce que el tratamiento del esmalte con ácido fosfórico al 32, 34.5, 35 y 37%, logra una desmineralización y disolución de la matriz inorgánica de hidroxiapatita dando lugar a la formación de micro poros y microsurcos en la estructura del esmalte. Hoy se tiene claro que el acondicionamiento con ácido fosfórico al 37% da los mejores resultados⁹.

La superficie intacta del esmalte suele ser más resistente al grabado ácido, ya que en ella el esmalte puede ser a prismático y con frecuencia tiene un mayor contenido de iones de flúor. Se sabe que el grabado ácido a nivel del esmalte más cercano al límite amelo cementario es menos efectivo porque el ácido está atacando al prisma en su porción longitudinal y no en su cabeza. En la cabeza del prisma se producen los patrones de grabado más efectivos para lograr adhesión.

El ácido actúa como un donante de protones, mientras que el esmalte actuará como un receptor de protones. A partir de esta reacción, el ácido activa la superficie del tejido (el cual presenta baja energía superficial) convirtiendo esta superficie en una de alta energía superficial, además de producir la disolución de la matriz inorgánica para dar lugar a la formación de micro poros y microsurcos.

Durante el tallado de la preparación mediante el uso de piedras diamantadas, fresas o instrumental cortante se formara barro dentinario o "smear layer". Esta estructura fue descrita por primera vez en 1963 por Boyde et al. y hoy se le conoce por muchos términos (capa de limalla, capa untuosa, lodo dentinario, residuo dentinario)¹⁷.

La reacción ácido-base que se produce entre el ácido y el esmalte, además de producir la disolución parcial de las estructuras prismática, ataca todos los elementos que contaminan el sustrato como por ejemplo la "smear layer". La capa de limalla, a nivel del esmalte, está principalmente formada por esmalte pulverizado, cristales de hidroxiapatita, restos inorgánicos, proteoglicanos, gags, bacterias, pedazos de diamantes y de carburo provenientes del instrumental usado para hacer la conformación de la restauración^{17,18}.

Nakabayashi y Saimi, en 1996 llegaron a la conclusión que la presencia de esta capa compromete la integridad de la restauración, ya que interfiere en la adhesión

debido a que la “smear layer” se relaciona de forma débil con el esmalte, pero que su presencia compromete de manera más grave la unión cuando se está tratando de unir restauraciones a la dentina. Lanata también afirma que la presencia de la smear layer va en desmedro de la adhesión, ya que su presencia no posibilita la interdigitalización entre el esmalte desmineralizado y el adhesivo/agente imprimante, requisito básico para una unión de calidad y de alta resistencia adhesiva¹⁹.

El grabado ácido utilizado por los sistemas de grabado y lavado eliminan la smear layer, además de que durante su procedimiento incluyen un lavado profuso con agua, por lo que se eliminan todos los elementos contaminantes. Otros sistemas adhesivos denominados autograbantes, ocupan esta smear layer y la adicionan al sistema adhesivo de la restauración, pero no son el tema de nuestra investigación por lo tanto no serán revisados en mayor grado.

El ácido limpia el sustrato a adherir, produce la disolución parcial de las estructuras prismáticas e interprismáticas y crea rugosidades que aumentan el área de contacto. Por último eleva la energía superficial lo cual permite la mejor adherencia de la resina en el tejido adamantino. Por lo tanto la función principal del grabado ácido en esmalte es la de generar micro rugosidades, aumentando el área de contacto y aumentando la energía superficial de la superficie. En dentina son la eliminación del barro dentinario, la apertura de los túbulos dentinarios, la exposición del colágeno de la dentina inter tubular y la creación de la capa híbrida.

Los sistemas de unión actuales tienen dentro de su composición monómeros acrílicos líquidos. Estos monómeros acrílicos líquidos fluyen, gracias a la capilaridad, por dentro y entre los cristales de hidroxiapatita parcialmente descalcificados por el acondicionador. Estos monómeros se foto activan cuando se encuentran dentro de los poros e irregularidades del esmalte gracias a la energía de algún emisor (lámpara o led), produciéndose en ellos un cambio reológico, ya que los monómeros que habían entrado en estado líquido cambian de estado y polimerizan formando polímeros sólidos. Así es como se forman las interdigitalizaciones o tags entre la superficie rugosa del esmalte acondicionado y el

adhesivo/primer. La adhesión que se forma es del tipo micro mecánica y es la que contrarresta las fuerzas de contracción que ejerce el material restaurador al polimerizar²⁰.

Las inter digitaciones del material en el espesor del esmalte tienen 2 subdivisiones; Las primeras inter digitaciones que se podrían observar se denominan macro digitaciones. Estas se producen en la periferia de los prismas del esmalte parcialmente decalcificados. Otro tipo de interdigitaciones se forman a lo largo del prisma del esmalte, estas son mucho más pequeñas ya que ocupan el espacio que antes pertenecía a cristales de hidroxiapatita.

Este espacio, criptiforme y limitado por material orgánico residual, es el que al ser ocupado por los monómeros, forman el segundo tipo de digitaciones que se denominan micro digitaciones.

Tal como el Odontón es la unidad morfo funcional básica del sistema estomatognático, ambos tipos de interdigitalizaciones pasarían a ser la unidad básica de la unión entre el esmalte y la resina. Actualmente, se sabe que las digitalizaciones que mayor retención y área de contacto aportan entre los 2 materiales son las micro digitalizaciones²¹.

Hasta hace poco se creía que la longitud del “tag” era un factor muy importante en la resistencia adhesiva de la restauración, cosa que diversos estudios han desmentido, llegando a la conclusión que no existe una correlación clara entre el largo del “tag” y la resistencia adhesiva de la restauración. Además es imposible generar tags tan largos y anchos en esmalte como los que es posible de generar en la dentina²²⁻²³.

Cuando sometemos un diente al grabado ácido, el esmalte sufre diversos patrones de grabado, cada uno de estos patrones posee diferentes características estructurales. El patrón I se caracteriza por un prisma donde la desmineralización se concentra en el centro de su estructura, produciéndose la remoción selectiva de los prismas del esmalte. El II posee un patrón caracterizado por la desmineralización en la periferia del prisma. El patrón III es caracterizado por una erosión indiscriminada de tanto centros como periferias de los cristales; un

aplanamiento indiscriminado del sustrato. Este patrón también se describe como un “aplanamiento” de la superficie. En el tipo IV se observa una superficie con hoyos y marcas no uniformes en la superficie del esmalte. Mientras que en el V no hay evidencia de prismas y se caracteriza por una superficie plana y lisa²⁴⁻²⁶.

El patrón de grabado ácido que tiene más prevalencia al usar ácido fosfórico al 37% es el tipo II, mientras que el patrón más prevalente que se genera con los sistemas autograbantes es el tipo IV²⁶. La resistencia adhesiva que se logra con el patrón II es mayor a la resistencia adhesiva generada con el tipo IV, sin embargo, la resistencia adhesiva de ambos es clínicamente aceptable y podrían usarse para diferentes fines.

Cuando los tiempos de grabado no superan los 10 a 15 segundos se generan patrones de micro poros y microsurcos de 10 a 25µm de profundidad y 1.5 a 3.5µm de amplitud en el tejido adamantino, lo que sería favorable para lograr una buena adhesión. Un lapso mayor a 60 segundos, puede generar grandes defectos adamantinos como micro grietas y grandes pérdidas de sustancia superficial, que van en desmedro de la adhesión^{28, 29}. Otros investigadores sostienen que lapsos de grabado mayores a 15 segundos no contribuirían a mejorar la adhesión al esmalte²⁹.

Basado en los estudios de Johnson, podemos afirmar que es posible la existencia de otro factor que inflencie el grado de modificación morfológica que tenga el acondicionamiento ácido sobre las estructuras adamantinas. Johnson en el año 1998 realizó un estudio comparativo que involucró piezas anteriores, premolares y molares. Sometió todas las piezas a grabado ácido y se dio cuenta que en el caso de los anteriores y los premolares, un tiempo de exposición al ácido mayor a 15 segundos iba en desmedro de la resistencia adhesiva de las restauraciones a los dientes. Mientras que en el caso de los molares, donde pensaba adherir a las caras vestibulares elementos ortodónticos, el patrón de grabado era de baja calidad. Con estos datos concluye que en el caso de los molares es necesario un tiempo de grabado ácido no menor a 30 segundos para generar un patrón de grabado favorable que contribuya a la adhesión de restauraciones. Se producirán

verdaderos cambios morfológicos debido a la disolución de las superficies libres de los prismas del esmalte³⁰.

Barrancos y Lanata hacen otras importantes observaciones: en primer lugar, sugiriendo que existe el factor “auto limitante” en el ácido a la hora del grabado. Ya que el ácido, al extraer desde el esmalte el calcio de la hidroxiapatita induce la formación de fosfatos de calcio insoluble. Segundo, define que este fosfato de calcio insoluble al ser dejado en este espacio precipitaría sobre el ácido disminuyendo su acidez (subiéndole el pH), de esta manera lo “auto limitaría” por tamponamiento. Finalmente aclara que el ácido, pasado 60 segundos desde su acción sobre el esmalte pierde toda capacidad de acción ya que está completamente neutralizado¹⁹.

En la actualidad, existen publicaciones que pregonan el uso de un pre grabado ácido con ácido fosfórico al 35% en esmalte de 15 segundos, y que esta práctica genera un aumento de la resistencia adhesiva comparado con el mismo sistema adhesivo sin el pregrabado en esmalte^{27,28,31}. Lamentablemente estos estudios se han realizado con sistemas autograbantes y no con sistemas convencionales de grabado y lavado.

Buscando encontrar respuestas a estas incógnitas, este estudio busco cuantificar la resistencia adhesiva a esmalte de restauraciones realizadas con la técnica estándar y otras ejecutadas con una técnica modificada. La técnica estándar consistió en grabado del esmalte con ácido fosfórico al 37% por 20 segundos previo secado de la superficie. Luego se lavó por 40 segundos y después de secar 10 segundos el esmalte se aplicó una primera capa de adhesivo estándar por 10 segundos. Después de este tiempo se procedió al adelgazamiento de esta capa de adhesivo con aire para aplicar una segunda capa de adhesivo por 10 segundos y foto activarla por 20 segundos. Finalmente se realizó una restauración de resina compuesta con técnica incremental. La técnica modificada consistió en pre grabar el esmalte seco con ácido fosfórico al 37% por 10 segundos para luego lavar y secar por 20 y 10 segundos respectivamente. Luego se volvió a grabar el esmalte por 10 segundos más y se lavó y seco por 20 y 10 segundos respectivamente.

Después de esto la técnica continuó con la aplicación de la primera capa de adhesivo por 10 segundos y su respectivo adelgazamiento con aire seguido de una segunda capa y foto activación por 20 segundos. Finalmente se realizó otra restauración de resina compuesta con técnica incremental.

Mediante este estudio se buscó averiguar cuál era el impacto en la resistencia adhesiva de las restauraciones del uso de un ácido no tamponado, donde todos los elementos minerales del esmalte suspendidos en el ácido fueron retirados antes de su re precipitación sobre el sustrato y luego definir, mediante el método científico, si existen o no diferencias estadísticamente significativas en el los valores de resistencia adhesiva entre las dos técnicas.

Hipótesis: Existen diferencias en el grado de resistencia adhesiva logrado con restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de grabado ácido convencional y la técnica de grabado ácido modificada utilizando un adhesivo de grabado y lavado.

Objetivo General:

Determinar si existen diferencias en el grado de resistencia adhesiva logrado con restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de grabado ácido convencional y la técnica de grabado ácido modificada utilizando un adhesivo de grabado y lavado.

Objetivos Específicos:

1- Cuantificar el grado de resistencia adhesiva in vitro de resinas compuestas, realizadas con técnica de grabado ácido en 2 tiempos operatorios utilizando un adhesivo de grabado y lavado.

2- Cuantificar el grado de resistencia adhesiva in vitro de resinas compuestas, realizadas con técnica de grabado ácido convencional utilizando un adhesivo de grabado y lavado.

3- Analizar comparativamente los resultados obtenidos.

METODOLOGIA:

Diseño del estudio:

Experimental, in-vitro, del tipo comparativo donde se obtuvieron 30 piezas dentales previa extracción indicada regida por los criterios de inclusión y exclusión.

Universo y muestra:

El universo del estudio consiste en molares sanos, extraídos por indicación ortodóntica o quirúrgica hace menos de 3 meses de pacientes entre los 18 y 23 años.

La muestra consistió en 30 molares sanos extraídos hace menos de 3 meses de pacientes entre los 18 y 23 años.

Criterios de Inclusión: Molares sanos, erupcionados, extraídos hace menos de 3 meses, de pacientes entre los 18 y 23 años que hubieran firmado el consentimiento informado preparado para el estudio.

Criterios de Exclusión: Molares con caries, con anomalías de forma o de esmalte o dentina, molares con presencia de patologías, restaurados o con alguna fractura, anfracción, erosión o fisura en el esmalte, incluidos o semi incluidos, extraídos hace más de 3 meses, de pacientes menores a 18 o mayores de 23 años o que no hubieran firmado el consentimiento informado preparado para el estudio.

El muestreo será no probabilístico, por cuota, tomando dientes recientemente extraídos sanos.

Comité de ética:

Para el presente estudio se formuló un consentimiento informado en donde se le explicaba al paciente que la pieza dentaria que le extraerían iba a ser utilizado en un estudio. Se informaba que no era obligación participar en el estudio y que si lo quisiera, los resultados de este estudio le podrían ser entregados vía correo

electrónico. También se le informó que en el caso de tomar fotografías se le pediría permiso y que la participación en el estudio era completamente gratuita y no afectaba en el pronóstico o resultado de la acción clínica a realizar. El formulario fue incluido en la sección de anexos del estudio.

A las muestras se les retiraron los restos de ligamento periodontal con cureta para luego ser almacenados en frascos de toma de biopsias llenos con una solución de suero fisiológico (solución salina al 0,9%). Estos fueron almacenados a temperatura ambiente hasta el momento que se sometieron al procedimiento adhesivo.



Figura 1: Ejemplo de una de las muestras después de ser retirado el ligamento y ser almacenada en el frasco de toma de biopsias.

Las muestras fueron preparadas para el proceso adhesivo siguiendo un protocolo pre establecido. Cada muestra fue limpiada con una escobilla profiláctica de copa y suero para retirar tinciones y dejar la superficie lo más limpia posible. Cuando las muestras estuvieron limpias se procedió a regularizar levemente las superficies proximales mesiales y distales del diente con una fresa diamantada cilíndrica ISO 880. Estos desgastes se realizaron exclusivamente en esmalte.

Posterior a esto, cada muestra fue sometida a los dos procedimientos adhesivos. Uno se llevó a cabo en la cara mesial del diente y el otro en la cara distal.

A continuación se describirán paso a paso los procedimientos adhesivos a los que fueron sometidas las muestras:

En una cara proximal se llevó a cabo la técnica adhesiva convencional, esta técnica se llevó a cabo de la siguiente manera:

Usando ácido orto fosfórico al 37% (Condac 37 FGM. Figura 2) por 20 segundos sobre el esmalte. Luego se lavó de manera profusa con agua por 40 segundos. Posterior a esto se secó la superficie del esmalte por 10 segundos y se aplicó la primera capa de adhesivo convencional (Sistema 3M ESPE Adpertm Single Bond 2. Figura 3) con un aplicador estándar y se dejó actuar al adhesivo 10 segundos antes de adelgazar esta capa con aire comprimido. Luego se procedió a aplicar la segunda capa de adhesivo, que se dejó actuar por otros 10 segundos antes de ser adelgaza con aire comprimido para finalmente fotoactivar por 20 segundos con una lámpara de fotocurado. Finalmente se realizó un cilindro de resina compuesta (3M ESPE Z100tm Restorative. Figura 4) de 4mm de diámetro con técnica incremental y la ayuda de una llave de silicona (Figura 5). Cada incremento fue polimerizado por 20 segundos y el último incremento fue polimerizado a través de un portaobjeto durante 40 segundos. Luego de esto se marcó con esmalte rojo el lado del diente y el extremo de la restauración donde se realizó la técnica convencional.



Figura 2: Tubo de ácido orto fosfórico al 37% Condac 37 FGM usado en el estudio.



Figura 3: Adhesivo convencional 3M ESPE Adper™ Single Bond 2)



Figura 4: 3M ESPE Z100™ Restorative usado en el estudio.



Figura 5: Llave de silicona ocupada en el estudio para crear el cilindro de resina de 4 mm de diámetro.



Figura 6: Espátula de resina utilizada para la técnica incremental.

Al terminar esta restauración se procedió a realizar la otra restauración con los mismos materiales, sólo que esta restauración sería adherida modificando el grabado ácido en 2 tiempo operatorios.

A continuación se describirá la técnica adhesiva modificada. En la otra cara proximal se grabó el esmalte usando ácido orto fosfórico al 37% (Condac 37 FGM. Figura 2) durante 10 segundos, luego se lavó por 20 segundos con agua. Se secó por 10 segundos con aire comprimido y se volvió a grabar el esmalte con ácido orto fosfórico durante 10 segundos. Pasado este tiempo se lavó por 20 segundos con agua y se secó la superficie por 10 segundos. Se aplicó el mismo adhesivo convencional (Sistema 3M ESPE Adpertm Single Bond 2. Figura 3) con un aplicador estándar y se dejó actuar al adhesivo 10 segundos antes de adelgazar esta capa con aire comprimido. Luego se procedió a aplicar la segunda capa de adhesivo, que se dejó actuar por otros 10 segundos antes de ser adelgaza con aire comprimido para finalmente fotoactivar por 20 segundos con una lámpara de fotocurado. A continuación se realizó la misma restauración, ocupando la misma resina compuesta (3M ESPE Z100tm Restorative. Figura 4) con técnica incremental y la ayuda de una llave de silicona (Figura 5). Cada incremento fue polimerizado por 20 segundos y el último incremento fue polimerizado a través de un portaobjeto durante 40 segundos. Todas las restauraciones fueron construidas usando la espátula de la Figura 6.

Cuando se terminó de adherir todas las restauraciones a las muestras se confeccionó un zócalo acrílico de 20x20 milímetros donde se insertó la muestra, para asegurar una buena presión de la platina a la hora de medir (Figura 7).

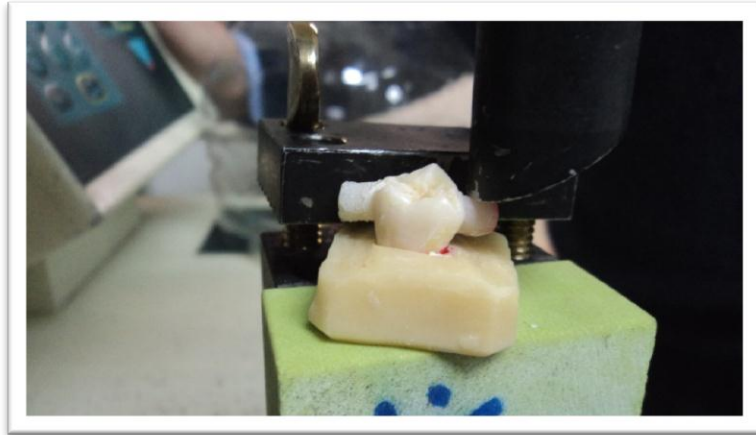


Figura 7: Vista lateral del cuerpo de muestra. Se aprecian las restauraciones de resina compuesta en cada cara proximal del diente y su zócalo de acrílico.

Después de haber confeccionado los 24 cuerpos de muestra completamente, fueron almacenados por un periodo de 48 horas a 37° C y 100% de humedad relativa en la estufa.

Medición de los parámetros de resistencia adhesiva.

Los cuerpos de muestra fueron retirados de la estufa y fueron llevados a la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile. Se les realizaron las pruebas de resistencia adhesiva mediante el uso de un tensiómetro o newtómetro modelo “Tinius Olsen HSK-S” (Figura 8 y 9) a una velocidad de ensayo de 0,5 milímetros por minuto.



Figura 8: Tensiómetro o Newtómetro modelo “Tinius Olsen HSK-S” usado para las mediciones.

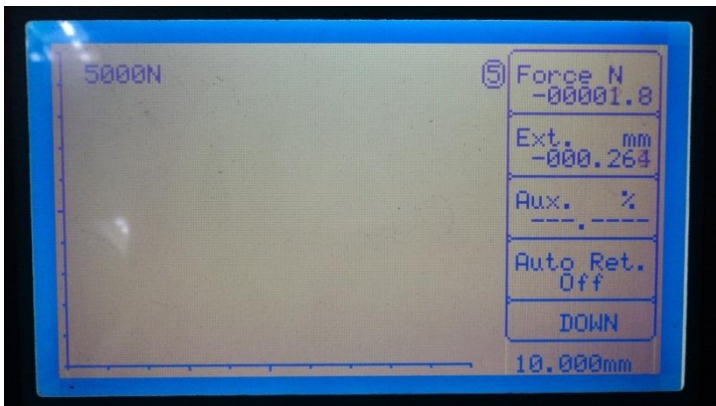


Figura 9: Detalle de la pantalla del “Tinius Olsen HSK-S”, se puede apreciar arriba a la derecha el parámetro de resistencia adhesiva en Newton fuerza, luego la distancia que ha recorrido la púa y la dirección en la que se mueve.

La máquina registró 2 mediciones por muestra, una tratando de despegar la restauración adherida con la técnica convencional y la otra tratando de despegar la restauración adherida con la técnica modificada. Al despegarse la restauración o fracturarse el esmalte se produce un peak en el gráfico de fuerza y ese es el momento que la maquina registra como máxima fuerza. Los resultados obtenidos corresponden a la máxima fuerza soportada por las restauraciones y se exponen en la tabla numero 1:

Número de la Muestra	Técnica Standard	Técnica Modificada
1	137.2	77.2
2	112	98.8
3	94.7	81.7
4	52.8	126.5
5	147.8	219.5
6	77.2	78.4
7	89.3	78.2
8	44	263.2
9	159.5	132.8
10	71.2	58.8
11	171	137.8
12	118.3	101.8
13	99.2	291.8
14	147.7	211.5
15	168.5	193.5
16	276.7	201.3
17	140.7	64.2
18	409.8	93.7
19	146.7	136.7
20	88	86.7
21	95	98
22	115.8	382.8
23	207.7	128.8
24	93.5	289.7
25	67	76.2
26	396	379
27	124.2	105.4
28	295.3	168
29	94	356.7
30	97.8	124.7

Tabla I: Todos los resultados están en Newton fuerza.

La unidad “Newton” es la unidad clásica de fuerza. Corresponde al sistema internacional de unidades que se basa en el sistema MKS. El newton se define como la fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de 1 m/s² a un objeto de 1 kg de masa y su fórmula es la siguiente:

$$N = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

Donde N corresponde a newtons, Kg a masa, m a distancia (metros) y s a segundos³².

El pascal (símbolo Pa) es la unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades. El problema es que la unidad es muy pequeña para medir fuerzas de elementos que se usan en la vida cotidiana. Generalmente cuando se realizan análisis de elementos de estructuras y la resistencia que presentan a la fuerza, estos resultados se expresan en N/m² (mega pascales (MPa)). Los resultados fueron transformados a MPa mediante la siguiente formula:

$$1 \text{ MPa} = 1 \text{ N/m}^2$$

Donde el área de contacto entre el cilindro con el esmalte fue de 12,56 (Pi x r²) por lo tanto se dividió el resultado en 12,56.

En la siguiente tabla se encuentran los resultados después de su transformación a MPa:

Tabla II: Resultados del experimento expresados en MPa después de su conversión.

Número de la Muestra	Técnica Standard	Técnica Modificada
1	10,92	6,14
2	8,91	7,86
3	7,53	6,5
4	4,2	10,07
5	11,76	17,47
6	6,14	6,24
7	7,1	6,22
8	3,5	20,95
9	12,69	10,57
10	5,66	4,68
11	13,61	10,97
12	9,41	8,1
13	7,89	23,23
14	11,75	16,83
15	13,41	15,4

16	22,03	16,02
17	11,2	5,11
18	32,62	7,46
19	11,67	10,88
20	7	6,9
21	7,56	7,8
22	9,21	30,47
23	16,53	10,25
24	7,44	23,06
25	5,33	6,06
26	31,52	30,17
27	9,88	8,39
28	23,51	13,37
29	7,48	27,6
30	7,78	9,92

Estos son los datos que fueron finalmente sometidos al análisis estadístico.

Análisis de los Resultados:

Los datos originales de las mediciones de resistencia adhesiva se sometieron a estudios de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk en ambas técnicas estudiadas. Se estimaron las medidas descriptivas como la media, desviación estándar y varianza (entre otras) con el objeto de caracterizar el comportamiento de la variable resistencia adhesiva. Posteriormente, las medias entre ambas técnicas analizadas fueron comparadas mediante la prueba t-student para dos poblaciones independientes, previa comprobación de igualdad entre las varianzas de ambos grupos mediante la prueba de homocedasticidad de Levene (Díaz,2009)³³. En nivel de significación que se empleará en todos los casos será de $\alpha \leq 0,05$.

En la Tabla III se presentan los resultados de la prueba de normalidad aplicada a cada uno de los datos en ambos grupos. La prueba fue altamente significativa ($p < 0,001$) todo lo cual quiere decir que los datos no se distribuyen en forma normal (Fig. 10 y 11).

En la Tabla IV se presentan los resultados de la estimación de los estadígrafos descriptivos. El más relevante es el valor de la mediana, dado que los datos no se distribuyeron en forma normal. En la Fig.12 se presentan graficadas las medianas de los datos de ambas técnicas estudiadas y se observa que las medianas parecen ser iguales entre sí, pero la dispersión de los datos en la técnica modificada es mayor que en la estándar, todo lo cual quiere decir que en algunos casos la tensión es mayor en la técnica modificada que en la estándar y este hecho podría tener importancia clínica a pesar que la comparación entre las medianas de ambos grupos no permitió observar diferencias estadísticas entre ambas técnicas ($p > 0,05$) (Tabla V)

Tabla III. Resultados de la aplicación de la prueba de normalidad.

	Técnicas Estudiadas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Datos	Técnica Standar	,219	30	,001	,789	30	,000
	Técnica Modificada	,229	30	,000	,849	30	,001

Tabla IV. Resultados de la estimación de los estadígrafos descriptivos en ambos grupos estudiados.

	Técnicas Estudiadas	Estadístico	Error típ.		
Datos	Media	11,5080	1,31522		
	Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	8,8181		
		Límite superior	14,1979		
	Media recortada al 5%	10,7874			
	Mediana	9,3100			
	Varianza	51,894			
	Desv. típ.	7,20374			
	Mínimo	3,50			
	Máximo	32,62			
	Rango	29,12			
	Amplitud intercuartil	5,51			
	Asimetría	1,818	,427		
	Curtosis	3,049	,833		
	Técnica Modificada	Media	12,8230	1,39718	
		Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	9,9654	
			Límite superior	15,6806	
		Media recortada al 5%	12,2926		
		Mediana	10,1600		
		Varianza	58,564		
Desv. típ.		7,65269			
Mínimo		4,68			
Máximo		30,47			
Rango		25,79			
Amplitud intercuartil	10,19				
Asimetría	1,119	,427			
Curtosis	,187	,833			

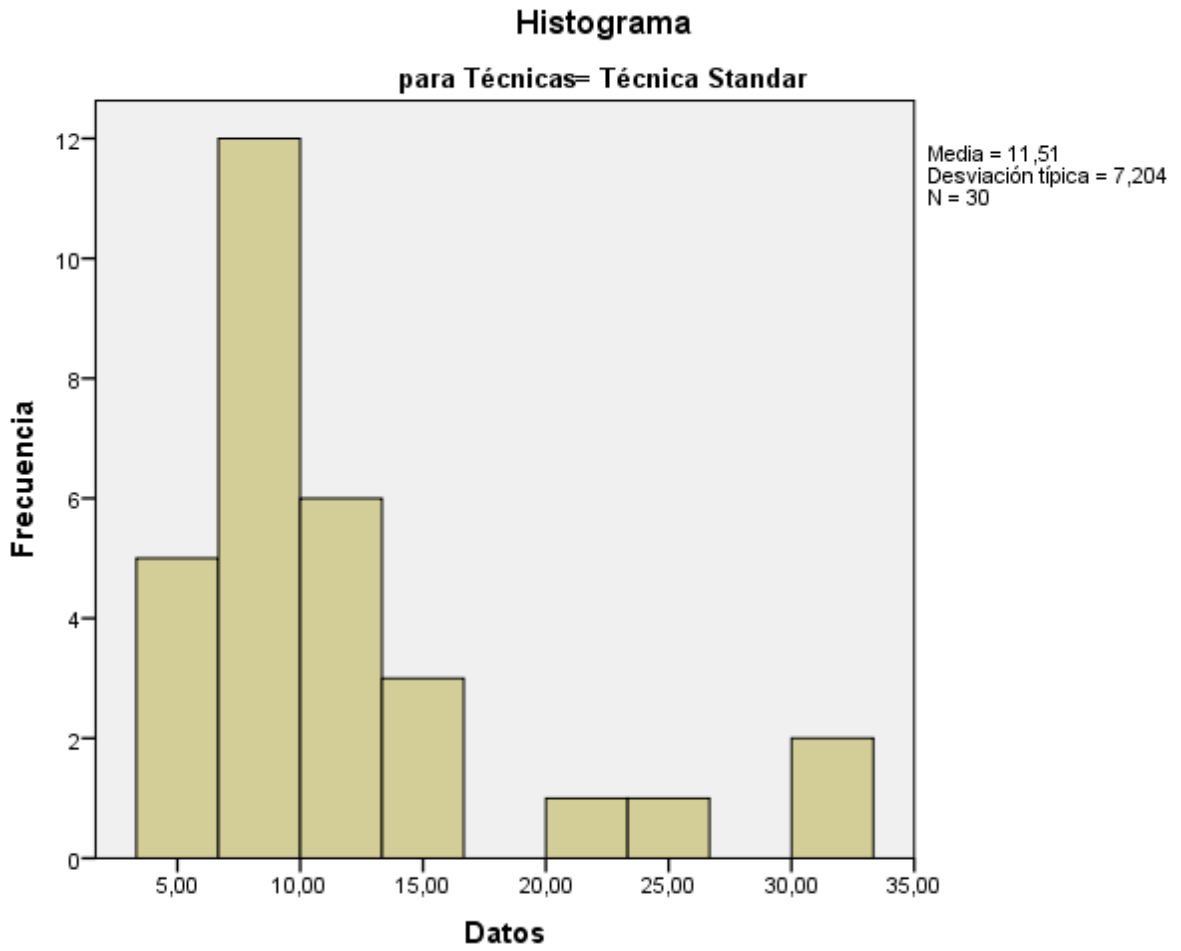


Fig. 10. Histograma de los datos observados en la Técnica Estándar.

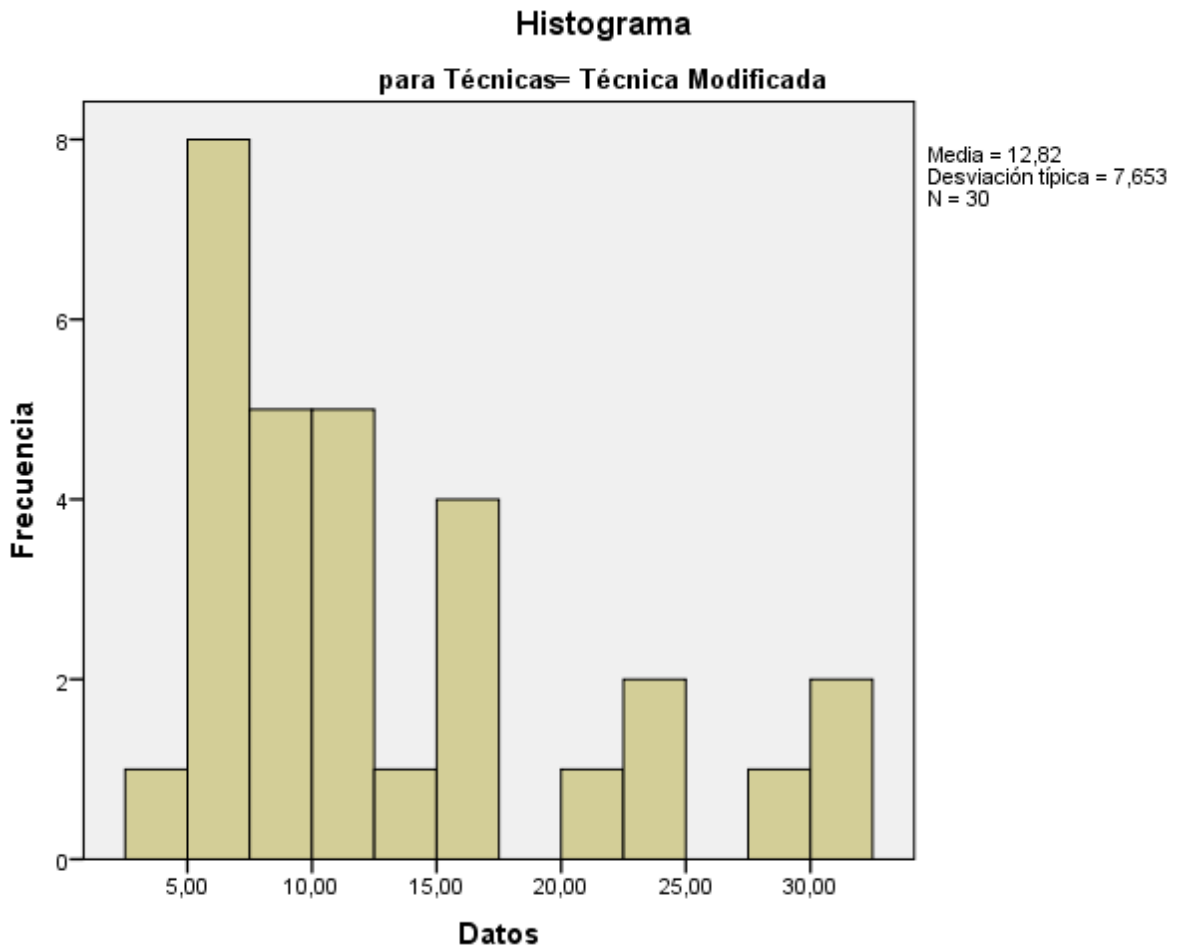


Fig. 11. Histograma de los datos observados en la Técnica Modificada.

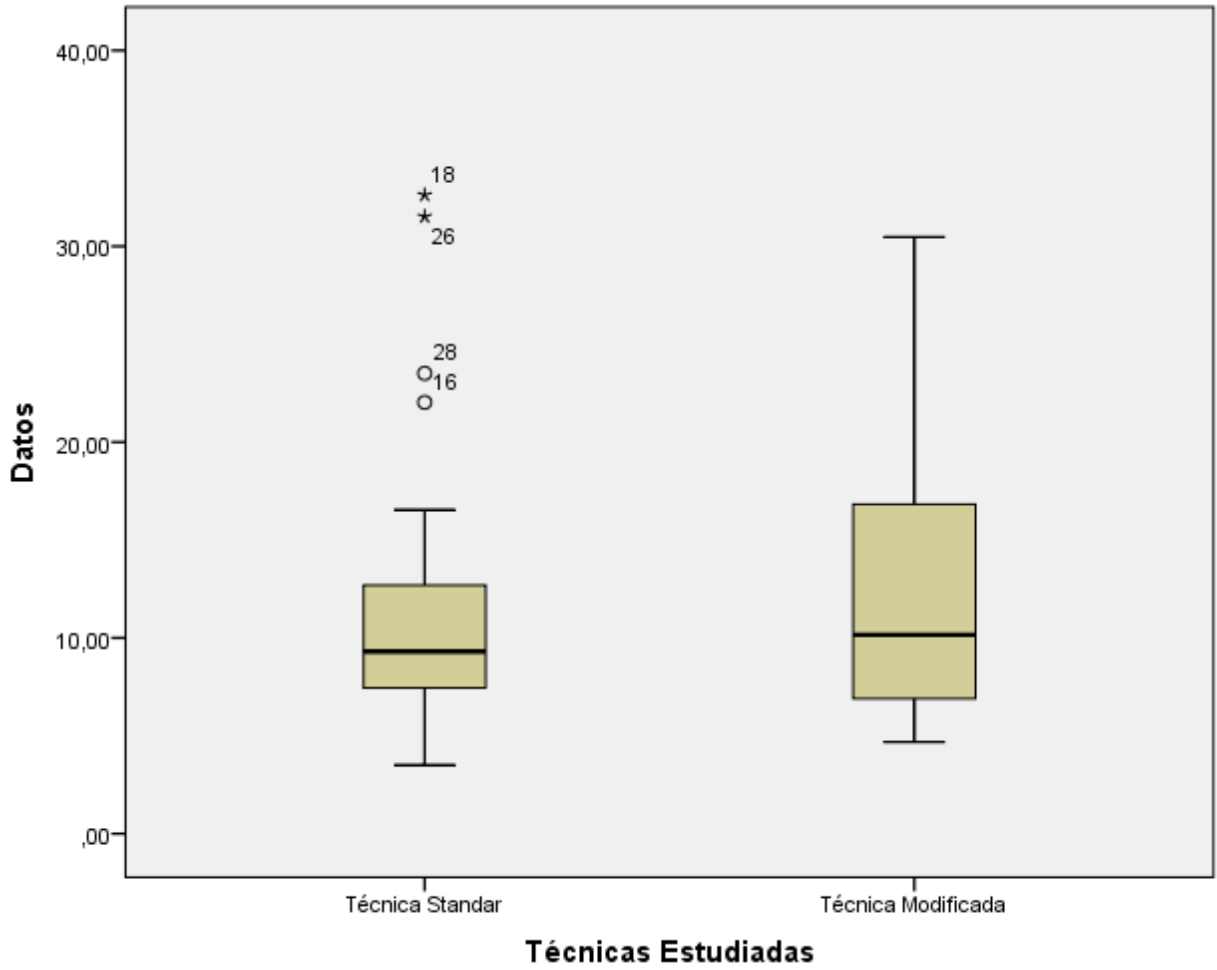


Fig. 12. Mediana observada en cada una de las Técnicas estudiadas.

Tabla V. Resultados de la comparación entre las medianas de las técnicas estudiadas.

	Datos
U de Mann-Whitney	417,500
Z	-,481
Sig. asintót. (bilateral)	,631

DISCUSION

El análisis que se utilizó fue el test de Shapiro–Wilk, que es considerado uno de los test más potentes para el contraste de normalidad, sobre todo para muestras pequeñas ($n < 30$), la prueba tuvo un p (probabilidad de error) menor a 0.001 por lo que la distribución de los datos no es de forma normal.

Luego del análisis de los resultados del estudio se llegó a la conclusión de que no existe diferencia estadística significativa entre los valores de resistencia adhesiva que se registraron para la técnica de grabado ácido con técnica estándar y la técnica de grabado ácido con técnica modificada. Esto significa que, a pesar de que la técnica modificada presentó mejores valores de resistencia adhesiva, este mayor valor no fue significativo.

Sin embargo estudios realizados por Lima A, da Silva y col encontraron un claro mejor resultado en la técnica modificada con respecto de la técnica standard. Lo cual quedó demostrado en el grado de resistencia adhesiva y la microestructura adamantina obtenida con estos procedimientos de grabado, donde la técnica modificada presentó patrones de grabado mucho más definidos.

Por otro lado, los valores de resistencia adhesiva obtenidos por Lima A, da Silva y cols fueron mayores a los obtenidos en el presente trabajo lo cual podría deberse a:

- 1- Entrenamiento: el experto que ha realizado este tipo de test en numerosas ocasiones puede lograr un mejor rendimiento en los valores de resistencia adhesiva.
- 2- Tipo de pieza dentaria utilizada y calidad del esmalte de las muestras.

Asimismo en un estudio realizado por Retamales y col, se muestran los mismos resultados obtenidos por Lima A, da Silva y col en cuanto a los patrones de grabado generados utilizando las mismas técnicas de acondicionamiento^{34,35}.

Esto fue a su vez corroborado con un análisis del grado de filtración marginal, en el cual se demuestra un sellado mejor en la técnica modificada³⁵.

Por otro lado, los resultados obtenidos por la técnica modificada no obtuvieron valores que se alejen considerablemente de la distribución de los datos, como puede observarse con los valores 16, 18, 26 y 28 de la técnica estándar, según se muestra en la figura 12.

Lo anterior indicaría un comportamiento más predecible de este procedimiento, más aun considerando que el valor obtenido por la técnica modificada es más alto que el de la técnica estándar.

Esto podría deberse a que el patrón de grabado en esmalte podría ser mejor en un esmalte sometido a pre grabado ácido de su superficie lo cual permitiría alcanzar mayores valores de resistencia adhesiva a materiales adheridos a ese sustrato³⁰.

El aumento de la resistencia adhesiva también podría deberse a la utilización del ácido de manera más eficiente sobre el esmalte. Al someter el esmalte al ácido por 10 segundos y retirarlo evitaría que todos los elementos minerales arrancados del sustrato vuelvan a precipitar sobre el esmalte, produciendo un patrón de grabado más efectivo. De igual manera, al realizar esto podríamos evitar que el ácido se sature y que pierda su capacidad de grabar.

Además de lo anterior, pensamos que el agente imprimante tiene mayor capacidad de penetración en un esmalte con mayor energía superficial disponible (con un pre grabado) por lo tanto podría haber un incremento en la interacción entre el sustrato y el adhesivo, por lo tanto también esto podría aumentar la resistencia adhesiva²⁹.

Se puede inferir que es mejor entonces ocupar la técnica modificada en vez de la estándar ya que el peor valor de resistencia adhesiva obtenida mediante el uso de la técnica modificada es mejor que el peor valor que se logró obtener mediante la técnica estándar.

CONCLUSION:

De acuerdo a los resultados obtenidos con la metodología en este estudio se puede concluir que:

- El promedio de resistencia adhesiva para la técnica estándar fue de 11,5 MPa.
- El promedio de resistencia adhesiva para la técnica modificada fue de 12.82 MPa.
- No existen diferencias significativas entre ambos grupos, por lo tanto se rechaza la hipótesis de trabajo.

RECOMENDACIONES:

- 1- Realizar un estudio similar y evaluar la discrepancia diente-restauración usando la técnica estándar y la modificada para compararla al MEB.
- 2- Realizar un estudio que evalúe el grado de sellado marginal de las restauraciones al usar las diferentes técnicas.
- 3- Iniciar estudios, in vivo para evaluar el desempeño clínico de estos procedimientos a largo plazo.

BIBLIOGRAFIA:

- 1- Frazão P. Epidemiology of dental caries: when structure and context matter. Brazilian Oral Research [serial on the Internet]. (Dec 2012 Special Issue), [cited April 23, 2013]; 26108-114. Available from: Dentistry & Oral Sciences Source. <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&vid=5&hid=122>

- 2- [World Health Organization. Report of the Committee of Experts on Dental Auxiliaries]. Boletín De Información Dental [serial on the Internet]. (1972, Mar), 32(241):67-92. [cited October 2, 2013]; Available from: MEDLINE Complete. <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=4&sid=5ec9b3a1-6386-424b-b855-25da829b84a3%40sessionmgr110&hid=123&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=mdc&AN=4510429>

- 3- Cardoso M, de Almeida Neves A, Mine A, Coutinho E, Van Landuyt K, Van Meerbeek B, et al. Current aspects on bonding effectiveness and stability in adhesive dentistry. Australian Dental Journal. 2011, June 2; 5631-44 [serial on the Internet]. [cited January 9, 2013]. Available from: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&vid=10&hid=122>

- 4- Neves AA, Coutinho E, Cardoso MV, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Current concepts and techniques for caries excavation and adhesion to residual dentin. J Adhes Dent (in press). [cited April 29, 2013]; Available from: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&vid=12&hid=122>

- 5- Pasquini N. Defining Health. Rdh [serial on the Internet]. 2004, June; 24(6): 49-107. [cited August 13, 2013]; Available from: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&vid=16&hid=122>

- 6- Macchi RL. Materiales Dentales. Fundamentos para su estudio. 3ª.ed. Bs.As: Panamericana; 2000.
- 7- Phillips R. Bonding Agents and Adhesives. Advances In Dental Research [serial on the Internet]. 1988, Aug; 2(1): 150-154. [cited April 29, 2013]; Available from: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&vid=19&hid=122>
- 8- Ira N. Levine: Fisicoquímica Volumen 1. 5ª.ed. Madrid McGraw-Hill / Interamericana de España, 2004.
- 9- Dino R, Cerutti A, Magani F, Putignano A. Restauraciones Estéticas-Adhesivas Indirectas Parciales en Sectores Posteriores. Italia: Amolca. Torino, 2007.
- 10- De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. Journal Of Dental Research [serial on the Internet]. 2005, Feb; 84(2): 118-132. [cited April 29, 2013]; Available from: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&vid=21&hid=122>
- 11- Henostroza G. Adhesión en Odontología Restauradora. Asociación. Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales (ALODYB). 2a ed. Madrid, España: Ripano, 2010.
- 12- Tadmor R. Line energy and the relation between advancing, receding and Young contact angles. American Chemical Society [Published on Web 07/30/2004]; Langmuir, 20, 7659-7664, (2004) Department of Chemical Engineering, Lamar University, Beaumont, Texas . [cited April 29, 2013];. Available from: <Http://dept.lamar.edu/chemicalengineering/www/Tadmor/papers/Line%20Energy%20and%20the%20Relation%20between%20Advancing,%20Receding,%20and%20Young%20Contact%20Angles.pdf>

- 13- Buonocore M. A Simple Method Of Increasing The Adhesion Of Acrylic Filling Materials To Enamel Surfaces. *Journal Of Dental Research* [serial on the Internet]. 1955, Dec; 34(6):849-853. [cited March 6, 2013]; Available from: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&vid=23&hid=122>
- 14- Lubarsky G, D'Sa R, Deb S, Meenan B, Lemoine P. The role of enamel proteins in protecting mature human enamel against acidic environments: a double layer force spectroscopy study. *Biointerphases* [serial on the Internet]. 2012, Dec; 7(1-4):14. [cited May 2, 2013]; Available from: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&vid=33&hid=122>
- 15- Alhaija E, Al-Wahadni A. Evaluation of shear bond strength with different enamel pre-treatments. *European Journal Of Orthodontics* [serial on the Internet]. 2004, Apr; 26(2): 179-184. [cited August 13, 2013]; Available from: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&vid=35&hid=122>
- 16- Taschner M, Nato F, Mazzoni A, Frankenberger R, Krämer N, Breschi L, et al. Role of preliminary etching for one-step self-etch adhesives. *European Journal Of Oral Sciences* [serial on the Internet]. 2010, Oct; 118(5): 517-524. [cited December 26, 2012]; Available from: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&vid=37&hid=122>
- 17- Joubert Hued, R. *Odontología Adhesiva y estética*. Madrid, España: Ripano-Editorial Médica. 2010.

18- Brauchli L, Muscillo T, Steineck M, Wichelhaus A. Influence of enamel conditioning on the shear bond strength of different adhesives. *Journal Of Orofacial Orthopedics Fortschritte Der Kieferorthopädie: Organ/Official Journal Deutsche Gesellschaft Für Kieferorthopädie* [serial on the Internet]. 2010, Nov: 71(6):411-420. [cited March 6, 2013]; Available from: <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&vid=41&hid=122>

19- Lanata EH. *Operatoria Dental. Estética y Adhesión*. Argentina. Grupo Guía, 2005

20- Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *Journal Of Biomedical Materials Research* [serial on the Internet]. 1982, May; 16(3): 265-273. [cited September 30, 2013]; Available from: MEDLINE Complete. <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=31&sid=48efd0bf-547e-4436-9808-94642703d343%40sessionmgr12&hid=25&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=mdc&AN=7085687>

21- Roberson TM, Heymann HO, Swift EJ. *Arte y ciencia de la odontología conservadora*. 5ª.ed. Madrid, España: Elsevier, 2002.

22- Myers CL, Rossi F, Catz L. Adhesive taglike extensions into acid-etched tooth enamel. *SAGE. J Dent Res*. Febrero 1974; 53(2):435-441 Available from: Dentistry & Oral Sciences Source. <http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=48efd0bf-547e-4436-9808-94642703d343%40sessionmgr12&vid=28&hid=25>

23- Gwinnett A, Matsui A. A study of enamel adhesives. The physical relationship between enamel and adhesive. Archives Of Oral Biology [serial on the Internet]. 1967, Dec; 12(12): 1615-1620. [cited September 30, 2013]; Available from: MEDLINE Complete. <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=29&sid=48efd0bf-547e-4436-9808-94642703d343%40sessionmgr12&hid=25&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#db=mdc&AN=5237342>

24- Oesterle L, Shellhart W, Belanger G. The use of bovine enamel in bonding studies. American Journal Of Orthodontics And Dentofacial Orthopedics: Official Publication Of The American Association Of Orthodontists, Its Constituent Societies, And The American Board Of Orthodontics [serial on the Internet]. 1998, Nov; 114(5):514-519. [cited March 6, 2013]; Available from: MEDLINE Complete. <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=43&sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&hid=122&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#db=mdc&AN=9810047>

25- Cadenaro M, Biasotto M, Scuor N, Breschi L, Davidson C, Di Lenarda R. Assessment of polymerization contraction stress of three composite resins. Dental Materials: Official Publication Of The Academy Of Dental Materials [serial on the Internet]. 2008, May; 24(5): 681-685. [cited March 11, 2013]; Available from: MEDLINE Complete. <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=45&sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&hid=122&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#db=a9h&AN=31403232>

26- Cabrera AR, Kanashiro CR. Efecto del pH del agua de piscina en esmalte de dientes deciduos humanos. Estudio con microscopía electrónica de barrido. Rev Estomatol Herediana. 2004;14(1-2):59-62. [cited July 10, 2013]; Available from <http://www.upch.edu.pe/faest/publica/2004/vol14-n1-2-art11.pdf>

- 27- Espinosa R, Valencia R, Uribe M, Leja I, Sazdia M. Enamel Deproteinization and its effect on acid etching: an in vitro study. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*. 2008 Fall; 35(1):13-9. [cited July 10, 2013]; Available from: http://www.alodyb.org/alodyb/articulos/07009c_003_013_000_Deproteinization.pdf
- 28- Nanjannawar L, Nanjannawar G. Effects of a self-etching primer and 37% phosphoric acid etching on enamel: a scanning electron microscopic study. *The Journal Of Contemporary Dental Practice* [serial on the Internet]. 2012, May 1; 13(3):280-284. [cited April 29, 2013]; Available from: MEDLINE Complete. <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=51&sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&hid=122&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=ddh&AN=80213973>
- 29- Lima A, da Silva V, Soares G, Marchi G, Baggio Aguiar F, Lovadino J. Influence of previous acid etching on interface morphology and bond strength of self-etching adhesive to cavosurface enamel. *European Journal Of Dentistry* [serial on the Internet]. (2012, Jan), [cited April 29, 2013]; 6(1): 56-62. Available from: <http://web.ebscohost.com/ehost/detail?vid=53&sid=b28b56b6-ac5f-4046-a086-cd784b89bbe8%40sessionmgr110&hid=122&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=mdc&AN=22229008>
- 30- Johnson D, Donald J, Hussey D. Bonding to molars –The effect of etch time (an in vitro study). *European Journal of Orthodontics*. 1998; 20:195-199.
- 31- Flores-Yanez C, Martinez-Juarez J, Palma-Guzman M, Yanez-Santos J. Análisis del Grabado Dental Utilizando el Microscopio Metalográfico y el Software AnalySIS. *Inf. tecnol.* [online]. 2009; 20 (2): 13-18. [citado 2013-03-18] http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642009000200003&lng=es&tlng=es.10.4067/S0718-07642009000200003.
- 32- Wikipedia la enciclopedia libre. Newton (unidad) [en línea], [citado 19-08-2013] disponible desde: <http://es.wikipedia.org/wiki/Newtons>

33- Díaz Narváez VP. Metodología de la Investigación Científica y Bioestadística para Profesionales y Estudiantes de Ciencias de la Salud. Santiago. Chile: RiL editores; 2009.

34- Retamal J, Bader M. Análisis micromorfológico de la estructura adamantina obtenida con la técnica de grabado ácido convencional y una técnica de grabado ácido modificada. Santiago: PIRO, Universidad de Chile, 2013. [en revisión]

35- Retamal A, Bader M. Análisis comparativo in vitro del sellado marginal de restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de grabado ácido convencional y una técnica de grabado ácido modificada. Santiago: PIRO, Universidad de Chile 2013. [en revisión]

ANEXOS:

Anexo n1: Protocolo Experimental:

TECNICA MODIFICADA:

- 1.- Grabado 10s
- 2.- Lavado 20s
- 3.- Secado 10s
- 4.- Grabado 10s
- 5.- Lavado 20
- 6.- Secado 10
- 7.- Primera capa adhesivo, dejar actuar por 10s.
- 8.- Adelgazar con aire.
- 9.- Segunda capa adhesivo, dejar actuar por 10s.
- 10.- Adelgazar con aire.
- 11.- Fotoactivar por 20s
- 12.- Restauración.

TECNICA STANDARD:

- 1.- Grabado 20s
- 2.- Lavado 40s
- 3.- Secado 10s
- 4.- Primera capa adhesivo, dejar actuar por 10s.
- 5.- Adelgazar

6.- Segunda capa adhesivo, dejar actuar por 10s.

7.- Adelgazar.

8.- Fotoactivar 20s.

9.- Restauración.

Anexo n2: FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

TITULO DE LA INVESTIGACION:

Estudio comparativo in vitro de la resistencia adhesiva de resinas compuestas realizadas con técnica de grabado ácido convencional y en 2 tiempos operatorios.

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar o no (o permitir participar a su hijo/a o familiar) en una investigación médica.

El alumno Matías Alejandro Ponce Mascaró, como alumno de sexto año de Odontología de la Universidad Finis Terrae, está realizando un estudio cuyo objetivo es: “Comparar si existen diferencias en el grado de resistencia adhesiva logrado con restauraciones de resina compuesta realizadas con la técnica de grabado ácido convencional y la técnica de grabado ácido modificada.”

Nuestro estudio pretende estimar la fuerza adhesiva de las restauraciones de resina compuesta adheridas a estructuras dentarias, para lo cual se requiere realizar las pruebas sobre piezas dentarias sanas.

Usted ha concurrido a esta Clínica porque requiere extraerse algunos molares por indicación de su Odontólogo. Por esta razón le solicitamos nos permita utilizar las piezas molares que le serán extraídas en las clínicas y pabellones de Cirugía de la Universidad Finis Terrae, las que serán usadas únicamente para el propósito de esta investigación.

Las muestras serán almacenadas indefinidamente, en un medio acuoso de suero fisiológico, hasta su utilización en el laboratorio para el fin anteriormente explicado.

Usted (o su hijo/a o familiar) no se beneficiará por participar en esta investigación médica. Sin embargo, la información que se obtenga del estudio será de gran utilidad para conocer más acerca del comportamiento de los Biomateriales mencionados y los alcances que ellos puedan tener en optimizar los resultados clínicos de las terapias a realizar con ellos.

Este estudio no tendrá costos para Ud. (su hijo/a o familiar). Es posible que los resultados obtenidos en este estudio sean presentados en revistas y conferencias médicas, sin embargo su nombre (o du hijo/a o familiar) no será divulgado.

Su participación en esta investigación es completamente voluntaria, sin que su decisión afecte la calidad de la atención médica que le preste nuestra institución.

Al final de la investigación usted podrá solicitar los resultados del estudio al investigador, quien los facilitara en formato digital.

Para cualquier duda, favor contactar a Matías Alejandro Ponce Mascaró

Teléfono: +569 94887202

Se me ha explicado el propósito de esta investigación médica (o a mi hijo/a o familiar). Firmo este documento voluntariamente. Se me entregará una copia firmada de este documento.

Nombre del Participante

Nombre del padre/madre (o apoderado legal)
