



EVALUACIÓN COMPARATIVA IN VITRO DE LA RESISTENCIA MICROTRACCIONAL DE SELLANTES DE RESINA COMPUESTA CON SISTEMAS ADHESIVOS DE GRABADO TOTAL Y AUTOGRABANTES

Trabajo de Investigación

Requisito para Optar al

Título de Cirujano Dentista

Alumnos: Isabel Macchiavello Macho

Felipe Salazar Pinilla

M. Fernanda Salinas Molina

Docente Guía: Dr. Prof. Jaime Sarmiento Cornejo.

Cátedra Operatoria

Valparaíso – Chile

2009

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación no sólo es fruto de nuestro propio esfuerzo y dedicación, sino que se gesta también gracias a la cooperación desinteresada de todas las personas e instituciones que citaremos a continuación:

A la empresa 3M por habernos auspiciado y facilitado los materiales para realizar nuestro estudio.

A la Facultad de Odontología de la Universidad Andrés Bello por facilitarnos el uso de su Laboratorio de Biomateriales.

Al Dr. Ramón Schlieper por su ayuda y colaboración en la confección de muestras y la prueba de éstas.

DEDICATORIA

A mis padres, Berta y Marco y a mi hermano Roberto, fuente de apoyo incondicional y pilar fundamental durante las diferentes etapas de mi vida, en especial en este mi último periodo de estudios. A Juan José, por entregarme siempre su cariño y comprensión, por ser mi compañero con el que siempre voy a contar. De igual forma, agradecer al resto de mi familia, en quienes he podido encontrar el ánimo, la sabiduría y la fortaleza necesarios para seguir siempre adelante.

Isabel.

A mis papás por su eterno amor y su apoyo incondicional.

A mis hermanos por su comprensión, paciencia y consejo.

A mi abuela, Mima, por su constante preocupación y cariño.

A Javier, por ser mi pilar y mi contención, mi compañero de penas y alegrías.

Y a los que físicamente ya se fueron, pero que siento su presencia conmigo siempre...

Fernanda.

A todos aquellos que de alguna manera nos apoyaron para llegar a esto.

Felipe.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEORICO.....	3
Sellantes de Puntos y Fisuras.....	3
Propiedades Ideales.....	3
Consideraciones.....	4
Indicaciones.....	4
Grabado Ácido sobre Esmalte.....	8
Aplicación del Sistema Adhesivo.....	11
- Generalidades sobre Adhesión.....	11
Adhesión Física o Mecánica.....	11
Adhesión Específica o Química.....	12
- Factores y Principios que intervienen en la Adhesión.....	12
- Requisitos a considerar para obtener una alta adhesión.....	13
- Adhesión a tejidos dentarios.....	13
Sistemas Adhesivos de Grabado Total.....	14
Sistemas Adhesivo de Autograbado.....	15
Aplicación del Sellante.....	17
Fracaso y Evaluación de un Sellante.....	18
Puntos Controversiales.....	19
Resistencia Adhesiva.....	20
HIPÓTESIS.....	21
OBJETIVOS.....	21
MATERIALES Y METODO.....	22
RESULTADOS.....	29
DISCUSION.....	33
CONCLUSIONES.....	35

SUGERENCIAS.....	36
RESUMEN.....	37
BIBLIOGRAFIA.....	38

INTRODUCCIÓN

Estudios epidemiológicos recientes han demostrado que la caries es una enfermedad que pertenece al grupo de enfermedades consideradas como complejas o multifactoriales como el cáncer, enfermedades cardíacas, diabetes, etc (Fejerskov, 2004) y por esto no se le puede atribuir solamente a la mutación de un simple gen o solamente a un factor ambiental, tendrían que interactuar un conjunto de situaciones como la acción de varios genes, factores ambientales y comportamientos de riesgo. (Fejerskov, 2004). Esta enfermedad sigue constituyendo una gran problema de salud pública al ser la más común en humanos (Fejerskov and Baelum, 1998) alcanzando en Chile una prevalencia del 98% de la población. (Mariné A., 1997).

El surgimiento de nuevos paradigmas, modelos y biomateriales que permiten realizar Odontología Adhesiva, como las Resinas Compuestas, han tenido en las últimas décadas un gran auge. Éstas no requieren la confección de cavidades con dimensiones y formas establecidas para mantener características mecánicas y evitan así la extensión innecesaria, logrando una mínima destrucción de las estructuras dentales, dado que la adhesión se realiza a través de un proceso que involucra uniones micromecánicas y complementariamente uniones químicas por medio de técnicas y sistemas adhesivos. Esto ha cambiado la antigua visión invasiva que se tenía anteriormente a un enfoque más conservador y preventivo.

Estos grandes avances y particularmente el uso de la adhesión en Odontología fueron muy beneficiosos para el área de prevención. Con el objetivo de controlar eficazmente la formación de lesiones cariosas, se desarrolló la técnica de aplicación de sellantes en la zona de puntos y fisuras, ya que la cara oclusal de molares y premolares son muy susceptibles a la aparición de caries en un número importante de pacientes dependiendo de su factor de riesgo. (ADA, 1996)

Muchos estudios tanto *in vivo* como *in vitro* se han realizado con el propósito de determinar la efectividad de sellantes de puntos y fisuras en la reducción de la caries oclusal. Estos estudios han sido extensamente revisados, y se ha observado que el éxito de los sellantes en prevención de caries está directamente relacionado con el rango de retención del mismo. (Brown JR, Barkmeiner WW, 1996)

Aunque el uso de sellantes lleve más de tres décadas en el quehacer cotidiano del odontólogo general, todavía existen controversias ante la sistemática en la técnica de aplicación, como por ejemplo, el momento más adecuado para efectuarlos, la técnica para realizar la profilaxis previa y la posibilidad de usar un sistema adhesivo complementario a su aplicación, entre otras.

En nuestro estudio, queremos comparar el comportamiento de distintos tipos de sistemas adhesivos usados en la técnica de sellantes, aplicándoles fuerzas de tracción a través de una máquina de ensayos universal Instron, determinando el grado de retención de estos, en molares y premolares *in vitro*. ¿Existirán diferencias significativas en el grado de retención de un sellante realizado con distintos tipo de sistemas adhesivos?

MARCO TEÓRICO

SELLANTES DE PUNTOS Y FISURAS:

Las fisuras son una falla en la coalescencia durante la formación de las coronas clínicas en la cara oclusal y algunas caras lisas, vestibulares y palatinas, las cuales tienen profundidades muy variables, pudiendo llegar cercanas al límite amelodentinario. Se puede convenir que esta zona representa el punto de menor grosor y más débil del esmalte, que incluso puede estar ausente y también es inaccesible a las medidas de higiene (Gómez de Ferraris, M.E 1999). También han sido descritas como invaginaciones o defectos en forma de “Y” invertida, irregulares y bulbosas, por lo que son una vía favorable de acceso a los microorganismos e impactación de alimentos.

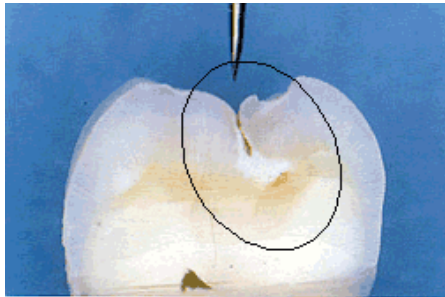


Foto n°1: Corte transversal de una fisura en un molar (Paterson, R.C., 1991)

Al haber acúmulo de microorganismos e impactación de alimentos se crea un microambiente favorable para la aparición de caries, es por esto que se ideó la aplicación de un material que actúe como barrera mecánica de acción inmediata, conocido como sellante, que impide a las bacterias y a los carbohidratos acumularse dentro de esta zona, evitando la formación de ácidos que favorecerán el desarrollo de lesiones cariosas. (Barrancos-Mooney J, 2006)

Los sellantes, procedimiento preventivo desarrollado por Cueto y Bonocuore en 1965, tienen la capacidad de introducirse en las fisuras, modificando la anatomía oclusal y permaneciendo en su sitio mediante mecanismos de microadhesión, siendo muy efectivos en la prevención de caries. (Francis, R. 2008)

PROPIEDADES IDEALES DE LOS SELLANTES:

Según Barrancos-Mooney J, 2006, las características ideales de un sellante son:

- Buena biocompatibilidad
- Fácil manipulación

- Capacidad de retención sin necesidad de manipulación irreversible en el esmalte
- Buena penetración por su baja viscosidad y baja tensión superficial.
- Resistencia a la abrasión
- Estabilidad dimensional y química
- Acción cariostática

CONSIDERACIONES:

El principal problema de los sellantes para su efectividad es que tienen que cumplir requisitos como permanecer intactos y mantenerse en el tiempo. Si las superficies selladas logran una completa retención es muy poco probable que se produzca una lesión (Mertz-Fairhurst, 1984) (Brown JR, Barkmeiner WW, 1996).

Una buena retención del sellante requiere una aplicación cuidadosa (Waggoner WF, 1996; Goldstein RE, 1995). Un inadecuado aislamiento del campo operatorio y subsecuente contaminación son los factores más comunes para la falla de los sellantes.

Evitar la contaminación es crítico en todo el procedimiento de colocación de sellantes, sobretodo después de retirar el ácido grabador, hasta la etapa de fotopolimerización de la resina. (Hebling J, 2000)

Estudios han demostrado que el tiempo de grabado ácido suficiente para crear una superficie adecuada para la retención es de solamente 15 segundos y no de 60 como se creía anteriormente (Swifte Jr. et Al., 1995).

El uso de materiales opacos o con tinción son una ayuda para el monitoreo de la permanencia del sellante en boca.

INDICACIONES:

Gran variedad de pacientes pueden ser beneficiados gracias al uso de sellantes. Dentro de las claves se encuentra el juicio del odontólogo, basándose en el riesgo cariogénico y la presencia de enfermedades orales, lo que determinará la frecuencia y tipo de tratamiento preventivo necesario.

Varios estudios han intentado determinar los factores que podrían ser utilizados para determinar el nivel de riesgo de progresión de caries dental en los pacientes. Aún existen estudios en desarrollo y no existe actualmente una fórmula definitiva. Sin embargo, los autores de un suplemento especial de la revista de la American Dental Association en 1995 han resumido los distintos factores de riesgo a considerar, ésta publicación puede ser utilizada como una guía hasta que exista más información definitiva al respecto. (ADA, Council, 1995) (Tabla II).

Estudios recientes han considerado como principales factores de riesgo la anatomía dentaria, recuento de *Lactobacilos* y *Streptococcus Mutans*, experiencia de caries, flujo salival y

los resultados del test de Snyder (un test calorimétrico que permite evaluar indirectamente la cantidad de bacterias presentes en la saliva) (Sánchez-Pérez, 2009)

En un estudio reciente se consideraron como predictores significativos del aumento de riesgo de caries, el alto consumo de bebidas de soda, la mayor edad de los niños, el sobrepeso, pocas visitas dentales, experiencia anterior de caries y el nivel socio económico del barrio. (Ismail, 2009)

Otras propuestas referidas al riesgo de caries dental han sido presentadas recientemente. Anusavice en 1995, ha postulado los criterios para registrar bajo y alto riesgo a nivel sitio y a nivel boca que podrían ser utilizados para determinar las lesiones activas. Este autor ha propuesto que las reexaminaciones cada seis meses monitorean nuevas lesiones y evalúan la necesidad de aplicar más frecuentemente medidas de control de la infección cariogénica dentro de un programa de atención integral, dichos criterios son los siguientes:

Tabla I.: Criterios para determinar Riesgo Cariogénico, en Nivel Sitio y Nivel Boca. (Anusavice KL, 1995)

- Nivel Sitio:

<i>Criterio</i>	<i>Bajo riesgo</i>	<i>Alto riesgo</i>
Evidencia visual de progresión de caries	No	Si
Translucidez en tercio externo de dentina sin progresión en 6 meses	Si	No

- Nivel Boca:

<i>Criterio</i>	<i>Bajo riesgo</i>	<i>Alto riesgo</i>
Capacidad buffer de saliva	Normal	Muy deficiente (<4)
Recuento de <i>S. Mutans</i>	<100.000 UFC/MI	>200.000 UFC/mL
Análisis de dieta y recuento de lactobacilos	No cariogénico	Altamente cariogénico. H de C frecuentes ingestas. Recuento lactobacilos elevado.
Flujo de saliva estimulada	Normal >0,7 mL/min	Bajo <0,5 mL/min

La American Dental Association ha distribuido las categorías de riesgo según la edad y postula que el diagnóstico es crítico para la prevención y el tratamiento de caries dental e incluye la determinación de factores de riesgo y actividad.

Se utiliza una combinación de métodos para arribar al diagnóstico y se han sistematizado en:

- Examen visual (con diente seco; incluye transiluminación y magnificación)
- Examen radiográfico (incluye radiografía bitewing y radiografía digital)
- Historia de dieta
- Historia previa de caries
- Biofilm dental
- Estudio bacteriológico y monitoreo
- Tipo de atención odontológica

En el examen se pueden registrar tres categorías de caries:

- Caries cuestionables
- Caries incipientes (referidas a esmalte y a lesiones de mancha blanca)
- Caries franca (referida a caries de dentina)

El siguiente cuadro muestra una guía de clasificación de riesgo de caries sistematizada por la ADA según edad y recitación de pacientes:

<i>Categoría de riesgo</i>	<i>Niños-adolescentes</i>	<i>Adultos</i>
<i>Bajo</i>	<p>Sin caries en el último año</p> <p>Coalescencia, o surcos y fisuras sellados</p> <p>Buena Higiene bucal</p> <p>Uso apropiado de fluoruros</p> <p>Visitas dentales regulares</p>	<p>Sin caries en los últimos 3 años</p> <p>Restauraciones adecuadas</p> <p>Buena higiene bucal</p> <p>Visitas dentales regulares</p>
<i>Moderado</i>	<p>Una lesión de caries en el último año</p> <p>Puntos y fisuras profundos</p> <p>Regular higiene bucal</p> <p>Uso inadecuado de fluoruros sistémicos y tópicos</p> <p>Manchas blancas y/o radiolucidez proximal</p> <p>Visitas dentales irregulares</p> <p>Tratamiento ortodóncico</p>	<p>Una lesión de caries en los últimos 3 años</p> <p>Raíces expuestas</p> <p>Regular higiene bucal</p> <p>Manchas blancas y/o radiolucidez proximal</p> <p>Visitas dentales irregulares</p> <p>Tratamiento ortodóncico</p> <p>Uso inadecuado de fluoruros tópicos</p>
<i>Alto</i>	<p>>2 lesiones de caries en el último año</p> <p>Historia pasada de caries de superficie libre</p> <p>Recuento elevado de <i>S. Mutans</i></p> <p>Surcos y fisuras profundos</p> <p>Escasa o nula exposición a fluoruro sistémico y tópico</p> <p>Pobre higiene bucal</p> <p>Frecuente ingesta de H. de C.</p> <p>Visitas dentales irregulares</p> <p>Flujo salival inadecuado</p> <p>Uso inapropiado de biberón con azúcar (en niños pequeños)</p>	<p>>2 lesiones de caries en los últimos 3 años</p> <p>Historia pasada de caries de raíz o elevado número de raíces expuestas</p> <p>Recuento elevado de <i>S. mutans</i></p> <p>Surcos y fisuras profundos</p> <p>Pobre higiene bucal</p> <p>Frecuente ingesta de H. de C.</p> <p>Uso inapropiado de fluoruros tópicos</p> <p>Visitas dentales irregulares</p> <p>Flujo salival disminuido</p>

Tabla II. Riesgo de caries según edad. (ADA, Council, 1995.)

Los sellantes pueden ser indicados en niños y adultos que: (ADA, 1996)

- Padezcan de alto o moderado riesgo cariogénico.
- Tengan caries incipientes de puntos y fisuras.
- Puntos y fisuras anatómicamente susceptibles a caries.
- Tengan dientes permanentes suficientemente erupcionados con puntos y fisuras susceptibles a caries.

La prioridad de dientes a ser sellados son los primeros y segundos molares definitivos. (Li SH, 1993) Idealmente estos deben estar suficientemente erupcionados ya que el éxito del sellante está directamente relacionado con el correcto aislamiento y la obtención de un campo seco.

Se indica también la aplicación de sellante sobre esmalte con lesión cariosa, ya que las bacterias causantes de las caries atrapadas bajo la resina intacta no se regeneran y la lesión no progresa. (Mertz-Fairhurst EJ, 1986, Handelman SL, 1991)

GRABADO ÁCIDO SOBRE ESMALTE:

La técnica del grabado ácido fue introducida por Michael Buonocore en 1955, utilizando ácido fosfórico al 85%. Esto dio pie para numerosas investigaciones que buscan encontrar el tipo de ácido más adecuado, tiempo y concentración que permitan la mejor adhesión a mínima desmineralización del esmalte. (Swifte Jr. et Al, 1995)

El esmalte es un tejido que compone la parte más externa de la corona del diente. Su composición es altamente inorgánica (96% sust. Inorgánica, 2% sust. orgánica, 2% agua). En su estado maduro es acelular, avascular y sin inervación. Su espesor varía entre los distintos dientes y dentro del mismo también, decreciendo su grosor desde oclusal hacia cervical, teniendo su mínimo espesor en la zona cervical y en la zona de los puntos y fisuras y el máximo en cúspides de molares, premolares y canino superior (Gómez de Ferraris ME, 1999).

Morfológicamente está compuesto por prismas dispuestos en hileras, con una dirección generalmente perpendicular a la superficie del diente, rodeados por sustancia interprismática formada por proteínas insolubles calcificadas. Existe una zona homogénea desprovista de prismas, en las fosas, fisuras y regiones cervicales de la dentición permanente (Tencate, 1986; Synons y cols, 1996). Este material adamantino carente de prismas se localiza en la superficie externa del esmalte prismático, posee un espesor de 30 um y esta relacionada con la ausencia o menor desarrollo de los procesos de Tomes de los ameloblastos. (Gómez de Ferraris ME, 1999)

No se puede pensar en cualquier tipo de adhesión sobre él sin realizar primero un procedimiento de acondicionamiento, el cual en la mayoría de los casos actualmente se realiza con ácido ortofosfórico al 37%.

Este procedimiento produce irregularidades en la superficie del esmalte, además de lograr aumentar la energía superficial que posee éste, facilitando el escurrimiento del líquido adhesivo, su penetración y por consiguiente lograr la formación de una zona híbrida compuesta tanto por esmalte como por prolongaciones del adhesivo en él.

Con esto se logró un incremento de la resistencia adhesiva de la resina al esmalte grabado frente al no grabado. En ese momento Buonocore atribuyó estos resultados a varios factores:

- Un gran aumento en la superficie de esmalte disponible para la interacción con la resina como resultado del proceso de grabado.
- La exposición de la trama orgánica del esmalte que entonces sirve de trama para la adhesión.
- Una remoción de la estructura adamantina superficial inerte, con exposición de una superficie reaccional fresca.
- Formación de una superficie diferente, debido a la precipitación de sustancias nuevas, como oxalatos cálcicos, a los cuales el material se puede adherir.

Trabajos posteriores explicaron que al grabar el esmalte, se producían irregularidades que eran llenadas por resinas y formaban así los llamados Tags que permitían la unión del material a la superficie grabada. (Nakabayashi et al., 1982; Van Meerbeek et al., 1992, 1993)

El grabado ácido remueve cerca de 10 micrómetros de la superficie del esmalte y crea poros en un rango de 5 a 50 micrómetros de profundidad. (Buonocore y Sheykholsla, 1972). Cuando la resina adhesiva es aplicada, ésta fluye dentro de las microporosidades y polimeriza en ellas, creando una adhesión micromecánica al esmalte. El grabado ácido también aumenta la humectancia y duplica la energía superficial libre del esmalte. Esta acción del grabado ácido conjuntamente con la aplicación del biomaterial adhesivo de baja viscosidad que moja esta superficie de alta energía, permite que penetre en las irregularidades de ella por humectancia y capilaridad, y produzcan el llamado efecto geométrico, el cual se logra al polimerizar la resina formando los Tags obteniéndose una fuerte trabazón micromecánica con el esmalte. También se produce un efecto reológico, producto del cambio dimensional (contracción de polimerización) que sufre el adhesivo. (Swifte, 1995) Más adelante en el presente estudio se profundizará acerca de este tema.

Durante años el tiempo de grabado del esmalte fue de 60 seg, pero estudios recientes indican que puede reducirse hasta 15 seg, logrando los mismos cambios morfológicos. En cuanto a la concentración del ácido, la que ha dado mejores resultados es la del ácido fosfórico al 37%. (Swifte Jr. et Al., 1995)

Han aparecido alternativas de grabado ácido para el esmalte y la dentina simultáneamente, con ácidos más débiles que el tradicional ácido fosfórico: Ácido maleico al 10%, Ácido nítrico al 2.5%, Ácido fosfórico al 10%, Ácido cítrico al 10%, Ácido oxálico al 2.5%.

En un estudio para evaluar la efectividad de un nuevo acondicionador de esmalte (Ácido nítrico 2,5%) que tiene la ventaja de que no requiere ser lavado luego de grabar; se comparó con

el grabado con ácido fosfórico al 37%, no se utilizó sistemas adhesivos. La Resistencia traccional arrojada fue similar en ambos casos. (Vijayaraghavan TV et al., 1995)

En inicios de los 90 el ácido maleico fue introducido como un material de grabado ácido alternativo en un intento de controlar la profundidad del grabado. Barkmeier y Erickson compararon el uso de ácido maleico 10% y ácido fosfórico al 37% y reportaron una fuerza adhesiva esencialmente similar (Barkmeier WW, 1994).

Microscopía electrónica de la superficie del esmalte grabado con ácido maleico 10% y ácido fosfórico al 37% revelaron un patrón morfológico similar, pero la profundidad de la superficie grabada fue significativamente menor con el ácido maleico. (Levine , 1993)

El uso de estos ácidos no deja la misma superficie de apariencia opaca como la obtenida con el ácido fosfórico. Algunos estudios (Barkmeier WW, Erickson RL, 1994) indican que este factor no afecta negativamente la unión adhesiva. Sin embargo, otros estudios (Levine A et al., 1993) plantean que estos ácidos débiles entregan una significativa disminución en las fuerzas de unión, debido a que su baja concentración no realizaría un grabado eficiente en el esmalte, el cual posee una alta resistencia por su grado de mineralización. Las consecuencias clínicas del grabado del esmalte con ácidos débiles aún no son totalmente conocidas.

Al realizar la técnica de grabado ácido para el esmalte, ésta forma irregularidades en la superficie adamantina, que pueden presentar diferentes formas, dependiendo en qué parte de su estructura se realiza la desmineralización. Gracias a la microscopía electrónica, podemos observar estos cambios en la morfología de él, produciéndose tres patrones de grabado: (Swifte Jr. et Al, 1995)

Grabado tipo I: Disolución preferencial de las cabezas de los prismas, la cual determina una apariencia de “panal de abejas”. Ocurre en áreas donde los prismas se extienden hacia la superficie del esmalte.

Grabado tipo II: Disolución preferencial de la periferia de los prismas, la cual determina una apariencia de “adoquines”. Ocurre en áreas donde los prismas se extienden hacia la superficie del esmalte.

Grabado tipo III: Pérdida de superficie sin exposición de prismas. Ocurre en áreas donde los prismas no se extienden hacia la superficie del esmalte.

De estos tipos de grabado, los más adecuados para realizar la función retentiva son, en primer lugar el Tipo I y luego el Tipo II, evitando obtener el Tipo III. Se evidencia el grabado ácido con un cambio de color y apariencia del esmalte (aspecto mate, es decir, no refleja la luz). (Swifte Jr. et Al, 1995)

El ácido posee una penetración incompleta en la zona más profunda del surco, acondicionando las vertientes y no las profundidades de la fisura, independiente de si el ácido es gel o solución, y si es de alta o baja viscosidad (García-Godoy, 1987; Rock y cols, 1990)

APLICACIÓN DEL SISTEMA ADHESIVO

Generalidades sobre Adhesión

Se define adhesión como toda fuerza que permite mantener dos superficies en íntimo contacto (Barrancos-Mooney J, 2006)

Según el mecanismo que utilicen para lograrla, se clasifica en 2 categorías: Adhesión de tipo mecánica y adhesión de tipo Química.

- **Adhesión Física o Mecánica:** Corresponde a la unión que se logra entre dos superficies a través de una trabazón entre las partes a unir o por la generación de tensiones entre ellas. (Barrancos Mooney, 1999 y Machi R.,1988) Este tipo de adhesión la podemos subdividir en:
 - ✓ **Adhesión Macromecánica:** Es aquella en la que las partes quedan trabadas en función de la morfología macroscópica de ellas (Barrancos Mooney, 1999). Por Ej., la retención o anclaje de una restauración está dada por medio de formas cavitarias específicas.
 - ✓ **Adhesión Micromecánica:** Es la unión entre dos superficies a través de una trabazón entre las partes a unir o por la generación de tensión entre las mismas, pero a diferencia de la anterior las partes se traban en función de su morfología microscópica, o sea la diferencia entre ambos tipos de adhesión es la magnitud del fenómeno que las genera (Barrancos Mooney, 2006).
Este tipo de adhesión es considerado el más importante mecanismo por el cual las resinas compuestas se unen tanto a esmalte como a dentina y esto ocurre cuando la resina compuesta se infiltra por las porosidades dejadas por el grabado ácido en la superficie del esmalte y dentina formando lo que se conoce como capa híbrida.

Además, la retención mecánica se puede lograr por:

- **Efecto Geométrico:** está en relación a las formas que presentan las superficies, como por Ej. Poros, rugosidades, diseño cavitario, etc., ya sean de tipo macroscópico o microscópico. Estas formas son las que producen la trabazón necesaria para mantener unidas las partes. Por ej., tenemos la penetración de un adhesivo en las irregularidades microscópicas (surcos y poros), en la superficie del sustrato. Un adhesivo semiviscoso es mejor para este procedimiento, ya que penetra en los defectos de la superficie. Después del endurecimiento las múltiples proyecciones adhesivas embebidas en la superficie adherente proporcionan el anclaje para el mecanismo de fijación (retención). Otra forma de adhesión mecánica por efecto geométrico es el diseño de una preparación cavitaria, a través del cual se retiene una restauración (Barrancos y Guzmán H., 1990).
- **Efecto Reológico:** está dado por los cambios volumétricos o dimensionales que experimentan los materiales al endurecer, produciendo tensiones que ayudan a generar la adhesión (Barrancos y Guzmán H., 1990)

- **Adhesión específica o química:** es la generación submicroscópica de fuerzas que impiden la separación de las partes, basadas en la interacción de los componentes de sus estructuras, ya sean átomos o moléculas (Barrancos, 1999). En este grupo tenemos:
 - ✓ **Uniones químicas, primarias o interatómicas:** estas se dan entre átomos y son de tipo iónicas, covalentes o metálicas y para que ocurran, las partes a unir deben estar a Amstrong de distancia entre sí. Estas uniones son de alta energía y muchos la consideran como el verdadero mecanismo para una real adhesión (Bader M., 1996 y Barrancos y OKeefe K.L., Powers J.M.,2001)
 - ✓ **Uniones secundarias:** estas uniones se dan entre moléculas, y pueden ser de tipo dipolos permanentes o fluctuantes y son relativamente débiles, por Ej. Fuerzas de Van der Waals, fuerzas de dispersión de London, etc. (Bader M, 1996 y Barrancos y OKeefe K.L., Powers J.M., 2001)

Factores y principios que intervienen en la adhesión.

- **Superficie de contacto:** Los tejidos dentarios y las restauraciones poseen numerosas irregularidades en su superficie a nivel microscópico y atómico. Para obtener un máximo de adhesión, estos vacíos deben ser eliminados. El problema se reducirá si usamos un elemento fluido que ocupe las irregularidades de la superficie adherente y así permita compatibilizar las superficies y mantener en posición a los materiales (Buonocore M., 1963)
- **Adaptación:** Las superficies a unir deben corresponderse entre sí de la mejor manera posible, es decir, cuando entren en contacto, ojalá queden en su totalidad una junto a la otra a la menor distancia posible, pudiendo de esta manera favorecer la unión de tipo química. Sin embargo, tanto los tejidos dentarios como las restauraciones poseen superficies irregulares. De esta manera, al unirse entre sí quedarán espacios entre ambas superficies. De allí que para lograr una adhesión óptima deben eliminarse estos vacíos provocados por las irregularidades, y para ello usamos un elemento fluido que, ocupe estas irregularidades, reduciéndolas. (Phillips, 1998 y Bader M., 1996)
- **Energía de superficie:** Fuerza de atracción que producen los enlaces no saturados en la superficie de los cuerpos. Estos enlaces no saturados se producen porque los átomos que quedan hacia la superficie no tienen todos sus enlaces saturados. En los líquidos, esta energía superficial se denomina tensión superficial y hace posible que éste forme gotas. Para que exista adhesión, las superficies deben ser atraídas entre sí hacia su interfase. Tal condición debe existir independientemente del estado (sólida, líquida o gaseosa),y de las superficies (Bader M, 1996 y Phillips, 1998)Por lo tanto, a mayor energía de superficies, mayor capacidad de adhesión.

- **Humectación:** Cuando dos superficies sólidas se ponen en contacto, a nivel microscópico quedan espacios entre ellas, ésta proximidad a nivel atómico es imprescindible para generar adhesión de tipo primaria. Como se ha dicho anteriormente se debe interponer un líquido entre ambas partes, de modo que se introduzca por los espacios vacíos y permita, a través de él una mayor adaptación con ausencia de poros. Como condición se requiere que el líquido tome íntimo contacto y fluya fácilmente sobre la superficie, creando una capa delgada y continua; a esta capacidad se le denomina humectancia. (Bader M., 1996 y Phillips, 1998)

Requisitos a considerar para obtener una alta Adhesión. (Phillips, 1998.)

- Las superficies a adherir deben estar limpias, secas y no contaminadas, de manera que ellas manifiesten toda su energía superficial.
- El adhesivo debe presentar baja viscosidad, de manera de humectar completamente la superficie y así dejar una capa delgada sobre el adherente.
- Debe existir compatibilidad química entre el adhesivo y el adherente, de manera de permitir, en lo posible, generación de enlaces químicos de tipo primario.
- Debe lograrse una adaptación íntima de las partes a unir, para facilitar la reacción entre ellas, o para lograr una buena retención micromecánica.
- Es deseable una alta energía superficial de las partes a unir.
- Se debe usar un adhesivo adecuado, o en su defecto, un agente de enlace que cumpla con un papel similar.

Adhesión a tejidos dentarios.

Sobre el esmalte grabado, como ya se señaló, se deposita un adhesivo de la misma naturaleza que la resina compuesta, el cual se trabará y se unirá químicamente al material restaurador fijándolo en posición. Estos adhesivos han ido evolucionando a través del tiempo con el objeto de optimizar sus resultados. En la actualidad los sistemas adhesivos tienen en su mayoría presentaciones comerciales en forma de sistemas monofrascos que combina el "primer" o imprimador y el adhesivo propiamente tal en una sola botella o dispensador individual (monodosis) y utilizan la técnica de grabado ácido. Este sistema contiene monómeros menos viscosos, que están presentes y diluidos en solventes con un alto poder volátil como el alcohol y la acetona. Para la adhesión a esmalte, esta propiedad parece contribuir a una completa interdifusión del sistema sobre toda el área que ha sido acondicionada. Aún así, estudios de laboratorio en la Universidad de Indiana (Duke, 1999) demuestran que estos particulares sistemas adhesivos presentan una baja fuerza de unión a esmalte, por un factor aparentemente relacionado con la alta viscosidad de los adhesivos. Otra de las explicaciones, es que estos adhesivos, debido al tamaño de sus partículas de relleno, no serían capaces de penetrar en la profundidad del área interprismática del esmalte acondicionado (Duke, Indiana, 1999).

Hay otros, que han sido creados con partículas nanométricas esféricas de silicio (aproximadamente 5nm) que reforzarían los Tags de resina y la capa adhesiva, estas moléculas de

menor peso molecular aparentemente no comprometerían la interdifusión al esmalte acondicionado y aumentarían las propiedades tanto físicas como mecánicas de dichos adhesivos.(Duke, 1999)

Nakabayashi y cols (1982) propusieron, para el manejo de la dentina, la eliminación completa del barro dentinario, 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 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. Esta superficie no debe ser desecada completamente ya que pueden colapsar las fibras colágenas impidiendo de esta manera la adhesión de la resina al diente. Hoy en día este problema no es tan importante ya que algunos adhesivos son a base de agua o combinando agua con un solvente, lo que de alguna manera recupera la humedad de las fibras. Al eliminar el barro dentinario estos adhesivos se introducen en los túbulos 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 adhesivo que junto con los Tags y la infiltración de las fibras colágenas dan origen a la denominada capa híbrida. (Baratieri LN y cols. 2002)

Van Meerbeeck clasificó los Sistemas Adhesivos según la estrategia adhesiva, o sea el número de pasos clínicos a seguir en su aplicación, y de acuerdo a ello encontramos:

- a) Adhesivos de Grabado Total: incluye el ácido fosfórico grabador para esmalte y dentina y un contenedor o botella de primer – adhesivo y/o más pasos aislados.
 - a.1) Sistema Adhesivo de tres pasos
 - a.2) Sistema Adhesivo de dos pasos
- b) Adhesivos de Autograbado: incluye un imprimador autograbante en el cual se utiliza una combinación de ácidos orgánicos de carácter polimérico en un sólo procedimiento, siguiendo después con la aplicación de una combinación de compuestos hidrófobos e hidrófilos en algunos casos o directamente con el material restaurador en otros.
 - b.1) Sistema Adhesivo de dos pasos
 - b.2) Sistema Adhesivo de un paso
- c) Adhesivos de ionómero vítreo resino modificados: Sistema de dos pasos.

- **Sistemas Adhesivos de Grabado Total.**

El acondicionamiento simultáneo del tejido duro parece ser una reciente innovación. Sin embargo, es una técnica que ha sido estudiada por más de dos décadas. El ataque ácido a dentina imitando la técnica de grabado ácido usada para esmalte, remueve la capa de barro dentinario y es responsable de la desmineralización dentinaria con una profundidad de 0.5 a 7.5 micrómetros,

dependiendo del tipo, concentración, pH, viscosidad del ácido y la duración de su aplicación. (Carpena G. et Al., 2002 y Raúl J, 1990)

La incorporación de monómeros hidrófilos diluidos en solventes orgánicos que desalojan la humedad desde la dentina acondicionada, logran una íntima interacción con dentina desmineralizada intertubular y peritubular. Esta zona, también llamada "capa híbrida", es esencial para la unión a dentina. (Van Meerbeek et Al., 2001)

La interdifusión del monómero hidrofílico en toda la extensión de la dentina peritubular e intertubular descalcificada y su interacción con el sustrato inalterado, es de máxima importancia en esta técnica adhesiva. Los estudios han revelado la importancia de la capa híbrida, aceptando el hecho de que el sistema adhesivo no difunde completamente dentro de la zona desmineralizada y pueden quedar fibras colágenas desnudas, existiendo la posibilidad de formación de un espacio nanométrico entre la dentina inalterada y la capa híbrida, produciendo un fenómeno de nanoinfiltración (Carpena G. et Al, 2002)

La gran mayoría de los sistemas adhesivos comercializados en nuestro país, corresponden a este tipo de sistemas, ya sea con o sin la adición del relleno. Encontramos en el comercio el Prime and Bond NT(Dentsply), One Coat Bond(Coltene), Excite (Vivadent) y Optibond Solo Plus (Kerr), el Adper Single Bond (3M), Syntac Sprint (Vivadent), Optibond Solo (Kerr), Permaquick (Ultradent), etc.

Ventajas:

- Proveen adhesión efectiva a esmalte y dentina *in vivo* e *in vitro* (Finger W. & Balkenhol M, 1999)
- Permite la incorporación de nanopartículas que mejoran las propiedades físicas del sistema adhesivo, además actúan como componente de absorción de estrés residual y refuerza la red colágena. (Perdigao J. & cols., 1995, Van Meerbeek y cols, 2001)

Desventajas:

- Mayor riesgo de sobresecar el tejido o que exista exceso de humedad en el sustrato adherente, produciendo sensibilidad post-operatoria. (Kugel G & Ferrari M, 2000)
- Mayor sensibilidad a la técnica (múltiples capas). (Van Meerbeck y cols, 2001)
- Paso de lavado post-grabado (mayor tiempo clínico y riesgo de contaminación de la superficie si no se utiliza goma dique) (Van Meerbeek y cols. 2001)

• **Sistemas Adhesivos de Autograbado.**

En estos sistemas adhesivos el mecanismo de unión a dentina consiste en un adhesivo autograbante, cuya composición presenta un ácido débil, que es el encargado de producir la desmineralización parcial de la dentina permitiendo el contacto de esta con el acondicionador que

difunde y forma la capa de hibridización que es requerida. Esta capa se diferenciaría de la formada por la técnica de grabado total en que a nivel microscópico la formación de Tags de resina es menos pronunciada, las fibras colágenas no serían completamente desmineralizadas, o sea, la hidroxiapatita no sería totalmente eliminada. La hidroxiapatita residual podría constituirse en un receptor adicional de la interacción intermolecular con el grupo carboxílico o fosfato del monómero (Van Meerbeek y otros, 2000). Los adhesivos de autoacondicionamiento ofrecen una aplicación más simple que el sistema de grabado total, porque ellos son capaces de acondicionar la superficie del diente y simultáneamente prepararla para la adhesión, disminuyendo los pasos clínicos requeridos para realizar la maniobra. (Van Meerbeek et Al., 2001)

La remoción del ácido que provoca el grabado dentinario es innecesaria, ya que es de carácter débil y poseería un breve tiempo de acción, lo que evita los problemas críticos que trae el grabado ácido convencional. La dificultad del resultado de la humedificación ideal de la dentina es eliminada y las posibles influencias negativas se reducen drásticamente. En el grabado ácido total el barro dentinario es removido completamente, dejando la capa superficial de la dentina desmineralizada, generando la posibilidad que el monómero de resina difunda dentro de los poros de la dentina alterada. Esto no pasaría con el sistema de autograbado, porque tiene una cierta cantidad de monómeros de resina que interactúan simultáneamente con el tejido dentinario. Clínicamente, esto explicaría la reducción de la sensibilidad postoperatoria. Existe una gran diversidad de adhesivos de autograbado en el mercado, pero no muchos saben de su capacidad de grabar el tejido dentario. Así, algunos de estos sistemas pueden ofrecer resultados completamente distintos cuando se aplican sobre el tejido duro dentario (esmalte y dentina) por las diferentes composiciones de estos dos substratos. (Carpena G. et Al., 2002)

Ventajas: (Gordan et al, 1998)

- Desmineralización e infiltración de la resina es simultánea, disminuyendo el número de pasos clínicos.
- Posibilidad de monodosis: permite el control de la evaporación del solvente y así mantener la composición estable del adhesivo.
- Adecuada interacción monómero-colágeno.
- Efectivo desensibilizador dentinal.
- Menor importancia a la humedad dentinal.
- Disminuye el riesgo de infecciones cruzadas.

Desventajas:

- Insuficientes estudios *in vivo* e *in vitro* a largo plazo. (Inoue S & cols., 2000)
- La fuerza de adhesión que se logra en esmalte es inferior a la fuerza que se obtiene con los sistemas adhesivos convencionales (técnica de grabado total). (Inoue S & cols., 2000)
- Indicios de hidrólisis de la capa híbrida al cabo de un año. (Van Meerbeeck, 2001)

- La combinación de monómeros acídicos hidrofílicos e hidrofóbicos dentro de un mismo paso podrían comprometer la polimerización del adhesivo (Albaladejo, A, 2006)
- Una inherente menor fuerza del polímero adhesivo. (Albaladejo, A, 2006)
- El menor grado de polimerización del monómero debido a un mayor efecto de inhibición solvente / oxígeno durante la fotoactivación de estos materiales. (Albaladejo, A, 2006)

Clasificación de los Sistemas Adhesivos por número de pasos y tipo de interacción con el sustrato dentario. (CRA, 2000)

Esta clasificación es entregada por la Clinical Research Associates: Newsletter (CRA) en su publicación de noviembre del 2000.

Hace comparaciones entre los distintos tipos de Sistemas Adhesivos, donde se evalúan fuerza de adhesión a dentina y a esmalte, características clínicas y el aspecto de la dentina y el esmalte al ser tratados con estos.

A continuación, algunos de los conceptos más importantes publicados por la CRA son:

Tipo I: Ac. Ortofosfórico, se lava y se enjuaga - Primer - Adhesivo. Remueve completamente smear layer, crea capa híbrida.

Tipo II: Ácido Ortofosfórico, se lava y se enjuaga - Primer con Adhesivo. Remueve completamente smear layer, crea capa híbrida.

Tipo III: Ácido Orgánico, no se lava y ni se enjuaga - Primer con Adhesivo. No elimina smear layer, lo modifica, dejándolo incluido dentro de la capa híbrida.

Tipo IV: Primer autograbador y adhesivo. No elimina smear layer, lo modifica, dejándolo incluido dentro de la capa híbrida.

APLICACIÓN DEL SELLANTE

Para la aplicación de un sellante se pueden utilizar distintos instrumentales dependiendo de la marca comercial. Se utiliza un dicalero, un pincel o un dispensador especial para este efecto. Se coloca una cantidad mínima, dejándolo fluir sobre la superficie a sellar, evitando dejar burbujas de aire y verificando que se cubran puntos y fisuras. Cuando se trate de una resina de autopolimerización se deberá seguir las instrucciones consignadas por el fabricante respecto al tiempo de trabajo, evitando así, su colocación en la fase de polimerización donde aumenta su viscosidad. Los de fotopolimerización, en cambio, tienen un tiempo de trabajo mayor, dándole al

clínico un mayor control en este aspecto. Para verificar posibles soluciones de continuidad se utiliza una sonda y luego se chequea la oclusión y contactos prematuros. (Siegal and Waggoner, 1996)

FRACASOS Y EVALUACIÓN DE UN SELLANTE

La retención es uno de los prerrequisitos más importantes en los sellantes, mientras más tiempo se mantenga el material adherido a la superficie dentaria, mayor será su efectividad. Varios factores interfieren en la retención de un sellante, incluyendo el stress de polimerización, termociclaje, deflección causada por las fuerzas oclusales y la sorción acuosa. Ha sido demostrado que hay una pérdida de entre 5-10% del volumen del sellante por año (Gagnon PA, Ismael AI; 1995)

La mayoría de los estudios que investigan la retención de los sellantes son ensayos clínicos y evalúan la pérdida parcial o total del material, basados en la evaluación clínica por medio de examinadores calibrados que utilizan criterios como “presente”, “parcialmente presente” o “ausente”. (Konde S, 2008)

La principal causa de fracaso de un sellante es la contaminación durante su aplicación (Perdigao, 2005). El entrenamiento de los profesionales dentistas y un mejor manejo del campo operatorio con la utilización de goma dique, pueden mejorar la técnica de aplicación. (Lam A, 2008)

La evidencia reportada de la necesidad de reemplazo o reparación de sellantes oscila entre un 5 a 10% anual (Feigal RJ. 1998). La evidencia clínica sugiere que la pérdida de sellantes (falla en la retención) ocurre en dos fases: una pérdida inicial debida a una técnica inadecuada (como contaminación), seguida por una segunda, pérdida de material asociada con el desgaste del material bajo las fuerzas de la oclusión.

Considerando posibles razones de falla de sellantes en base a resina, Anson y cols., en 1982 listaron:

- Técnica de aplicación inadecuada (inadecuado control de la contaminación, no sellar todos los surcos, grabado inadecuado, lavado y secado inadecuado y tiempo de curado insuficiente)
- Desgaste del material
- Falla no relacionada con el sellante (extracción del diente, caries proximal y exfoliación)
- Combinación de estos factores.

Otras variables que influyen en la retención del sellante incluyen la posición del diente en la arcada, la destreza del operador y la edad del paciente. La presencia de esmalte aprismático en

dientes recientemente erupcionados confiere una diferencia morfológica en el patrón de grabado y una menor superficie para la adhesión, la que puede influenciar el rendimiento clínico de los sellantes. (Konde, 2008)

PUNTOS CONTROVERSIALES

- ✓ **Profilaxis previa:** Desde un comienzo, la profilaxis con piedra pómez, como paso previo a la colocación de sellante era fundamental, pero hoy en día estudios demuestran que no hay diferencias en cuanto al método de limpieza, incluso según Pope, 1996, bastaría con solo el grabado ácido de la superficie para obtener resultados óptimos en cuanto a retención y sólo se limitaría la limpieza en pacientes con mala higiene oral, donde la película adquirida no es removida por el ácido grabador. (Burrow y Makinson, 1990). Estudios han demostrado que el diámetro de un filamento de una escobilla de profilaxis es mayor que el de una fisura, por lo tanto no penetra hacia el fondo de esta, por lo que las caras oclusales no lograrían ser bien higienizadas con este método, incluso, partículas de piedra pómez pueden quedar incluidas en la fisura, sin poder ser removidas al enjuagar el diente, ni con un chorro de agua, ni con una sonda, contribuyendo a una deficiente retención del sellante (Brown y Barkmeier, 1996; Pope y cols., 1996). Los restos de piedra pómez también pueden permanecer en la fosa luego del acondicionamiento ácido, disminuyendo la penetración de la resina y evitando el completo grabado del esmalte.

Existe otro método de profilaxis, como es la utilización del aire abrasivo, pero hay evidencia poco concluyente y limitada a favor de la utilización de éste como un método de limpieza antes del grabado ácido para mejorar la retención. (Rüya Yazici.A et al., 2006)

- ✓ **Uso de adhesivo:** La integridad de los sellantes es la clave para prevenir la aparición de caries. (Brown JR, Barkmeiner WW, 1996), por lo que se requiere una rigurosa técnica que nos asegure la retención del sellante en boca.

Se ha demostrado que los Sistemas Adhesivos dentinarios penetran mas profundamente en las fisuras cuando no han podido ser secadas del todo, aumentando así su retención. (Perdigão J, Frankenberger R, 2001)

Estudios demuestran que frente a un campo contaminado con saliva, luego del grabado ácido, donde se ha colocado sistema adhesivo más sellante, se obtienen resultados similares de retención que con una técnica sin sistema adhesivo y sin contaminación al cabo de dos años. (Feigal RJ, Hitt J, Splieth C. ,1993)

A pesar de esto siguen los cuestionamientos con respecto al aumento del costo y del tiempo clínico, el cual conlleva al aumento de probabilidad de contaminación.

- ✓ **Tipo de Sistema Adhesivo a utilizar:** Los actuales sistemas adhesivos de autograbado, que no involucran un paso de grabado separado, proveen una retención comparable o menor que los sistemas adhesivos que involucran un paso de grabado ácido separado (Beauchamp, 2008). Algunos autores como Perry (2002) han declarado que la adhesión de los sistemas adhesivos autograbantes al esmalte es inferior a la obtenida con sistemas adhesivos con grabado total mediante ácido fosfórico. Otras investigaciones han mostrado

que la adhesión en esmalte obtenida por sistemas de autograbado es satisfactoria.(Friedi, HK, 2000)

RESISTENCIA ADHESIVA

Resistencia traccional es el esfuerzo máximo que tolera un material sometido a cargas de tracción sin romperse. (McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms, 2001), denominándose Resistencia Adhesiva al hablar de la unión del material adhesivo al diente.

Barrancos Mooney, en el año 2006, define la Resistencia adhesiva como la tensión necesaria para producir desprendimiento, siendo estos dos términos utilizados como sinónimos.

Los sellantes en boca, están sometidos constantemente a fuerzas debido a las cargas oclusales masticatorias, estas cargas son principalmente intrusivas, pero dependiendo de la adhesividad de los alimentos aparecen fuerzas de extrusión que cobran importancia cuando actúan sobre las superficies selladas, por esto, el grado de retención de los sellantes debe ser lo suficientemente alto para resistir estas fuerzas y no ser desprendidos.

La contaminación por saliva del esmalte grabado produce una disminución de la Resistencia traccional de los sellantes. (Feigal RJ et al, 1993).

HIPÓTESIS

La resistencia microtraccional de sellantes realizados con sistemas adhesivos de autograbado es similar a la de los realizados con sistemas de grabado total y superior a los con técnica convencional.

OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar de forma in vitro si la Resistencia Adhesiva obtenida en la aplicación de un sellante, mediante la técnica “Sellante mas Sistema Adhesivo” autograbante es aceptable para ser utilizada clínicamente.

Objetivos Específicos

1. Comparar in vitro la Resistencia Adhesiva de un sellante aplicado mediante la técnica “Sellante mas Sistema Adhesivo”, utilizando un Sistema Adhesivo de grabado total (tipo II) y Sistemas Adhesivos Autograbantes (tipo III y IV) con la técnica convencional.
2. Evaluar dentro de la técnica “Sellante mas Sistema Adhesivo” la posibilidad de usar un sistema adhesivo de autograbado en vez de uno de grabado total tipo II, para así disminuir el número de pasos, la complejidad de la técnica y el riesgo de contaminación con saliva.
3. Comparar la Resistencia Microtraccional de sellantes realizados con sistemas adhesivos autograbantes de 1 y 2 pasos.
4. Comparar la Resistencia Microtraccional de sellantes realizados con la técnica convencional v/s la técnica de grabado total.

MATERIALES Y MÉTODO

Este es un estudio experimental de ensayos in vitro. La variable a medir es la Resistencia Adhesiva de los sellantes con técnica convencional y de los realizados con la técnica “Sellante más Adhesivo” con los distintos tipos de Sistemas Adhesivos de Grabado Total (tipo II) y Autograbantes (tipo III y IV). Ésta es una variable cuantitativa y se medirá en MPa.

Se seleccionaron 16 dientes (premolares y molares extraídos de humano) con superficies intactas y libres de caries, posteriormente, al azar se eligió una de las caras proximales, de la cual se obtuvieron finalmente los cuerpos de prueba.

Los dientes se sometieron a una limpieza con un escaler ultrasónico Bobcat de Dentsply a 25 KHz. por 30 segundos para luego ser almacenados en suero fisiológico y a temperatura ambiente (18 °C) hasta el momento de su utilización.

Se cubrieron las raíces de los dientes a utilizar con acrílico rosado, formando un cubo, para facilitar el posterior posicionamiento en la máquina cortadora Isomet. (foto n°2)



Foto n°2: Molar con raíces cubiertas con acrílico rosado y posicionador de máquina cortadora Isomet.

Se hicieron 4 grupos y se distinguieron aleatoriamente con las letras A, B, C y D

Las superficies proximales del grupo con la letra **A** recibieron el siguiente tratamiento: se grabó por 15 segundos con ácido fosfórico al 35% en gel (Ácido Grabador Scotchbond)(foto n°3), luego se lavó por 60 segundos con spray de la jeringa triple (foto n°4) y se secó con aire de la misma por 5 segundos, después se aplicaron dos capas del sistema adhesivo de tipo II (Adper Single Bond II, de la 3M)(foto n°5) frotándolo por 15 segundos y se fotopolimerizó por 10

segundos.(foto n°6)

Las superficies proximales del grupo con la letra **B** recibieron el siguiente tratamiento: Se utilizó el Sistema Adhesivo Adper SE Plus, de la 3M, se aplicó el líquido A, luego se aplicó el líquido B (adhesivo tipo III autograbante), durante 20 segundos hasta obtener un cambio de color del producto (foto n°7 y n°8), luego se secó por 10 segundos con aire de la jeringa triple, después se aplicó una segunda capa del líquido B y se fotopolimerizó por 10 segundos.

Las superficies proximales del grupo con la letra **C** recibieron el siguiente tratamiento: Se aplicó el Sistema adhesivo autograbante tipo IV, (Adper Easy Bond, de la 3M) (foto n°9) durante 20 segundos, se secó la superficie durante 5 segundos con aire de la jeringa triple y se fotopolimerizó por 10 segundos.

Las superficies proximales del grupo con la letra **D** recibieron el siguiente tratamiento: se grabó por 15 segundos con ácido fosfórico al 35% en gel (foto n°3), luego se lavó por 60 segundos con spray de la jeringa triple (foto n°4) y luego se secó con aire de la misma por 5 segundos. No se utilizó sistema adhesivo.

Tabla III: Diferencias de procedimiento en los cuatro grupos

	Grabado	Lavado (jeringa triple)	Secado(jeringa triple)	Sist. Adhesivo
Grupo A	Ac. Fosfórico 35% gel	Lavar 60 seg, spray	5 seg	Adper Single Bond II
Grupo B				Capa A+B Adper SE Plus Secar 20 seg, capa B
Grupo C				Adper Easy Bond, secar 5 seg
Grupo D	Ac. Fosfórico 35% gel	Lavar 60 seg, spray	5 seg	Sin Sistema Adhesivo



Foto n° 3: Grabado ácido por 15 segundos



Foto n°4: Lavado con spray por 60 segundos.



Foto n°5: Aplicación Adper Single Bond II



Foto n°6: Fotopolimerización del adhesivo



Foto n°7: Líquido A y B Adper SE Plus



Foto n°8: Aplicación líquido B Adper SE Plus



Foto n°9: Adper Easy Bond



Foto n°10: Aplicación capa de sellante Clinpro

En todas las superficies trabajadas se aplicó el sellante Clinpro, de la empresa 3M, ya que tiene una pigmentación blanca y buena fluidez. La forma de colocación de éste fue siguiendo las indicaciones del fabricante. (foto n°10)

Para proveer el agarre en el test de tensión se aplicó una capa de resina compuesta híbrida universal (Filtek Z350, de la 3M ESPE), polimerizada en tres incrementos, obteniendo una altura de 6 mm.(foto n°11)



Foto n°11: Bloque de resina Filtek Z350 de 6 mm de altura.

Los dientes así preparados se almacenaron en agua destilada, por 24 horas, hasta la medición de resistencia a la tracción.

Se destaca que todas las fotopolimerizaciones fueron realizadas con una lámpara tipo halógena (QHL 75 Dentsply) previamente revisada con un radiómetro.

Luego se hicieron cortes coronales de 1 mm. en los molares con la cortadora Isomet a 200

rpm, comenzando con 100 rpm para disminuir el riesgo de fractura del disco y del diente. El primer corte no se consideró, ya que sirvió para emparejar la superficie. (foto n°12).

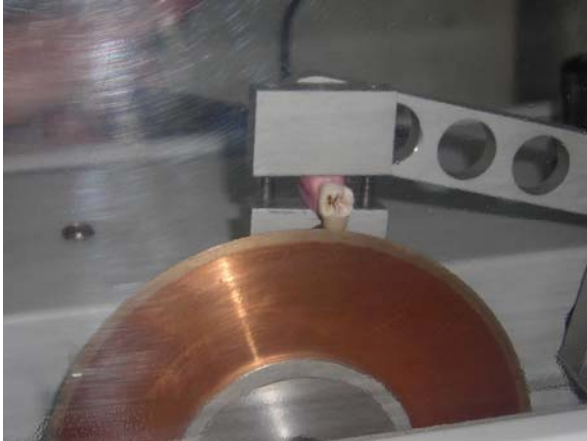


Foto n°12: Máquina Isomet cortes coronales.



Foto n°13: Corte realizado

Después, las láminas de diente que resultaron del corte anterior (foto n°13), fueron colocadas con compuesto de modelar en un bloque de acrílico transparente, cuidando que el borde de la lámina de diente quedara paralela al borde del bloque. En esa posición se realizaron los cortes en sentido axial, el primer corte no se consideró para emparejar los dientes (foto n°14). De estos cortes resultaron varillas de 1cm.x1mm.x1mm (foto n°15). Por cada grupo de estudio se seleccionaron al azar 15 varillas, obtenidas de las superficies preparadas, que serán nuestros sujetos de estudio.

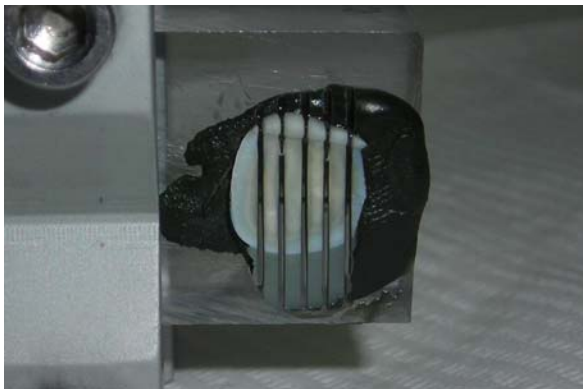


Foto n°14: Cortes axiales



Foto n°15: Varillas resultantes. (cuerpo de prueba)

Para realizar la medición, cada uno de los 60 especímenes fueron instalados en la mesa de la máquina Instron (Micro Tensile Tester (ref. T-61010) 110/220 Volts, BISCO, Inc. 1100 w. Irving Park Rd. Schaumburg) (foto n°16 y n°19) adhiriendo la muestra en sus dos extremos con un pegamento en base a cianoacrilato (Zapit) (foto n°17) y fueron medidos sucesivamente a una velocidad de cabezal de 0.5mm por minuto, registrándose la tensión necesaria para la fractura del sellante. (foto n°18)

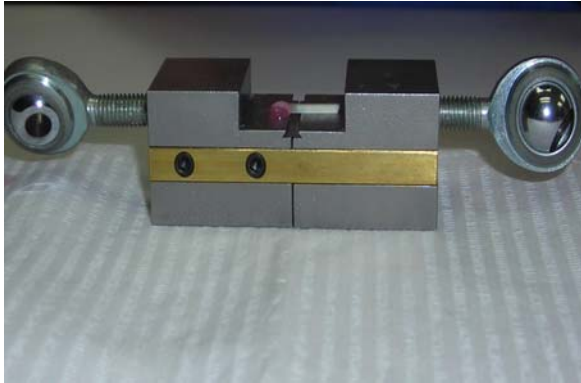


Foto n°16: Muestra en mesa de máquina Instron **Foto n°17:** Kit Pegamento Zapit.

En uno de los extremos ya se puso pegamento

Los datos fueron recolectados en una plantilla de datos simple donde se cruzaba el número de la muestra v/s el grupo de estudio correspondiente, anotando en cada casilla el resultado obtenido. El resultado fue entregado en Newton, pero como nuestros cuerpos de prueba tenían una superficie adhesiva de 1 mm^2 , no fue necesario realizar una conversión a Megapascals para realizar los cálculos, ya que:

$$1 \text{ MPa} = 1 \text{ Nw/mm}^2$$



Foto n°18: Muestra ya testeada en máquina de Microtracción.



Foto n°19: Máquina de microtracción Instron.

RESULTADOS

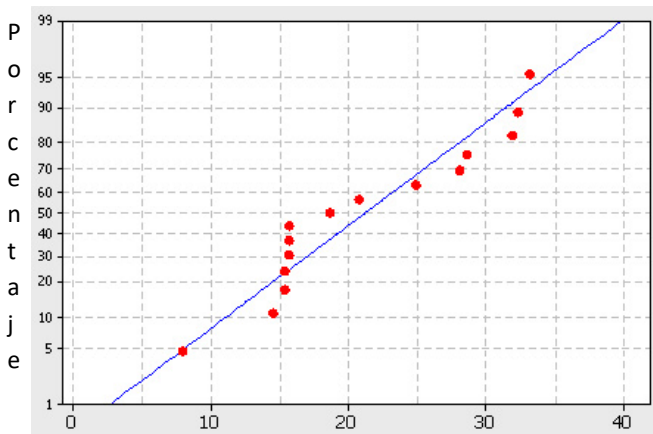
ANÁLISIS ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO

Ho: Las medias de los 4 grupos de estudio no tienen diferencias significativas.

H1: Existen diferencias significativas en las medias de los 4 grupos de estudio.

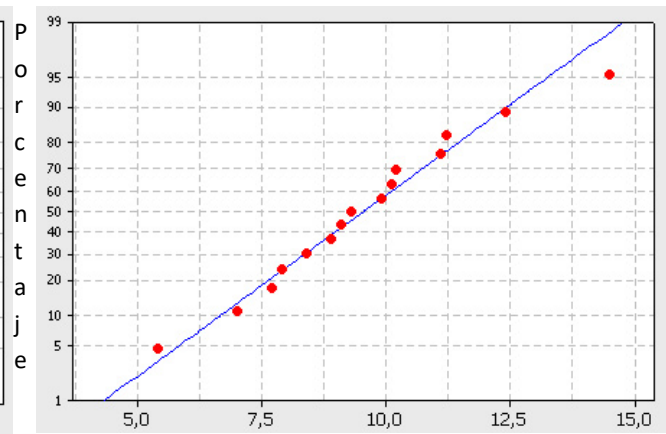
Análisis de normalidad

Gráfico de Normalidad del Grupo A



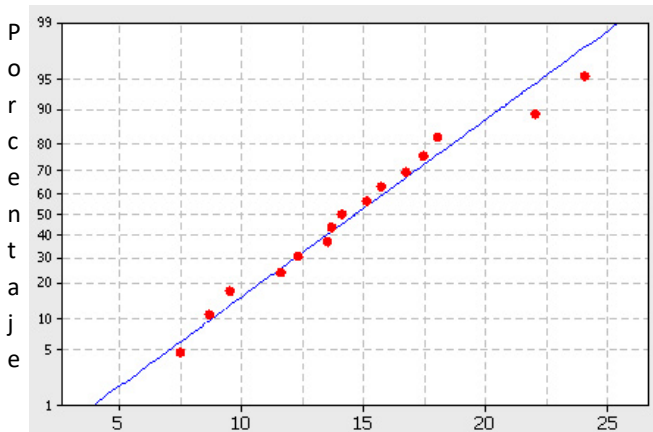
Grupo A

Gráfico de Normalidad del Grupo B



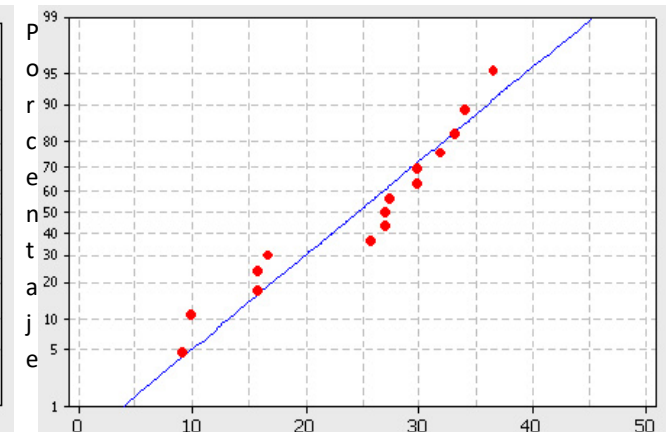
Grupo B

Gráfico de Normalidad del Grupo C



Grupo c

Gráfico de Normalidad del Grupo D



Grupo D

Gráfico n°1: Gráfico de Normalidad de los datos. Los valores p son:

A> 0,150; B>0,150; C>0,150; D:0,058

En el gráfico n° 1 se muestra los gráficos de normalidad para cada grupo A, B, C y D, de acuerdo a la prueba de Kolmogorov Smirnov (KS). Todos los valores p son altos, lo que indica que se acepta la hipótesis de normalidad dentro de cada grupo.

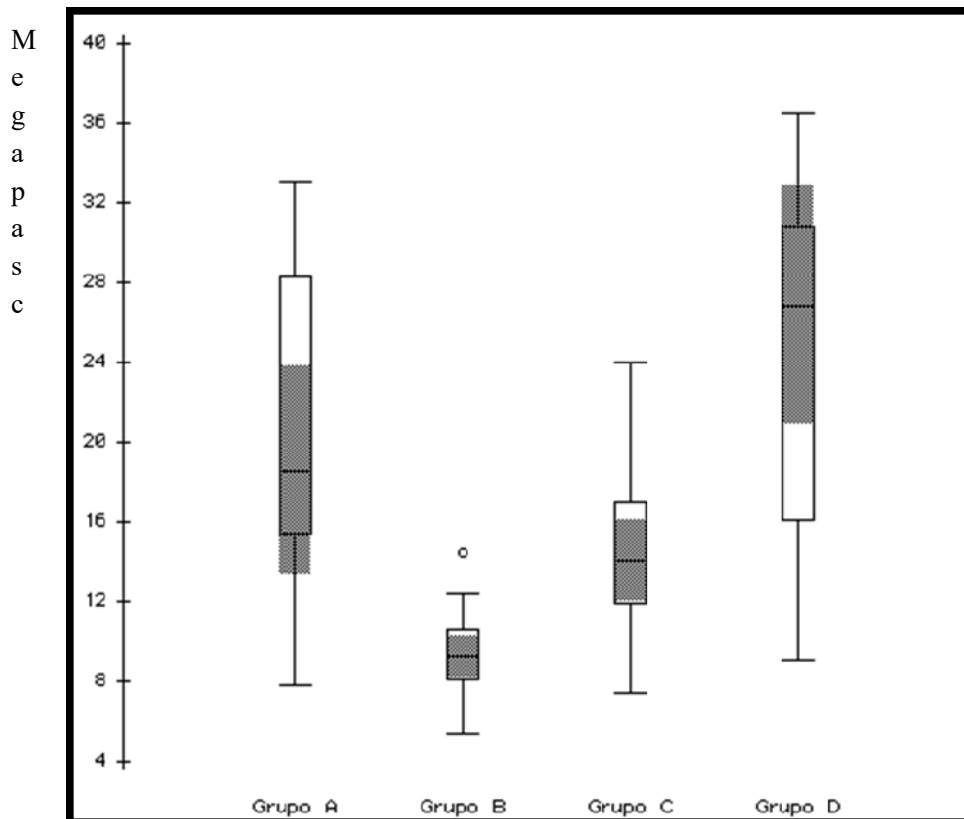


Gráfico n°2: Gráfico de dispersión de los datos por grupo.

El gráfico n°2 nos muestra la dispersión de los datos en cada grupo, siendo el grupo B el que muestra resultados más bajos, pero con menor dispersión, lo que nos hace pensar que son más confiables que los del grupo A y D que obtuvieron valores mayores pero con mas variabilidad.

ANALISIS ESTADISTICO INFERENCIAL

Se realizó el test ANOVA de un factor (one way ANOVA) donde los datos muestrales no permiten aceptar la hipótesis nula de igualdad de medias entre los grupos ($p < 0,00001$), por lo tanto se rechaza, ya que existen diferencias significativas entre las medias de nuestros grupos de

estudio. Para saber cual grupo es el responsable de esta diferencia se realizó el test de Tukey, contrastadas con pruebas de Bonferroni, LSD y Dunnet.

Tabla IV: Parámetros del modelo

Fuente	Valor	DS	T	Pr > t	Lím. Inf. (95%)	Lím. Sup. (95%)
Intersección	24,593	1,675	14,681	< 0,0001	21,238	27,949
Grupo-A	-3,380	2,369	-1,427	0,159	-8,126	1,366
Grupo-B	-15,053	2,369	-6,354	< 0,0001	-19,799	-10,308
Grupo-C	-9,940	2,369	-4,196	< 0,0001	-14,686	-5,194
Grupo-D	0,000	0,000				

Esta tabla de regresión del análisis ANOVA indica que sólo el tratamiento A contiene en su intervalo de confianza al valor 0, y por lo tanto es comparable al definido como control, el tratamiento D; no así los tratamientos B y C.

El gráfico de coeficientes estandarizados es otra forma de representar lo anterior.

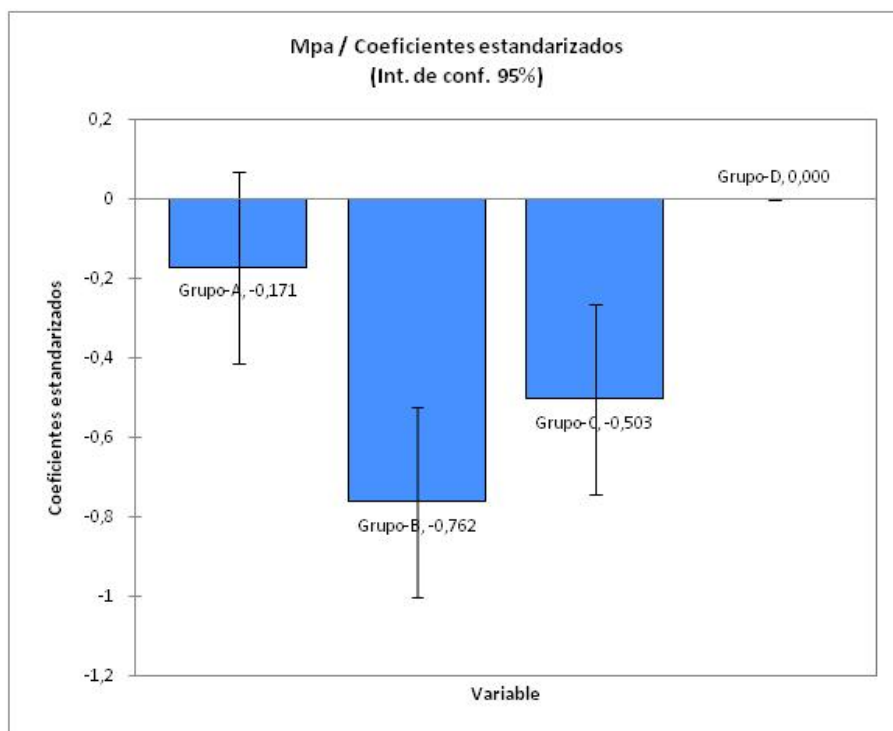


Gráfico n°3: Gráfico de coeficientes estandarizados.

Análisis Tukey HSD de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza de 95% (HSD: *honestly significant difference*):

Tabla V: Análisis de Tukey con intervalo de confianza de 95%.

Contraste	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Pr > Dif	Significativo
D vs B	15,053	6,354	2,648	< 0,0001	Si
D vs C	9,940	4,196	2,648	0,001	Si
D vs A	3,380	1,427	2,648	0,488	No
A vs B	11,673	4,927	2,648	< 0,0001	Si
A vs C	6,560	2,769	2,648	0,037	Si
C vs B	5,113	2,158	2,648	0,148	No

De acuerdo a este análisis de diferencias, entre el grupo A y D no hay diferencias significativas (lo cual es confirmado por las pruebas de Fisher LSD y Bonferroni, con $p=0,159$). en tanto entre C y B tampoco habría diferencias.

Cabe destacar que la prueba de Dunnett bilateral, para contraste de diferencias entre grupos de prueba y un control (en este caso el grupo D) arrojó los siguientes valores:

Tabla VI: Prueba de Dunnett bilateral.

Categoría	Diferencia	Diferencia estandarizada	Valor crítico	Diferencia crítica	Pr > Dif	Significativo
D vs B	15,053	6,354	2,414	5,720	0,000	Si
D vs C	9,940	4,196	2,414	5,720	0,000	Si
D vs A	3,380	1,427	2,414	5,720	0,354	No

DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta las limitaciones de este estudio In Vitro, podríamos determinar que la diferencia en los valores de Resistencia Microtraccional de los sellantes realizados con Sistemas Adhesivos Autograbantes (tipo III y tipo IV) comparadas con los realizados con la técnica convencional y con Sistemas Adhesivos de grabado total son considerablemente menores. Esto nos deja una gran inquietud a cerca de la confiabilidad de estos Sistemas Adhesivos Autograbantes, lo que llamaría a hacer nuevas investigaciones al respecto.

Es sabido que los Sistemas Autograbantes tienen una pobre adhesión a esmalte (Perry, 2002), por lo que los resultados obtenidos en nuestro estudio no estarían tan alejados de los encontrados en estudios similares (Sarmiento, 2003), ya que tienen una menor acidez que el ácido fosfórico y por consiguiente no consiguen un grabado tan profundo (Pashley, DH, 2001). A esto se le suma que hay una gran diversidad de adhesivos de este tipo en el mercado, de los cuales no se sabe mucho acerca de su capacidad de grabar el tejido dentario, por lo que pueden ofrecer resultados completamente distintos al ser aplicados en esmalte o en dentina por las diferentes composiciones de estos dos substratos. (Carpena G et Al, 2002)

También se conoce que la adhesión de los sistemas adhesivos de grabado total es efectiva en esmalte y dentina tanto in vivo como in vitro (Fringer W. & Balkenhol M, 1999)

En el conjunto de los Sistemas Autograbantes (grupo B y C del estudio, 2 y 1 paso respectivamente) se observó que si bien las diferencias no eran estadísticamente significativas, nuestra percepción es que el sistema de 2 pasos tiene una adhesión más deficiente. El proceso de elaboración de las muestras se hizo más complejo porque sufrían fracturas adhesivas al momento de realizar los cortes, la manipulación de estas debió ser muy delicada por su gran fragilidad.

A pesar de que según nuestro estudio no habrían diferencias significativas entre Resistencia Adhesiva de sellantes realizados con la técnica convencional v/s los realizados con la técnica de grabado total, se recomendaría utilizar Sistema Adhesivo tipo II ya que se obtienen mayores niveles de sobrevida cuando se ven sometidos a contaminación por saliva.. También hay otros estudios que obtuvieron resultados con diferencias significativas entre estas dos técnicas. (Sarmiento, 2006)

Para obtener una mayor resistencia adhesiva microtraccional entre sellantes y un agente adhesivo es necesario obtener tanto una retención de tipo micromecánica a través de rugosidades en la superficie como también una unión de tipo químico a través de un agente de enlace y esto sería proporcionado por el Sistema Adhesivo. (Barrancos Mooney, 2006 y Machi R.,1988)

Para lograr que los sellantes alcancen un mejor comportamiento físico, se han elaborado materiales con mayor proporción de relleno, llevando a una mayor viscosidad, causando dificultad en el esparcimiento dentro de las fisuras pequeñas. La aplicación de un sistema adhesivo como paso previo al sellante ayuda en el posicionamiento de estos materiales viscosos, ya que además de facilitar la penetración, aumenta la humectancia. El resultado es un sellante con

relleno, el cual penetra más profundamente a todas las fisuras necesarias (Symons, 1996). Esto también justificaría la utilización de Sistemas Adhesivos en la aplicación de sellantes, ya que mejora la penetración de éstos en fisuras.

Es necesario tomar en cuenta que, si bien, éste tipo de estudios son interesantes de realizar, la obtención de la muestra resulta ser de una alta complejidad. Los materiales son difíciles de cortar y constantemente están sujetos a sufrir fracturas tanto del material mismo, como de la interface adhesiva que se logró. Por lo mismo, no existe gran cantidad de estudios al respecto.

Dentro de las limitaciones que podemos encontrar en la ejecución de esta investigación están el uso de superficies lisas, en vez de superficies oclusales, ya que los sellantes que son sometidos a tracciones verticales son los oclusales y no los de superficies lisas. Se entiende que ésta hubiese sido la forma ideal de realizar nuestra medición de microtracción, pero la máquina de corte Isomet no permitía hacerlo de esta forma. Se debió inspeccionar las muestras luego del test en la máquina cortadora, ya que se podrían haber producido cracks en el esmalte, que hubiesen condicionado la fractura en ese punto.

La prueba de microtensión, sólo prevee una medida de fuerza estática de un material o de una interfase, definida como la capacidad de resistir a una carga constante por un breve período de tiempo. (Frankenberger, 2004) Por lo tanto se recomienda, para estimar el desempeño clínico de un material de restauración o un adhesivo se debería valorar por prueba de fatiga, también su capacidad de reaccionar a varios ciclos de temperatura y varios ciclos de carga, como las condiciones que ofrece la prueba de termociclado. (Sarmiento, 2000)

Los especímenes preparados para nuestras pruebas fueron realizados con un área transversal de 1x1 mm. en forma de varilla. Estos han demostrado brindar una uniformidad en las pruebas de tensión y manejabilidad en los especímenes, siendo probados exitosamente al comparar las fuerzas adhesivas en esmalte y dentina con primers autograbables. (Goracci, 2005).

Se debe considerar que el aumento del tiempo clínico al hacer sellantes con sistema adhesivo en condiciones poco favorables aumenta el riesgo de contaminación por saliva, por lo que sería beneficioso una modificación en la composición de los sellantes, siendo estos mismos los portadores de una sustancia que se comporte similar a un primer hidrofílico.

La relevancia clínica que se podría desprender del estudio es que la caries sigue siendo la enfermedad oral más prevalente (Mariné, 1997) y nuestro deber como odontólogos es tener una actitud preventiva constante basada en información actualizada de nuevas técnicas y materiales que salen día a día al mercado y que no siempre son de la eficacia que nosotros requerimos, dentro de los cuales encontramos a los Sistemas Adhesivos Autograbantes. El presente estudio más que aliviar la incertidumbre con respecto al comportamiento de estos adhesivos en esmalte, serviría para motivar futuros estudios que sigan esta línea de investigación.

CONCLUSIONES

La hipótesis para éste estudio era no esperar diferencias significativas en los valores de resistencia microtraccional utilizando diferentes tipos de sistemas adhesivos para realizar sellantes de resina, por lo tanto se rechaza ya que de los resultados de nuestro estudio se podría inferir que la Resistencia Adhesiva otorgada por los Sistemas Autograbantes (tipo III y tipo IV) a esmalte es deficiente y a pesar de su menor tiempo clínico requerido, no sería recomendable para ser utilizada en la realización de sellantes.

Al comparar las Resistencias Adhesivas de sellantes realizados con la técnica convencional y los realizados con Sistemas Autograbantes obtenemos una fuerza mayor, estadísticamente significativa, por lo que la utilización del Sistema Adhesivo, en este caso, va en desmedro de la permanencia del sellante en boca, que es lo que finalmente estamos buscando. Por el contrario, al comparar la Resistencia Adhesiva de sellantes convencionales v/s los sellantes realizados con la técnica de grabado total, los resultados son similares y no estadísticamente significativos, pero hay que tener presente que este es un estudio in vitro, por lo que los resultados en boca podrían variar.

No se justificaría el uso de un Sistema Adhesivo de Autograbado, en vez de uno de grabado total tipo II, aunque tenga un menor número de pasos clínicos, la complejidad de la técnica sea menor y el riesgo de contaminación con saliva también disminuya, ya que los valores de microtracción arrojados son significativamente menores.

La técnica de sellante con Sistemas Adhesivos Autograbante de un paso arroja resultados microtraccionales mayores que los de dos pasos, por lo que se podría concluir que clínicamente los monofrasco tendrían un comportamiento mejor que los de dos frascos.

Aunque los valores de Resistencia Adhesiva obtenidos en nuestro estudio en sellantes realizados mediante la técnica convencional v/s la de grabado total sean similares, clínicamente sería recomendable utilizar la técnica con adhesivo, ya que disminuiría el fracaso por contaminación con saliva.

SUGERENCIAS

Luego de la realización de nuestro estudio, podemos sugerir la ejecución de éste en superficies oclusales de molares, en vez de superficies lisas, ya que de esta forma estaríamos recreando un ambiente más real para las condiciones que tienen que superar los sellantes. Además obtendríamos una adhesión mayor, dado por las irregularidades de la superficie, pero tendríamos el sesgo de las diferencias de profundidad de los surcos y fisuras.

También se puede sugerir realizar el estudio *in vivo*, con el mismo fin anterior, dar mayor realidad a las condiciones del sellante. En caso de no poder realizarse *in vivo*, recomendamos el uso de termociclado, con el fin de acelerar el desgaste del material, asimilando las condiciones de la boca.

Existen estudios que miden fuerza adhesiva, pero las pruebas se realizan con una máquina de cizallamiento, sería interesante realizar estudios y compararlos con los que hacen las pruebas con microtracción.

También sería conveniente realizar el mismo estudio pero aumentando el número de muestras con el fin de aumentar el universo y así obtener resultados más significativos en las tendencias observadas.

Nuestro estudio se realizó solamente con materiales de la empresa 3M Espe, quizás se debería realizar con otras marcas y comparar los resultados.

Observar, las muestras con algún tipo de aumento, como por ejemplo una lupa stereoscópica, para identificar posibles fallas cohesivas y el lugar exacto de la fractura.

RESUMEN

- **Objetivos:** Observar *in vitro* si existen diferencias significativas en el grado de retención de un sellante realizado con distintos tipo de sistemas adhesivos
- **Materiales y Método:** La muestra contó con 16 dientes (premolares y molares) de los cuales se obtuvieron 15 cuerpos de prueba por cada uno de los siguientes grupos: Grupo A (Sellante Clinpro + Adper Single Bond II), Grupo B (Sellante Clinpro + Sistema Adhesivo Adper Scotchbond), Grupo C (Sellante Clinpro + Adper Easy Bond) y Grupo D (Sellante Clinpro con la técnica convencional). Sobre el sellante se realizó un cubo de Composite Filtek z 350 para permitir la fijación de la muestra a la máquina cortadora Isomet. Luego, cada cuerpo de prueba, fue sometido a un test de microtracción con la máquina de Ensayo Universal Instron hasta su fractura adhesiva, recolectándose los datos en MPa en una tabla simple.
- **Resultados:** Según los análisis efectuados mediante los Test estadísticos de Tukey, Bonferroni, LSD y Dunnet; las diferencias de las medias de la resistencia a la microtracción observadas entre los grupos A v/s D y B v/s C no fueron estadísticamente significativas, al contrario, las diferencias observadas entre los grupos A v/s B, A v/s C, B v/s D y C v/s D fueron estadísticamente significativas siendo los grupos B y C lo que arrojaron menores valores de Resistencia a la Microtracción.
- **Conclusiones:** Nuestro estudio nos orienta a pensar que los valores de Resistencia Adhesiva de los Sistemas Adhesivos Autograbantes, de 1 y 2 pasos, al ser utilizados en esmalte en la técnica de sellantes, son deficientes y habría que esperar más estudios que respalden su comportamiento clínico.

BIBLIOGRAFIA

Adaptado de ADA, Council, JADA, 126, Junio 1995.

American Dental Association, 1996. *Caries, diagnosis and risk assesment: Review of preventive estrategic and management*. ADA.

Albaladejo A, Aguilera FS, Tay FR, Ferrari M., Toledano M, Osorio R; 2006. *Effect of cyclic loading on the microtensile bond strengths of total-etch and self-etch adhesives*. Oper Dent. 2006 Jan-Feb;31(1):25-32.

Anson RA, Full CA, Wei SH,1982. *Retention of pit and fissure sealants placed in a dental school pedodontic clinic: a retrospective study*. Pediatr Dent. Mar;4(1):22-6

Anusavice KJ, 1995. *Treatment regimens in preventive and restorative dentistry*. J Am Dent Assoc; 126;727-743.

Bader M., Astorga C., y otros, "Biomateriales Dentales" Propiedades generales, Tomo 1 Primera Edición, U de Chile 1996, 71 p, p 8-15, 49-62 Cap., 1-4.

Baratieri LN, 2002. *Adesao aos tecidos dentarios" Odontología Restauradora, Fundamentos y Posibilidades*. Rui Santos, Sao Paulo, Brasil. Livraria Santos Editora Comp. Imp. Ltda. Pag 83-129.

Barkmeier WW, Erickson RL, 1994. *Shear bond strength of composite to enamel and dentin using Scotchbond multi-purpose*. Am J Dent 1994;7:175-9.

Barrancos y Guzmán H., "Biomateriales Odontológicos de uso Clínico", 1ª Edición, Editorial presencia Ltda., Capitulo 4, Pág. 31-44, 1990).

Barrancos Mooney J, 2006. *Operatoria Dental*; Cuarta edición, Editorial Medica Panamericana, Buenos Aires

Barrancos y OKeefe K.L., Powers J.M., "Adhesion of Resin Composite Core Materials to Dentin", Int. Journal Prosthodont, v. 14(5): Pág. 451-456, Sep.-oct. 2001

Beauchamp J, DDS; Page W. Caufield, DDS, PhD; James J. Crall, DDS, ScD; Kevin Donly, DDS, MS; Robert Feigal, DDS, PhD; Barbara Gooch, DMD, MPH; Amid Ismail, BDS, MPH, MBA, DrPH; William Kohn, DDS; Mark Siegal, DDS, MPH; Richard Simonsen, DDS, MS . Marzo 2008. *Evidence-based clinical recommendations for the use of pit-and-fissure sealants. A report of the American Dental Association Council on Scientific Affairs*. JADA, Vol. 139, Marzo.

Brown JR & Barkmeiner WW, 1996. *A comparison of six enamel treatment procedures for sealant bonding*. Pediatric Dent. 18: 29-31

Brunelle JA, Carlos JB. 1982 *Changes in the prevalence of dental caries in US. Schoolchildren.* 1961-118. *J Dent Res*, 61: 1346-51.

Buonocore M., Rochester N. Y., 1963 “Adhesive retention and adhesive restorative materials”, *Journal American Dent. Ass.*, v. 67(3): Pág. 382-391)

Buonocore y Sheykholeslam. *Bonding of Resins to Phosphoric Acid-Etched Enamel Surfaces of Permanent.* *J DENT RES* 1972; 51; 1572.

Burrow M, Makinson O, 1990. *Pits and fissures: Remnant organic debris after acid-etching.* *J Dent Child.* 57: 348-351.

Carpena G. et Al., 2002 “Dental Adhesion: Present state of the art and futures perspectives”, *Dental Materials Quintessence Int.*, v. 33: Pág. 213-224.

Duke ES, 1999. *Adhesive bonding directions: where are things going?* *Compend Contin Educ Dent.* 1999 Nov;20(11):1010-2, 1014.

Duke ES., 1999. *Buonocore Memorial Lecture. Thoughts on contemporary restorative materials.* Indiana University School of Dentistry, Department of Restorative Dentistry, Indianapolis 46202, USA.

Feigal RJ, Hitt J, Splieth C, 1993. *Retaining sealant on salivary contaminated enamel.* *J Am Dent Assoc.* 1993 Mar;124(3):88-97.)

Feigal RJ, 1998. *Sealants and preventive restorations: review of effectiveness and clinical changes for improvement..* *Pediatr Dent.* 1998 Mar-Apr;20(2):85-92

Feigal R, Hitt J, Splieth C, 1993. *Retaining sealant on salivary contaminated enamel.* *JADA.* 124: 88-97.

Fejerskov, 2004 *Changing Paradigms in Concepts on Dental Caries: Consequences for Oral Health Care.* Royal Dental College, Faculty of Health Sciences, University of Aarhus, Aarhus, Denmark 38:182–191

Fejerskov O, Baelum V, 1998: *Changes in prevalence and incidence of the major oral diseases; in Guggenheim B, Shapiro H (eds. Oral Biology at the Turn of the Century: Truth, Misconcepts and Challenges.* Basel, Karger, pp 1–11.

Francis R, Mascarenhas AK, Soparkar P, Al-Mutawaa S., 2008. *Retention and effectiveness of fissure sealants in Kuwaiti school children.* *Community Dent Health.* Dec;25(4):211-5.

Frankenberger R, Pashley DH, Reich SM, Lohbauer U, Petschelt A, Tay FR., 2004: *Characterisation of resin-dentin interfaces by compressive cyclic loading.* *Biomaterials*, in press, available on line: September 2004.

Friedl HK, Oberlander H, Schamlz G, Hiller KA. *Bond strength of composite resins using a new one step adhesive system.* *J Dent Res* 2000; 79: 264, Abstr. No. 3633.

- Finger, W.F, Bankelhol, M.,, 1999. *Practitioner variability effectson dentin bonding with an acetone based one bottle adhesive*. Journal of Adhesive Dentistry 1(4): 311-314.
- Gagnon P, Ismael AI, 1995. *A longitudinal evaluation of fissure sealant applied in dental practices*. J Dent Res 1995;74:1583-90
- Garcia-Godoy F, Gwinnett J, 1987. *Penetration of acid solution and gel in oclusal fissures*. Journal of American Dental Association.
- Goldstein RE, Parkins FM. *Using air-abrasive technology to diagnose and restore pit and fissure caries*. JADA 1995; 126:761-6
- Gómez de Ferraris, M.E 1999: *Complejo dentino pulpar 2: Dentina. Esmalte. Histología y Embriología buco dental*. Primera edición. Editorial Médica Panamericana, Madrid. Pp 235-270/271-316.
- Goracci C., 2005. *A study into laboratory techniques for interfacial strength testing of dental material*, PhD program: “Dental materials and their clinical applications”. University of Siena, School of Dental Medicine.
- Gordan V, Vargas M, Cobb D, 1998. *Evaluation of acidic primers in microleakage of class V composite resin restoration*. Operative dentistry. 23 (5): 244-249.
- Handelman SL, 1991, *Therapeutic used sealants for incipient or early carious lesion children and young adults*. Proc Finn Dent.
- Hebling J, Feigal RJ. 2000. *Use of one-bottle adhesive as na intermediate bonding layer to reduce sealant microleakage on saliva contaminated enamel*. American Journal of Desntistry 13: 187-191
- Inoue S, Vargas M, Van Meerbeeck B, Yoshida Y, 2000. *Adhesion mechanism of self-etching adhesives*. Advance Adhesive Dentistry. 3° International Kuraray Symposium. 131-148.
- Ismail, A. I, 2009. *Predictors of dental caries progression in primary teeth..* Journal of Dental Research, Vol. 88, No. 3, 270-275 (2009)
- Konde S, , Mandanna DK, Subramaniam P.J, 2008. *Retention of a resin-based sealant and a glass ionomer used as a fissure sealant: A comparative clinical study* Indian Soc Pedod Prev Dent.
- Kugel G, Ferrari M, 2000. *The science of bonding: from first to sixth generation*. Journal of the American Dental Association. 131 Supplement 20S-25S.
- Lam A, 2008 Mar. *Increase in utilization of dental sealants*. J Contemp Dent Pract. 1; 9(3):81-7
- Levine , Triolo PT Jr, Swift EJ Jr, Mudgil A, 1993. *Effects of etching time on enamel bond strengths*. Am J Dent 1993;6:302-4

- Li SH, Kingman A, Forthofer K, Swango P. 1993. *Comparison of tooth surface-specific dental caries attack. Patterns in US. Schoolchildren from two national surveys.* J Dent Res,
- Macchi R., 1988; “Materiales Dentales, Fundamentos para su Estudio”, 2ª Edición, Editorial Médica Panamericana, Capítulos 1, 2, 3, Pág. 11-13, 27-46, 47-54.
- McGraw-Hill 2001. *Dictionary of Scientific and Technical Terms*, 5th Edition.
- Mariné A., Stanke F., Urzúa I., 1997 “*Tratamiento de una enfermedad Infectocontagiosa*”. 1ª Edición. Facultad de Odontología Universidad de Chile.
- Mertz-Fairhurst EJ et al. *Current status of sealant retention and caries prevention.* Dent Educ 1984; 48 (Supplement 2) 18-25
- Mertz-Fairhurst EJ, Schuster GS, Fairhurst CW, 1986. *Arresting caries by sealants results of a clinical study.* ADA.
- Nakabayashi y cols, 1982. *The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates.* J Biomed Mater Res 1982; 16: 265-273
- Pashley DH, Tay FR, 2001, *Aggressiveness of contemporary self-etching systems. Part I: Depth of penetration beyond dentin smear layer.* Dent. Mat: 296-308.
- Paterson, R.C., Watts A., Saunders, W.P., Pitts, N.B. 1991. *Modern concepts in the diagnosis and treatment of fissure caries. A review of clinical techniques and materials for the busy practitioner.* Quintessence Publishing Co.
- Perdigão J, Frankenberger R, 2001. *Effect of solvent and rewetting time on dentin adhesion.* Quintessence Int. 2001 May;32(5):385-90.
- Perdigão, J, Fundingsland W, Duarte Jr S & Lopes M, 2005. *Microtensile adhesion of sealants to intact enamel,* International Journal of Paediatric Dentistry, 15:342–348
- Perdigão J, Lambrechts, P, Van Meerbeeck, B, Vanherle, G, 1995. *A field emission SEM comparison of four post fixation drying techniques for human dentin.* Journal of Biomedical Materials Research. 29(9): 1111-1120.
- Perry AO, Rueggeberg FA, 2002. *The effect of acid primer or conventional acid etching on microleakage in a photoactivated sealant.* J Clin Pediatr Dent. Winter;26(2):175-8.
- Phillips “Ciencia de los Materiales Dentales” Fundamentos para su estudio, Segunda Edición, Editorial Mc Graw-Hill Interamericana, Capítulos 2-3, Pág. 13-32, 313-326, 1998
- Pope BD Jr, Garcia-Godoy F, Summitt JB, Chan DD, 1996. *Effectiveness of occlusal fissure cleansing methods and sealant micromorphology.* ASDC J Dent Child. May-Jun;63(3):175-80.
- Powers JM., O’Keefe KL., 2001 *Adhesion of resin composite core materials to dentin.* Int J Prosthodont Sep-Oct;14(5):451-6.

Raúl J., Spadilero M., Uribe J., 1990 “Operatoria Dental Ciencia y Práctica”: Sistemas Resinosos Compuestos, Avances Medicas Centrales, capitulo 8, Pág. 207-225, Madrid, 1990

Rock WP, Weatherill S, Anderson RJ, 1990. *Retention of three fissure sealant resins. The effects of etching agent and curing method. Results over 3 years.* Br Dent J. 168:323-325.

Rüya Yazici. A et al., 2006. *A two-year clinical evaluation of pit and fissure sealants placed with and without air abrasion pretreatment in teenagers.* J Am Dent Assoc, Vol 137, No 10, 1401-1405.

Sánchez-Pérez,L , 2009. *Clinical, salivary, and bacterial markers for caries risk assessment in schoolchildren: a 4-year follow-up.* Int J Paediatr Dent. 2009 May;19(3):186-92

Sarmiento J, 2000. *Evaluación in vitro de la microinfiltración de sellantes con y sin el uso de imprimantes.* Universidad de Valparaíso, Facultad de Odontología, Escuela de Odontología, Cátedra de Operatoria Dental.

Sarmiento J, 2003. *Evaluación comparativa in vitro de la Resistencia Traccional de Sistemas Adhesivos en esmalte.* Universidad de Valparaíso, Facultad de Odontología, Escuela de Odontología, Cátedra de Operatoria Dental.

Sarmiento J, 2006. *Evaluación comparativa in vivo de la Resistencia Adhesiva de Sellantes con y sin sistema adhesive frente a condiciones extremas en pacientes adultos.* Universidad de Valparaíso, Facultad de Odontología, Escuela de Odontología, Cátedra de Operatoria Dental.

Siegel . and Waggoner WF, 1996 *Pit and fissure sealant application: updating the technique.* J Am Dent Assoc, 1996; Vol 127, No 3, 351-361.)

Swifte Jr. et Al., 1995 “*Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art.* Quintessence Int., v. 26(2): Pág. 95-110

Symons AL, Chu CY & Meyers IA, 1996. *The effect of fissure morphology and pretreatment of the enamel surface on penetration and adhesion of fissure sealants.* J Oral Rehabil, vol 23, no. 12, pp. 791-798

Tencate AR, 1986. *Estructura del Esmalte. Histología Oral: Desarrollo, estructura y función.* Editorial Médica Panamericana, Buenos Aires. Pp 252-263

Toledano M., Osorio R., Albaladejo A., Aguilera F.S., Tay, F.R.,Ferrari M., 2006: *Effect of cyclic loading on the microtensile bond strengths of total-etch and self-etch adhesives.* Oper Dent; 31:25-32

Van Meerbeek B., Dhem A., Goret-Nicaise M., Braem M., Lambrechts and G. Vanherle P, 1993: *Comparative SEM and TEM Examination of the Ultrastructure of the Resin-Dentin Interdiffusion Zone.* J Dent RES, vol 72;495

Van Meerbeek B., Inokoshi S., Braem M., Lambrechts and G. Vanherle P, 1992: *Morphological Aspects of the Resin-Dentin Interdiffusion Zone with Different Dentin Adhesive Systems*. J Dent RES 71; 1530.

Van Meerbeek B., Mohrbacher H, Celis J.P., Roos J.R., Braem M., Lambrechts and G. 1993: *Chemical Characterization of the Resin-Dentin Interface by Micro-Raman Spectroscopy*. J Dent RES; vol 72; 1423

Van Meerbeek et Al., 2001 “*Adhesives and cements to promote preservation dentistry*”, Operative Dentistry Supplement, v. 6, Pág. 119-144,

Van Meerbeek y otros, 2000. *Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces*. J Dent Res. 2000 Feb;79(2):709-14

Vijayaraghavan TV, Hsiao JY & Moss SJ, 1995: *Evaluation of a no-rinse enamel conditioning prior to sealant application: An in vitro study of comparison to traditional etching technique*. Pediatric Dentistry, vol 17, no. 4, pp. 301-304

Waggoner WF, Siegal M. 1996. *Pitt and fissure sealants, updating the technique*, JADA; 127:351-61.