

MRC
52071
R 291

Universidad de Valparaíso
Facultad de Odontología
Cátedra de Operatoria Dental



**EVALUACIÓN IN VITRO DE LA MICROINFILTRACIÓN DE SELLANTES CON
Y SIN EL USO DE IMPRIMANTES**

Trabajo de Investigación para
optar al título de Cirujano - Dentista

Alumnas: Macarena Tarud Nassar
Geraldine Vives Toledo

Profesor Guía: Dr. Jaime Sarmiento Cornejo

Valparaíso, Octubre 2000

*A nuestros padres,
A nuestros hermanos
A Rodrigo*

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a nuestras familias, por todo el amor y apoyo brindado durante toda nuestra vida.

Al doctor Jaime Sarmiento por su dedicación en la labor como guía, por toda su ayuda, comprensión y paciencia.

A Jaime Nassar y Felipe Mangini por su colaboración en la edición visual de esta tesis.

A las empresas Tecnoimport y Dental Guzmán por colaborar con los materiales necesarios para la ejecución de este trabajo.

Al personal de pabellón de Clínica Estoril, Al doctor Samy Alamo y Al personal del Hospital San Juan de Dios por su colaboración en la recolección de los dientes para nuestra tesis.

A la Clínica Vasca y a todo su personal, Al doctor Santiago Gómez y al doctor Juan Eduardo Onetto por su colaboración en la parte experimental.

Al doctor Javier del Castillo de la Universidad de Chile por facilitarnos la máquina de Termociclado.

Al profesor Enrique Cabrera por su trabajo en los resultados de esta tesis.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	2
<i>Diagnóstico de caries de puntos y fisuras</i>	2
<i>Riesgo de caries, susceptibilidad de caries, actividad de caries</i>	2
Susceptibilidad de caries.....	3
Actividad de caries.....	3
SELLANTES.....	5
<i>Tipos de sellantes</i>	6
Características ideales de un sellante.....	7
<i>Indicaciones de uso de sellantes</i>	7
<i>Puntos controversiales con respecto al uso de sellantes</i>	8
<i>Sellado sobre caries</i>	9
<i>Limpieza y preparación del diente previo a la aplicación de un sellante</i>	9
<i>Fallas de los sellantes</i>	10
POLIMERIZACIÓN DE LAS RESINAS.....	12
<i>Sistemas de activación para la polimerización</i>	12
<i>Contracción de polimerización</i>	13
ADHESIÓN.....	15
<i>Mecanismos de adhesión a esmalte</i>	15
<i>Mecanismo de adhesión a dentina</i>	18
UTILIZACIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS PARA MEJORAR LA ADHESIÓN DE LOS SELLANTES.....	21
1. <i>Configuración del fondo de la fisura</i>	21
2. <i>Características del esmalte en las vertientes internas de una fisura</i>	21
3. <i>Difusión del proceso carioso en puntos y fisuras</i>	22
4. <i>Características de los sellantes</i>	22
5. <i>Contaminación de la superficie con saliva y/o humedad</i>	22
6. <i>Uso de primer en esmalte</i>	23
7. <i>Penetración de los sellantes</i>	25
8. <i>Fuerza de unión de los sellantes a la superficie dentaria</i>	25
9. <i>Poros</i>	25
MICROINFILTRACIÓN DE SELLANTES.....	27
<i>Nanoinfiltración</i>	29
OBJETIVOS.....	30
MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
<i>Técnica convencional</i>	32
<i>Técnica propuesta</i>	33
RESULTADOS.....	36
DISCUSIÓN.....	40
CONCLUSIONES.....	42
SUGERENCIAS.....	42
RESUMEN.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	44

INTRODUCCIÓN

Prevención consiste en todos los esfuerzos por poner una barrera al avance de la enfermedad en todos y cada uno de sus estados. Cuanto antes tengan lugar los esfuerzos preventivos, más efectivo será el resultado final. Desde hace algunos años la prevención en cariología ha adquirido vital importancia debido a la gran eficacia y efectividad demostrada en la disminución de la caries dental, ya sea en la clínica odontológica individual como en los programas preventivos comunitarios.

Actualmente, gracias al conocimiento alcanzado en relación con la etiología multifactorial de la caries dental, se han desarrollado diversos métodos de prevención, en los que se incluyen: la instrucción de higiene, la utilización de fluoruros, las sugerencias dietéticas basadas en limitar el consumo de azúcares, el uso de pruebas de susceptibilidad a la caries, la educación del paciente y por último, la modificación de la morfología del diente mediante los sellantes de puntos y fisuras, entre otros.

Con estos métodos se puede disminuir la actividad bacteriológica en pacientes con gran patología y mantener un nivel aceptable de salud en pacientes sanos y con bajo riesgo de enfermedad.

La eficacia a largo plazo de los sellantes de puntos y fisuras ha sido bien documentada en la literatura. Los beneficios preventivos de los sellantes se obtienen y mantienen siempre y cuando éstos permanezcan completamente intactos y adheridos a la superficie dentaria. Debido a las falencias que han sido descritas con el uso de la técnica convencional de aplicación de sellantes de puntos y fisuras es que este estudio propone una modificación de la técnica convencional con el fin de mejorar la efectividad del uso de estas restauraciones preventivas, basándose en los mecanismos que intervienen en la adhesión de los materiales resinosos a la superficie dentaria.

MARCO TEÓRICO

Debido a la morfología de las caras oclusales de molares y premolares y a que son áreas difíciles de higienizar adecuadamente, estas zonas constituyen la localización más frecuente de caries dental en el grupo etáreo entre 6 y 13 años.

Las fisuras, una falla de la coalescencia en la formación de las coronas clínicas, en la cara oclusal y algunas caras lisas, vestibulares y palatinas, tienen una profundidad muy variable pudiendo llegar a las cercanías del límite amelodentinario. Han sido descritas como invaginaciones múltiples o defectos en forma de Y invertida, irregulares y bulbosas, por lo que son una vía favorable de acceso y acumulo de microorganismos, de células descamadas y para la impactación de restos de alimentos que originan la caries de puntos y fisuras. En cuanto a la morfología, las fisuras pueden existir separadamente, mientras otras se extienden en todas direcciones, anfractuosamente. Existe una clasificación de la morfología de las fisuras: fisuras tipo V, tipo U tipo Y.

Las variaciones morfológicas que puede presentar un diente en su superficie oclusal son infinitas y de gran complejidad incluso dentro de una misma cara oclusal, por lo que no es posible garantizar clínicamente qué tipo particular de morfología le corresponde a determinada pieza dentaria, lo que crea una verdadera problemática en el diagnóstico de caries en esas superficies.

Diagnóstico de caries de puntos y fisuras

El diagnóstico de caries en las caras oclusales se realiza mediante la exploración con una sonda afilada, evidenciando enfermedad cuando:

1. La sonda se retiene al ser insertada en el punto o fisura, acompañado con:
 - a) reblandecimiento de la base de la zona
 - b) opacidad adyacente al punto o la fisura, con evidencia de socavado o desmineralización
 - c) esmalte ablandado junto al punto o a la fisura que puede ser removido con el explorador
2. Hay pérdida de translucidez normal del esmalte junto al punto en contraste con la estructura dentaria que lo rodea. Este estado se considera como evidencia confiable de socavado. En alguno de estos casos el explorador puede no retenerse o penetrar en el punto.

Desgraciadamente, el diagnóstico de todas las fisuras susceptibles es difícil clínicamente; ya que el examen con espejo y sonda meramente permite reconocer la presencia de fosas en la superficie del diente. Estudios microscópicos han demostrado que las fisuras oclusales que clínicamente parecen ser redondeadas y superficiales ocasionalmente albergan fosas profundas contaminadas con detritus y microorganismos (Symons y cols, 1996).

Riesgo de Caries, Susceptibilidad de Caries, Actividad de Caries

Aunque la utilización de estos términos se hace a menudo como si fueran sinónimos, el contenido de cada uno de ellos debe ser claramente diferenciado.

De acuerdo con Krasse, un individuo con riesgo de caries es aquel que tiene un elevado

potencial de contraer la enfermedad, debido a condiciones genéticas o ambientales.

El carácter multifactorial de la enfermedad de caries está claramente reflejado en el clásico esquema de Keyes, en donde cada uno de los elementos que interactúan - susceptibilidad del huésped, sustrato y microorganismos específicos - debe ser analizado para establecer un diagnóstico adecuado del riesgo de caries.

Susceptibilidad de caries.

Se entiende por susceptibilidad de caries la propensión inherente del huésped y de sus dientes a sufrir caries. La susceptibilidad individual es un hecho ligado a factores genéticos; sin embargo, ello no quiere decir que sea un elemento inmutable. La posibilidad de acumulación de placa está relacionada con factores tales como la alineación de los dientes en el arco, anatomía de la superficie, textura superficial y algunos factores de naturaleza genética hereditaria. La susceptibilidad de caries puede ser disminuida mediante la acción adecuada del flúor, por ejemplo.

Actividad de caries:

La actividad de caries de un individuo está en relación con la velocidad de aparición de nuevas lesiones de caries. Sin embargo, y puesto que, entre la aparición de las lesiones y el inicio de la enfermedad debe transcurrir un espacio de tiempo, la detección del nivel de actividad de caries individual deberá determinarse con anterioridad al establecimiento de lesiones.

Prevenir la formación de un proceso carioso ha sido siempre una preocupación en Odontología. A través del tiempo se fueron ideando algunas soluciones clínicas específicas para las superficies oclusales, entre las que podemos destacar:

- ✓ La extensión preventiva: Black preconizó que al preparar una cavidad, el contorno cavitario debía extenderse por prevención a zonas donde la acumulación de placa bacteriana era menos factible para evitar la reiniciación de caries a corto plazo. En las caras oclusales se debía abarcar todos los surcos aunque no estuvieran afectados por una lesión.
- ✓ Hyatt en 1922 recomendó la "odontotomía profiláctica" al observar la alta susceptibilidad a las caries oclusales en la gran mayoría de los primeros y segundos molares. Sugirió preparar cavidades poco profundas en zonas sanas susceptibles y obturarlas con amalgama. De esta manera él creía que las áreas altamente susceptibles se volverían mucho menos susceptibles al ataque de las caries.
- ✓ Erradicación de la fisura: planteada por Bodecker en 1924, consistía en eliminar la retentividad de los puntos y fisuras profundos por un remodelado mecánico, transformándolos en surcos anchos y redondeados. Esto se terminaba haciendo correr fosfato de cobre o zinc por la base de los surcos, intentando así sellarlos del medio ambiente bucal agresivo.
- ✓ Impregnación con soluciones: Se propusieron también agentes químicos selladores como el nitrato de plata amoniacal, ferrocianuro de potasio, cloruro de zinc y cemento de cobre. Ninguno de estos procedimientos permitió a los investigadores obtener resultados positivos.

- ✓ Ameloplastía: Gilmore en 1973 sugiere no penetrar en los surcos de la cara oclusal no invadidos por la caries, reemplazando la extensión preventiva de Black por una remodelación del surco llamada Ameloplastía. La técnica consiste en efectuar la extirpación mecánica, ensanche o remodelación de los surcos y/o fallas estructurales del esmalte sin llegar a dentina. La lesión se transforma, entonces, en una superficie curva, lisa, bien pulida, que permite así al paciente higienizar sin dificultad toda la superficie oclusal. Una vez abierto el surco se procede a remineralizarlo mediante la aplicación de soluciones fluoradas o barnices con flúor.

- ✓ Aplicación de materiales adhesivos: Sellantes de puntos y fisuras

SELLANTES

Los sellantes de puntos y fisuras constituyen un procedimiento preventivo conservador, con los cuales se pretende modificar la morfología de las caras oclusales y así reforzar el huésped.

Según Nikiforuk, el sellado oclusal se comporta como una barrera física que impide a las bacterias bucales y a los hidratos de carbono acumularse dentro de las fisuras, evitando la formación de ácidos que determinan posteriormente el inicio de las lesiones de caries. El efecto de estas restauraciones es "sellar" mecánicamente las fosas y fisuras, anulando el hábitat para el estreptococo mutans y otros microorganismos cariogénicos y así permitir una mejor limpieza de esas superficies.

Este tipo de restauraciones fue desarrollada por Cueto y Buonocore en 1965, sellando una fisura oclusal utilizando una resina BIS-GMA diluida en metil metacrilato. Este agente le confirió baja viscosidad a la resina, es decir, menor resistencia a fluir, permitiendo su penetración a la fisura y la unión al esmalte preparado. El cambio del agente disolvente de metil metacrilato a glicol dimetacrilato, logró un efecto significativo en la retención y en la capacidad preventiva de caries oclusales de estos materiales (Symons y cols, 1996).

Desde entonces se ha demostrado su eficacia en la reducción de caries en un 80% después de un año de aplicación y 70% luego de dos años; demostrándose que hay una reducción de caries de un 99% en las superficies que permanecen totalmente selladas.



Foto nº 1: Sellante aplicado a la cara oclusal de un molar

Tipos de Sellantes

Cianoacrilatos: fueron creados en 1940 como adhesivos quirúrgicos y en la década del setenta constituyeron los primeros materiales selladores para la prevención de caries. Su inestabilidad en boca y su relativo grado de toxicidad ocasionaron la contraindicación de ellos.

Policarboxilatos: estos materiales lograron una adaptación aceptable, pero se desintegraban en boca por su índice de solubilidad.

Poliuretanos: estos materiales adhesivos fueron desarrollados para ser utilizados como sellantes oclusales. Crearon buenas expectativas por la capacidad demostrada para liberar flúor en forma sostenida y su alto índice de permeabilidad. Los poliuretanos son el producto de la reacción de un diisocianato con un glicol de peso molecular elevado, por lo que no se alcanzaron los resultados esperados.

Diacrilatos: a fines de la década del sesenta se desarrolló una resina viscosa denominada BIS-GMA, basada en un monómero formado por la reacción del BIS-fenol A y el metacrilato de glicidilo. Esta fórmula fue creada por Bowen. Actualmente está en vigencia y los resultados obtenidos por su empleo han sido muy satisfactorios. Son los materiales más comúnmente descritos y se siguen utilizando.

Dimetacrilatos de uretano: cabe destacar estos agentes selladores ya que actualmente brindan idénticas posibilidades en cuanto adaptación y durabilidad que los sellantes basados en BIS-GMA.

Ionómero de Vidrio: desde hace algún tiempo se ha introducido el uso de cementos de Ionómero de vidrio como sellante de puntos y fisuras, mencionando su capacidad para liberar flúor como una de sus mejores ventajas (Weerheijm y cols, 1996). Los estudios realizados con estos materiales, ya sean in vitro o in vivo, han dado variados resultados respecto al comportamiento de estos materiales como sellantes de puntos y fisuras. Con respecto a la retención, se ha demostrado que es menor que los sellantes en base a resina (Songpaisan y cols, 1995 y Arrow y Riordan, 1995), pero que por su capacidad adhesiva a los tejidos dentarios y por la liberación de flúor, estos ejercerían una acción protectora de la fisura aún después de la pérdida del material, demostrada por la baja formación de caries que ocurre en dientes sellados por estos materiales (Arrow y Riordan, 1995). Hoy existe en el mercado un Ionómero especialmente fabricado para sellante de puntos y fisuras; el Fuji Ionomer type III (G-C Corporation).

Actualmente los sellantes más comunes se fabrican con resinas de diacrilato, BIS-GMA, los cuales pueden ser de autopolimerización o físicamente polimerizables; generalmente por luz halógena. Existen sellantes sin relleno y otros con relleno, generalmente inorgánico, de vidrio o cuarzo, el que varía entre un 20% y un 50%, lo que le provee al sellante mayor resistencia a la abrasión y en consecuencia mejora el comportamiento de la restauración, aunque todos son muy efectivos en sellar los puntos y fisuras. Según Rock y cols (1990), la retención de los sellantes con relleno sería menor que la de sellantes sin relleno, después de 3 años de evaluación.

Se pueden encontrar sellantes con pigmentos para darles color o sellantes sin pigmentos que son incoloros. Los sellantes con color permiten una disminución del tiempo en el examen de

control.

El sellante Ultraseal XT *plus* (Ultradent Products, Inc), posee un 60% de dióxido de sílice como relleno, es radiopaco y libera flúor. Además es tixotrópico lo que significa que el material se hace más fluido al pasar a través de una punta de aplicación, lo que permite que fluya más efectivamente en los puntos y fisuras y una vez posicionado se vuelve a engrosar. Aunque los porcentajes completos de composición no son conocidos, puesto que son secretos de los fabricantes, se cree que los sellantes sin relleno tienen una contracción volumétrica del 5% aproximadamente durante la polimerización, comparado con los sellantes con relleno donde la contracción sería de un 1% (Craig, 1981). La adición de las partículas de relleno además confiere una gran reducción del coeficiente de expansión térmica y una reducción en la expansión que resulta de la imbibición de agua (Ball, 1981).

Su presentación comercial es en jeringas con unas puntas de aplicación Inspiral Brush, las que poseen filamentos finos en su cepillo que ayudan a introducir el material en los puntos y fisuras. Viene en el color A2 y en dos tonos; Opaque White (blanco opaco) y Clear (claro).

El sellante Helioseal F (Vivadent) es fabricado en base a Bis-GMA, con un 40% en peso de relleno de dióxido de silicio y vidrio de flúor silicato. Presenta liberación de flúor.

Características ideales de un sellante:

Buena biocompatibilidad

Fácil manipulación

Buena penetración, evidenciada por baja viscosidad y baja tensión superficial

Estabilidad dimensional y química

Adecuadas propiedades físicas y mecánicas

Acción cariostática

A fin de proveer armonía oclusal, sólo una pequeña cantidad de resina puede ser tolerada en la superficie oclusal. Por lo tanto la resina debe sellar completamente la entrada de la fisura con una muy pequeña extensión hacia el esmalte de las vertientes cuspídeas (Symons y cols, 1996).

Indicaciones de uso de sellantes:

Como en la mayoría de las acciones preventivas debe considerarse prioritario el grupo de población infantil. Sin embargo, y al tratarse de una acción de aplicación individual, el sellado de fisuras permite definir con mayor exactitud sus indicaciones. Así, y atendiendo al hecho de que las piezas dentales con mayor riesgo de caries oclusales son los primeros y segundos molares, habrá que considerar dos grupos de edad en relación con la erupción de estos dientes: 6-7 años y 12-13 años.

Existe un acuerdo general en la mayoría de los investigadores, en considerar los dos o tres primeros años después de la erupción como el período de tiempo de mayor susceptibilidad a la caries. En consecuencia se mejorará la efectividad del sellante aplicándolo tempranamente, inmediatamente después de la erupción. La indicación para sellar los premolares deberá reservarse

para aquellos individuos con alto riesgo de caries.

Otros criterios de selección estarán en relación con las propias características de los dientes candidatos a sellar. Como norma básica el sellante deberá aplicarse sobre dientes libres de caries y obturaciones, sin embargo, debido a la dificultad que presenta el diagnóstico de caries en puntos y fisuras, en este estudio se asumirá que un cierto número de dientes que va a ser sellado presentará caries no detectables clínicamente. Aunque diversos estudios muestran que el sellado de una lesión incipiente contribuye a detener el proceso de la lesión y existe actualmente una tendencia a utilizar los sellantes solos o acompañados de composites en caries incipientes, desde una perspectiva estrictamente preventiva, su utilización se reservará para aquellos dientes libres de caries.

En pacientes discapacitados, con enfermedades motoras, o con alteración del flujo salival, la necesidad de prevención es más importante que en otros y el sellado debe ser usado en forma más rutinaria que lo indicado antes. Lo mismo ocurre en caso de dientes con algún defecto de desarrollo, por ejemplo invaginaciones, donde el sellado puede impedir la invasión microbiana de la pulpa.

Entonces, las indicaciones de los sellantes se pueden resumir en:

- ✓ Dientes con surcos y fosas profundas, que presenten un riesgo de caries, particularmente en pacientes susceptibles. Estas áreas a sellar deben estar clínicamente libres de caries.
- ✓ También pueden utilizarse para sellar obturaciones de resina o de amalgama.
- ✓ Pueden utilizarse en pacientes que presentan dificultades motoras para una higienización adecuada.
- ✓ En pacientes adultos que estén bajo tratamiento médico que conlleve a una disminución del flujo salival.

CRITERIOS	SELLAR	NO SELLAR
1. Morfología oclusal	Fisuras profundas retentivas	Fisuras con buena coalescencia
2. Actividad cariosa	Muchas lesiones oclusales, pocas proximales	Pocas lesiones oclusales y proximales
3. Época de erupción	Erupción reciente	Sin caries por tres o más años

Tabla nº I: Criterios para decidir la indicación de sellantes

Puntos controversiales con respecto al uso de sellantes:

El uso de sellantes en odontología preventiva plantea varias interrogantes de las cuales mencionaremos algunas:

Duración: Se ha estimado que la duración es breve, por lo cual no se justifica su uso. Sin embargo, hay estudios a largo plazo que dan una vida útil de cinco a seis años, con cerca del 60% de retención, lo cual significa cerca del 90% de protección en los dientes sellados. Esta duración es adecuada para superar el período de máximo riesgo en cuanto a caries.

Microorganismos bajo el sellante: Esta es una posibilidad al no poder comprobar lo que sucede en el fondo de la fisura. Se ha comprobado que la flora bajo un sellante íntegro disminuye en un 99% al final de dos años (Kennedy, 1977). Estos datos confirman que un número limitado de gérmenes es cultivable en las regiones selladas, pero que no son capaces de producir daño a los tejidos duros. Incluso hay estudios que sellan caries en casos controlados para obtener respuesta defensiva dentinaria, en las llamadas técnicas no invasivas.

Esmalte grabado que queda sin sellante: Se critica que el esmalte está más expuesto a caries. Estudios de solubilidad demuestran que efectivamente las superficies grabadas son más solubles que las zonas adyacentes, diferencia que es casi inaparente a las 24 horas. Se ha demostrado que el proceso de remineralización es sumamente rápido.

Sellado sobre caries:

La anatomía de las fisuras hace imposible limpiar sus partes más profundas antes de sellarlas y siempre queda una flora microbiana bajo el sellador. El diagnóstico temprano de caries es difícil y a menudo se sellan en forma inconsciente procesos de caries activas.

Varios trabajos se han ocupado del problema de lo que ocurre cuando se sellan caries de esta manera. La mayoría de los experimentos fueron realizados aplicando sellantes sobre caries evidentes en esmalte y también en dentina y después de distintos períodos de observación, se retiró el sellante y el foco se examinó con métodos clínicos y microbiológicos. Los períodos de observación fueron de hasta 5 años, con resultados convincentes en el sentido de que los sellantes pueden detener estas lesiones (Mertz-Fairhurst, 1986; Handelman, 1987). La cantidad de bacterias viables se reduce al mínimo y la caries cambió su carácter con la típica apariencia seca y coriácea de un proceso detenido.

Limpieza y preparación del diente previo a la aplicación de un sellante

Actualmente aún no se ha llegado a un consenso sobre el método de limpieza más favorable a utilizar previo a la aplicación de sellantes de puntos y fisuras que deje el surco completamente libre de detritus y que a su vez favorezcan la retención del sellante, eliminando también la película adquirida y dando mejores condiciones a la superficie para el grabado.

La profilaxis antes de la aplicación del sellante ha sido recomendada en el pasado, pero las opiniones han cambiado últimamente. Las caras oclusales a veces no logran ser bien higienizadas con una profilaxis convencional y las partículas de piedra pómez pueden quedar incluidas en las fisuras sin poder ser removidas al enjuagar el diente con un chorro de agua ni con la punta de una sonda, (Brown y Barkmeier, 1996; Pope y cols, 1996), contribuyendo a una deficiente retención del sellante. Aún después del grabado ácido y limpieza, los restos pueden permanecer en la fosa, evitando el acondicionamiento del esmalte y disminuyendo la penetración de la resina.

Silverstone (1983) compara el uso de distintas pastas para limpieza evaluando el efecto de ellas en la retención de los sellantes y logra concluir que estas pastas formarían una capa sobre el esmalte difícil de remover contribuyendo a una mala retención de estos materiales.

Se ha observado (Pope, 1996) que el grabado ácido del esmalte es aparentemente suficiente para remover la película adquirida y limpiar los surcos. Pero en aquellos casos de mala higiene oral, donde hay acumulación de placa bacteriana, detritus y manchas en las superficies de los dientes, una profilaxis sería esencial, como lo demuestran Burrow y Makinson (1990), donde una capa gruesa de película adquirida no era removida completamente por el grabado ácido, por lo que aconseja el uso de elementos auxiliares de limpieza previo al grabado ácido en estos pacientes. En estos casos debieran utilizarse pastas no fluoradas para facilitar la acción del ácido sobre la superficie. Como es sabido, el flúor reacciona con el esmalte logrando que este se torne más resistente a la acción de los ataques ácidos y se ha evaluado que reduciría la fuerza de adhesión de las resinas (Borget y García-Godoy, 1992).

Además de los métodos convencionales mencionados, se sugieren otros métodos de limpieza:

1. Preparación mecánica: Es la ampliación de la fisura con instrumentación rotatoria que permite un mejor diagnóstico de las descalcificaciones y mejora la retención de los sellantes permitiendo la penetración más profunda del sellante aumentando la superficie.
2. Tecnología de aire abrasivo: Introducida en los años 50, se usa un chorro de partículas de óxido de aluminio arrojadas por presión de aire a alta velocidad dentro de la superficie del diente limpia y seca, revelando áreas de descalcificación. La acción abrasiva limpia y profundiza los puntos y fisuras dejando unos pocos micrones de estructura dentaria intacta.
3. Ultrasonido.

Fallas de los Sellantes:

Según algunas investigaciones (Burrow y Makinson, 1990), éstas atribuyen las fallas de los sellantes a distintos factores como: el manejo inapropiado de los materiales, a la introducción de contaminantes como aceite para lubricación de los instrumentos rotatorios, residuos orgánicos, la película salival, vehículos orgánicos de las pastas profilácticas y a posibles reacciones de los productos después del grabado ácido. Estos factores reducirían la fuerza adhesiva de la resina a la superficie del esmalte grabada. Por esto, para obtener una superficie de esmalte receptiva al material sellador es necesario tener en cuenta dos factores: la completa remoción de residuos y de la película adquirida del diente y la calidad de la superficie grabada.

Otra falla de los sellantes puede ser atribuida a una capa no polimerizada de material, la que podría afectar la retención de éste, posiblemente por la formación de una resina más porosa y más débil que una completamente polimerizada. García-Godoy y cols., (1996), sugieren aumentar el tiempo de fotopolimerización de los sellantes a 60 segundos, ya que mayor tiempo podría producir una unión sellante-esmalte más fuerte, la que resistiría mejor las condiciones orales, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Por otro lado, Strang y cols., (1983), observaron que la polimerización de un sellante por 60 segundos era necesaria para asegurar el

completo endurecimiento del material en todos los tipos de sellantes y tipos de lámparas que él evaluó. Además, sugiere utilizar un mayor tiempo en la polimerización, en vez de arriesgarse a la pérdida temprana del sellante debida a una pobre unión, resultante de una inadecuada o defectuosa exposición a la fuente luminosa.

El tiempo de exposición del sellante a la luz podría verse influenciada según el tipo de sellante que se esté utilizando. Rock y cols (1990), observaron una menor retención de un sellante con relleno al compararlo con uno sin relleno, ambos fotopolimerizables. Estos resultados no concordaron con los resultados obtenidos por Stephen y cols (1985), el que utilizó la misma marca comercial de sellante con relleno; obteniendo mejores resultados en la retención de este tipo de sellante, con la diferencia que este último utilizó tiempos de polimerización de 60 segundos, el triple de lo recomendado por el fabricante, basándose en lo planteado por Strang (1983).

POLIMERIZACIÓN DE LAS RESINAS

Las resinas endurecen por un proceso de polimerización por el cual, a partir de una gran cantidad de pequeñas moléculas denominadas monómeros y a través de una serie de reacciones químicas, se forma una molécula grande o polímero. Todas las resinas utilizadas en Odontología polimerizan por adición; lo que significa que la estructura del monómero está repetida determinada cantidad de veces en el polímero, teniendo ambos la misma fórmula química.

Estas unidades estructurales se activan para que comience el proceso de polimerización por medio de un agente denominado iniciador, el que comienza su función a través de un activador.

Sistemas de activación para la polimerización

La polimerización puede ser activada por medios químicos o físicos (luz ultravioleta, luz visible, calor). De modo que la estructura de la resina más un iniciador dará lugar siempre a la formación de radicales libres cuando es activado por energía o por medios químicos.

1. Activación Química: los componentes de activación química endurecen por medio de un sistema red-ox, utilizándose el Peróxido de Benzoilo como iniciador y una amina terciaria, la N-N bis (2 hidroxietil) para-toloudina como activador. Siempre son bicomponentes (pasta-pasta, polvo-líquido, líquido-pasta).

2. Activación por luz ultravioleta: la primera activación lumínica que se utilizó fue la luz ultravioleta para sellantes de puntos y fisuras y luego se extendió su utilización a las resinas compuestas. En estos casos, el iniciador es el éter-metil-benzoico y el activador la radiación U.V., cuya longitud de onda oscila entre 300 y 400 nanómetros. Estos sistemas han sido reemplazados por la luz visible por los daños que produce este tipo de radiación a los tejidos.

3. Activación por luz visible: en 1981 surge la utilización de la luz visible, halógena o azul para la polimerización de los composites. Este tipo de activación se ha constituido en el más utilizado de los sistemas activados por luz, en razón de aportar una serie de beneficios en relación con los activados por luz U.V.

En este tipo de resinas actúa como iniciador una diacetona, la canforquinona, que es activada por la luz halógena con una longitud de onda de 470 nanómetros.

4. Activación por calor: este sistema de activación se limita al campo de las incrustaciones de resina compuesta y para las carillas de coronas y puentes. Este sistema da la máxima proporción de conversión de todos los empleados, seguidos de la polimerización por luz.

La polimerización de las resinas fotosensibles depende de los siguientes factores:

a) El poder de penetración de la luz: En el caso de la luz halógena, ésta tiene un poder de penetración de 1 a 2 mm, dependiendo de la intensidad lumínica de la lámpara y del color de la resina.

b) Tiempo de exposición: El tiempo necesario para el curado de una resina fotopolimerizable debe estar establecido según el tipo de resina. Varios autores coinciden en que el aumento del tiempo de

exposición mejora la proporción y profundidad de polimerización.

c) Distancia luz-restauración: el extremo de la lámpara debe estar lo más cerca posible de la superficie de la resina para asegurar una buena penetración del rayo lumínico, debiendo permanecer inmóvil durante el proceso de curado. La distancia ideal sería 1 mm de la restauración, pudiendo llegar hasta los 3 mm.

d) Interposición de esmalte y/o dentina entre la luz y la resina: se ha demostrado que la interposición de los tejidos dentarios entre la luz y la resina disminuye la profundidad de polimerización y la dureza del material que queda parcialmente curado.

e) Cantidad de inhibidor y características de absorción del iniciador: el incremento en la cantidad de inhibidor reducirá el grado de polimerización porque tendría un efecto de terminación en el desarrollo de las cadenas de radicales antes de que se produzca una conversión importante de los grupos metacrilatos. Por otro lado, las características de los fotoiniciadores, éter-metil-benzoico y canforquinona para los composites lumínicos regulan la formación de cadenas radicales controlando, de esta forma, la proporción de la polimerización.

f) Técnica de polimerización utilizada: la técnica de aplicación de una resina debe ser en forma incremental, con capas de no más de 1,5 mm, debido a que la profundidad de penetración del rayo lumínico es limitada.

g) Composición y características propias del material resinoso: las diferencias en la composición de la matriz resinosa y en la cantidad y calidad del relleno hacen que las resinas se comporten en forma distinta cuando se las polimeriza. Del mismo modo el color de la resina determina la necesidad de mayor tiempo de curado, para los matices oscuros que para los claros.

Contracción de polimerización:

La contracción de polimerización de las resinas es aún un desafío y todavía limita la técnica de aplicación de ellas. La contracción total puede ser dividida en dos componentes: la fase pre-gel y la fase post-gel. Durante la polimerización pre-gel la resina puede fluir, lo que alivia la tensión en la estructura. Después del endurecimiento la fluidez cesa y no puede compensar la tensión de contracción. Entonces la polimerización post-gel resulta clínicamente en una tensión significativa entre la unión diente-resina y la estructura dentaria adyacente.



La tensión que aparece de la contracción post polimerización puede producir una brecha en la unión diente-resina, conduciendo a una falla en la adhesión y microinfiltración, con las consecuencias clínicas que esto acarrea. Cierta tensión de contracción puede también ocasionar deformación en la estructura dentaria adyacente si la unión lograda es buena. Según algunas investigaciones (Yap y cols, 2000) se ha podido observar que el rango de contracción es mayor durante la reacción de fotopolimerización y continúa después que la luz se ha alejado de la

restauración. El rango sigue siendo alto luego de la polimerización y se estabiliza dentro de una hora. Luego de la contracción los materiales tienden a expandirse pero no alcanzan a compensar la contracción de polimerización. Esta expansión se atribuye a la absorción de agua por la resina, aunque esta absorción es lenta y puede llegar a requerir horas o días para alcanzar la saturación (Yap y cols, 2000).

Una forma de disminuir la contracción de polimerización, consiste en manejar la intensidad de la luz, aplicando una baja intensidad durante los primeros segundos de polimerización y luego aumentar la intensidad. Esto tiene por objeto aumentar la fase pre-gel en la cual la resina es más fluida y produce menos tensión, posponiendo la fase post-gel, donde la resina puede ser considerada como un sólido rígido.

Existen en el mercado lámparas con intensidad variable como la ESPE Elipar High Ligth, la cual entrega menor intensidad los primeros segundos de polimerización y luego ésta aumenta automáticamente.

El cambio dimensional que acompaña a la polimerización del material da como resultado la contracción de estos. La contracción se produce por los monómeros al formar enlaces covalentes entre ellos para dar lugar al endurecimiento, cambiando la distancia de las uniones de van der Waals por la distancia de las uniones covalentes.

El grado de contracción va relacionado con el número de enlaces covalentes que se formen y el tamaño de los monómeros. Otros factores que influyen en la contracción son: la cantidad de relleno que contiene la resina, el tipo de relleno, tamaño y el revestimiento de la red. La contracción que se produce después de retirar la fuente luminosa puede ser, en parte, atribuida a una contracción térmica que se produce por la pérdida del calor de la radiación.

El alto grado de contracción durante el primer minuto puede ser clínicamente significativo, ya que la integridad de la interfase diente-resina se ve rápidamente desafiada durante las fases tempranas de la polimerización, cuando la unión entre el esmalte o la dentina con la resina está todavía en maduración.

ADHESIÓN

De acuerdo con la sociedad americana de materiales (1964), adhesión, como fenómeno, se define como el estado en el cual dos superficies permanecen juntas por fuerzas, que pueden consistir en fuerzas químicas (primarias o secundarias) o fuerzas entrelazadas (mecánicas) o ambas; y un adhesivo, como material, se define como una sustancia capaz de mantener dos superficies unidas. Las fuerzas moleculares de unión pueden ser clasificadas como químicas (primarias) y físicas (secundarias). Las fuerzas moleculares de atracción química resultan de uniones iónicas o electrostáticas y uniones covalentes polares y no polares. Las fuerzas de atracción física derivan de fuerzas de Van der Waals las cuales incluyen fuerzas de Keeson, London y puentes de hidrógeno. La adhesión entonces puede ser el resultado de unión mecánica o unión adhesiva donde la interacción fisicoquímica se posiciona entre el adhesivo y el sustrato.

La adhesión mecánica consiste en que dos partes queden trabadas en función de la morfología de ambas. Esta unión puede lograrse a nivel macroscópico o microscópico (pequeñas irregularidades superficiales), siendo la diferencia entre ambas sólo una cuestión de magnitud.

Para lograr adhesión mecánica macroscópica hay que crear aspectos morfológicos en el orden de las décimas de milímetro y la separación entre las partes puede estar en este orden de magnitud. Para lograr adhesión mecánica microscópica la distancia entre ellas no deberá superar las milésimas de milímetro (micrómetro) y para interactuar a nivel químico deberá estar en el orden de millonésima de milímetro (nanómetro).

Con el interés de lograr adhesión entre los materiales de restauración y la estructura dental, son exploradas varias posibilidades. Estas incluyen el desarrollo de nuevos materiales resinosos con propiedades adhesivas; la modificación de los materiales actuales para hacerlos adhesivos; el uso de baños de adhesivos en la interfase diente resina y la alteración de la superficie dentaria por un tratamiento químico para producir una nueva superficie que se adhiera a los materiales resinosos.

Mecanismos de adhesión a esmalte:

Para que un sellante cumpla adecuadamente su función preventiva es necesario crear y mantener una adecuada unión entre la superficie del diente y el sellante. Esta unión se logra por medio de una unión micro-mecánica con el esmalte. Se cree que la interacción físico química entre la resina y el esmalte grabado juega un pequeño rol en la unión de resinas dentales a esmalte grabado y que el principal mecanismo implicado es la acción micro-mecánica (Gwinnett A, 1973 Retief D, 1987), dada por la penetración de la resina a las microporosidades que se logran en esmalte con el grabado ácido (Brown y Barkmeier, 1996).

La técnica de grabado ácido es la base de la odontología adhesiva actual. Se utiliza para la técnica de aplicación de sellantes de puntos y fisuras y previo a la colocación de resinas compuestas. Se utiliza también para fijar brackets de ortodoncia, para la ferulización de piezas traumatizadas, para cementaciones de espigas, prótesis fijas e incrustaciones estéticas o metálicas.

Esta técnica fue introducida por Michael Bonocuore en 1955 utilizando ácido fosfórico al

85% antes de la colocación de una restauración acrílica. Él demostró la adhesión de las resinas acrílicas restaurativas al esmalte después del grabado ácido de esta superficie. Desde entonces se han realizado numerosos estudios tendientes a buscar el tipo de ácido más adecuado, el tiempo necesario para el grabado y la mejor concentración del ácido que permita una adecuada adhesión sin producir demasiada desmineralización del esmalte

Una apreciación de la histología del esmalte resulta importante para comprender la técnica de grabado ácido. El esmalte es el tejido que cubre la corona anatómica del diente; es más grueso sobre las cúspides y más delgado en la base de las fosas, fisuras y en la región cervical de la corona. El esmalte contiene un 96% de sustancia inorgánica, 2% de sustancia orgánica y 2% de agua. El agua, junto con algunos microporos, le confiere al esmalte la permeabilidad a moléculas pequeñas.

Morfológicamente está compuesto por los prismas de esmalte, dispuestos en hileras, los que están rodeados por una vaina llamada sustancia interprismática, que está formada por proteínas insolubles calcificadas. Poseen un tamaño aproximado entre 4 a 7 μm , los que corren, con un trayecto ondulado, en una dirección generalmente perpendicular a la superficie del diente, con una ligera inclinación hacia la cúspide a medida que se dirigen a la superficie externa. No todos los prismas terminan en la superficie del diente. En los dientes temporales y permanentes existe una zona homogénea desprovista de prismas. Este esmalte aprismático se encuentra a lo largo de toda la corona de dientes temporales y es común en fosas, fisuras y regiones cervicales de la dentición permanente. Las características morfológicas del esmalte aprismático difieren entre la dentición temporal y la definitiva. En los primeros aparece como una banda laminada y en los últimos se asimila a un fenómeno en escala, relacionado con el patrón de crecimiento del tejido (Tencate, 1977; Symons y cols, 1996). Se cree que este esmalte aprismático puede influir negativamente la retención de una resina, ya que el ácido actúa directamente sobre los prismas y la sustancia interprismática.

En los dientes temporales, como resultado de su menor contenido mineral y alto volumen de porosidad intrínseca, la superficie de esmalte contiene cantidades mucho mayores de materia orgánica que el esmalte permanente. Por esta causa, es más resistente al grabado y debe utilizarse tiempos de grabado más largos para obtener un patrón similar al de los dientes permanentes.

El ácido produce una disolución selectiva de los cristales de los prismas de esmalte, proporcionando la microretención por la creación de poros y digitaciones a una profundidad de 10 a 30 micrones (Gwinnett AJ, 1981). El ácido barre parcialmente la superficie retirando así el esmalte menos reactivo, expone prismas, aumenta la energía superficial, mejora la adaptación marginal, la retención y el sellado periférico.

Los cambios en la morfología del esmalte por medio del grabado ácido con ácido fosfórico pueden ser estudiados por microscopía electrónica. Un esmalte no grabado tiene una morfología característica. Al grabar la superficie del esmalte con ácido fosfórico se producen tres tipos de modelos de grabado:

- ✓ Grabado tipo I: ocurre la disolución preferencial de las cabezas de los prismas de esmalte, lo cual termina en una típica apariencia de “panal de abejas”.
- ✓ Grabado tipo II: ocurre la disolución preferentemente de la periferia de los prismas de esmalte con una típica apariencia de “adoquines”.

Los grabados tipo I y II a menudo se obtienen en áreas adyacentes de un mismo diente y ocurren en superficies de esmalte en los cuales los prismas se extienden hacia la superficie del esmalte.

- ✓ Grabado tipo III: ocurre pérdida de superficie sin exposición de prismas adyacentes. Gwinnett (1973) demostró que este modelo de grabado se observa usualmente en las áreas cervicales de los dientes donde los prismas del esmalte no se extienden hasta la superficie.

Los modelos de grabado también dependen de la orientación de los prismas de esmalte. El efecto del grabado es más severo en los prismas de esmalte orientados perpendicularmente al ataque ácido que en los prismas orientados paralelamente al ataque ácido.

El ácido posee una penetración incompleta a la zona más profunda del surco, ejerciendo su acción en los planos inclinados de las cúspides y no en las profundidades de las fisuras, independiente si el ácido utilizado es en gel o en solución de alta o baja viscosidad (García-Godoy y Gwinnett, 1987; Rock y cols, 1990).

El ácido a utilizar debe tener suficiente actividad para ejercer su acción en un lapso lo suficientemente breve para que sea compatible con el trabajo clínico, pero, al mismo tiempo, debe limitarse su acción para no dañar en forma exagerada la estructura dentaria. Una solución acuosa de ácido fosfórico reúne ambos requisitos. Es un ácido relativamente activo por su pH reducido y la movilidad de sus iones. Al accionar sobre la hidroxiapatita, lo hace extrayendo calcio que pasa a formar parte de la solución. Cuando está en cierta cantidad, se forman fosfatos insolubles que al precipitar sobre la superficie del esmalte limitan la acción del ácido en profundidad.

Actualmente se acepta el uso de ácido fosfórico al 35% - 37% por un lapso de tiempo de 15 segundos, ya que, según estudios, mayor tiempo de grabado ácido produciría más pérdida de esmalte en profundidad con desprendimiento de algunos fragmentos de esmalte (Wang y Chau Lu, 1991). En cuanto a la adaptación de los sellantes, Symons y cols (1996), observaron que, en dientes grabados durante 15 segundos, ésta era menor que en dientes grabados durante 60 segundos. Esto no significaría un aumento en la adhesión del material, sino que se puede atribuir a la mayor disolución que se produce en el esmalte, permitiendo la mejor adaptación de la resina (Wang y Chau Lu, 1991).

Por otro lado, un estudio de Fuks (1984) concluye que la reducción del tiempo de grabado de sesenta a veinte segundos no aumenta la microinfiltración. Resultados similares han sido reportados con respecto a la fuerza de unión, a las irregularidades del esmalte y a la retención de la resina ubicada después de periodos cortos o convencionales de grabado ácido. (Stephen K.W.1982, Beech D.R.1980). Una reducción del tiempo de grabado ácido puede contribuir a una relación costo beneficio más favorable sólo por la disminución del tiempo ocupado por cada diente y consecuente con esto una disminución de la probabilidad de contaminación y posterior falla del sellante.

La superficie grabada debe mantenerse sin contaminación hasta la aplicación de la resina, ya que la contaminación con saliva o humedad interferiría en la correcta adhesión del sellante; ya que impide la adaptación de éste y provoca la remineralización del esmalte grabado (Kennedy, 1977).

En resumen, el grabado de la superficie del esmalte produce:

- ✓ Aumento del área aprovechable para la adhesión.
- ✓ Microespacios en el esmalte resultado de los modelos de grabado preferencial.
- ✓ Aumento de la humectabilidad de la superficie de esmalte grabado lo cual facilita la penetración de la resina dentro de los microespacios.
- ✓ Irregularidades de resina extendidas dentro del esmalte grabado, uniendo químicamente la resina al esmalte.
- ✓ La exposición de un marco orgánico de esmalte el cual sirve como red y sobre el cual la resina puede unirse.
- ✓ La formación de una nueva superficie debido a la penetración de nuevas sustancias como por ejemplo oxalato de calcio, complejo de tungstato orgánico, sobre los cuales la resina puede adherirse.
- ✓ La remoción de superficies de esmalte antiguas e inertes, cambiándolas por superficies frescas y reactivas que son más favorables para la adhesión.
- ✓ La presencia sobre el esmalte de una capa de grupos polares altamente adsorbidos, que son derivados del ácido usado.

Mecanismo de adhesión a dentina

La dentina puede ser considerada como un complejo hidratado compuesto por cuatro elementos: túbulos dentinarios orientados rodeados por una zona peritubular altamente mineralizada, embebida en una zona de matriz intertubular que contiene grandes cantidades de colágeno tipo I embebido en cristales de apatita y fluidos dentinarios. Otras proteínas no colágenas están presentes en una pequeña cantidad y tienen funciones específicas. Resumiendo, la dentina está compuesta por un 50% de volumen mineral, un 30% de materia orgánica y alrededor de un 20% de fluidos.

El área tubular y su diámetro varía desde un 22% y 2.5 um respectivamente en zonas cercanas a la pulpa hasta un 1% y 0.8 um respectivamente en el límite amelodentinario. El área de matriz intertubular varía desde un 12% en la predentina hasta un 96% cerca del límite

amelodentinario.

La permeabilidad dentinaria es altamente variable y es dependiente de la ubicación dentro del diente; es mayor cerca de la pulpa que en las zonas adyacentes.

El contenido mineral normal de la dentina es encontrado en dos áreas: entre los túbulos en la dentina intertubular en íntima asociación con las fibras colágenas y concentrada en la dentina peritubular. Los cristales de apatita son mucho más pequeños que la apatita encontrada en el esmalte y por esto su estudio se hace dificultoso.

Al tratar esta superficie con ácido solo se logra eliminar parte de la hidroxiapatita dejando la matriz colágena expuesta. Ésta, por ser orgánica, tiene baja energía superficial y no constituye una superficie apropiada para atraer el material restaurador. Además este tejido contiene humedad, lo que la hace incompatible con una sustancia hidrofóbica como son los monómeros de las resinas.

En la dentina, una solución ácida como el ácido fosfórico disuelve la dentina peritubular, provocando una apertura de los conductillos dentinarios en forma de embudo.

Para lograr adhesión se han desarrollado líquidos con moléculas de doble capacidad de reacción: por un lado, con los componentes de la estructura dentaria mediante grupos ácidos y por otro lado con el monómero líquido de la resina al disponer de grupos vinílicos (carbonos unidos por dobles enlaces) capaces de copolimerizar con las moléculas del material restaurador. Estos líquidos actúan como "agentes de enlace" entre la estructura dentaria y la resina.

El avance científico en el área ha demostrado que una adhesión eficaz a la dentina necesita de mecanismos micromecánicos como en el esmalte, es decir, de moléculas polimerizables capaces de introducirse en la dentina y quedar trabadas al polimerizar.

Hoy en día la adhesión a dentina incluye la aplicación de un primer hidrofílico a la superficie de la dentina grabada y luego la aplicación de una resina de baja viscosidad. Los componentes del primer poseen dos grupos funcionales, uno hidrofílico y otro hidrófobo. El grupo hidrofílico tiene afinidad por la superficie húmeda de la dentina y el hidrófobo por la resina. Por lo tanto, el primer penetra la matriz colágena que queda expuesta luego de la aplicación de ácido grabador sobre la dentina. El primer también aumenta la energía superficial de la dentina y disminuye el ángulo de contacto adhesivo-sustrato. Luego se debe aplicar una resina de baja viscosidad, el adhesivo, el que copolimeriza con el primer. Se forma entonces una capa de colágeno y resina que es conocida como la "capa híbrida" (Nakabayashi y cols, 1982).

Los agentes adhesivos anteriores eran de una naturaleza más viscosa. La nueva generación de sistemas adhesivos son más hidrofílicos y utilizan solventes que permiten un mejor humedecimiento del esmalte. Los solventes más utilizados son acetona, etanol o agua. Los fabricantes además han introducido sistemas que combinan el primer y el adhesivo, los que son denominados como sistemas monocomponentes. Dentro de ellos existe una nueva fórmula creada por Vivadent llamado EXCITE, el cual es un sistema adhesivo libre de acetona (solvente en base alcohólica), evitando una excesiva deshidratación de la dentina y asegurando excelentes características de manipulación. Además presenta un tamaño de partícula primario de 12

nanómetros y una fuerza de adhesión de 34 Mpa (Duke, Indiana 1999).

En la actualidad también existen sistemas adhesivos que contienen primers acídicos que incorporan en su composición, uno o dos ácidos débiles en baja concentración, los cuales auto-acondicionan la dentina. Estos primers poseen un pH bajo, lo que permite el grabado e imprimado de los tejidos mineralizados en un solo paso. Esto puede no ser suficiente para crear tags resistentes al stress térmico (Miyazaki y cols, 2000). Se ha demostrado que la aplicación de estos primers da como resultado un patrón de grabado superficial con una deficiente penetración del primer a las microporosidades del esmalte (Perdigao y cols, 1997) en comparación con el ácido fosfórico.

UTILIZACIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS PARA MEJORAR LA ADHESIÓN DE LOS SELLANTES

Los Agentes de Unión a dentina son moléculas polifuncionales, con un grupo metacrilato que se une a la resina (sellante) por medio de una unión química y un grupo funcional que se une a los constituyentes orgánicos o inorgánicos de la dentina y el esmalte.

Los Agentes de Unión se han comenzado a introducir en la técnica de aplicación de sellantes de puntos y fisuras como una capa intermedia entre los tejidos y el sellante. A continuación se detallarán los fundamentos con los cuales se justifica el uso de un agente adhesivo en la técnica de aplicación de sellantes de puntos y fisuras:

1. Configuración del fondo de la fisura:

Las caras oclusales de los dientes posteriores poseen una morfología muy compleja, compuesta por accidentes anatómicos: fosas, puntos, surcos y fisuras. Siutti las distingue según su profundidad de la siguiente manera:

Fosa: depresión que da origen a uno o más surcos con fondo en esmalte.

Punto: fosa que llega a dentina.

Surco: extensión lineal de la depresión, que no atraviesa el esmalte

Fisura: surco que llega a dentina.

Los puntos y las fisuras difieren de la estructura normal dentaria y deben ser tomados muy en cuenta pues presentan sitios ideales para la iniciación y el desarrollo de la caries.

Al realizar un examen clínico no tenemos la certeza si lo que vamos a sellar es un surco, el que tiene profundidad en esmalte o una fisura, que fue descrita con fondo en dentina.

La relevancia clínica de sellar una fisura radica en la composición y naturaleza química de la dentina, la cual es menos calcificada que el esmalte, posee una matriz de fibras colágenas y un alto grado de humedad. Para la adhesión a este tejido se necesita entonces un primer polifuncional capaz de penetrar en la matriz colágena de la dentina gracias a su naturaleza hidrofílica y de unirse a la resina por su naturaleza hidrófoba.

Los sellantes son materiales resinosos con naturaleza hidrófoba, por lo que resulta difícil pensar que pudiesen adherirse y adaptarse al fondo de una fisura. Es por este motivo que el uso de un imprimante adquiere gran importancia en la práctica clínica. El primer contiene un solvente orgánico hidrofílico que permitiría la unión del sellante con la dentina del piso de la fisura. Este, además, por su baja viscosidad penetraría hasta la dentina y luego se adheriría a la resina del sellante, quedando sellada la fisura hasta el piso de ella.

2. Características del esmalte en las vertientes internas de una fisura:

Gracias a los estudios realizados para conocer la estructura y composición del esmalte podemos conocer que en fosas, fisuras y regiones cervicales de la dentición permanente este difiere del resto del esmalte de la corona por poseer en su capa más externa el denominado "esmalte aprismático". Este esmalte también se encuentra en toda la corona de dientes temporales. Esta capa posee un grosor promedio de 30 um está compuesta de cristales que se disponen perpendiculares a

la superficie del diente (Ripa y cols, 1966).

Sabemos que el grabado ácido del esmalte actúa sobre los prismas del esmalte para formar los patrones de grabado ya descritos. Para lograr los mismos patrones de grabado se debe, de alguna manera, eliminar esta capa superficial, por lo que se ha recomendado aumentar el tiempo de grabado o la remoción mecánica del esmalte superficial previo al grabado (Nordenvall y cols, 1980).

3. Difusión del proceso carioso en puntos y fisuras:

Debido a la morfología oclusal, los alimentos y microorganismos quedan fácilmente atrapados en ellas formando la placa bacteriana. Esta comienza a madurar produciendo ácidos que atacan el esmalte desmineralizándolo. El proceso de desmineralización se inicia con la difusión de ácidos desde la placa bacteriana hacia el espesor del esmalte aumentando su porosidad. La morfología dentaria determina que la difusión en las fisuras, por la disposición de ellas y la orientación de los prismas, se producen dos lesiones en las paredes laterales que determinan la formación de cono que proyecta su base a la dentina. Cuando la desmineralización alcanza el límite amelodentinario se produce la difusión lateral del proceso que toma forma de cono invertido con la base hacia la dentina.

Si el diente que es atacado posee una fosa o fisura, la propagación de la lesión hacia la dentina será más rápida.

4. Características de los sellantes:

Para lograr que los sellantes alcancen un mejor comportamiento, se han producido materiales con mayor proporción de relleno. Algunos de esos materiales son más espesos y viscosos, causando dificultad en el esparcimiento dentro de las fisuras pequeñas. La aplicación del agente de unión como un paso previo al sellante ayuda en el posicionamiento de esos materiales viscosos. Los sellantes se esparcen mejor después del uso del agente de unión y, además, mejoran la humectación de la fisura. El resultado es un sellante con relleno, el cual penetra más profundamente a todas las fisuras necesarias.

Los estudios comparativos de microinfiltración entre sellantes con y sin relleno muestran una dicotomía de resultados. Los resultados del estudio de Hatibovic-Kofman (1998) son consistentes con los hallazgos de Bryant y Martin los cuales mostraron estadísticamente menos microinfiltración en las resinas menos viscosas que en las más viscosas. Sin embargo, otros estudios no muestran diferencias estadísticamente significativas en la microinfiltración entre distintos tipos de sellantes, ya sean con o sin relleno.

5. Contaminación de la superficie con saliva y/o humedad:

La contaminación con saliva de la superficie grabada antes de la aplicación de un sellante ha sido considerada la falla más común de estos materiales, la cual se ve directamente relacionada con la técnica clínica y la habilidad del operador. Existen áreas de la boca donde el aislamiento total a veces no se logra, como en algunas fisuras que se originan subgingivalmente; localizadas en las caras vestibulares o linguales de algunos molares (Hitt y Feigal, 1992).

Buonocuore planteó que el contacto con saliva debe ser evitado, ya que el esmalte grabado absorbe elementos salivares disminuyendo la energía superficial y la superficie se torna menos favorable para la adhesión.

Thomson y col. (1981) reportaron que el esmalte contaminado con saliva sin lavar otorgaba una fuerza de unión significativamente menor ($68 \pm 11 \text{ kg/cm}^2$) comparado con el esmalte no contaminado ($168 \pm 14 \text{ kg/cm}^2$). Muchos estudios han demostrado que la contaminación salival causa cambios que afectan el proceso de adhesión con lo cual se llega a la conclusión que la contaminación sería la principal causa de falla de los sellantes. (Burt B, 1977; Silverstone L, 1978; Evans T, 1981; Hormati A, 1980; Simonsen R, 1981; Borem L, 1994).

Otros estudios (Evans y Silverstone, 1981) demuestran la formación de un revestimiento tenaz cuando se contamina una superficie con saliva, el que bloquea las porosidades formadas en un esmalte previamente grabado, lo que no permite la penetración de la resina, dando como resultado tags insuficientes en número y longitud para dar una adecuada retención de la resina al esmalte. Cuando esta situación se produce, existe una falla adhesiva de la unión, fracturándose la interfase esmalte-resina. Cuando no hay contaminación, la falla que se produce sería del tipo cohesiva, en la resina, dejando la unión con el esmalte intacta. En estos casos la utilización de un sistema adhesivo bajo el sellante sería favorable para la técnica, ya que se ha demostrado que se produce un significativo incremento de la fuerza de unión en esmalte contaminado por saliva (Hitt y Feigal, 1992). La fuerza de unión que se logra *in vitro* con el uso de un agente de unión en condiciones de humedad, es equivalente a la fuerza que se logra en casos donde no se ha producido contaminación. Si no se ocupase este agente de unión se produciría el fracaso del sellante (Hitt y Feigal, 1992).

Esto se podría explicar ya que los sistemas adhesivos, por su naturaleza más hidrofílica que los materiales selladores, podrían, en cierto modo, desplazar la saliva de la superficie del esmalte permitiendo la penetración del adhesivo a las porosidades del esmalte (Hitt y Feigal, 1992).

Otro aspecto importante de considerar es el que implica pacientes cuyos dientes son considerados difíciles de sellar, por ejemplo, molares recién erupcionados, donde el aislamiento es difícil de realizar. Existen estudios en los cuales se compara un lado de la boca con sellantes aplicados según las instrucciones del fabricante y el otro lado con el sellante más un agente intermediario de unión entre el esmalte grabado y el sellante. Se pueden obtener significativas disminuciones en las fallas de los sellantes en molares recién erupcionados cuando el esmalte grabado es acondicionado con un agente de unión previo a la aplicación del sellante (Feigel R y Levy M, 1996).

6. Uso de primer en esmalte:

La adhesión en esmalte consiste en el grabado ácido de la superficie y luego la aplicación de una resina de baja viscosidad, la que fluye en las microporosidades del esmalte y polimeriza para formar una unión micromecánica con el esmalte. Para la dentina se utiliza un primer que penetra en la matriz colágena de ésta.

Actualmente se utiliza el grabado total (esmalte y dentina) y luego el lavado profundo de la superficie para la eliminación del ácido. Para lograr una adecuada penetración de la resina al esmalte éste debe estar limpio y libre de humedad. Para la adhesión en dentina esta debe ser levemente secada, ya que el secado excesivo de la dentina desmineralizada por el grabado ácido puede causar el colapso de la matriz colágena, disminuyendo la adhesión en el tejido (Paul y cols, 1999). Por lo tanto se debe dejar la dentina visiblemente húmeda, es decir, con una apariencia brillante, sin exceso de agua en su superficie (Jain y Stewart, 2000). Esto ha demostrado aumentar

la fuerza de unión (Paul y cols, 1999).

En la práctica clínica resulta imposible dejar el esmalte completamente seco y la dentina húmeda. Además es difícil la aplicación del primer exclusivamente en la dentina sin que algo del producto caiga casualmente en el esmalte (Jain y Stewart, 2000). Por esto, el uso de primer en esmalte en distintas evaluaciones ha dado como resultado que el primer en esmalte seco puede disminuir la fuerza de unión, sin ser los resultados estadísticamente significativos (Barkmeier y Erickson, 1994). En otros estudios se ha concluido que el uso de primer en esmalte seco no interfiere con la adhesión de la resina al esmalte (Jain y Stewart, 2000). También se ha demostrado que el aumento o la disminución de la fuerza de unión cuando se utiliza primer en esmalte es dependiente del material que se está utilizando. Esto se ha concluido en estudios (McGuckin y cols, 1994; Thoms y cols, 1994) donde se han evaluado distintas marcas comerciales de sistemas adhesivos dando como resultado que en algunos de ellos la unión aumenta, en otros disminuye y en otros no influye la adhesión al esmalte debido a la distinta composición de los sistemas adhesivos utilizados.

Distinta es la situación cuando el esmalte está húmedo, que es lo más frecuente en la práctica debido a la imposibilidad de dejar el esmalte completamente seco. Se ha planteado que la unión de una resina al esmalte puede verse interferida por la humedad y por los primers dentinarios, pero en estudios recientes (Jain y Stewart, 2000) se ha podido concluir que el uso de un primer en esmalte húmedo es esencial para obtener valores adecuados de fuerza de unión de la resina al esmalte. En los casos que no se ocupó primer en esmalte húmedo se observaron fallas de adhesión en 100% de los casos. En microfotografías donde no se usó primer en esmalte húmedo se observó una alteración en la penetración de la resina a las microporosidades del esmalte. La adaptación y penetración de la resina a la superficie del esmalte fue significativamente reducida. Se pueden observar áreas donde hay poca o no hay penetración de la resina.

Clínicamente, se pueden producir alteraciones en la unión de la resina al esmalte, con las consecuentes fallas clínicas como: la infiltración marginal, el cambio de coloración, la pérdida de la restauración o la recurrencia de lesiones cariosas al no aplicar primer en la superficie de esmalte y aplicarlo sólo en la dentina, siendo que el esmalte ha quedado húmedo al dejar la superficie de dentina con la humedad necesaria para la adhesión.

Recientemente ha sido diseñado por la empresa Ultradent un agente secante e imprimante (PrimaDry) para minimizar o erradicar la humedad presente en las fosas y fisuras de los dientes antes de aplicar el sellante. Contiene un solvente hidrofílico con un 1% de primer. Al aplicarlo, el solvente se evapora removiendo el exceso de humedad que se encuentra en las fisuras. El primer permanece en la superficie grabada, lo que permite reducir la tensión superficial, permitiendo que el sellante fluya más efectivamente en los puntos y fisuras. Debe usarse sólo en esmalte dejándolo 5 segundos y luego secar soplando suavemente con aire.

7. Penetración de los sellantes:

Otro factor favorable del uso de sistemas adhesivos bajo sellantes de puntos y fisuras ha sido la evaluación de la penetración de los sellantes. A pesar de la buena adaptación de estos materiales a las paredes de las fisuras, estos no logran penetrar a la base de ellas. El uso de un sistema adhesivo previo a la aplicación del sellante mejora la penetración vertical de la resina, especialmente en aquellas fisuras más estrechas y profundas. Esto es explicado por el mismo método anterior, es decir, por la capacidad de los agentes de unión de desplazar agua y/o tolerar algún grado de humedad en la superficie del diente que podría permanecer sobre todo en fisuras profundas que no han podido ser completamente secadas antes de la aplicación del sellante.

8. Fuerza de unión de los sellantes a la superficie dentaria:

Mediante su uso se ha podido demostrar, en estudios clínicos y de laboratorio, que la fuerza de unión del esmalte al sellante y la microinfiltración en el margen sellante-esmalte es menor en los dientes que se ha utilizado un agente de unión bajo el sellante, comparada con dientes a los que sólo se les ha aplicado sellante. (Hitt J, 1992; Borem LM, 1994; Choi J, 1997).

La alta fuerza de unión sobre esmalte humectado es esperada debido a la propiedad hidrofílica del primer, el cual requiere agua para la completa humectación de las superficies a unir. Un primer, al contener un solvente orgánico hidrofílico, facilita la penetración del mismo dentro de puntos y fosas profundas.

El uso de un sistema adhesivo bajo el sellante logra una unión significativamente mejor a la que se produce al utilizar un sellante con la técnica convencional. Esto ha sido confirmado por varios estudios y las mejoras que se pueden atribuir a los agentes de unión también han sido reportadas por clínicos que en la práctica usan el método del agente de unión para la colocación de sellantes (Feigal, 1993; Levy, 1996).

Controversialmente a los estudios citados anteriormente, Boksman y cols (1993), realizaron una evaluación clínica de dos sellantes de puntos y fisuras ubicándolos con y sin el uso de agentes de unión. Los sellantes usados fueron el Concise (3M) y el Prisma Shield (Caulk) y los sistemas adhesivos fueron el Scotchbond 2 y Prisma Universal Bond. Los resultados de este estudio indican que el uso de agente de unión antes de la aplicación de un sellante de puntos y fisuras no aumenta la tasa de retención a largo plazo.

9. Poros:

También se ha observado que al usar estos sistemas en combinación con un periodo de tiempo de grabado de 15 segundos se disminuye la presencia de poros en el sellante. La formación de poros y las fuerzas oclusales debilitan la masa de resina, produciéndose una pérdida parcial o incluso grietas en el cuerpo de ella. El aire atrapado en las resinas promueve la inhibición de la polimerización debido a la presencia de oxígeno. Estos poros actúan también como núcleos de absorción de agua produciendo la degradación hidrolítica de la matriz de resina a largo plazo (Symons y cols, 1996).

Por esto, el uso de sistemas adhesivos sería un método para mejorar el sellado del surco, mejoraría la adhesión del sellante y en consecuencia disminuiría la infiltración y la posibilidad de caries oclusales, por lo que añadir un paso más a la técnica de aplicación de sellantes de puntos y

fisuras estaría justificado.

En resumen, los beneficios del agente de unión usado como intermediario son:

- ✓ Mejor fuerza de unión en áreas potencialmente húmedas.
- ✓ Menor infiltración.
- ✓ Penetración del sellante hasta el fondo de la fisura.
- ✓ Mejor flujo de sellantes viscosos en las superficies dentarias.
- ✓ Disminución de poros en el cuerpo del sellante.

MICROINFILTRACIÓN DE SELLANTES

Microinfiltración o infiltración marginal puede definirse como el ingreso de fluidos orales dentro del espacio entre el diente y el material de restauración. La capacidad de un sellante de prevenir la microinfiltración es importante porque es una de las causantes de caries producidas bajo el sellante. Los puntos y fisuras que son exitosamente selladas pueden prevenir el desarrollo temprano de lesiones oclusales.

Existe una distinción entre lo que es microinfiltración y lo que significa filtración de una tinción. La microinfiltración propiamente tal, se refiere al ingreso de bacterias orales, las cuales tienen un diámetro aproximado de 0 a 5 μm . Los marcadores para medir microinfiltración, en su mayoría son de una magnitud menor, por lo tanto la infiltración dada por la tinción es un test severo de medición de microinfiltración.

La mayoría de los estudios han examinado la microinfiltración de sellantes posicionados mediante el método convencional de grabado ácido del esmalte. Todos muestran algo de microinfiltración pero los resultados son variables. Un limitado número de estudios han comparado la microinfiltración de sellantes usando otros métodos de preparación dentaria. Por ejemplo, Boj y cols (1995) no encontraron diferencias significativas en la microinfiltración entre sellantes aplicados después de preparación convencional con piedra pómez y preparación con fresa de puntos y fisuras.

El estudio de Hatibovic-Kofman y col (1998), demostró que la preparación con fresa seguida de grabado ácido produce sellantes con menos microinfiltración que las preparaciones dentarias tratadas con la técnica convencional. La razón para este hallazgo es que la preparación con fresa abre el punto y/o la fisura; la adaptación del sellante es superior debido a la ampliación de la penetración de la fisura y a la eliminación del material orgánico, placa y una delgada capa de prismas de esmalte. En contraste a este estudio, Boj y cols (1995) no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la microinfiltración de sellantes después de preparación de fresa y preparación convencional.

Otro hallazgo obtenido por el estudio de Hatibovic-Kofman y cols, (1998) fue que los sellantes sin relleno tienen menos microinfiltración que los sellantes con relleno. El relleno de estos últimos los lleva a ser más viscosos. La alta viscosidad puede causar pobre adaptación del sellante al esmalte y una penetración incompleta hasta el fondo de la fosa y fisura, lo que resulta en una disminución de la retención. Las resinas más fluidas pueden penetrar las fisuras más profundamente y esparcirse más rápidamente sobre la superficie.

Aunque parece lógico que la fuerza de unión y la microinfiltración tienen una relación inversa, pueden existir áreas o grupos de sistemas de adhesión que mantengan el sellante en su lugar y permitan que la tinción pase a través de esas áreas. Esto puede ser resultado de la contracción de polimerización que produce espacios entre el sellante y el diente. Kanca (1989) estudió la microinfiltración de cinco sistemas de unión a dentina y no encontró correlación entre sistema de unión y microinfiltración. Mientras la fuerza de unión es importante, la prevención del ingreso de microorganismos y/o fluidos probablemente es más importante. Cuando se crea un sistema que sella efectivamente la dentina y evita la microinfiltración, probablemente el sistema

sería inherentemente eficaz en lograr una adecuada fuerza de adhesión.

Munksgard y cols. (1985) han demostrado una directa correlación entre la fuerza de unión y la formación de espacios marginales. El trabajo de Phair y Fuller (1985) confirma la eficacia del adhesivo entre el esmalte grabado con ácido y las resinas compuestas. Sin embargo, las resinas compuestas se unen de diferente manera a la dentina y Davison y cols. (1984) demostraron un trastorno de la unión dentina resina debido a la contracción de polimerización. En este contexto, la fuerza de unión inicial puede ser más importante que la fuerza de unión después de 24 horas debido a que la contracción de polimerización de una resina compuesta ocurre muy temprano en el proceso de curado.

Varios investigadores han reportado datos de experimentos *in vitro* con sellantes de esmalte con el uso de diferentes tinciones (fucsina básica, violeta cristal) e isótopos radioactivos como marcadores. Aquellos estudios han demostrado que los sellantes aplicados a superficies grabadas con ácido pueden prevenir eficientemente la filtración marginal en la mayoría de los casos. Esto es importante debido a que el éxito clínico de los sellantes de esmalte es ampliamente dependiente de la capacidad de establecer y mantener un perfecto sellado marginal entre el sellante y el esmalte. Sin embargo debido a que la metodología de cada estudio es diferente, es difícil realizar comparaciones entre estudios.

No existe un procedimiento estandarizado para testear la filtración marginal de los sellantes *in vitro*. Los tres test que han sido usados implican termociclado, almacenamiento en agua y el uso de marcadores. Aunque el método para medir microinfiltración del nitrato de plata como marcador es comúnmente aceptado, este es un test complejo. El ion plata es muy penetrante y extremadamente pequeño, 0,059 nm. al compararlo con una bacteria típica (0.5 a 1.0 μm .). Así, puede asumirse que un sistema que prevenga la filtración de plata también evitará la filtración de bacterias debido a sus tamaños relativos.

El tamaño del ion plata también implica que en algunos casos, puede penetrar en la superficie de dentina intacta, lo cual puede hacer dificultosa la interpretación de la microinfiltración. Donde los túbulos dentinarios forman un ángulo con el margen inferior de la preparación dentinaria, es comparativamente simple distinguir entre la penetración dentinaria y la microinfiltración. Sin embargo, donde los túbulos dentinarios son paralelos al borde dentinario de la preparación, el ion plata puede traslapar la microinfiltración, haciendo difícil la interpretación.

Un factor crítico en la microinfiltración que puede ocurrir en los sellantes es el cambio térmico. El coeficiente de expansión térmico de los sellantes (85) es mucho mayor que el coeficiente de expansión térmico del diente (11,4). Los sellantes tienen uno de los mayores coeficientes de expansión térmico de todos los materiales dentales usados para restauración.

La confiabilidad de una investigación, debe derivar de estudios clínicos realizados a largo plazo, con incubación de dientes en agua por largos períodos de tiempo, o que hayan sido tratados por termociclado. El proceso de termociclado puede ser considerado como una forma de acelerar la inmersión de agua eliminando la necesidad de largos tiempos de almacenamiento en agua antes de la evaluación y además acelera el desgaste de los materiales, asimilando las condiciones de la boca. Ha sido utilizado desde la década del 60 en la mayoría de los estudios que miden microinfiltración

para evaluar el comportamiento de sellantes y sistemas adhesivos. Esto puede dar información valiosa sobre la degradación que sufren los materiales. Los dientes se sumergen en dos baños de agua con temperaturas que representan los extremos térmicos que pueden encontrarse en las condiciones orales. El promedio de ciclos utilizados en los estudios que evalúan sellantes de puntos y fisuras fluctúa entre 500 y 1000. Los extremos de la temperatura mínima pueden variar entre 5°C y 15°C; y la temperatura máxima varía entre 45°C, 55°C y 60°C, siendo la más utilizada la diferencia de 5°C y 55°C. El agua caliente puede acelerar la hidrólisis de la resina y del agente de unión y extraer los oligómeros mal polimerizados.

El tiempo de permanencia de los dientes en cada baño varía entre 30 y 60 segundos; siendo la primera opción la más ampliamente usada en los estudios de sellantes de puntos y fisuras.

Existen estudios que han evaluado algunos sistemas adhesivos disponibles en el mercado utilizando distinto número de ciclos (Miyazaki y cols; 2000), dando como resultado que la unión a esmalte disminuía al aumentar el número de ciclos térmicos, pero esta disminución no era estadísticamente significativa en aquellos adhesivos monocomponentes.

Nanoinfiltración

Altas concentraciones de ácido pueden disolver la porción inorgánica de la dentina (principalmente cristales de hidroxiapatita) más profundamente. Se ha evaluado que la disolución puede alcanzar una profundidad de hasta 10 a 12 micrones desde la superficie dentinaria pudiendo dificultar la penetración del primer y del adhesivo hasta la base de la matriz dentinaria desmineralizada. Si se usan ácidos fuertes por largos períodos de tiempo, el barro dentinario puede ser removido completamente y puede producir excesiva desmineralización de la dentina peritubular e intertubular. Esta excesiva desmineralización puede causar severos colapsos de la masa de colágeno dentinario. En este caso, la acción de los primer hidrofílicos puede no ser suficiente para reconstituir esta masa de fibras colágenas a su nivel original y consecuentemente la capacidad de adhesión podría verse comprometida.

En el estudio de Sano y cols, (1995) se evaluó la infiltración de iones de plata en la capa híbrida con relación a distintos tiempos de grabado. Idealmente los adhesivos deben penetrar hasta el fondo de la zona desmineralizada de la dentina y llenar todos los espacios para prevenir la infiltración. Gracias al uso de iones de plata, los cuales son muy pequeños y la plata posee alta solubilidad, se ha podido observar la presencia de espacios submicrónicos entre los materiales resinosos y las fibras colágenas desmineralizadas en la capa híbrida que permiten la acumulación de la plata. La infiltración en estos espacios nanométricos fue denominada "nanoinfiltración". Esto representa permeabilidad lateral a través de la capa híbrida y puede ser el resultado de la penetración incompleta de la resina del adhesivo dentro de la dentina desmineralizada. Este tipo de infiltración puede permitir la penetración de productos bacterianos o fluidos orales a través de la interfase, lo cual levanta una interrogante sobre la estabilidad hidrolítica a largo plazo del colágeno y los adhesivos en la capa híbrida (Li y cols; 2000).

OBJETIVOS

✓ OBJETIVO GENERAL

Comparar *in vitro* la microinfiltración producida entre sellantes aplicados con la técnica convencional y la técnica propuesta por este estudio.

✓ OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Introducir una nueva técnica de aplicación de sellantes y compararla con la técnica convencional.

Evaluar dos sistemas adhesivos aplicables a la técnica de sellantes

Observar microinfiltración de sellantes en una lupa estereoscópica

Determinar los mecanismos de adhesión de las resinas a la superficie dentaria

Describir las características de los distintos tipos de sellantes

Evaluar la microinfiltración entre dos marcas comerciales de sellantes

Probar la técnica de termociclado

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se seleccionaron 48 dientes entre terceros molares y premolares superiores e inferiores, recientemente extraídos, que presentasen sus caras oclusales clínicamente libres de caries. Los dientes fueron lavados con ultrasonido y agua para eliminar todos los restos de saco pericoronario y se almacenaron en solución de suero fisiológico isotónico a temperatura ambiente hasta el momento de la investigación.

Cada diente fue montado en un troquel de yeso para su mejor manipulación. Los dientes fueron divididos al azar en dos grupos, Grupo A y Grupo B. Como sellantes fueron utilizadas dos marcas comerciales: Ultraseal XT *plus* (Ultradent Products, Inc) y Helioseal F (Vivadent); con los sistemas adhesivos correspondientes a cada marca comercial: PrimaDry (Ultradent Products, Inc) y Excite (Vivadent) respectivamente. Ambos grupos fueron subdivididos a su vez en dos grupos para ser sellados como se indica en la siguiente tabla:

GRUPO A1	Ultraseal XT <i>plus</i>	GRUPO B1	Helioseal F
GRUPO A2	Ultraseal XT <i>plus</i> + PrimaDry	GRUPO B2	Helioseal F + Excite

Tabla nº II: descripción de los grupos y de sus respectivos materiales.



Foto nº 2: Kit sellante Ultraseal XT plus, PrimaDry y ácido Ultra-Etch



Foto nº 3: Kit sellante Helioseal F y sistema

En los grupos A1 y B1 se realizaron la técnica convencional de aplicación de sellantes de puntos y fisuras y en los grupos A2 y B2 la técnica con sistema adhesivo, propuesta por la investigación. Los sellantes fueron realizados por un solo operador utilizando la misma secuencia. Las técnicas aplicadas son las siguientes:

Técnica Convencional:

- ✓ Grabado ácido con ácido fosfórico al 37% en gel con relleno de sílice, Ultra-Etch (Utradent Products, Inc), aplicado con la jeringa dosificadora proporcionada por el fabricante, durante 15 segundos sin frotación.
- ✓ Lavado con agua durante 15 segundos.
- ✓ Secado: eliminación de los excesos de agua con papel absorbente y luego secado con pera de aire por 15 segundos.
- ✓ Aplicación del sellante correspondiente: grupo A1: Ultraseal XT *plus*; grupo B1: Helioseal F, con un pincel **Inspiral brush** (Utradent Products, Inc), por todo el surco.
- ✓ Fotopolimerización con lámpara ESPE Elipar High Ligth durante 20 segundos según las instrucciones del fabricante.



Foto n° 4: Técnica de grabado ácido

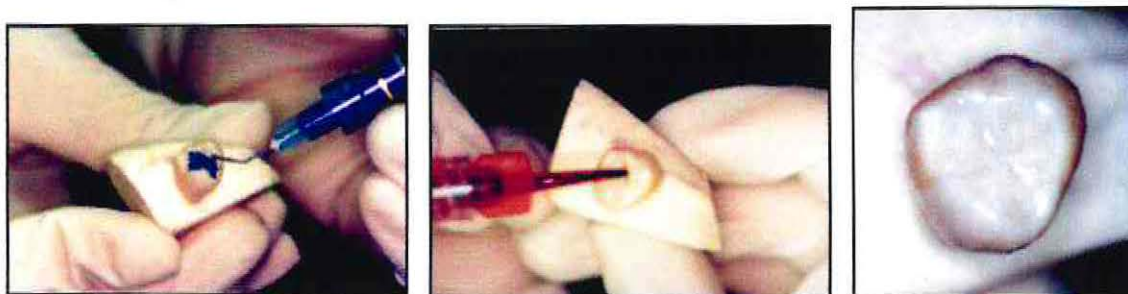


Foto n° 5: Sellante fotopolimerizado.

Técnica Propuesta:

GRUPO A2	GRUPO B2
<ul style="list-style-type: none"> ■ Grabado ácido con ácido fosfórico al 37% en gel con relleno de sílice, Ultra-Etch (Utradent Products, Inc), aplicado con la jeringa dosificadora proporcionada por el fabricante, durante 15 segundos sin frotación. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Grabado ácido con ácido fosfórico al 37% en gel con relleno de sílice, Ultra-Etch (Utradent Products, Inc), aplicado con la jeringa dosificadora proporcionada por el fabricante, durante 15 segundos sin frotación.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Lavado con agua durante 15 segundos 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Lavado con agua durante 15 segundos
<ul style="list-style-type: none"> ■ Secado: eliminación de los excesos de agua con papel absorbente y luego secado con pera de aire por 15 segundos. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Secado: eliminación de los excesos de agua con papel absorbente y luego secado con pera de aire por 15 segundos.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Aplicación de PrimaDry por 5 segundos en el surco con una punta Inspirial Brush, según instrucciones del fabricante, secado con pera de aire por 3 segundos para remover el exceso de solvente 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aplicación de sistema adhesivo EXCITE con un aplicador Vivadent en el surco durante 10 segundos, según las instrucciones del fabricante. Secado por 3 segundos con aire para evaporar el exceso de solvente.
<ul style="list-style-type: none"> ■ Aplicación de una capa de sellante Ultraseal XT <i>plus</i> con una punta Inspirial Brush por todo el surco 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aplicación de una capa de sellante Heliioseal F con una punta Inspirial Brush por todo el surco
<ul style="list-style-type: none"> ■ Fotopolimerización con lámpara ESPE Elipar High Ligth durante 20 segundos según las instrucciones del fabricante. 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fotopolimerización con lámpara ESPE Elipar High Ligth durante 20 segundos según las instrucciones del fabricante.

Tabla nº III: Descripción de la técnica propuesta para cada sellante.



Fotos nº 6 -7 -8: Técnica propuesta de aplicación de sellantes. Izquierda: grabado ácido. Centro: sistema adhesivo. Derecha: sellante fotopolimerizado.



Foto n° 9: Máquina de termociclado

Luego los dientes fueron termociclados en una máquina creada para este fin (Cátedra de Operatoria, Facultad de Odontología, Universidad de Chile) durante 500 ciclos en agua a temperaturas de 5°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) y 55°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$), con una permanencia de 30 segundos en cada baño. La máquina fue previamente probada y calibrada antes de la investigación. El termociclado permite eliminar la necesidad de largos períodos de almacenamiento o la incubación antes de la evaluación. Las temperaturas utilizadas representan los extremos térmicos que pueden ser encontrados en las condiciones orales.

Los dientes fueron retirados del termociclado, secados y desmontados de sus troqueles. Se cubrieron con dos capas de barniz de uñas hasta dos mm del margen de la restauración, por toda la corona, raíces y sellando los ápices. Luego fueron sumergidos en Fucsina básica al 2% durante 24 horas a 37°C . Al ser retirados de la tinta los dientes fueron lavados para retirar los excesos y se eliminó el barniz de uñas con una hoja de bisturí n° 15.

Se procede a cortar los dientes en sentido vestibulo-lingual por el centro del surco en una máquina ISOMET (Buehler, USA), con un disco de diamante (series 15LC diamond, N° 11-4254, Buehler, USA) de baja velocidad con refrigeración, obteniendo dos cortes por diente.

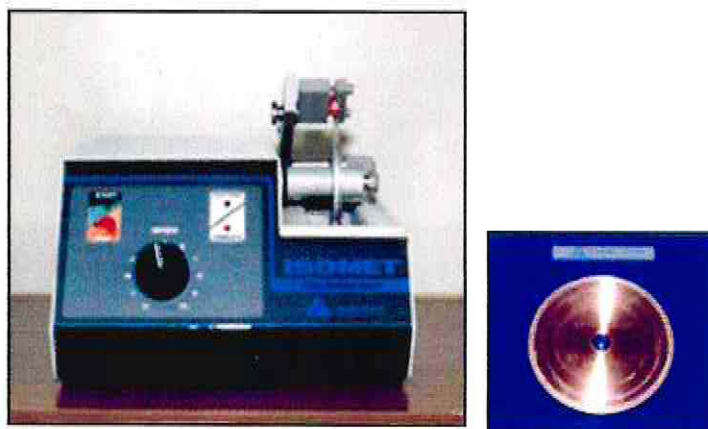


Foto n° 10 y 11: Máquina Isomet para corte dentario y disco de diamante.

Los cortes dentarios fueron observados bajo una lupa estereoscópica (Olympus SZ-PT) a un aumento de 10X por un examinador único y calibrado con la observación de 20 cortes previos. La profundidad de penetración de la tinta fue evaluada en cada corte según si presentaban infiltración o no (infiltrado/no infiltrado) y se anotaron los datos en tablas diseñadas por cada grupo. Se consideraron los datos por diente, es decir, bastaba que un corte presentara infiltración para considerar el diente infiltrado.

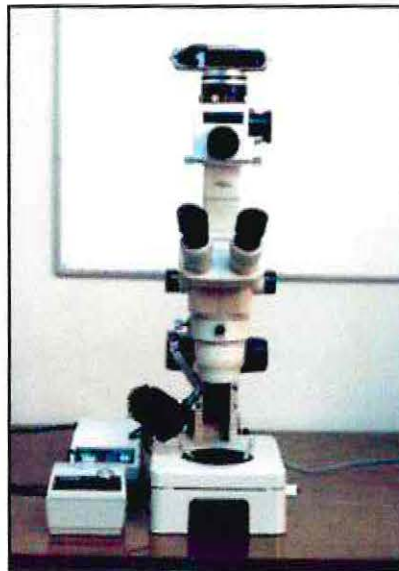


Foto n° 12: Lupa estereoscópica con cámara fotográfica.

Durante el proceso de corte dentario fue eliminado un diente del grupo A1 porque no pudo ser afirmado en la máquina Isomet debido a su anatomía radicular y también debió ser eliminado un diente del grupo A2 por no poder ser observado al microscopio, debido a que el corte no permitía la observación nítida del surco.

Luego de la observación de los dientes se seleccionaron algunos cortes los cuales fueron fotografiados en la lupa estereoscópica (Olympus SZ-PT) a un aumento de 10X con una cámara fotográfica Olympus (modelo C-35DA-2).

Los resultados fueron analizados estadísticamente por estadísticos de la Universidad de Valparaíso, aplicando la *Prueba de probabilidad exacta de Fisher* que es una técnica no paramétrica útil para analizar datos discretos, (nominales u ordinales) cuando las dos muestras independientes son pequeñas, las cuales son recogidas independientemente al azar y pertenecen respectivamente a clases mutuamente excluyentes.

RESULTADOS

Los resultados de la evaluación de la microinfiltración de sellantes aplicados con la técnica convencional y con la técnica propuesta utilizando un sistema adhesivo se resumen en la siguiente tabla:

GRUPOS	TOTAL	Infiltrado	% Infiltrado	No Infiltrado	% No Infiltrado
A1: Ultraseal XT <i>plus</i>	11*	8	73%	3	27%
A2: Ultraseal XT <i>plus</i> + PrimaDry	11*	4	36%	7	64%
B1: Helioseal F	12	9	75%	3	25%
B2: Helioseal F + Excite	12	4	33%	8	67%

Tabla .n° IV : Resumen de los resultados por grupo mostrando los porcentajes de infiltración. * indica que fue eliminado un diente durante la evaluación

El análisis estadístico de los resultados fue realizado comparando las marcas comerciales de sellantes independientemente con su sistema adhesivo. Se comparó el grupo A1 con el grupo A2 y el grupo B1 con el grupo B2. En ambos grupos se produjo una disminución de los porcentajes de microinfiltración.

De acuerdo al análisis estadístico de los resultados mediante la Prueba de probabilidad exacta de Fisher, la microinfiltración producida en el grupo A1, sellado con Ultraseal XT *plus* no es estadísticamente significativa a la infiltración producida en el grupo A2 en el cual se aplicó PrimaDry como imprimante ($p \leq 0,05$).

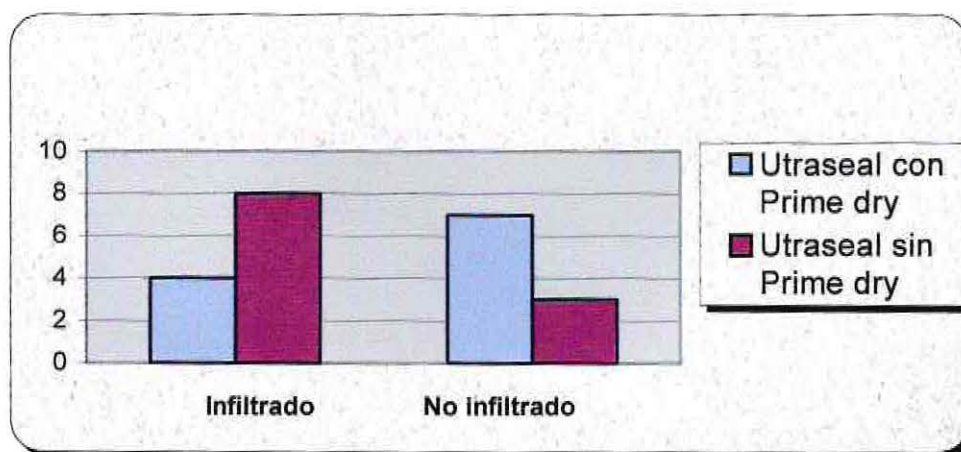


Gráfico N° 1: muestra frecuencias para Ultraseal XT *plus* con y sin PrimaDry



Foto n° 13: Sellante Ultraseal XT plus con PrimaDry no infiltrado.

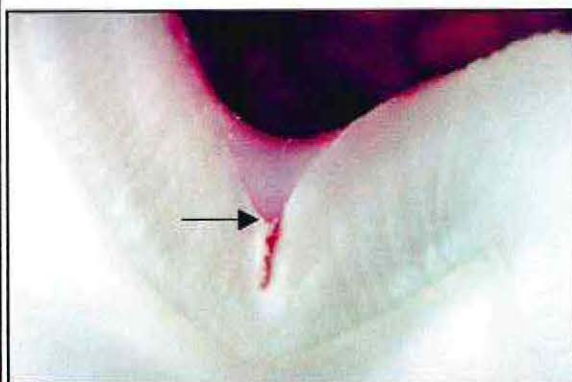


Foto n° 14: Sellante Ultraseal XT plus con PrimaDry infiltrado (flecha).

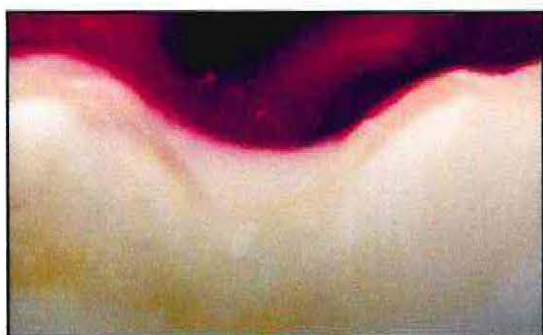


Foto n° 15: Sellante Ultraseal XT plus sin PrimaDry, no infiltrado



Foto n° 16: Sellante Ultraseal XT plus sin PrimaDry, infiltrado.

El análisis estadístico entre los grupos B1 y B2, sellados con Heliocel F y donde se utilizó Excite como sistema adhesivo demuestra que la diferencia en la microinfiltración fue estadísticamente significativa ($p \leq 0,05$).

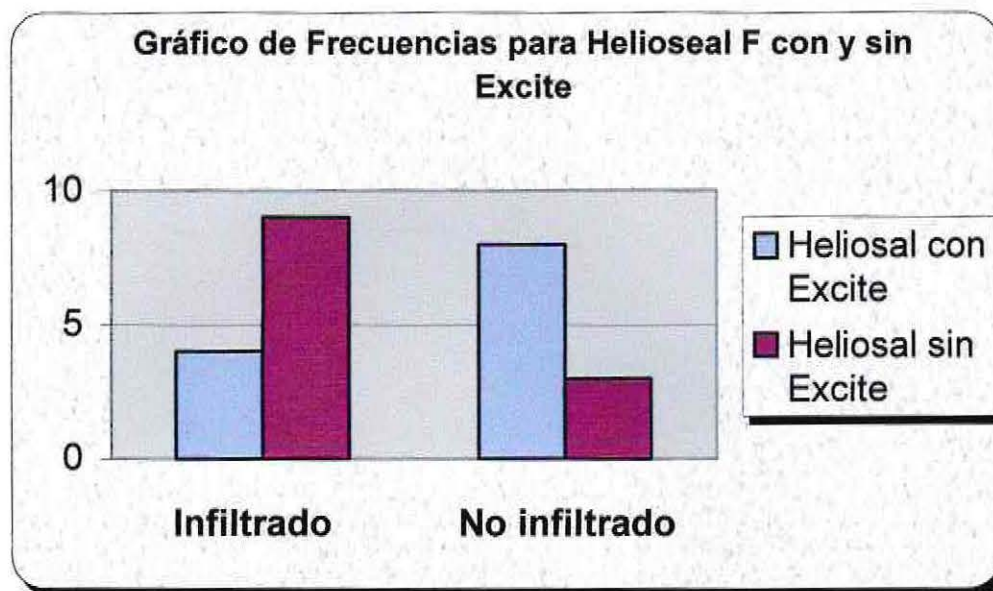


Gráfico N°2: muestra frecuencias para Heliocel F con y sin Excite



Foto n° 17: Sellante Heliocel F con Excite no infiltrado

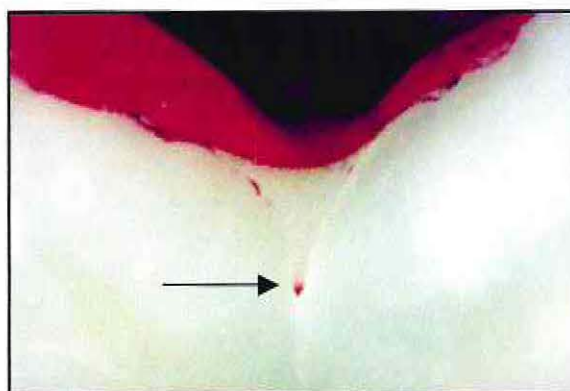


Foto n° 18: Sellante Heliocel F con Excite infiltrado (flecha)

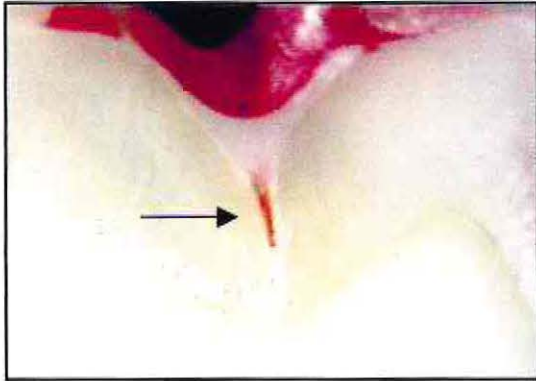


Foto nº 19: Sellante Helioseal F sin Excite, infiltrado (flecha).

Foto nº 20: Sellante Helioseal sin Excite, no infiltrado.



DISCUSIÓN

Los sellantes de puntos y fisuras son restauraciones preventivas ampliamente usados en la actualidad. Para que estos sean efectivos deben permanecer en la cara oclusal del diente sellando el surco y deben evitar la microinfiltración.

Considerando que lo sellado puede ser un punto o una fisura, con fondo en dentina, resulta difícil pensar que los sellantes al ser materiales resinosos hidrófobos pudieran adaptarse a la dentina presente en el fondo de la fisura. El uso de un agente adhesivo como una capa intermedia entre el esmalte y el sellante pretende mejorar la eficacia de estas restauraciones preventivas. Esta técnica alternativa ha sido evaluada en esta investigación midiendo la microinfiltración de los sellantes.

Los resultados obtenidos entre los grupo A1 y A2, sellados con Ultraseal XT *plus* y utilizando PrimaDry como agente adhesivo no concuerdan a lo esperado, ni a los resultados obtenidos en los estudios de Lee y cols (1995), donde se compara la microinfiltración de Ultraseal XT *plus* aplicando PrimaDry, donde se observó que la aplicación de PrimaDry disminuía significativamente la microinfiltración.

En el grupo B, donde se utilizó el sellante Helioseal F y el sistema adhesivo Excite, los resultados entre el grupo donde no se utilizó Excite y entre el grupo que si se utilizó demostraron que el uso de Excite disminuyó significativamente la microinfiltración de los sellantes. En estudios anteriores se ha comparado la fuerza adhesiva de sellantes con y sin el uso de un sistema adhesivo (Choi y cols; 1997), también se ha evaluado la fuerza adhesiva de sellantes bajo condiciones de humedad (contaminación con saliva y/o agua) comparando grupos con y sin el uso de un sistema adhesivo (Hitt y Feigal, 1992), obteniendo como resultados en ambos estudios, un aumento significativo en la fuerza de adhesión cuando se usó el sistema adhesivo. Lo anterior podría relacionarse con la disminución de la microinfiltración encontrada en este estudio debido a la capacidad de los sistemas adhesivos de disminuir la interfase diente sellante. Un primer, al contener un solvente orgánico hidrofílico, facilita la penetración del mismo dentro de puntos y fosas profundas, permitiendo una mejor adaptación del sellante. Por otro lado la resina contenida en el sistema adhesivo permite la unión química entre éste y el sellante.

La diferencia obtenida entre la disminución de la microinfiltración de ambos sellantes con sus respectivos sistemas adhesivos podría deberse a la diferente fórmula química de estos productos. PrimaDry fue concebido por sus fabricantes como un "agente secante" para eliminar la humedad de la superficie del esmalte previo a la aplicación del sellante. Luego se le adicionó un 1% de primer para mejorar la adhesión de este producto. Podemos concluir que, debido a las diferencias obtenidas, este porcentaje de primer no es suficiente para prevenir la microinfiltración bajo las condiciones aquí evaluadas; a diferencia de Excite, el cual es un sistema adhesivo monocomponente con adecuadas proporciones de primer y de resina fluida. Éste además posee relleno nanométrico, el cual penetra en espacios submicrónicos, protegiendo la interfase diente sellante del paso de fluidos orales y bacterias, demostrado en la disminución de la microinfiltración observada en este estudio.

Un factor importante de señalar es que todos los grupos sufrieron algún porcentaje de microinfiltración. Esto no concuerda con los resultados del estudio de Park y cols (1993), en el cual de 45 especímenes sólo 1 presentó infiltración. Este estudio utilizó como tinción fucsina básica; sin embargo, la concentración fue menor que la utilizada en nuestra evaluación, lo cual podría explicar la diferencia de resultados.

Un motivo que justificó la utilización de sistemas adhesivos fue que éstos mejoraban la penetración de sellantes en fisuras profundas. Aunque este factor no fue evaluado, pudimos observar que en dientes con fisuras profundas hubo una escasa penetración de los sellantes, aun cuando se utilizó un sistema adhesivo. En un estudio de Symons y cols., (1996) se evaluó la penetración de los sellantes en fisuras profundas y se concluyó que al aplicar un sistema adhesivo previo al sellante se mejoraba la penetración vertical de la resina. También pudo observar que la penetración de los sellantes era favorecida en aquellas fisuras perpendiculares a la cara oclusal.

En relación con el uso de termociclado, esta es una forma de acelerar el desgaste de los materiales, asimilando las condiciones de la boca. En todo caso este método no ha sido estandarizado completamente, variando el número de ciclos, los extremos de temperatura y el tiempo de inmersión en cada baño. Estas diferencias encontradas en el método del termociclado podrían variar los resultados de un estudio a otro. Por esto, en este estudio se utilizó el método más comúnmente usado para la aplicación de sellantes.

Debe ser considerado que la aplicación de sellantes in vivo resulta ser más dificultosa que su utilización in vitro, donde se ocupan dientes extraídos y se logra un adecuado sellado clínico que indudablemente es más difícil de obtener en boca. En este estudio no fueron comparados los tiempos de aplicación de sellantes con la técnica convencional y con la técnica propuesta. La aplicación de sistemas adhesivos agrega un paso más a la técnica de sellantes de puntos y fisuras, lo cual sería una desventaja, ya que aumenta el tiempo clínico. Sin embargo la técnica se justifica al observar los resultados de este estudio. Debido al aumento de tiempo clínico, recomendamos utilizar un sistema adhesivo monocomponente.

CONCLUSIONES

Basados en las condiciones de nuestro estudio, sobre microinfiltración de sellantes podemos concluir:

- ✓ La microinfiltración de sellantes disminuye cuando se aplica un sistema adhesivo monocomponente como capa intermedia entre el sellante y el tejido dentario.
- ✓ El uso de PrimaDry no disminuye significativamente la microinfiltración cuando se aplica previo al sellante.
- ✓ La técnica propuesta de aplicación de sellantes de puntos y fisuras es factible de realizar in vivo.
- ✓ El uso de la lupa estereoscópica es efectivo para evaluar microinfiltración.
- ✓ El termociclado es un buen método alternativo para simular las condiciones orales en un corto tiempo.

SUGERENCIAS

De acuerdo a lo concluido en este estudio, proponemos realizar evaluaciones futuras:

- ✓ entre dos sistemas adhesivos monocomponentes.
- ✓ evaluando sistemas adhesivos multifrasco.

RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar la microinfiltración de sellantes de puntos y fisuras cuando se aplica un sistema adhesivo previo a la aplicación del sellante y se comparó con la técnica convencional.

Se utilizaron dos marcas comerciales de sellantes: Ultraseal XT plus y Helioseal F, los cuales fueron aplicados in vitro con y sin el sistema adhesivo correspondiente, PrimaDry y Excite.

Fueron sellados 48 dientes posteriores clínicamente libres de caries, recientemente extraídos. Se termociclaron en agua por 500 ciclos a temperaturas de 55°C (+/- 2° C) y 5°C (+/- 2°C). Luego se tiñeron con fucsina básica al 2% por 24 hrs. a 37°C.

Los dientes fueron seccionados en sentido vestibulo lingual y examinados con una lupa estereoscópica 10X para evaluar la microinfiltración (presencia/ausencia).

Ambos sellantes demostraron una disminución en el porcentaje de infiltración al aplicar un sistema adhesivo, sin embargo esta disminución no fue estadísticamente significativa al aplicar PrimaDry en el sellante Ultraseal XT plus, pero si fue estadísticamente significativa al utilizar Excite en el sellante Helioseal F.

Debido a la diferencia en la composición entre los sistemas adhesivos usados, podemos concluir que usando un sistema adhesivo convencional como Excite se produce una mejor adaptación del sellante y por consiguiente una mayor disminución en la microinfiltración.

BIBLIOGRAFÍA

- Arrow, P; Riordan, P.J (1995): Retention and caries preventive effects of a GIC and a resin-based fissure sealant. *Community Dent Oral Epidemiol*, 23: 285-282.
- Baharav H, Cardash H; Helft M; Langsman J (1988): Penetration of etched enamel by bonding agents. *J Prosthet Dent* 59: 33-36.
- Baratieri, L. N. (1993), Tratamientos preventivos de las regiones de puntos y fisuras. En: *Operatoria Dental, procedimientos preventivos y restauradores*, Sao Paulo: Quintessence, pp. 147-156.
- Barkmeier, W.; Erickson, R. (1994): Shear Bond strength of composite to enamel and dentin using Scotchbond Multipurpose. *American J Dent*. 7: 175-179.
- Barkmeier, W; Hammesfahr, P; Latta, M. (1999): Bond strength of composite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1. *Oper Dent*. 24: 51-56.
- Barrancos Mooney, J. (1985), Preparación de cavidades. Principios generales. En: *Operatoria Dental, técnica y clínica*, Buenos Aires: Editorial médica Panamericana, pp. 96-130.
- Barrancos Mooney, J. (1988), Prevención en cariológia. Adhesión a estructura dentaria. En: *Operatoria Dental, Restauraciones*, Buenos Aires: Editorial médica Panamericana, pp. 96-130.
- Barrie, A.M.; Stephen, K.W.; Kay E.J. (1990): Fissure sealant retention: a comparison of three sealant types under field conditions, *Community Dent Health*. 7: 273-277.
- Boj JR, Xalabrade A, Garcia-Godoy F. (1995): Microleakage of fissure sealants after enameloplasty. *Pediatr Dent* 17; 143 [ABSTR].
- Boksman L, McConnell R.J., Carson B., McCutcheon-Jones E.F. (1993): A 2-year clinical evaluation of two pit and fissure sealants placed with and without the use of a bonding agent. *Quintessence Int* 24: 131-133.
- Bonocuore M (1955): A simple method of increased the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 34: 849-853.
- Borem L.M., Feigel R.J (1994): Reducing microleakage of sealants under salivary contamination: Digital-image analysis evaluation. *Quintessence Int*; 25: 283-289.
- Brown, J; Barkmeier W. (1996): A comparison of six enamel treatment procedures for sealant bonding. *Pediatr Dent*. 18: 29-31.
- Burrow, M; Makinson, O (1990): Pitts and fissures: remnant organic debris after acid-etching. *J Dent Child*. 57: 348-351.
- Choi J; Drummond J; Dooley R; Punwani I, Soh J. (1997): The efficacy of primer on sealant shear bond strngth. *Pediatr Dent*; 19: 286-288.
- Cuenca E., Manau C., Serra LL. (1991): *Manual de odontología preventiva y comunitaria*. Masson SA. Cap 11-12. Pag 125-142.

- Davison CL, DeGee AJ, Feilzer A (1984): The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res*; 63: 1396-1399.
- Eick J., Robinson S., Chappell R., Cobb C. (1993): The dentinal surface: Its influence on dentinal adhesion. Part III. *Quintessence Int*; 4: 571-582.
- Eidelman E. (1976): The structure of the enamel in primary teeth: Practical applications in restorative techniques. *J Dent Child*. May-June 172-179.
- Escobar Fernando M. (1991): *Odontología Pediátrica*. Editorial Universitaria. Capítulo 6: 101-136.
- Evans, T.; Silverstone, L. (1981): The effect of salivary contamination in vitro on etched human enamel. *J Dent Res*. 60: 621 (Abstr. 1247).
- Feigal R. (1998): Sealants and preventive restorations: review of effectiveness and clinical changes for improvement. *Pediatr Dent* 20: 85-92.
- Feigel RJ, Hitt JC, Splieth C (1993): Retaining sealants on salivary contamination enamel. *J Am Dent Assoc*. 124: 88-97.
- Feigel RJ, Levy M. (1996): Improved molar buccal and lingual sealants retention using intermediate bonding agent. *J Dent Res*. 75: [IADR Abst 1295].
- Fucks A., Eidelman E., Shapiro J. (1977): Mechanical and acid treatment of the prismless layer of primary teeth vs acid etching only: A SEM study. *J Dent Child*. May-June: 222-225.
- Fuks A; Grajower R; Shapira J. (1984): In vitro assesment of marginal leakage of sealants placed in permanent molars with different etching times. *J Dent Child*, November December: 425-427.
- García-Godoy, F; Gwinnett, A. (1987): Penetration of acid solution and gel in occlusal fissures. *JADA*. 114: 809-810.
- García-godoy, F; Summitt, J.B; Restrepo, J. (1996): Effect of 20 or 60 second curing times on retention of five sealant materials. *Pediatr Dent*. 18: 248-249.
- Göran K., Modeér T., Poulsen S., Rasmussen P. (1994): *Odontopediatría, Enfoque clínico*. Editorial médica panamericana, Capítulo 11, pag. 111-132.
- Gwinnett A., Ripa L. (1973): Penetration of pit and fissure sealants into conditioned human enamel in vivo. *Archs Oral Biol*; 18: 435-439.
- Gwinnett AJ. (1981): Acid etching for composite resin. *Dent Clin North Am*; 25: 271-289.
- Gwinnett, J. (1992): Structure and composition of the enamel. *Oper Dent*. Supp 5: 10-17.
- Hatibovic-Kofman S; Wright G; Braverman I (1998): microleakage of sealants after conventional, bur, and air-abrasion preparation of pits and fissures. *Pediatr Dent* 20: 173-176.
- Hitt, J.C; Feigal, R.J. (1992): Use of a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination: an in vitro study. *Pediatr Dent*. 14: 41-46.
- Hosoya Y., Tominaga A. (1999): A comparison of five adhesive systems to primary enamel. *Ped Dent*; 21: 46-52.
- Jain, P; Stewart, G. (2000): Effect of dentin primer on shear bond strength of composite resin to moist and dry enamel. *Oper Dent*. 25: 51-58.

- Jensen O; Handelman S. (1978): In vitro assesment of marginal leakage of six enamel sealants. *J Prosthet Dent* 39: 304-306.
- Kanca J.(1989): Microleakage of five dentin bonding systems. *Dent Mater* 5: 415-416.
- Kennedy D. *Operatoria dental en Pediatria*. Editorial Médica Panamericana 1977. Pag. 155-176.
- Levy M, Feigel R (1996): Intermediate bonding agents increase clinical success of oclusal sealants on newly-erupted molars. *J Dent Res* 75: [IADR Abst 1296].
- Mandel I; Michael Bonocuore and the eastman dental center: (1996): A historic perspective on sealants. *J Dent Res*; 75: 529-534.
- Marshall G. (1993): Dentin: Microestructure and characterization. *Quintessence Int*; 24: 606-617.
- McGuckin R., Powers J., Li L. (1994): Bond strenghts of dentinal bonding systems to enamel and dentin. *Quintessence Int*; 25: 791-796.
- McGuckin, R.; Powers, J.; Li, L. (1994): Bond Stregths of dentinal bonding systems to enamel and dentin. *Quintessence Int*. 25: 791-796.
- Miyazaki, M; Sato, M; Onose, H. (2000): Durability of enamel bond strength of simplified bonding systems. *Oper Dent*. 25: 75-80
- Moncada, G; Valenzuela, V. (1997): Odontología Adhesiva en el adulto mayor. *Magazine International College of Dentists sección IV*, 5: 45 - 49.
- Munksgaard E, Itoh K, Jorgensen K (1985): Dentin-polymer bond in resin fillings tested in vitro by thermo and load- cycling. *J Dent Res*; 64: 144-146.
- Myers, C.L; Rossi, F; Cartz, L. (1974): Adhesive taglike extensions into acid-etched tooth enamel. *J Dent Res*. 53: 435-441.
- Nakabayashi, N.; Kojima, K.; Masuhara, E. (1982): The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates, *J Biomedical materials Research*. 16: 265-273.
- Nakajima M, Sano H, Zheng L, Tagami J, Pashley D. (1999): Effect of moist vs. Dry Bonding to normal vs. Caries-affected dentin with Scotchbond multi-purpose plus. *J Dent Res*. 78: 1298-1303.
- Nör J., Feigal R., Dennison J., Edward C. (1996): Dentin bonding: SEM Comparison of the Resin-Dentin Interface In Primary and Permanent teeth. *J Dent Res*. 75: 1396-1403.
- Nordenvall, K.J; Brannstrom, M; Malmgren, O. (1980): Etching of deciduous teeth and young and old permanent teeth, a comparision between 15 and 60 seconds of etching. *Am J Orthod*. 18: 99-108.
- Park K., Georgescu M., Schherer W., Schulman A. (1993): Comparison of shear strength, fracture pattern, and microleakage among unfilled, filled, and fluoride-relesing sealants. *Ped Dent*. 15: 418-421
- Paul, S; Welter, D; Ghazi, M; Pashley, D. (1999): Namoleakage at the dentin adhesive interfase vs u-tensile bond strength. *Oper Dent*. 24: 181-188.
- Phair C, Fuller J (1985): Microleakage of composite resin restorations with cementum margins. *J Prosthet Dent*. 53: 361-364.

- Pintado R; Douglas W. (1988): The comparison of microleakage between two different dentin bonding resin systems. *Quintessence Int.* 19: 905-907.
- Pope, B. D; Garcia-Godoy, F; Summitt, J.B; Chan, D.(1996): Efectiveness of occlusal fissure cleansing methods and sealant micromorphology. *J Dent Child.* Mayo-junio: 175-179.
- Retief D. (1987): Are adhesive technique sufficient to prevent Microleakage. *Oper Dent.* 12: 40-145.
- Ripa, L, Gwinnett, A; Buonocore, M. (1966): The "prismless" outer layer of deciduous and permanent enamel. *Arch Oral Biol.* 11: 41-48.
- Rock, W. P; Weatherill, S; Anderson, R.J. (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.
- Rosales J; Marshall G; Marshall S; Watanabe L; Toledano N; Cabrerizo M; Osorio R. (1999): Acid-etching and Hidration influence on dentin roughness and wettability. *J Dent Res.* 78: 1554-1559.
- Rudolph J, Phillips R, Swartz M. (1974): In vitro assesment of microleakage of pit and fissure sealants. *J Prosthet Dent.*12: 62-65.
- Rudolph, J.J; Phillips, R.W; Swartz, M.L. (1974): In vitro assessment of microleakage of pit and fissure sealants. *J Prosthet Dent.* 32: 62-65.
- Silverstone, L. M. (1983): Fissure sealants: The enamel-resin interfase. *J Public Health Dent.* 43: 205-215.
- Songpaisan, Y; Brantthall, D; Phantumvanit, P; Somridhivej, Y. (1995): Effects of glass ionomer cement, resin-based pit and fissure sealant and HF applications on occlusal caries in a developing country field trial", *Community Dent Oral Epidemiol.* 23: 25-29.
- Spers I. (1997): A three-dimensional finite element model of prismatic enamel: A re-appraisal of the data on the young's modulus of enamel. *J Dent Res.* 76: 1690-1697.
- Stephen, K.; Campbell, D.; Kirkwood, M.; Strang, R. (1985): A two year visible light/UV light filled sealant study. *Br Dent J.* 159: 404-405.
- Strang, R.; Cummings, A.; Stephen, K. (1983): Laboratory evaluation of new fissure sealants - microhardnessand setting times. *Caries Res.* 18: 179.
- Swift E., Perdigao J., Heyman H. (1998): Enamel bond strengths of "one bottle" adhesives. *Pediatric Dent.* 20: 259-262.
- Symons, A; Chu, C; Meyers, I. (1996): The effect of fisure morphology and pretreatment of the enamel surface on penetration and adhesion of fissure sealants. *Journal of oral rehabilitation.* 23: 791-798.
- Tencate, "Histología oral. Desarrollo, estructura y función", Editorial médica panamericana, 2ª edición, 1986, cap. 12, pág. 252-273.
- Thompson, R; García-Godoy, F. (1992): Effect of prophylaxis agents on the shear bond strenth of a fissure sealant. *Pediatr Dent.* 14: 50-51.
- Thoms, L.; Nicholls, J.; Brudvik, J.; Kydd, W. (1994): The effect of dentin primer on the tensile bond strength to human enamel. *Int J Prosthodontics.* 7: 403-409.

Thomson J, Main C, Gellespie F, Stephen K (1981): The effect of salivary contamination on fissure sealant-enamel bond strenght. *J Oral Rehabil.* 8: 11-18.

Wakefield C., Draughn R., Sneed W., Davis T. (1993): Shear bond strengths of six bonding systems using the pushout method of in vitro testing. *Oper Dent;* 23: 69-76.

Wang, W; Chau, L. (1991): Bond strength with various etching times on young permanent teeth. *Am J orthod dentofacial orthop.* 100: 72 - 79.

Weerheijm, K; Kreulen, C; Gruythuysen, R. (1996): Comparision of retentive qualities of two glass-ionomer cements used as fissure sealants. *J Dent Child julio-agosto:* 265-267.

Yap, A; Wang, H; Siow, K; Gan, L. (2000): Polimerization shrinkage of visible-ligth-cured composites. *Oper Dent.* 25: 98-103.

Zyskind D, Ziskind K, Hirschfeld Z, Fuks A (1998): Effect of etching on leakage of sealants placed after air abrasion. *Pediatr Dent.* 20: 25-27.