

Universidad de Valparaíso
Facultad de Odontología
Escuela de Odontología
Cátedra de Odontopediatría



**EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA TRACCIONAL DE SELLANTES CON Y
SIN USO DE SISTEMA ADHESIVO**

Trabajo de Investigación
Requisito para optar al título de Cirujano – Dentista

Alumna: Cecilia Gómez Campbell

Profesor Guía: Dr. Juan Eduardo Onetto C

Valparaíso, Octubre 2001

A mis padres
A mis hermanos

Agradecimientos

A Dios, por premiarme con mi familia.

A mi familia, por creer en mí y brindarme su apoyo incondicionalmente.

A mi papá, porque sin él nada de esto sería posible.

A la Dra. Adriana Weber y al Dr. Santiago Gómez, por acogerme con cariño estos 6 años.

Al Dr. Juan Eduardo Onetto, por su dedicación, ayuda, apoyo y paciencia.

A Pámela Castro por su valiosa ayuda en los aspectos técnicos de este trabajo.

A la Dra. Carol Silva por su apoyo y ayuda desinteresada.

A Fernando Araos, gracias por todo.

A Mónica Undurraga y 3M ESPE por colaborar con los materiales necesarios para la ejecución de este trabajo.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
MARCO TEORICO.....	2
Generalidades de sellantes.....	2
<i>Características del sellantes</i>	2
<i>Indicaciones</i>	3
<i>Fallas de los sellantes</i>	4
Adhesión.....	6
<i>Fallas de la adhesion</i>	8
<i>Evolución Histórica de los Sistemas Adhesivos</i>	9
Bases del uso de sellantes con sistemas adhesivos.....	11
Microinfiltración.....	14
Resistencia Traccional.....	15
OBJETIVOS.....	17
MATERIALES Y METODOS.....	18
RESULTADOS.....	23
DISCUSION.....	27
CONCLUSIONES.....	31
SUGERENCIAS.....	32
RESUMEN.....	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXO: tabla de registro de datos.....	37

INTRODUCCIÓN

Los sellantes de puntos y fisuras fueron introducidos hace 30 años atrás como un material preventivo para minimizar la caries dental (Choi JW et al., 1997). Surcos y fisuras son zonas muy susceptibles al ataque carioso, especialmente en molares recién erupcionados donde las características morfológicas dificultan un correcto procedimiento de limpieza y la incompleta maduración del esmalte facilita un rápido establecimiento de la enfermedad (Hebling J & Feigal RJ, 2000).

El eficiente efecto preventivo de los sellantes ha sido exitosamente probado y documentado durante más de tres décadas. En estados Unidos se ha observado una significativa disminución en la prevalencia de caries en niños entre 5 y 17 años (ADA Council on access, 1997). El agua fluorurada y la aplicación tópica de fluoruros ha jugado un importante rol en esta disminución, pero debe ser considerado que el flúor reduce la incidencia de caries proximales en alrededor de 75%, pero las oclusales sólo en un 36% (Choi JW et al., 1997). The National Dental Caries Prevalence Survey mostró en 1981 que un 84% de las caries en niños entre 5 y 17 años involucraban superficies de puntos y fisuras. A través de un programa de sellantes en Salud Pública se consiguió disminuir año tras año este porcentaje, hasta que en 1991 The Third National Health and Nutrition Examination (NHANES III) reportó un porcentaje cercano al 19% para este grupo de niños (ADA Council on access, 1997). Esta experiencia y 20 años de investigaciones clínicas y de laboratorio han demostrado la seguridad y efectividad del uso de sellantes (Borem LM & Feigal RJ, 1994), cuando son correctamente aplicados y rutinariamente mantenidos, representan una excepcional acción preventiva (Feigal RJ, 1998).

Simonsen, en su estudio clásico de “Retención y efectividad de sellantes dentales luego de 15 años” observó que en un grupo de 64 dientes sellados, al cabo de 15 años, 25 resultaron cariados y restaurados. En cambio, en el grupo control, de 64 dientes sin sellar, 60 resultaron cariados o restaurados, y curiosamente los cuatro dientes sanos, estaban en el mismo individuo. Por lo tanto, sólo uno de los 16 pacientes sin sellantes, resultó libre de caries, a diferencia del grupo con sellantes donde seis pacientes resultaron libres de caries luego de 15 años. A pesar que se utilizó sólo una aplicación de sellante al comienzo de los 15 años, y en la rutina del cuidado de la salud oral, la norma debiera ser múltiples aplicaciones a medida que éste se va perdiendo, concluyó, que por cada dos superficies selladas, una resultaba libre de caries o restauraciones (Simonsen RJ, 1991).

A pesar de los 30 años de uso de los sellantes y de las numerosas experiencias que han probado su efectividad, hoy se sigue investigando el área en busca de mejoras en su comportamiento clínico. Un área recientemente explorada es el uso de sistemas adhesivos previo a la aplicación de los sellantes como un modo de minimizar los efectos adversos de la contaminación.

MARCO TEÓRICO

GENERALIDADES DE SELLANTES

Desde el desarrollo del sellado de puntos y fisuras como procedimiento preventivo en 1965 por Cueto y Bonocuore, se ha utilizado una serie de materiales restauradores con capacidad de introducirse en las fisuras, modificar la morfología del surco y permanecer en su sitio mediante mecanismos de microadhesión. Se utilizaron sucesivamente: Cianocrilatos, Poliuretanos, Dimetacrilatos y Ionómeros Vítreos (Barrancos Mooney J, 1999).

En la actualidad los más utilizados son las resinas de diacrilato, BIS-GMA. Se ha explorado el uso de los ionómeros vítreos que se unen químicamente al esmalte, liberan flúor a la estructura dental circundante y son de fácil aplicación, pero presentan pobres propiedades mecánicas (Barrancos Mooney J, 1999).

Forss H y Halme E en 1998 demostraron una pobre tasa de retención de los sellantes en base a ionómero vítreo en relación a los sellantes en base a resina fotocurable (Forss H & Halme E, 1998). En condiciones de contaminación, ambos materiales presentan baja retención a lo largo del tiempo, pero el ionómero gracias a su liberación de flúor, ofrece ventajas, debido a que su efecto preventivo continúa luego que el grueso del sellante se ha perdido, traduciéndose esto en una tasa de incidencia de caries considerablemente menor (Arrow P & Riordan PJ, 1995).

Los sellantes fabricados en base a resinas son básicamente una resina de BIS-GMA de baja densidad que garantiza su penetración al interior del surco, pueden ser de auto polimerización o activados por luz. Existen sin y con relleno, generalmente inorgánico, de vidrio o cuarzo que varía entre un 20 y un 50%, lo que provee al sellante mayor resistencia a la abrasión y, en consecuencia, mejora su comportamiento clínico. Se puede encontrar sellantes con pigmentos para darles color, lo que disminuye el tiempo en el examen de control, o sellantes sin pigmentos que son incoloros (Barrancos Mooney J, 1999).

Características del Sellante: (Barrancos Mooney J, 1999) :

- Buena biocompatibilidad.
- Fácil manipulación.
- Capacidad de retención sin necesidad de manipulaciones irreversibles en el esmalte.
- Buena penetración en el surco, garantizada por su baja viscosidad y su baja tensión superficial.
- Dureza suficiente para resistir la abrasión.
- Estabilidad dimensional y química.
- Acción cariostática.

Indicaciones

Muchos individuos y grupos pueden ser beneficiados a través del uso de sellantes. La clave es el juicio profesional del Odontólogo para cada paciente específico en cada momento específico. Basado en los factores de riesgo del paciente y la presencia de enfermedad oral, el dentista deberá determinar la frecuencia y tipo de tratamiento preventivo necesario. Los sellantes pueden ser indicados en niños y adultos que:

- Por variadas razones tengan moderado o alto riesgo de caries dental.
- Tengan caries incipientes (limitadas a esmalte) de puntos y fisuras.
- Tengan puntos y fisuras anatómicamente susceptibles de cariarse.
- Tengan dientes permanentes suficientemente erupcionados con puntos y fisuras susceptibles (ADA Council on access, 1997).

Los dientes con la más alta prioridad de ser sellados son, usualmente, los primeros y segundos molares definitivos (ADA Council on access, 1997). A nivel individual y teniendo en cuenta la susceptibilidad dentaria a la caries durante el primer año de vida después de la erupción y la evolución de los surcos profundos a través del tiempo, resulta oportuno efectuar el sellado de los surcos profundos durante ese primer año a partir del momento en que tienen completa accesibilidad para el sellado y está garantizado el correcto aislamiento del campo operatorio (Barrancos Mooney J, 1999). La aplicación de sellantes en otras superficies de la dentición permanente (por ejemplo, puntos y surcos bucales y linguales) puede ser indicada bajo condiciones de alto riesgo de caries. Debido a la poca profunda anatomía oclusal de los molares temporales, estos no son tan susceptibles a las caries oclusales como los definitivos. Sin embargo, en condiciones de alto riesgo de caries, los molares temporales podrían ser sellados (ADA Council on access, 1997).

Históricamente se ha expresado interés acerca de la aplicación de sellantes sobre esmalte con lesión cariosa. Sin embargo, se han recolectado datos sustanciales que indican que estas lesiones (diagnosticadas y sin diagnosticar) en la base de las fisuras, son detenidas por la aplicación del sellante. Las bacterias causantes de las caries atrapadas bajo la resina intacta no se regeneran y la lesión no progresa. (ADA council on access, 1997). Mertz-Fairhurst EJ en 1986 demostró a través de un estudio in vivo con 14 pacientes (28 dientes) que los sellantes detienen eficientemente las caries. La aplicación de sellantes se puede usar como una restauración definitiva en lesiones incipientes o un tratamiento intermedio en lesiones profundas. En este estudio, las lesiones control no selladas mostraron patrones repentinos e impredecibles de aumento de la profundidad, además de evidencia clínica y bacteriológica de actividad. Las lesiones selladas, sólo con una excepción, se encontraron bacteriológicamente inactivas al final del estudio. El tejido carioso residual de las lesiones selladas fue delgado, blanco, seco y polvoriento, y significa un completo cese del proceso carioso. Las lesiones cariosas no revelaron sensibilidad o ningún otro signo o síntoma clínico o radiológico que pudiera sugerir que la salud del diente ha sido comprometida (Mertz-Fairhurst EJ et al., 1986).

La decisión de usar sellante en sitios con lesión de esmalte conocida, es responsabilidad del dentista (ADA Council on access, 1997).

Fallas de los sellantes

Paradójicamente, a medida que se demuestra la capacidad de los sellantes de prevenir las caries oclusales, se observa una baja adopción de esta medida. Las razones que tradicionalmente han dado quienes se resisten al uso de sellantes son su alta tasa de fallas, el temor a sellar una lesión existente y el cuestionable costo efectividad (Liebenberg WH, 1994).

El éxito de los sellantes de puntos y fisuras está directamente relacionado con la apropiada selección de los casos y la habilidad del clínico en aplicarlo en óptimas condiciones (Symons AL et al., 1996), sobre todo por la posibilidad de contaminación con saliva de la superficie de esmalte grabada (Hitt JC & Feigal RJ, 1992).

Los molares permanentes parcialmente erupcionados son un desafío en la prevención de caries. Estos dientes usualmente tienen una anatomía oclusal profunda y su posición compromete el acceso para la limpieza y remoción de restos de comida. La susceptibilidad de estas superficies se ve potenciada por la presencia del opérculo que causa que estos dientes retengan placa e incluso resulten cariados antes de estar totalmente erupcionados. La pregunta es si la aplicación de sellantes en dientes parcialmente erupcionados debe ser retardada hasta que el diente esté suficientemente erupcionado para realizar un aislamiento ideal (Straffon LH et al., 1985). Es claro que para obtener cualquier beneficio de los sellantes, estos deben permanecer retenidos completamente intactos (Liebenberg WH, 1994) y que este grado de retención depende directamente de la posibilidad de mantener seco el campo operatorio, por lo tanto, el éxito de los sellantes está fuertemente asociado con el estado de erupción de los dientes, porque mientras más erupcionado esté es mayor la posibilidad de mantener seco el campo (ADA Council on access, 1997). Sin embargo, esperar hasta la erupción completa expone a los dientes en su período de mayor susceptibilidad, pudiendo resultar cariados durante el período de erupción (Straffon LH et al., 1985).

El mayor problema que presenta la aplicación clínica de sellantes es, por lo tanto, la mantención de un campo seco que asegure una adhesión óptima a la superficie de esmalte grabado. Esto considerando el agravante que significa la temprana edad de los pacientes a quienes se aplica esta técnica y la poca o nula colaboración que pueden brindar para facilitarla. El uso de aislamiento absoluto es una opción válida para asegurar el campo seco y libre de contaminantes, sin embargo, muchas veces involucra el uso de anestesia infiltrativa para ubicar correctamente el clamp en molares que están erupcionando, además, el National Survey of Pediatric Dentists en 1993 mostró que la mayoría de las injurias causadas durante la aplicación de sellantes ocurre al poner el clamp (Liebenberg WH, 1994).

Por otra parte, investigaciones han demostrado que las tasas de retención para un sellante determinado son iguales cuando se usa aislamiento con goma dique o torundas de algodón (Eidelman E et al., 1983), (Straffon LH et al., 1985).

Idealmente, todos los sellantes deberían ser realizados bajo aislamiento absoluto con goma dique. Sin embargo, en ausencia de goma dique, el sellante debe ser aplicado con la colaboración de una asistente, bajo técnica de cuatro manos que asegura una superficie seca (Liebenberg WH, 1994).

Ocurren cambios clínicos importantes cuando los sellantes han perdido suficiente material para dejar descubierta una fisura profunda, o cuando los sellantes se fracturan dejando un margen agudo con el diente remanente, sin embargo, la pérdida parcial de sellantes es un capítulo aún sin resolver en el estudio de los sellantes. Lo que sabemos es que existe un rango de condiciones que podemos catalogar como "pérdida parcial" o "retención parcial". Algunos de estos sellantes pueden ser exitosos, pero otros claramente fallidos (Feigal RJ, 1998). Feigal en 1998 sugiere que datos de estudios pasados muestran que cualquier pérdida parcial apreciable de sellante deja al diente con la misma susceptibilidad a la caries que un diente control no sellado (Feigal RJ, 1998), en contraposición, Wendt en 2001 habla de un 65% de retención total y un 22% de retención parcial, ambos sin caries ni obturaciones, en un plazo de 20 años, lo que supondría un efecto preventivo de larga duración aún existiendo pérdida parcial del sellante. Es decir, el diente sellado resultaría más resistente al ataque carioso, incluso si el sellante no se mantiene intacto a lo largo de los años (Wendt LK et al., 2001).

Al revisar la literatura referente a sellantes, se puede concluir que la pérdida esperada de sellantes en molares permanentes, es entre 5 y 10% al año. Además, asumiendo que el riesgo de caries retorna luego de la pérdida del sellante, se sugiere que la tasa de caries para dientes sellados refleje la pérdida de 5-10% multiplicada por la tasa de caries usual de la población para superficies de puntos y fisuras (Feigal RJ, 1998). En caso que se pierda parte o la totalidad del sellante, la superficie expuesta presenta igual susceptibilidad a la caries que una superficie que jamás ha sido sellada (Hebling J & Feigal RJ, 2000).

ADHESIÓN

La adhesión es la unión de una sustancia a otra. La superficie o sustrato que es adherido es llamado adherente. El agente o sistema adhesivo es definido como el material que cuando es aplicado a superficies de sustancias puede unirlos, resistir la separación y transmitir cargas a través de la unión.

La adhesión se refiere a la energía entre los átomos o moléculas en una interfase que mantiene juntas dos fases. Si la unión falla entre las dos fases, el modo de falla es referido como adhesiva, en cambio, si la falla ocurre en una de las fases es referido como cohesiva.

Existen cuatro teorías para explicar el fenómeno de adhesión (Schwartz RS et al., 1999):

1. El adhesivo solidificado traba micromecánicamente con las irregularidades de la superficie.
2. Las teorías de adsorción abarcan toda clase de uniones químicas entre el adhesivo y el adherente, incluyendo fuerzas de valencia primarias (iónica y covalente) y secundarias (hidrógeno, interacción bipolar).
3. Las teorías de difusión proponen que la adhesión es el resultado de la unión de moléculas móviles, las cuales atraviesan la interfase y reaccionan con las del otro lado, desapareciendo la interfase y las dos partes se volverán una sola.
4. Las teorías electrostáticas establecen que se forma una capa doble eléctrica en la interfase entre un metal y un polímero.

Como sustrato para adherir resinas compuestas, esmalte y dentina presentan varias diferencias. Esto debe ser causado por las diferencias en sus contenidos de minerales, proteínas y agua. El esmalte contiene un 95 a 98% en peso de materia inorgánica, en cambio la dentina posee alrededor de un 75% (Jain P & Stewart GP, 2000).

La adhesión a esmalte se basa en el grabado ácido de la superficie, que crea microporos de entre 5 y 59 μm de profundidad (Schwartz RS et al., 1999) seguido de la aplicación de una resina de baja viscosidad. Esta resina penetra en las microporosidades creadas por el grabado ácido y es polimerizada formando una unión micromecánica con el esmalte (Baratieri LN, 1993).

La adhesión a dentina es diferente porque considera la aplicación de un primer en la dentina grabada antes de aplicar la resina de baja viscosidad (Jain P & Stewart GP, 2000). Los conocimientos actuales de adhesión indican que para lograr un aprovechamiento máximo de los sistemas adhesivos se debe mantener una superficie visiblemente húmeda técnica clínica comúnmente llamada "wet bonding" (Van Meerbeek B et al., 1998).

Debido a su relativamente alta volatilidad, solventes como la acetona, y en un menor grado el etanol, pueden desplazar la humedad de la superficie y servir mejor como vehículo de los monómeros de primer hacia las microporosidades de la malla de colágeno expuesta (Van Meerbeek B et al., 1998).

Para secar evitando la sobre humedad, pero sin resecar, se recomienda la técnica "blot-drying", en la cual el exceso de agua es removido con una torunda de algodón seca. Esta técnica es recomendada para sistemas adhesivos que tiene primer basado en acetona (Van Meerbeek B et al., 1998).

A pesar que esta técnica de "wet bonding" parece mejorar la efectividad de la adhesión de sistemas adhesivos con primer basado en acetona, este efecto positivo no puede ser extrapolado a los sistemas basados en agua. La fuerza adhesiva de la dentina no se ve afectada cuando la dentina es secada por 10 o 30 segundos e inmediatamente re-humectada con una mota de algodón hasta que la superficie esté visiblemente húmeda. Se puede esperar un efecto similar de la cantidad de agua aportada por los primers basados en ella. Este contenido de agua puede ser suficiente para re-humectar o re-hidratar la malla colágena colapsada por el secado con aire. El efecto de auto-humectación por parte del primer permite simultáneamente el transporte de los monómeros hidrofílicos (Van Meerbeek B et al., 1998).

Jain y Stewart en el 2000 estudiaron la resistencia traccional de dos sistemas adhesivos aplicados sobre esmalte seco y húmedo. Concluyeron que su uso sobre esmalte seco no altera los valores de resistencia traccional, sin embargo, en esmalte húmedo es esencial usarlos para obtener valores de resistencia traccional aceptables. Además analizaron microscópicamente los tags formados en todos los casos y observaron que al usar primer en esmalte grabado y seco, no se observa una mejor penetración o adaptación de la resina a las microcavidades del esmalte, sin embargo, al no usarlo en esmalte húmedo hay una notable diferencia en la penetración y adaptación de los tags de resina, quedando zonas con una pequeña penetración de resina o simplemente sin ella, lo que explica la notable disminución en su resistencia traccional. Al usar primer en esmalte húmedo se observa un patrón muy similar al obtenido en esmalte seco (Jain P & Stewart GP, 2000).

Hadavi y cols en 1993 demostraron que el contacto del esmalte grabado con el primer provoca una disminución en la resistencia traccional de entre 31 y 44%, lo que sugeriría que el uso del primer debe ser confinado sólo a dentina (Hadavi F et al., 1993).

Fallas de la Adhesión

La adhesión química es difícil de obtener y es bastante lábil en el medio húmedo bucal, por lo que no se debe confiar enteramente en ella para lograr resultados clínicos duraderos (Barrancos Mooney J, 1999).

Uno de los aspectos importantes para que haya una adhesión favorable es que las superficies a unir estén suficientemente cerca y en íntimo contacto, además el adhesivo debe tener una tensión superficial menor que la energía superficial libre del adherente (Schwartz RS et al., 1999).

Además de las propiedades estructurales del adherente, también influyen en la adhesión la presencia de contaminantes en la superficie, el desarrollo de fuerzas externas que impiden el proceso de adhesión y sus mecanismos de transmisión de fuerzas y distribución de cargas aplicadas a lo largo de la interfase. La cavidad oral, sujeta a humedad, fuerzas físicas, cambio de temperatura y pH, también influyen en las interacciones adhesivas (Schwartz RS et al., 1999).

Cualquier tipo de contaminación del área de adhesión puede ser evitada en su totalidad con el uso de goma dique. Los agentes adhesivos mono-frasco tiene la ventaja que, en contraste a las generaciones previas, son menos sensibles a la contaminación por saliva del esmalte y dentina grabado: como norma, no es necesario el re-grabado. Es muy importante seguir las reglas de la técnica adhesiva cuando la saliva es removida:

1. El secado de la superficie contaminada debe ser estrictamente evitado.
2. La contaminación del adhesivo no polimerizado no es crítica porque saliva y adhesivo son simplemente lavados y el adhesivo es re-aplicado.
3. Cualquier contaminación del adhesivo polimerizado compromete severamente la adhesión, sin importar cuan cuidadosamente sea lavado el contaminante: esta situación requiere el re-tallado de la superficie y repetición de todo el procedimiento adhesivo (Fritz UB et al., 1998).

Evolución Histórica de los Sistemas Adhesivos

La primera generación apareció en 1956 cuando Bonocore reportó que el GPDM podía unirse a las superficies grabadas con ácido clorhídrico, pero las fuerzas adhesivas logradas fueron muy bajas (entre 1 y 3 Mpa) (Barkmeier WW et al., 1999). Luego, a fines de 1960, se desarrolló una molécula de N-fenil glicina glicidil metacrilato conocida como NPG-GMA, siendo la base del primer adhesivo dentinario que se unió a esmalte y dentina por quelación del calcio (Schwartz RS et al., 1999).

La segunda generación se caracterizó porque se especulaba que podía adherirse no sólo a la parte inorgánica de la dentina, sino también a la orgánica. Consistían en sistemas bifuncionales, ya que poseían un grupo hidrófilo que se unía a la parte orgánica de la dentina, y un grupo hidrófobo con grupos metacrilatos que se unían a la resina. Su fuerza adhesiva era baja, no excediendo los 5-6 Mpa (Schwartz RS et al., 1999).

La tercera generación aparece cuando surge la importancia del grabado ácido en dentina, para eliminar o modificar el barro dentinario. Esto permite que exista una retención micromecánica entre la dentina grabada y la resina. Sus fuerzas de adhesión se aproximan a las del esmalte con relación a las resinas compuestas, en dentina alcanzó niveles entre 8 y 18 Mpa. Estos sistemas adhesivos, con la utilización de un primer, fueron un importante avance en relación con los anteriores, logrando reducir la microinfiltración marginal, pero no del todo (Schwartz RS et al., 1999).

Los adhesivos dentinarios de cuarta generación se basan en la técnica de hibridación de la dentina, y requieren la eliminación del barro dentinario, tanto peritubular como intertubular. Son capaces de soportar más de 20 Mpa y alcanzan un valor muy superior de adhesión. Se caracterizan por ser sistemas de tres pasos, es decir, primero se acondiciona el esmalte y la dentina con un ácido grabador, luego se aplica un primer y luego la resina adhesiva (Schwartz RS et al., 1999), (Swift E et al., 1998).

La quinta generación surge ante la necesidad de simplificar las etapas clínicas y disminuir la sensibilidad de la técnica. Se diferencian de sus predecesores en que presentan sólo dos envases, uno en donde viene el ácido y otro donde se reúne el primer y el adhesivo. Alcanzan valores de adhesión de entre 20 y 25 Mpa.

Dentro de esta generación se encuentran adhesivos con características que pretenden mejorar fuerza adhesiva, integridad marginal y facilitar la técnica a través de una aplicación única, son los adhesivos nanorrellenados, que se caracterizan por presentar un relleno de tamaño nanométrico.

También pertenecen a esta quinta generación los adhesivos macrorrellenados, que contienen hasta un 40% de material de relleno, lo que les otorga una viscosidad agregada. Esta alta viscosidad les impide penetrar por sí mismos en las microrrugosidades de la dentina, pero esto se compensa mediante la aplicación y frotación del producto dentro de la cavidad con tips especiales, lo que les otorga altos valores de adhesión (Schwartz RS et al., 1999), (Swift E et al., 1998).

Posteriormente aparecieron los denominados primers autograbables, que eliminan la etapa independiente del grabado ácido y su posterior lavado y secado. El autograbado involucra un grabado y acondicionamiento simultáneo de la dentina y esmalte (Hanning M et al., 1999). Esto es posible con el uso de primers que contiene monómeros de fosfato con un bajo pH. Estos monómeros contienen un grupo ácido que disuelve el barro dentinario y no requiere lavado posterior. Una vez que el primer autograbable desmineraliza la superficie dentinaria, ya no es necesario que siga actuando, y esto se consigue debido a que la concentración de calcio y fosfatos aumenta neutralizando el primer y limitando la disolución de apatita (Gordan VV et al., 1998). Además, no es necesario hacer un lavado de los productos de ésteres residuales de ácido fosfórico debido a que subsecuentemente polimerizan, junto con los fosfatos de calcio provenientes de la degradación del barro dentinario, quedando incorporados en la capa híbrida (Hanning M et al., 1999).

BASES DEL USO DE SELLANTES CON SISTEMAS ADHESIVOS

La integridad de los sellantes dentales es clave para prevenir las caries y está directamente relacionada con un apropiado acondicionamiento ácido del esmalte y la mantención de éste libre de contaminación. (Brown JR & Barkmeiner WW, 1996).

Es sabido que un adhesivo debe humectar inicialmente la superficie del sustrato para formar una fuerte unión con éste. Por lo tanto, maximizar la humectancia de la superficie de los dientes es fundamental para lograr una adhesión exitosa. Los sellantes fallan en superficies húmedas porque debido a su característica de hidrofobia no son capaces de penetrar en las microporosidades creadas por el grabado ácido cuando están contaminadas con saliva (Hitt JC & Feigal RJ, 1992). Un breve contacto con saliva del esmalte grabado, incluso por un período de tiempo tan breve como 1 segundo, produce la formación de una capa adherente que cubre muchos de los poros que se habían formado en el esmalte gracias al grabado ácido, y como resultado, los tags de resina responsables de la adhesión micromecánica, no se forman (Hebling J & Feigal RJ, 2000).

Debido a que el completo control de la humedad en el medio intraoral es difícil de lograr, el advenimiento de resinas hidrofílicas, insensibles a la humedad, puede aumentar la exitosa retención de los sellantes, ya que actualmente se sostiene la idea que son excelentes materiales para la adhesión a esmalte, y pueden superar muchos de los aspectos negativos de la contaminación por saliva (Hebling J & Feigal RJ, 2000). Esto representaría una ventaja especialmente en los casos en que es imposible realizar aislamiento absoluto, como ocurre en pacientes demasiado pequeños o discapacitados (Feigal RJ, 1998).

Varios estudios han buscado el modo de restablecer la morfología de la superficie del esmalte grabado luego de la contaminación por saliva, con el objetivo de restablecer la fuerza adhesiva y eliminar la microinfiltración. El lavado vigoroso de la superficie contaminada luego del contacto con saliva, no ha mostrado resultados favorables, mientras que el re-grabado parece tener mejores resultados (Hebling J & Feigal RJ, 2000). En los últimos años se ha producido un cambio de opinión a este respecto: la adhesión a esmalte se ve significativamente afectada sólo si la saliva es removida del esmalte grabado a través del secado con aire. Al parecer, el íntimo contacto necesario entre el esmalte grabado y los monómeros adhesivos, es impedido por la película seca de proteínas salivales. En cambio, el lavado cuidadoso del esmalte contaminado es aparentemente suficiente para remover todas, o al menos la cantidad necesaria, de proteínas para permitir a los monómeros adhesivos difundir y mojar la hidroxiapatita. (Fritz UB et al., 1998).

La composición de los agentes adhesivos de última generación (adhesivos mono-frasco) los hace particularmente adecuados para la adhesión a esmalte, especialmente en presencia de contaminación por humedad. Solventes como el etanol, presente en la composición del Single Bond® (3M ESPE^{MR}), son capaces de remover cualquier residuo de humedad desde el esmalte grabado, conduciendo a los monómeros de resina a una íntima adaptación con la superficie. La acetona es particularmente efectiva como vehículo, desplazando el agua desde la superficie del diente. Se ha sugerido que la acetona es el mejor solvente para “arrastrar” la resina hacia la superficie acondicionada del diente. El resultado del estudio de Swift y cols en 1998 sugiere que el etanol tendría un efecto similar. La resistencia traccional de un agente que contiene etanol fue la más alta de todos los grupos, y ambos, acetona o etanol, humectan la superficie del esmalte considerablemente bien (Swift E et al., 1998).

Además, estos adhesivos mono-frasco contienen monómeros hidrofílicos que potencian la humectancia de la superficie y la penetración de la resina (Swift E et al., 1998), (Hebling J & Feigal RJ, 2000). Para el Single Bond, los monómeros hidrofílicos están representados por el HEMA, una pequeña molécula con bajo peso molecular que presenta altas tasas de difusión (Hebling J & Feigal RJ, 2000).

Se ha estudiado ampliamente el efecto que tendría el uso de un agente adhesivo previo a la aplicación de sellantes en caso de contaminación por saliva. Hitt y Feigal reportaron en 1992 que el uso de Scotchbond® Dual Cure (3M ESPE^{MR}) puede superara algunos de los efectos negativos de la contaminación con saliva de los sellantes. Su estudio in vitro mostró que los sellantes con Scotchbond® aplicados sobre esmalte contaminado con humedad, tenían mayor fuerza adhesiva que los sellantes aplicados en esmalte no contaminado. Sin la capa intermedia de Scotchbond®, la fuerza adhesiva de sellantes aplicados en esmalte contaminado fue virtualmente, cero (Hitt JC & Feigal RJ, 1992).

Evaluando in vivo la retención de sellantes bajo contaminación por saliva, Feigal en 1993, encontró que cuando se usó Scotchbond® como capa intermedia en esmalte contaminado por saliva, luego de seis meses, los sellantes mostraron una retención equivalente a los aplicados sin Scotchbond® en esmalte no contaminado. Los sellantes aplicados directamente sobre esmalte contaminado por saliva, resultaron en un 100% de falla luego de una semana (Feigal RJ et al., 1993).

Feigal y cols. en 1993 aconseja secar suavemente por 3 segundos el sistema adhesivo aplicado sobre esmalte contaminado, porque esto permitiría la evaporación de parte de la saliva junto con el solvente del primer. Sin embargo, enfatiza los efectos negativos de secar la saliva previo a la aplicación del sistema adhesivo, porque esto provocaría la evaporación del agua, dejando una película proteica que impediría la interacción del sistema adhesivo con los poros del esmalte grabado (Feigal RJ et al., 1993).

Se ha estudiado también el uso de sistemas adhesivos pertenecientes a distintas generaciones. Feigal y cols en el 2000, encontraron que sistemas adhesivos de un paso o monocomponentes (Quinta generación) disminuyen el riesgo de falla de los sellantes oclusales en aproximadamente la mitad, en cambio, el uso del primer de un sistema adhesivo de tres pasos tiene efectos perjudiciales en el porcentaje de retención de los sellantes comparado con el grupo control. Esto se podría deber a la falta de un agente realmente adhesivo en el primer, que sí está presente en los adhesivos monofrasco (Feigal RJ et al., 2000). Por otra parte, los agentes hidrófilos en el sistema adhesivo superan la contaminación inadvertida de humedad, mientras que el sistema adhesivo en sí sirve como agente humectante de baja viscosidad para la interfase entre esmalte grabado y la resina (Feigal RJ, 1998).

Symosn y cols en 1996 encontraron que la aplicación de un sistema adhesivo previo al sellante, mejoró la penetración del éste en fisuras profundas y propuso que el uso de sistemas adhesivos mejora la tasa de retención de los sellantes en fisuras profundas, particularmente cuando ésta no está completamente seca antes de la aplicación de la resina (Symons AL et al., 1996).

Feigal y cols en 1993 en un estudio in vivo a dos años encontraron que la retención de sellantes aplicados con sistema adhesivo (Scotch Bond Dual Cure[®], 3M ESPE^{MR}) en esmalte contaminado, es igual a la de sellantes aplicados sin sistema adhesivo en esmalte seco. Sin embargo, los sellantes aplicados sin sistema adhesivo en esmalte contaminado, se perdieron totalmente en la primera semana. (Feigal RJ et al., 1993).

En un intento por fabricar sellantes más resistentes al desgaste oclusal, se han producido sellantes con más masa. Algunos de ellos son gruesos y viscosos, siendo difícil extenderlos dentro de pequeñas fisuras. El paso del agente adhesivo ayuda a aplicar estos materiales viscosos. El sellante se esparce más fácilmente luego de la aplicación del agente adhesivo y moja mejor la superficie de la fisura. El resultado es un sellante más resistente al desgaste, que ha penetrado profundo todas las fisuras necesarias (Feigal RJ, 1998).

En resumen, según Feigal en 1998, los beneficios de la capa intermedia de adhesivo son:

1. Mejor retención.
 2. Mejor resistencia traccional y menor infiltración en áreas potencialmente húmedas.
 3. Mejor fluidez de la viscosidad del sellante en la superficie del diente.
- (Feigal RJ, 1998)

MICROINFILTRACIÓN

La microinfiltración se define como el paso clínicamente imperceptible, de bacterias, fluidos, moléculas o iones, entre las paredes de una cavidad y el material restaurador aplicado en ella, como resultado de una diferencia entre los coeficientes de expansión térmica del material y los tejidos dentarios o una contracción ocurrida durante la polimerización. Mientras menor es el contenido de relleno de una resina, mayores son los cambios térmicos dimensionales, por lo tanto, los agentes adhesivos y los sellantes sin relleno, tienen un alto coeficiente de expansión térmica. La tasa entre el coeficiente de expansión térmica del esmalte y el sellante puede ser mayor que 8 (Hebling J & Feigal RJ, 2000).

En los últimos años se ha explorado el efecto que tiene en la microinfiltración el uso de sistemas adhesivos bajo los sellantes,

En el 2000 Hebling y cols encontraron que la contaminación por saliva causa un alto porcentaje de microinfiltración en sellantes, de alrededor de un 94% en comparación con un 3% en ausencia de contaminación. El uso de una gema adhesivo como capa intermedia entre esmalte contaminado y sellante, otorgó valores de microinfiltración muy similares a los obtenidos en ausencia de contaminación (Hebling J & Feigal RJ, 2000).

La utilización de una agente adhesivo como capa intermedia entre esmalte y sellante, reduce la microinfiltración de los sellantes, especialmente cuando el esmalte ha sido contaminado con saliva (Hebling J & Feigal RJ, 2000).

RESISTENCIA TRACCIONAL

Se define resistencia traccional como el esfuerzo máximo que tolera un material sometido a cargas de tracción sin romperse. Esta definición fue extractada del Medline usando el Mesh "bond strength", la fuente original es el McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms del 2001.

La relevancia de la resistencia traccional en los sellantes radica en el hecho que se ven sometidos en boca a fuerzas de este tipo, provocando su desprendimiento si no son capaces de tolerarlas.

La resistencia traccional entre el esmalte y las resinas usadas como sellantes se ha reportado entre los 6.9 y los 10.3 Mpa (Vijayaraghavan TV et al., 1995).

Se sabe que la contaminación por saliva del esmalte grabado produce una disminución tal en la resistencia traccional de los sellantes que puede llevarlos al fracaso. Feigal y cols. en 1993 observaron que el contacto con saliva por un período tan corto como 1 a 60 segundos, provoca una disminución de la resistencia traccional que puede ir desde un 50 a un 100% (Feigal RJ et al., 1993).

En busca de minimizar los efectos nocivos de la contaminación, inicialmente se investigó el efecto del lavado vigoroso del esmalte posterior a ella. Así es como Thomson y cols en 1981, en uno de los primeros estudios que evaluó la resistencia traccional de sellantes bajo condiciones de contaminación por saliva, encontraron que los especímenes que se habían contaminado y no se habían lavado posteriormente, tenían resistencias traccionales significativamente menores (68 kg/cm²) que los especímenes no contaminados (174 kg/cm²) o lavados vigorosamente luego de la exposición a la saliva contaminante (168 kg/cm²). Afirma que se puede lograr sellantes exitosos luego de una contaminación por saliva si el esmalte se lava vigorosamente y la contaminación fue por un período corto de tiempo (Thomson JL et al., 1981).

En los últimos años se ha comenzado a explorar el efecto del uso de sistemas adhesivos en la resistencia traccional de sellantes, tanto sobre esmalte seco como contaminado. A este respecto, Hitt y Feigal en 1992 encontraron que el uso de un agente adhesivo bajo los sellantes otorga una fuerza adhesiva significativamente mayor que la conseguida al aplicar sellante solo, ya sea en condiciones normales o de contaminación (Hitt JC & Feigal RJ, 1992).

Charlton y Beatty en 1994 estudiaron in vitro el efecto de la humedad en la resistencia traccional de los sistemas adhesivos de Tercera generación, encontrando que no había diferencias estadísticamente significativas en la resistencia traccional de estos aplicados a dentina seca o húmeda. Sí hacen la salvedad que esta humedad es sólo la necesaria para no resecar la dentina y colapsar la malla colágena, pero que en ningún caso constituye una autorización para aplicarlos en esmalte o dentina contaminados por humedad o saliva. También recalcan la necesidad de utilizar sistemas adhesivos que contengan acetona o etanol que permitiría la volatilización del exceso de humedad (Charlton DG & Beatty MW, 1994).

Senda y cols en 1995 estudiaron el efecto de la aplicación de primer previo a la resina adhesiva, encontrando in vitro que mejora el ángulo de contacto y aumenta considerablemente la resistencia traccional de esta última e in vivo que aumenta la retención a largo plazo (Senda A et al., 1995).

El uso de sistemas adhesivos previo a la aplicación de sellantes cobra especial importancia en casos de contaminación. Al respecto, Choi y cols. en 1997 estudiaron in vitro la eficacia del uso de primer en la resistencia traccional de sellantes, encontrando que ésta es significativamente mayor al usar primer bajo ellos, ya sea en esmalte seco o húmedo. La mayor resistencia traccional en esmalte húmedo es esperable debido a la propiedad hidrofílica del primer, quien requiere agua para la completa humectación de la superficie. El aumento en la resistencia traccional, haría esperar como resultado una mejor retención de los sellantes en su uso clínico (Choi JW et al., 1997).

En un estudio realizado por Swift y cols en 1998 se midió la resistencia traccional de 7 sistemas adhesivos mono-frasco, seis de los cuales tenían como solvente acetona o etanol y sólo uno agua. La resistencia traccional de los seis adhesivos mencionados anteriormente, se mantuvo en el rango de los 27 Mpa, sin existir diferencias estadísticamente significativas entre ellos. Dentro del primer grupo, las mayores resistencias las tuvo el Single Bond. Sin embargo, el único sistema en base a agua arrojó valores de 14 Mpa que sí fueron estadísticamente significativos en relación a los otros. No está claro que tan relacionada está esta diferencia con el solvente acuoso (Swift E et al., 1998).

Tulunoglu en 1999 investigó el efecto del uso de adhesivos dentinarios previo a la aplicación de sellantes, encontrando como resultados que el uso de un agente adhesivo a esmalte y dentina aumenta la fuerza adhesiva y disminuye la microinfiltración de los sellantes y que en condiciones de contaminación por humedad, otorga mejores resultados que aplicando sellante solo en dientes no contaminados (Tulunoglu O et al., 1999).

OBJETIVOS

Objetivo general

Comparar la resistencia traccional de sellantes con y sin uso de sistema adhesivo en esmalte seco y contaminado en superficies proximales de molares humanos extraídos.

Objetivos específicos

- Aplicar sellantes con y sin sistema adhesivo en esmalte seco y contaminado.
- Medir la resistencia traccional de los sellantes aplicados.
- Comparar las resistencias traccionales obtenidas para los distintos grupos.
- Determinar el comportamiento del uso de sistema adhesivo previo a la aplicación de sellantes ante fuerzas traccionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 50 terceros molares con superficies lisas intactas y libres de caries. Luego de una prolija profilaxis mediante escobillas blandas, piedra pómez venteadada y agua, se almacenaron en agua destilada hasta el momento de uso.

Utilizando una máquina cortadora de baja velocidad Isomet se removieron las raíces cortando aproximadamente a dos milímetros hacia apical del límite amelocementario, quedando de esta forma un trozo coronal, utilizado en la experimentación.

Posteriormente se realizó una perforación en sentido coronoapical en el centro de la cara oclusal, utilizando una piedra de diamante redonda de 1 mm de diámetro con alta velocidad y refrigeración abundante. El objetivo de esta perforación es pasar a través de ella un trozo (U invertida) de alambre ortodóncico de 0.8 mm de diámetro que permite la fijación del diente al tensómetro, y otorga la libertad de movimiento necesaria para que la fuerza se ejerza siempre en sentido axial al diente.

Los dientes se numeraron aleatoriamente del 1 al 50.

Cada diente poseerá cuatro condiciones experimentales distintas, obtenidas por medio de la combinación de dos factores a analizar: sellante convencional o sistema adhesivo más sellante; esmalte seco o esmalte contaminado, según se indica en tabla I.

Tabla I: Conformación de los grupos experimentales.

Técnica Utilizada	Sellante Convencional	Sellante y Sistema Adhesivo
Esmalte Seco	G1	G2
Esmalte Contaminado	G3	G4

Se utilizará, por lo tanto, dos caras lisas contiguas elegidas aleatoriamente con esmalte contaminado, una con sellante convencional y otra con sistema adhesivo previo y las otras dos caras lisas con esmalte seco, una con sellante convencional y sistema adhesivo más sellante, respectivamente, como se grafica en el esquema 1.

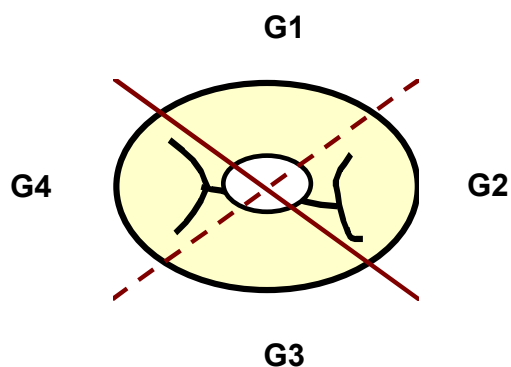
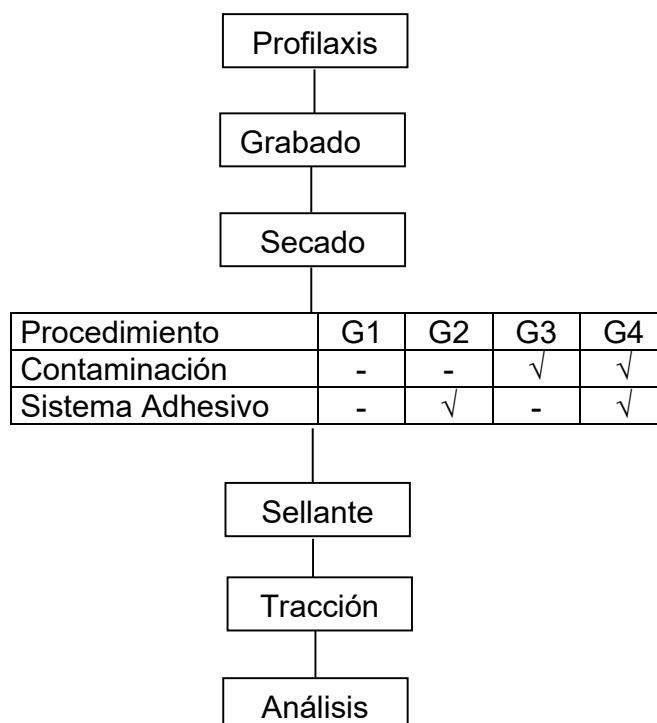


Gráfico N° 1: Aplicación de los grupos experimentales

Se definieron dos distintos procedimientos para las aplicaciones solo sellante y sellante-sistema adhesivo. Uno destinado para los especímenes en seco y otro para aquellos utilizados con contaminación. Ambos procedimientos siguen las instrucciones de aplicación recomendadas por el fabricante.

Tabla II: Diferencias de aplicación a los cuatro grupos.



Los procedimientos mencionados en la Tabla 2 se realizaron de la siguiente manera:

Las superficies lisas de cada espécimen se secaron durante 5 seg. con aire comprimido exento de aceite y luego fueron grabadas durante 15 seg. con ácido fosfórico gel al 37% (Scotchbond® , 3M ESPE^{MR}) aplicado directamente desde la jeringa.

La superficie grabada se lavó durante 15 seg. con agua de la jeringa triple y se secó.

Las caras del grupo de esmalte seco se secaron con aire comprimido exento de aceite hasta eliminar el agua, sin resecar.

Las caras del grupo húmedo se contaminaron con agua destilada y secaron con una toalla facial, para eliminar únicamente el exceso de contaminante.

En las caras lisas de cada diente destinadas aleatoriamente a recibir sellante convencional, se superpuso un cilindro de poliuretano de 3 mm de diámetro y 3 mm de altura.



Foto N° 1: técnica de aplicación de los sellantes.

Cada cilindro se llenó con sellante Clinpro® Sealant (3M ESPE^{MR}) para anclar 3 cm de alambre ortodóncico de 0.8 mm, cuya función es permitir que la tenaza superior del tensómetro ejerza la tracción, y se fotopolimerizó durante 40 segundos para compensar la diferencia de espesor existente con la aplicación clínica.

En las dos caras lisas restantes de cada diente se aplicaron dos capas consecutivas de Sistema Adhesivo Single Bond® (3M ESPE^{MR}) utilizando el aplicador proporcionado por el fabricante, se sopló levemente con aire comprimido seco por 5 sg se fotopolimerizó durante 10 seg.

Un cilindro de iguales características al ya descrito, se superpuso a cada una de estas áreas utilizando la misma técnica anterior.

Para permitir el posterior análisis de los datos, se asignó un color a cada grupo experimental, siendo amarillo el sellante convencional en sector de diente seco (G1), rojo el adhesivo + sellante convencional en sector de diente seco (G2), azul el sellante convencional en sector de diente contaminado (G3) y verde el adhesivo + sellante convencional en sector de diente contaminado (G4). Se pintó del color correspondiente una franja que distinguiera la zona del diente donde se aplicó cada técnica.

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

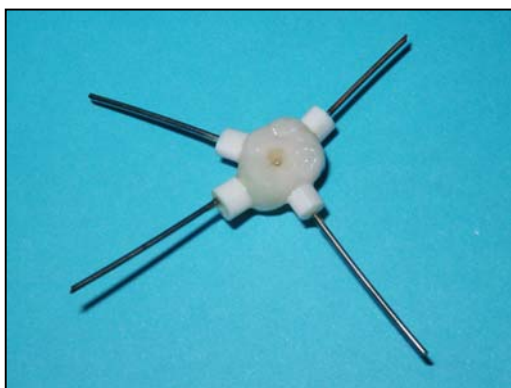


Foto N° 2: diente con cuatro sellantes aplicados.

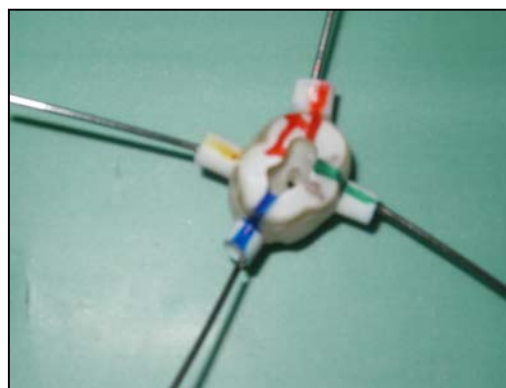


Foto N° 3: diente indicando los colores para identificación.

Para realizar la medición, cada uno de los 50 especímenes fueron instalados sucesivamente en un tensómetro Instron (Instron #4411; Instron Corp; USA) utilizando una velocidad de cabezal de 2 mm por minuto y una distancia entre la tenaza y la interfase diente-sellante de 3 mm, verificando quedarán orientados para ejercer la tracción en sentido perpendicular a la superficie.



Foto N° 4: Tensómetro Instron #4411.

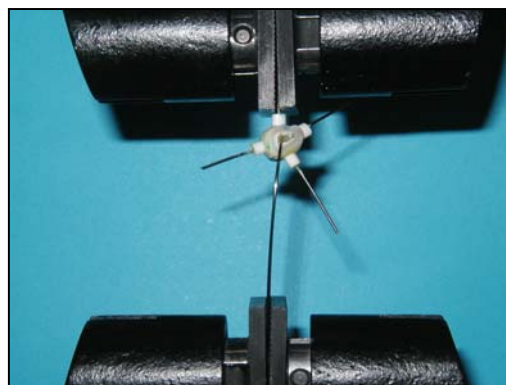


Foto N° 5: detalle posición muestra en las mordazas.

Al término de la prueba, cada cara lisa se observó en una lupa estereoscópica con un aumento de 10X en busca de restos de sellante o adhesivo, clasificándose las fracturas en (Hosoya Y & Tominaga A, 1999):

1. **adhesiva**, cuando se fracturó la interfase sellante-diente o sistema adhesivo-diente en más de un 80% del área de fractura (foto 6).
2. **cohesiva**, cuando se fracturó la masa de sellante (foto 7).
3. **de esmalte** cuando se fracturó este en su totalidad (foto 8).
4. **mixta** cuando el área de fractura involucra menos de un 80% de fractura adhesiva y el resto cohesiva o cuando el área de fractura involucra menos de un 80% de fractura adhesiva y el resto de fractura de esmalte (foto 9).
5. **“otros”** en el que se agrupan los dientes que por algún motivo no pudieron ser sometidos al Test de Resistencia Traccional.

Los datos se analizaron mediante un test de ANOVA para detectar las diferencias entre los grupos, y para las comparaciones individuales se ocupó el test de Tukey, fijándose el nivel de significancia en $p < 0,05$ y los intervalos de confianza al 95%.

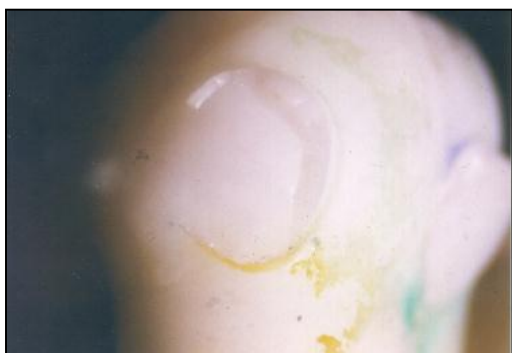


Foto N° 6: fractura adhesiva.

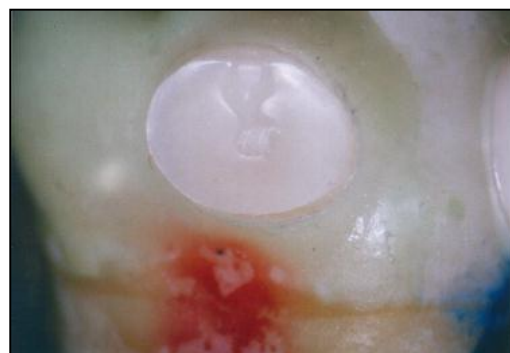


Foto N° 7: fractura cohesiva.



Foto N° 8: fractura de esmalte.



Foto N° 9: fractura mixta.

RESULTADOS

Se sometió a la prueba de fractura a las 200 superficies (4 en cada diente), obteniéndose que 86 presentaron fractura cohesiva, 56 presentaron fractura adhesiva, mientras para los demás la distribución se observa en el gráfico 2.

Distribución según tipo de fractura (n=200)

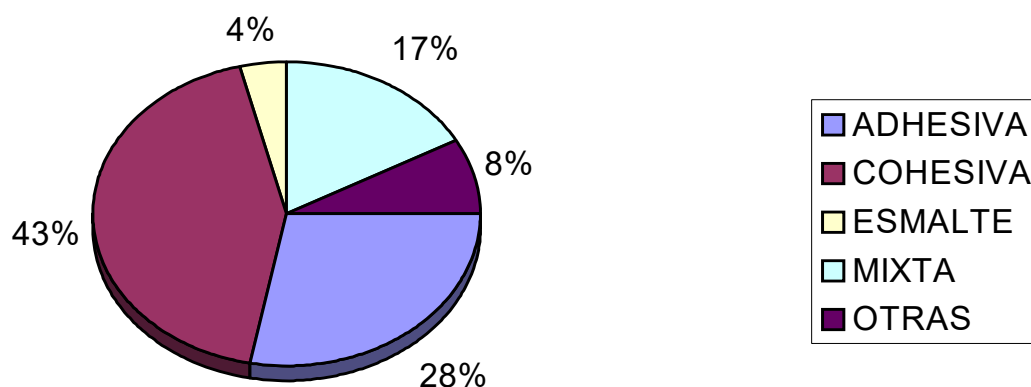
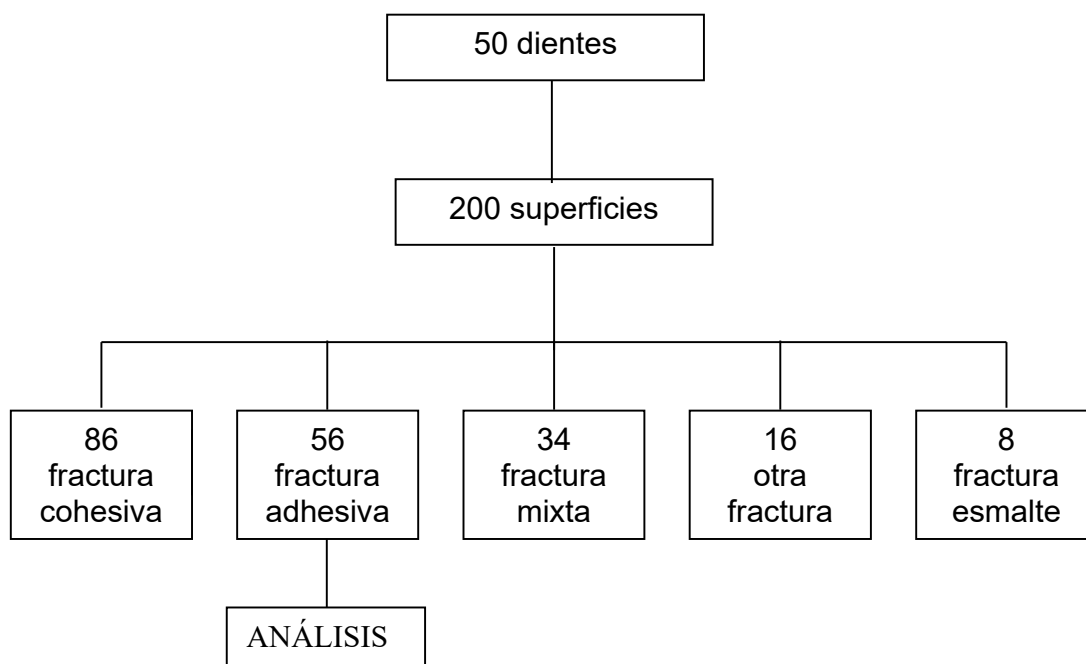


Gráfico N°2: Distribución según tipos de fractura.

Sólo los 56 que presentaron fractura del tipo adhesivo fueron considerados para el análisis según se muestra en la Tabla III.

Este tamaño de muestra resultante permite detectar efectos del tratamiento de por lo menos un 20% al nivel de $\alpha=0,05$ y con una potencia de 70% para muestras de 4 grupos.

Tabla III: Distribución según tipo de fractura.



Los datos se agruparon de tres maneras distintas para su análisis:

En el gráfico N° 3 se observa el comportamiento de las muestras agrupadas según CONTAMINADO/SECO y CON/SIN sistema adhesivo.

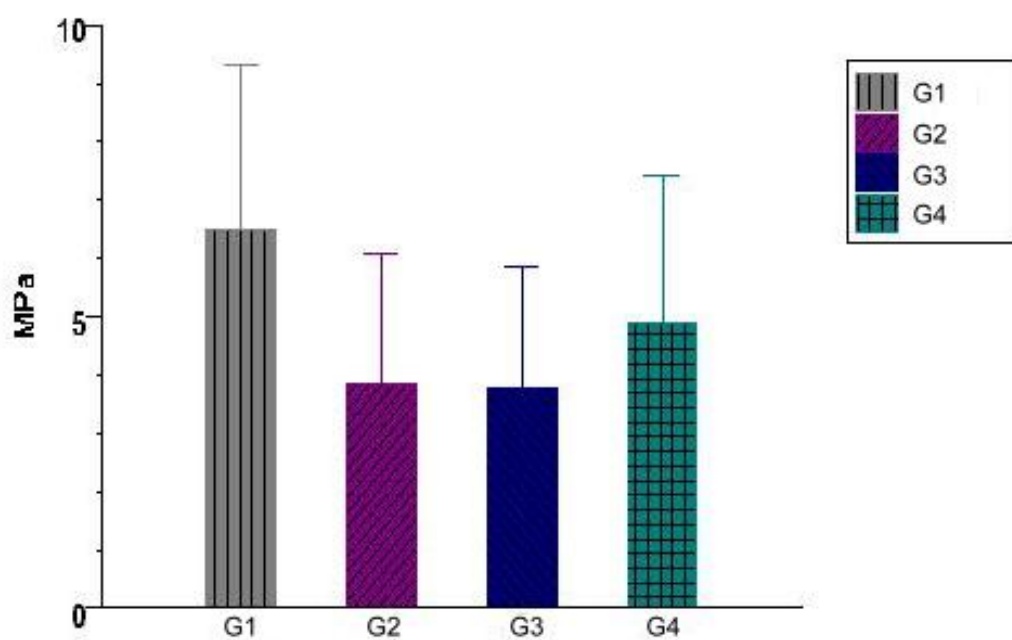


Gráfico N°3: Resistencia traccional de los cuatro grupos experimentales.
G1 v/s G3, $p < 0.05$.

El análisis estadístico detectó una diferencia significativa entre la media de los grupos, pero sólo entre el grupo considerado seco sin sistema adhesivo con el respecto al grupo contaminando sin sistema adhesivo ($p=0,008$), mientras que los demás no presentaron diferencias significativas, según se expresa en la siguiente tabla.

Tabla IV: Resistencia traccional de los cuatro grupos experimentales.

Grupo	G1	G2	G3	G4
Media	6,49 *	3,83	3,78 *	4,88
DE	2,80	2,23	2,08	2,53
N	17	6	21	12
Todos los datos expresados en MPa			* $p<0,05$	

Luego se agruparon según el status seco/contaminado, obteniéndose que el grupo seco presentaba una resistencia de 5,80, con una DE 2,87 Mpa; mientras que el grupo contaminado presentó una adhesión de 4,18, con una DE 2,28, lo que fue estadísticamente significativo ($p<0,05$).

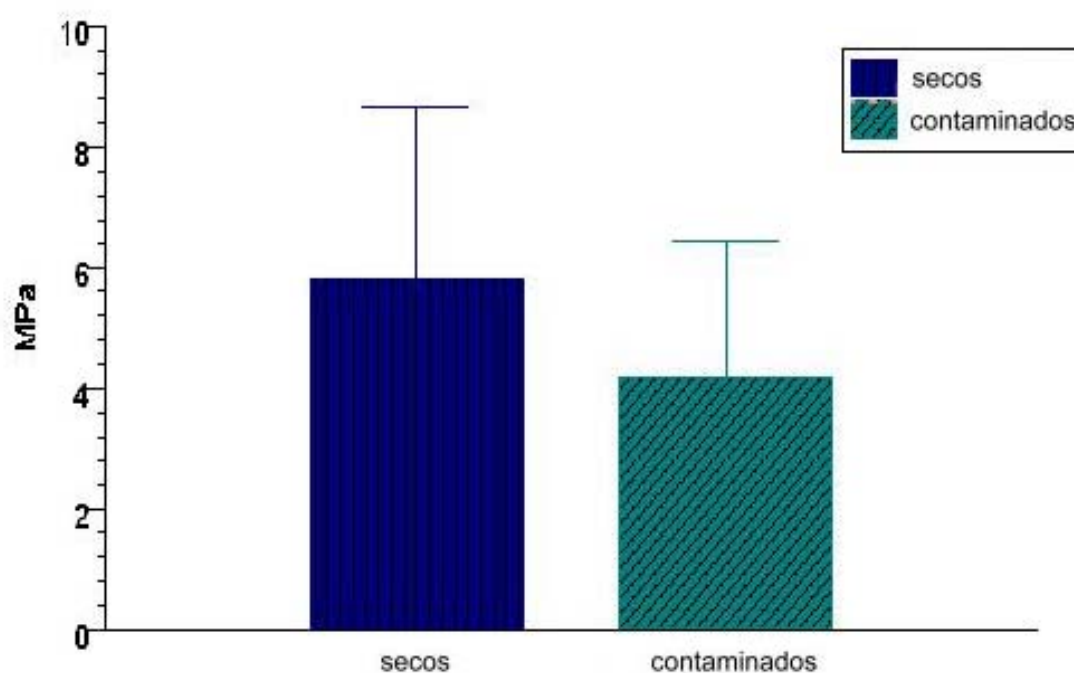


Gráfico 4: Resistencia traccional grupos secos vs contaminados. $P<0.05$.

Luego se compararon los grupos según el uso o no del sistema adhesivo, dando como resultado una media para el grupo **sin** de 4.99, con una DE 2.76 Mpa; mientras para el grupo **con** una media de 4.53, con una DE 2.42 MPa, lo que no es significativamente estadístico ($p>0,05$).

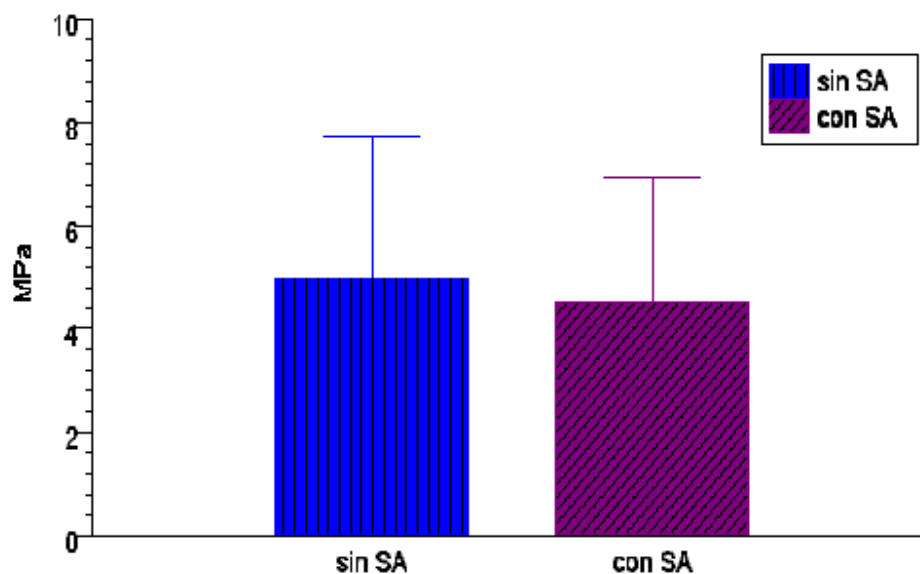


Gráfico 5: Resistencia traccional grupos con S.A. y sin S.A.
S.A: sistema adhesivo. $p>0.05$.

TABLA RESUMEN DE COMPARACIONES

Tabla V: Resumen de comparaciones entre los cuatro grupos.

	Contaminados	Secos	Con SA	Sin SA
Media	4,18 *	5,80 *	4.53	4.99
DE	2,28	2,87	2.42	2.76
N	33	23	38	18
IC al 95 %	4.73 – 6.85	3.29 – 5.	3.27 – 5.78	4.12 - 5.85
Todos los valores expresados en Mpa			* $p<0,05$	

S.A: sistema adhesivo)

DISCUSIÓN

Los valores obtenidos en esta investigación son aproximadamente la mitad de los reportados en los catálogos proporcionados por el fabricante y en investigaciones anteriores.

El fabricante publicita una resistencia traccional de alrededor de 14 MPa para el Clinpro® Sealant y de 31 MPa para el Single Bond®.

Choi y cols. en 1997, trabajando sobre dientes bovinos alisados mecánicamente obtuvieron valores de alrededor de 12 Mpa para el sellante convencional y 15 para sellante más adhesivo, ambos en superficie seca; y 3 Mpa para sellante convencional y 19 para sellante más adhesivo, ambos en superficie contaminada.

El presente estudio obtuvo valores de aproximadamente 6 Mpa para el sellante convencional y 3 para sellante más adhesivo, ambos en superficie seca; y 3 Mpa para sellante convencional y 4 para sellante más adhesivo, ambos en superficie contaminada.

Las diferencias anteriormente expuestas pueden explicarse por las modificaciones incorporadas en la metodología utilizada en esta oportunidad. Se planteó el doble desafío de estandarizar el área de contacto del sellante con el esmalte y usar dientes humanos con superficies proximales intactas (convexas).

Si bien las investigaciones anteriores coinciden entre sí en la mayoría de los parámetros utilizados, el objetivo de las innovaciones introducidas es simular al máximo la aplicación clínica. En una primera instancia se intentó la aplicación en caras oclusales y no lisas. Sin embargo, por las características de la superficie oclusal no fue posible estandarizar el área de sellante que toma contacto con el esmalte. Además, debido a la forma cónica de la fisura, el área de contacto del sellante con el esmalte es muy amplia, resultando más frágil la masa de sellante en algún nivel de profundidad, que la interfase diente-sellante en su totalidad. Por esto, al momento de traccionar el sellante para la medición se desprendió sólo la parte superficial de éste, quedando la gran mayoría en el interior de la fisura; situación que en la clínica es muy favorable, pero no para efectos de la investigación.

Se usaron superficies lisas naturales, no alisadas, lo que permitió estandarizar el área sin crear una superficie artificial. Sin embargo, la convexidad que presentan estas caras pudo ser una de las causas de la baja en los valores obtenidos en relación con los estudios que utilizan superficies alisadas mecánicamente.

Una ventaja de la metodología utilizada es que no sólo se estandarizó el área de esmalte, sino también su tipo, puesto que aprovechando las cuatro caras lisas de cada diente se llevaron a cabo las cuatro condiciones experimentales en un mismo diente y, por lo tanto, sobre un mismo esmalte.

La muestra utilizada fue de 200 sellantes; de estos se descartaron todas las fracturas que no fueran adhesivas, quedando finalmente 56 sellantes para análisis estadístico. La mayor parte de las fracturas fueron cohesivas, lo que podría deberse a la incorporación de un trozo de alambre en la masa de sellante para permitir la tracción mediante la tenaza superior del tensómetro. Este montaje se hizo necesario debido al gran tamaño de las mordazas del tensómetro. Este punto podría corresponder a una de las limitantes del presente estudio, puesto que no fue posible tener acceso a mordazas más pequeñas. Si bien se utilizó el mismo modelo de tensómetro Instron que se describe en los artículos consultados, no fue posible lograr que las mordazas tomaran directamente el sellante sin triturarlo. El alambre resultó imprescindible para la realización del ensayo, pero pudo ser un factor debilitante de la masa de sellante, favoreciendo su fractura cohesiva.

Otro factor no controlado, pero que teóricamente pudo influir en el alto número de fracturas cohesivas es que algunos especímenes quedaran instalados fuera del eje vertical en el que se ejercía la fuerza de tracción, creando una palanca que debilitó la masa de sellante y no la interfase entre éste y el diente, provocando su fractura cohesiva. Para fijar cada espécimen a la mordaza inferior se utilizó un trozo de alambre con forma de U invertida que permitía cierta movilidad a los especímenes al momento de la tracción, pero en algunos casos la posición final de ellos pudo quedar fuera del eje vertical.

Teniendo en cuenta estos problemas detectados en las fases de prueba, se trabajó con una muestra inicial numerosa, lo que permitió que aún descartando gran parte de ella quedara un número suficiente para ser analizado (56 sellantes sometidos a análisis estadístico).

En el presente estudio, la resistencia traccional de sellantes con sistema adhesivo, no mostró ninguna diferencia significativa en relación al sellante convencional.

Las diferencias se encontraron al comparar la condición del esmalte, siendo estadísticamente significativa la disminución en la resistencia traccional que se produce al aplicar sellante sobre una superficie contaminada \forall s una superficie seca.

Al comparar los grupos experimentales 1 y 3 (sellantes convencionales aplicados sobre esmalte seco y contaminado, respectivamente) se observa que la resistencia traccional del segundo es significativamente más baja que la del primero (6.49 DE 2.8 \forall s 3.78 DE 2.08), lo que indica que la ausencia de contaminación es un factor fundamental para lograr una resistencia traccional adecuada. Este resultado es esperable y concuerda con lo encontrado por Hitt y Feigal en 1992 y por Choi y cols en 1997 (Choi JW et al., 1997), (Hitt JC & Feigal RJ, 1992).

Por otra parte, los grupos 1 y 4 (sellante convencional aplicado en esmalte seco y sellante más adhesivo en esmalte contaminado, respectivamente) no presentaron diferencias significativas en sus resistencias traccionales (6.49 DE 2.8 ν /s 4.88 DE 2.53). Esto indicaría que el sistema adhesivo mejora la resistencia traccional de los sellantes aplicados sobre esmalte contaminado, dejándolos en condiciones similares a un sellante convencional aplicado sobre esmalte seco. La hidrofilia del sistema adhesivo permite un mejor comportamiento del sellante (hidrofóbico) frente a una superficie contaminada.

Los grupos 2 y 4 (sellante más adhesivo aplicados sobre esmalte seco y húmedo, respectivamente) no mostraron diferencias estadísticamente significativas, lo que indicaría que el sistema adhesivo mejora la resistencia traccional cuando se usa sobre esmalte contaminado, pero no tiene influencia en ésta cuando se usa sobre esmalte seco, resultado que coincide con lo encontrado por Choi y cols en 1997 (Choi JW et al., 1997).

Además, los grupos 1 y 2 (sellante convencional y sellante más adhesivo aplicados sobre esmalte seco, respectivamente) no presentaron diferencias significativas, lo que corrobora el hecho que en esmalte seco, el sistema adhesivo no tiene efectos positivos. Incluso, en esmalte seco, el sellante más adhesivo mostró una resistencia traccional inferior al sellante convencional, pero la diferencia no fue estadísticamente significativa.

Este resultado contrasta con los obtenidos en 1992 por Hitt y Feigal, en 1997 por Choi y cols y en 1999 por Tulunoglu y cols, quienes trabajando sobre dientes bovinos pulidos, obtuvieron que el uso de un sistema adhesivo bajo los sellantes otorga una fuerza adhesiva significativamente mayor que la conseguida al aplicar sellante solo, ya sea en condiciones normales o de contaminación (Hitt JC & Feigal RJ, 1992), (Choi JW, et al., 1997), (Tulunoglu O et al., 1999). Es esperable encontrar una mayor resistencia traccional al usar sistema adhesivo previo al sellante en esmalte contaminado, puesto que éste es hidrofílico y el sellante hidrofóbico. Si bien en esmalte seco no se debería esperar un mejor comportamiento del sellante al usar sistema adhesivo, puede que su mayor fluidez facilite una mejor penetración del sellante dentro de la fisura, lo que podría llevar a una mayor traba mecánica y por consiguiente, mayor resistencia traccional.

En el presente estudio, el adhesivo se comporta de manera favorable sólo en esmalte contaminado y no tiene efectos positivos en esmalte seco, de modo que es necesario evaluar el porcentaje de sellantes que efectivamente se realizan sobre esmalte contaminado, considerando que idealmente al advertir contaminación, el procedimiento se interrumpa hasta lograr el aislamiento óptimo.

El sistema adhesivo utilizado (Single Bond[®], 3M ESPE^{MR}) está basado en etanol, lo que lo hace especialmente adecuado para ser usado en contaminación con agua, ya que tiene la capacidad de servir de vehículo a ésta permitiendo su total evaporación. En boca, la contaminación más frecuente es por saliva, sobre todo en dientes parcialmente erupcionados, lo que representa una situación totalmente diferente debido a la presencia de proteínas en su composición. Por esta razón, los resultados obtenidos deben ser analizados considerando la calidad del contaminante en relación a la contaminación que se produce en boca.

CONCLUSIONES

Basado en las condiciones del presente estudio, sobre resistencia traccional de sellantes se puede concluir:

1. La contaminación con agua del esmalte grabado reduce significativamente la resistencia traccional de los sellantes.
2. La aplicación de sistema adhesivo previo a la aplicación de sellantes sobre esmalte contaminado con agua, mejora su resistencia traccional dejándolos en condiciones similares a un sellante convencional aplicado sobre esmalte seco.
3. La aplicación de sistema adhesivo previo a la aplicación de sellantes sobre esmalte seco, no mostró diferencias en su resistencia traccional.

SUGERENCIAS

La resistencia traccional de un sellante convencional seco no mejora con el uso de un sistema adhesivo bajo él, por lo tanto, se cuestiona fuertemente la incorporación del sistema adhesivo en condiciones normales, es decir, sin contaminación. A pesar de las limitaciones del presente trabajo, se puede explorar con mayor profundidad desde el punto de vista experimental la incorporación de sellantes con adhesivo cuando no se puede lograr un total aislamiento.

Se sugiere nuevas investigaciones en el área considerando:

1. Evaluar el nivel de contaminación o su tipo usando saliva como contaminante.
2. Buscar métodos para realizar las mediciones en la cara oclusal de los molares.
3. Determinar si el uso de sistema adhesivo previo a los sellantes, produce mayores tasas de retención de sellantes in vivo.

RESUMEN

Este estudio in vitro investigó el efecto del uso del sistema adhesivo Single Bond® (3M ESPE^{MR}) en la resistencia traccional del sellante de puntos y fisuras Clinpro® Sealant (3M ESPE^{MR}) aplicados sobre esmalte seco y contaminado en superficies proximales de molares humanos extraídos.

50 terceros molares con sus superficies lisas intactas y libres de caries fueron seleccionados, seccionados a nivel del límite amelocementario y perforados en el centro de su cara oclusal. Se determinaron cuatro condiciones experimentales y se aplicó una cada una de las caras lisas de los dientes, determinándose cuatro grupos de estudio, cada uno con 50 especímenes. G1: sellante convencional aplicado sobre esmalte seco; Grupo 2: sellante más adhesivo aplicado sobre esmalte seco; Grupo 3: sellante convencional aplicado sobre esmalte contaminado y Grupo 4: sellante más adhesivo aplicado sobre esmalte contaminado.

Se sometieron a una prueba de tracción utilizando un tensómetro Instron y se analizaron microscópicamente los rasgos de fractura.

Los resultados revelaron que el uso de un sistema adhesivo incrementa la resistencia traccional de los sellantes aplicados sobre esmalte contaminado y no tiene efecto sobre los sellantes aplicados en esmalte seco. Los sellantes aplicados sobre esmalte contaminado, tienen resistencias traccionales inferiores a los aplicados sobre esmalte seco, independientemente del uso de un sistema adhesivo bajo ellos.

REFERENCIAS

ADA Council on access, prevention and interprofessional relations: ADA Council on scientific affairs (1997): Dental sealants. *JADA*, vol. 128,no. April, pp. 485-488.

Arrow P & Riordan PJ (1995): Retention and caries preventive effects of GIC and a resin-based fissure sealant. *Community Dent Oral Epidemiol*, vol. 23, pp. 282-285.

Baratieri LN (1993): Restauraciones con resinas compuestas (Clase V y III). *Operatoria Dental procedimientos preventivos y restauradores.*, Editorial Quintessence., ed., Sao Paulo.

Barkmeier WW, Hammesfahr PD, & Latta MA (1999): Bond strength of composite to enamel and dentin using Prime & Bond 2.1. *Operative Dentistry*, vol. 24, pp. 51-56.

Barrancos Mooney J (1999): Adhesión a estructura dentaria. *Operatoria Dental.*, Tercera Edición. edn, Editorial Médica Panamericana., ed., Buenos Aires..

Borem LM & Feigal RJ (1994): Reducing microleakage of sealants under salivary contamination: Digital-image analysis evaluation. *Quintessence International*, vol. 25,no. 4, pp. 283-288.

Brown JR & Barkmeiner WW (1996): A comparison of six enamel treatment procedures for sealant bonding. *Pediatric Dentistry*, vol. 18,no. 1, pp. 29-31.

Charlton DG & Beatty MW (1994): The effect of dentin surface moisture on bond strength to dentin bonding agents. *Operative Dentistry*, vol. 19, pp. 154-158.

Choi JW, Drummond JL, Dooley R, Punwani I, & Soh JM (1997): The efficacy of primer on sealant shear bond strength. *Pediatric Dentistry*, vol. 19,no. 4, pp. 286-288.

Eidelman E, Fiks AB, & Chosak A (1983): The retention of fissure sealants: rubber dam or cotton rolls in a private practice. *Journal of Dentistry for Children*, vol. July-August, pp. 259-261.

Feigal RJ (1998): Sealants and preventive restorations: review of effectiveness and clinical changes for improvement. *Pediatric Dentistry*, vol. 20,no. 2, pp. 85-92.

Feigal RJ, Hitt JC, & Splieth C (1993): Retaining sealant on salivary contaminated enamel. *JADA*, vol. 124, pp. 88-97.

Feigal RJ, Musherure P, Gillespie B, Levy-Polack M, & Hebling J (2000): Improved sealant retention with bonding agents: a clinical study of two-bottle and single bottle systems. *J Dent Res*, vol. 79,no. 11, pp. 1850-1856.

- Forss H & Halme E (1998): Retention of glass ionomer cement and a resin-based fissure sealant and effect on carious outcome after 7 years. *Community Dent Oral Epidemiol*, vol. 26, pp. 21-25.
- Fritz UB, Finger WJ, & Stean H (1998): Salivary contamination during bonding procedures with a one-bottle adhesive system. *Quintessence International*, vol. 29, pp. 567-572.
- Gordan VV, Vargas MA, Cobb DS, & Denehy GE (1998): Evaluation of acidic primers in micro leakage of class 5 composite resin restorations. *Operative Dentistry*, vol. 23, pp. 244-249.
- Hadavi F, Hey JH, Ambrose ER, Louie PW, & Shinkewski DJ (1993): The effect of dentin primer on the shear bond strength between composite resin and enamel. *Operative Dentistry*, vol. 18, pp. 61-65.
- Hanning M, Reinhardt KJ, & Bott B (1999): Self-etching primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Operative Dentistry*, vol. 24, pp. 172-180.
- Hebling J & Feigal RJ (2000): Use of one bottle adhesive as an intermediate bonding layer to reduce sealant microleakage on saliva-contaminated enamel. *Am J Dent*, vol. 13, pp. 187-191.
- Hitt JC & Feigal RJ (1992): Use a bonding agent to reduce sealant sensitivity to moisture contamination: an in vitro study. *Pediatric Dentistry*, vol. 14,no. 1, pp. 41-45.
- Hosoya Y & Tominaga A (1999): A comparison of five adhesive systems to primary enamel. *Pediatric Dentistry*, vol. 21,no. 1, pp. 46-52.
- Jain P & Stewart GP (2000): Effect of dentin primer on shear bond strength of composite resin to moist and dry enamel. *Operative Dentistry*, vol. 25, pp. 51-58.
- Liebenberg WH (1994): The fissure sealant impasse. *Quintessence International*, vol. 25,no. 11, pp. 741-745.
- McGraw-Hill (2001): *Dictionary of Scientific and Technical Terms*, 5th edn.
- Mertz- Fairhurst EJ, Schuster GS, & Fairhurst CW (1986): Arresting caries by sealants: results of a clinical study. *JADA*, vol. 112,no. February, pp. 194-197.
- Schwartz RS, Summit J, & Robbins JW (1999): Adhesión al esmalte y dentina. *Fundamentos en Odontología Restauradora, un logro contemporáneo.*, Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamericanas C. A., ed..
- Senda A, Kamiya K, Gomi A, & Kawaguchi T (1995): In vitro and clinical evaluations of a dentin bonding system with a dentin primer. *Operative Dentistry*, vol. 20, pp. 51-57.

Simonsen RJ (1991): Retention and effectiveness of dental sealant after 15 years. *JADA*, vol. 122,no. October, pp. 34-42.

Straffon LH, Dennison JB, & More FG (1985): Three-year evaluation of sealant: effect of isolation on efficacy. *JADA*, vol. 110,no. May, pp. 714-717.

Swift E, Perdigao J, & Heymann H O (1998): Enamel bond strengths of "one-bottle" adhesives. *Pediatric Dentistry*, vol. 20,no. 4, pp. 259-262.

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

Thomson JL, Main C, Gillespie B, & Stephen KW (1981): The effect of salivary contamination on fissure sealant-enamel bond strength. *J Oral Rehabil*, vol. 8, pp. 11-18.

Tulunoglu O, Bodur H, Uctasli M, & Alacam A (1999): The effect of bonding on the microleakage and bond strength of sealant in primary teeth. *J Oral Rehabil*, vol. 26,no. 5, pp. 436-441.

Van Meerbeek B, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Duke ES, Eick JD, & Robinson SJ (1998): A TEM study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin. *J Dent Res*, vol. 77,no. 1, pp. 50-59.

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

Wendt LK, Koch G, & Birkhed D (2001): On the retention and effectiveness of fissure sealant in permanent molars after 15-20 years: a cohort study. *Community Dent Oral Epidemiol*, vol. 29,no. 4, pp. 302-307.

ANEXO: tabla de registro de datos

Tabla de Registro

N° Muestra	Procedimiento	Resistencia Traccional		Tipo de Fractura				
		(N)	(Mpa)	Simple			Mixta	Otros
				Adh	Coh	Esm		
D1	Ssc	75,40	10,67		√			
	Ssa	25,10	3,55					√
	Hsc	43,60	6,17				√	
	Hsa	72,00	10,19		√			
D2	Ssc	70,70	10,00		√			
	Ssa	77,80	11,01				√	
	Hsc	67,00	9,48				√	
D3	Hsa	30,70	4,34	√				
	Ssc	42,00	5,94		√			
	Ssa	70,20	9,93		√			
	Hsc	75,40	10,67		√			
D4	Hsa	25,50	3,61		√			
	Ssc	86,30	12,21		√			
	Ssa	53,70	7,60		√			
	Hsc	52,30	7,40		√			
D5	Hsa	80,00	11,32		√			
	Ssc	83,70	11,84			√		
	Ssa	64,40	9,11		√			
	Hsc	72,40	10,24		√			
D6	Hsa	-	-					√
	Ssc	-	-			√		
	Ssa	40,50	5,73					√
	Hsc	16,10	2,28	√				
D7	Hsa	45,50	6,44		√			
	Ssc	24,50	3,47	√				
	Ssa	40,70	5,76	√				
	Hsc	29,90	4,23	√				
D8	Hsa	21,30	3,01	√				
	Ssc	46,90	6,64		√			
	Ssa	47,80	6,67				√	
	Hsc	-	-					√
D9	Hsa	30,40	4,30		√			
	Ssc	-	-					√
	Ssa	7,00	0,99	√				
	Hsc	36,60	5,18	√				
D10	Hsa	14,50	2,05	√				
	Ssc	55,00	7,78				√	
	Ssa	34,50	4,88					√
	Hsc	56,10	7,94				√	
	Hsa	12,90	1,83			√		

N° Muestra	Procedimiento	Resistencia Traccional		Tipo de Fractura				
		(N)	(Mpa)	Simple			Mixta	Otros
				Adh	Coh	Esm		
D11	Ssc	67,70	9,58	√				
	Ssa	80,00	11,32		√			
	Hsc	8,30	1,17					√
	Hsa	65,30	9,24		√			
D12	Ssc	55,70	7,88	√				
	Ssa	41,60	5,89					√
	Hsc	43,70	6,18		√			
	Hsa	25,80	3,65		√			
D13	Ssc	24,00	3,40	√				
	Ssa	63,30	8,96		√			
	Hsc	59,50	8,42				√	
	Hsa	33,20	4,70				√	
D14	Ssc	-	-					√
	Ssa	-	-					√
	Hsc	-	-					√
	Hsa	-	-					√
D15	Ssc	60,20	8,52		√			
	Ssa	59,90	8,47		√			
	Hsc	34,90	4,94			√		
	Hsa	74,50	10,54		√			
D16	Ssc	75,60	10,70		√			
	Ssa	36,30	5,14			√		
	Hsc	42,50	6,01	√				
	Hsa	53,00	7,50		√			
D17	Ssc	52,40	7,41		√			
	Ssa	68,20	9,65		√			
	Hsc	5,90	0,83				√	
	Hsa	33,40	4,73				√	
D18	Ssc	36,50	5,16		√			
	Ssa	45,00	6,37		√			
	Hsc	20,90	2,96	√				
	Hsa	64,10	9,07		√			
D19	Ssc	46,70	6,61		√			
	Ssa	18,20	2,57	√				
	Hsc	35,30	4,99				√	
	Hsa	18,20	2,57				√	
D20	Ssc	64,40	9,11		√			
	Ssa	38,70	5,48		√			
	Hsc	36,70	5,19				√	
	Hsa	28,30	4,00			√		

N° Muestra	Procedimiento	Resistencia Traccional		Tipo de Fractura				
		(N)	(Mpa)	Simple			Mixta	Otros
				Adh	Coh	Esm		
D21	Ssc	70,20	9,93	√				
	Ssa	84,60	11,97		√			
	Hsc	71,70	10,14		√			
	Hsa	38,40	5,34	√				
D22	Ssc	64,90	9,18	√				
	Ssa	67,30	9,52		√			
	Hsc	31,10	4,40	√				
	Hsa	57,00	8,06	√				
D23	Ssc	29,40	4,16	√				
	Ssa	47,80	6,67	√				
	Hsc	49,60	7,02		√			
	Hsa	59,10	8,36		√			
D24	Ssc	66,70	9,44	√				
	Ssa	15,80	2,24	√				
	Hsc	31,90	4,51				√	
	Hsa	6,30	0,89				√	
D25	Ssc	47,30	6,69	√				
	Ssa	75,00	10,61		√			
	Hsc	40,70	5,76		√			
	Hsa	64,90	9,18				√	
D26	Ssc	45,80	6,48	√				
	Ssa	64,10	9,07				√	
	Hsc	66,60	9,42		√			
	Hsa	28,60	4,05				√	
D27	Ssc	46,20	6,54	√				
	Ssa	28,40	4,02		√			
	Hsc	51,10	7,23				√	
	Hsa	12,90	1,83				√	
D28	Ssc	68,50	9,69		√			
	Ssa	86,50	12,24		√			
	Hsc	84,20	11,91		√			
	Hsa	44,10	6,24				√	
D29	Ssc	79,90	11,30				√	
	Ssa	54,00	7,64		√			
	Hsc	78,50	11,11		√			
	Hsa	64,40	9,11		√			
D30	Ssc	16,30	2,31		√			
	Ssa	40,50	5,73				√	
	Hsc	26,70	3,78	√				
	Hsa	46,30	6,55				√	

N° Muestra	Procedimiento	Resistencia Traccional		Tipo de Fractura				
		(N)	(Mpa)	Simple			Mixta	Otros
				Adh	Coh	Esm		
D31	Ssc	85,70	12,13				√	
	Ssa	78,30	11,08		√			
	Hsc	54,40	7,07	√				
	Hsa	41,20	5,83		√			
D32	Ssc	70,20	9,93				√	
	Ssa	67,80	9,59		√			
	Hsc	70,70	10,00		√			
	Hsa	35,00	4,95		√			
D33	Ssc	71,90	10,17	√				
	Ssa	64,00	9,05		√			
	Hsc	30,90	4,37	√				
	Hsa	43,60	6,17	√				
D34	Ssc	70,60	9,99		√			
	Ssa	42,90	6,07		√			
	Hsc	2,00	0,28	√				
	Hsa	67,10	9,49		√			
D35	Ssc	59,20	8,38	√				
	Ssa	62,70	8,87		√			
	Hsc	18,80	2,66	√				
	Hsa	29,20	4,13	√				
D36	Ssc	67,70	9,58		√			
	Ssa	55,00	7,78		√			
	Hsc	90,20	12,76		√			
	Hsa	66,50	9,41				√	
D37	Ssc	52,40	7,41					√
	Ssa	-	-					√
	Hsc	69,00	9,76	√				
	Hsa	58,00	8,21	√				
D38	Ssc	52,30	7,40		√			
	Ssa	41,30	5,84		√			
	Hsc	19,10	2,70	√				
	Hsa	53,80	7,61		√			
D39	Ssc	63,80	9,03		√			
	Ssa	76,00	10,75		√			
	Hsc	-	-					√
	Hsa	28,00	3,96	√				
D40	Ssc	12,60	1,78	√				
	Ssa	75,20	10,64		√			
	Hsc	17,80	2,52	√				
	Hsa	23,80	3,37		√			

N° Muestra	Procedimiento	Resistencia Traccional		Tipo de Fractura				
		(N)	(Mpa)	Simple			Mixta	Otros
				Adh	Coh	Esm		
D41	Ssc	30,90	4,37			√		
	Ssa	45,70	6,47			√		
	Hsc	34,10	4,82			√		
	Hsa	49,90	7,06				√	
D42	Ssc	40,80	5,77	√				
	Ssa	26,60	3,76				√	
	Hsc	26,60	3,76	√				
	Hsa	29,10	6,95		√			
D43	Ssc	54,90	7,77		√			
	Ssa	28,00	3,96				√	
	Hsc	10,40	1,47	√				
	Hsa	16,70	2,36	√				
D44	Ssc	28,70	4,06		√			
	Ssa	37,30	5,28		√			
	Hsc	13,30	1,88	√				
	Hsa	15,30	2,16				√	
D45	Ssc	47,50	6,72		√			
	Ssa	63,08	9,03		√			
	Hsc	-	-					√
	Hsa	12,60	1,78	√				
D46	Ssc	39,60	5,60	√				
	Ssa	58,80	8,32		√			
	Hsc	38,60	5,46		√			
	Hsa	73,80	10,44		√			
D47	Ssc	13,30	1,88	√				
	Ssa	37,90	5,36				√	
	Hsc	34,50	4,88	√				
	Hsa	46,20	6,54		√			
D48	Ssc	80,70	11,42		√			
	Ssa	75,40	10,67		√			
	Hsc	26,50	3,75	√				
	Hsa	33,20	4,70			√		
D49	Ssc	70,40	9,96		√			
	Ssa	33,70	4,77	√				
	Hsc	21,60	3,06	√				
	Hsa	75,40	10,67		√			
D50	Ssc	38,60	5,46		√			
	Ssa	25,00	3,54		√			
	Hsc	16,80	2,38	√				
	Hsa	64,60	9,14	√				