

Adhesión dental: Sustrato biológico e implicaciones clínicas.

* Ana Páez Mejía, Olga Cecilia Cano C., Lucía de Fátima Restrepo.

PALABRAS CLAVES:

Adhesión, resinas compuestas, adhesivos dentales, grabado ácido.

RESUMEN

Este artículo es el resumen de una revisión bibliográfica elaborado como estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de Antioquia. Tiene como propósito dar algunas bases racionales para el uso de los adhesivos dentales en la aplicación de resinas compuestas. Esto, con el fin de facilitar el análisis en el momento de hacer la selección y de dar el uso adecuado al material. Se tienen en cuenta cada uno de los elementos que intervienen en el proceso clínico, como son: los tejidos dentales, su sensibilidad, el grabado ácido, el barrillo dentinario, los sistemas de adhesión con sus propiedades químicas y físicas, los acondicionadores dentinales, y la aplicación del material en sí. También se relaciona la microfiltración - una de las principales causas de fracaso - con las características del adhesivo y el procedimiento clínico.

INTRODUCCION

En las últimas décadas, las exigencias estéticas han llevado a los investigadores a buscar materiales dentales cada vez más resistentes y biocompatibles. Las resinas compuestas y los adhesivos dentales son el mejor ejemplo de la popularidad que han alcanzado los nuevos materiales. Ambos son parte del mismo proceso, y por lo tanto, influyen en los resultados del procedimiento restaurador.

El presente artículo se centra en la adhesión esmalte-dentina-resina compuesta. Se deja de lado otro aspecto interesante del tema, como es el papel de los materiales adhesivos en la unión de restauraciones metálicas (Ej: puentes de Rochette y Maryland), en las reparaciones directas con resina de las restauraciones ceramo-metálicas y en la aplicación de carillas de porcelana.

* Odontólogas U. de A., 1991.

Ana Páez Mejía. Cra. 83A No. 33-51 Medellín Colombia

1. EL SUSTRATO BIOLÓGICO DE LA ADHESIÓN DENTAL (1)

1.1. ESTRUCTURA DEL ESMALTE

El esmalte está constituido en un 96% de mineral y en un 4% de material orgánico y agua. El contenido inorgánico del esmalte es la hidroxiapatita, un fosfato de calcio cristalino. La susceptibilidad de estos cristales a ser disueltos por ácidos provee la base química para la instauración de la caries dental y permite la adhesión de materiales restauradores. El esmalte es bastante duro; se necesita una capa subyacente de dentina, más elástica, para mantener su integridad. El espesor adamantino varía desde un máximo de 2.5 mm en las superficies de trabajo activo, hasta el espesor del borde de una pluma en cervical, lo que influye en el color.

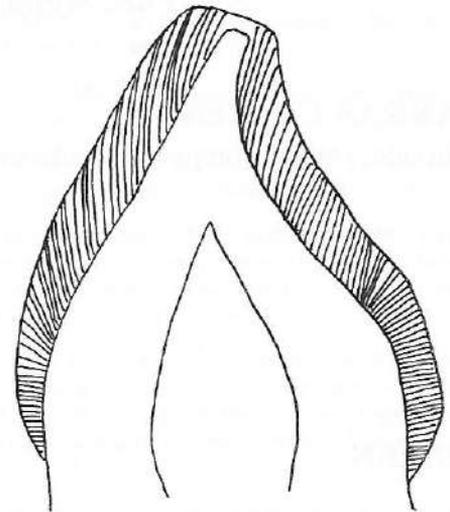
La estructura básica se ha llamado prisma, bastón o varilla. Estos dos últimos términos son los más adecuados, pues se ha visto que la unidad básica no posee la geometría regular de un prisma, sino que es esencialmente una masa muy densa de cristales de apatita con diversas orientaciones.

El esmalte carente de varillas se ubica en las 30 μm . más externas del esmalte en todos los dientes primarios, y en el tercio gingival de los dientes permanentes. Las varillas de cada hilera corren perpendicularmente al diente, con una ligera inclinación hacia la cúspide a medida que se dirigen a la superficie externa. Cerca del extremo cuspídeo corren más verticales, en tanto que en el esmalte cervical se disponen principalmente horizontales; sólo unas pequeñas se inclinan apicalmente. Esta disposición es importante porque el esmalte se fractura entre hileras adyacentes, y debe ser tenida en cuenta en el momento de diseñar la cavidad y escoger el material restaurador. (Fig. 1).

Variaciones. En la formación del esmalte pueden presentarse las siguientes: Estrías de Retzius, bandas de Hunter-Schreger, esmalte

nudoso, penachos y laminillas del esmalte. También varía con la edad en cuanto a color, permeabilidad y naturaleza de la capa superficial; la permeabilidad disminuye al disminuir los poros. En los dientes erupcionados la cutícula primaria y la capa superficial de cristales pequeños se pierde rápidamente por abrasión, atrición y erosión.

FIGURA 1
Dirección de las varillas del esmalte.



La capa superficial contiene más material orgánico que la subsuperficie del esmalte. El agente acondicionador del esmalte remueve la película orgánica y graba preferencialmente la superficie; por lo tanto, el acondicionamiento con ácido varía según la constitución del esmalte. También se debe tener en cuenta que en los deciduos se necesita un mayor tiempo de grabado ácido para obtener adhesión adecuada, debido a que el esmalte superficial carece de bastones.

Se pueden encontrar tejidos dentarios ricos en carbonatos o en magnesio y no tanto en apatita. Este esmalte sería más fácil de atacar por el ácido y se podría producir una franca erosión. Otros elementos presentes tienden a estimular la mineralización y a incrementar la capacidad metabólica del flúor, tales como el vanadio, el titanio, o el molibdeno, para así bajar la disolución

(1) Adhesión dental: sustrato biológico e implicaciones clínicas

del núcleo del prisma. Por esta complejidad en la ubicación de los elementos, los patrones de grabado ácido son varios, dependiendo éstos de la zona más atacada por el desmineralizante. Lo mismo sucede en el proceso de la caries, que parece consistir en una desmineralización difusa que afecta los cristales de todas las regiones del esmalte, aunque se observan a menudo patrones de disolución preferencial. La formación de caries difiere del grabado ácido en que es un proceso más dinámico, que implica fases de desmineralización y remineralización.

1.2 ESTRUCTURA Y FUNCION DEL ORGANNO DENTINO-PULPAR

La dentina y la pulpa son embriológica, histológica y funcionalmente el mismo tejido. La dentina madura está químicamente compuesta por alrededor de 70% de material inorgánico, 20%-30% de material orgánico y 13%-20% de agua en peso. El material inorgánico es hidroxiapatita y el orgánico, colágeno tipo I. Alrededor del 50%-60% de la fase mineral se halla dentro del colágeno. La adhesión de materiales restauradores puede hacerse a la fase orgánica o a la inorgánica. Por su diferente composición respecto al esmalte, exige un tratamiento diferente en el momento de la restauración.

Existen varias clases de dentina, según el momento de su formación:

Dentina primaria. Forma la mayor parte del diente y delimita la cámara pulpar de los dientes ya formados, por lo que a veces se le llama *dentina circumpulpar*. Su capa externa es menos mineralizada que el resto de tejidos dentinarios.

Dentina secundaria. Se pensaba que sólo se formaba como respuesta a estímulos funcionales, pero se ha demostrado su presencia también en dientes que aún no han erupcionado. Representa la aposición continua, pero más lenta, después de haberse terminado la formación de la raíz.

Dentina terciaria. Llamada también reactiva o reparativa, se produce como reacción a estímulos

nocivos, como caries o procesos dentales restauradores. A diferencia de las otras dos, que se producen a lo largo del límite pulpodentinario, ésta se produce sólo por los odontoblastos directamente afectados. La calidad y cantidad se relaciona con la intensidad y duración del estímulo.

Según su ubicación, se tiene:

Predentina. Capa de 25-30 μm . de espesor que bordea la porción más interna (pulpar) de la dentina y es la matriz de la dentina no mineralizada.

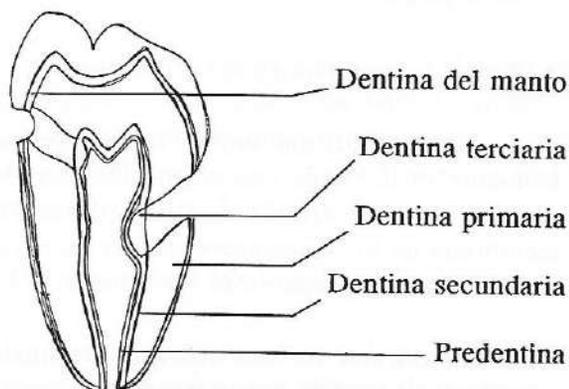
Dentina peritubular. Está compuesta por un anillo hipermineralizado de dentina. Está un 9% más mineralizada que la intertubular y posee una matriz orgánica en la cual hay muy pocas fibras colágenas. Su formación es un proceso continuo, que puede acelerarse por estímulos ambientales, ocasionando una reducción progresiva de tamaño en la luz tubular, y a veces, obliterando, caso en el cual se denomina dentina esclerótica.

Dentina intertubular. Localizada entre la peritubular, constituye el mayor componente de la dentina.

Dentina interglobular. Se presenta como zonas de dentina hipomineralizada que persisten dentro de la dentina madura. (Fig. 2).

FIGURA 2

Distribución de la dentina (Tomado de TEN CATE, A.R. Histología Oral, 3a ed. Ed. Panamericana, Buenos Aires, 1986).



La pulpa es el tejido conectivo laxo que mantiene, produce y repara la dentina, además de tener una función sensitiva. En ella se distinguen cuatro zonas:

- 1 Zona odontoblástica, en la periferia pulpar.
- 2 Zona acelular (capa basal de Weil) por debajo de los odontoblastos, la cual es muy visible en la pulpa coronaria.
- 3 Zona celular, donde la densidad celular es muy alta.
- 4 Corazón o zona central, donde hay vasos y nervios.

Las células principales de la pulpa son odontoblastos, fibroblastos, células mesenquimatosas indiferenciadas y macrófagos.

Sólo recientemente se han reconocido vasos linfáticos en la pulpa. Al igual que las vénulas, los vasos linfáticos más pequeños concluyen, en última instancia, en uno o dos vasos mayores.

Sensibilidad dentinaria. La íntima relación entre dentina y pulpa nos lleva a considerar la sensibilidad que experimenta el paciente en varias circunstancias. Algunas hipótesis a este respecto son las siguientes:

- 1 La dentina contiene terminaciones nerviosas que responden cuando se las estimula.
- 2 Los odontoblastos sirven como receptores y están acoplados a las terminaciones nerviosas de la pulpa.
- 3 Teoría hidrodinámica del dolor dentinal.

Según esta última hipótesis, (2) presumiblemente el dolor es desencadenado cuando el movimiento de fluido dentinal deforma la membrana de los mecanorreceptores localizados en los extremos pulpares de los túbulos.

En la década de los sesenta, Brännstrom construyó un modelo experimental con capilares

de vidrio que contenían una solución salina y que estaban conectados a la pulpa de piezas recién extraídas, y demostró que el estímulo doloroso se produce por el desplazamiento del fluido de los túbulos dentinales activando la capilaridad.

Los cortes histológicos mostraron que la manipulación de la dentina con cinceles o con alta velocidad también produce evaporación de líquidos y movilización de odontoblastos. Cuando se aplicó calor se notó un flujo en sentido contrario, es decir, hacia la pulpa. La presión no produjo dolor, a menos que fuera deformada la dentina, y lo mismo ocurrió con materiales restauradores.

La rápida movilización de fluido hacia los túbulos dentinales también se señala como causa del dolor dentinal en piezas con daño pulpar, al ser estimuladas terminaciones nerviosas localizadas en la pulpa adyacente al tejido inflamado.

El diseño de la cavidad o su ubicación influyen en la sensación dolorosa, de acuerdo con el área expuesta de túbulos. Por ello es más sensible la zona cervical, donde los túbulos se disponen perpendicularmente a la pared externa del diente.

Brännstrom estudió premolares con extracción indicada, a los que se abrieron cavidades y se sometieron a diversas pruebas; los comparó con un grupo control no sometido a pruebas. Cuando experimentó con el vacío, encontró que los núcleos de los odontoblastos se desplazaron hacia los túbulos dentinarios en proporción de unos pocos micrómetros hasta 150 μm . Un chorro de aire durante 10"-20" causó un desplazamiento de 20-50 μm hacia los túbulos. También se encontró desplazamiento y fragmentación de fibras nerviosas.

Todo esto indica que cualquier falla en la restauración para ocluir los túbulos dentinales favorece la producción de dolor ante estímulos tales como el contacto con una solución hipertónica. Se propone el uso de agentes que ocluyen los túbulos dentinarios como una segunda línea de defensa contra pequeñas filtraciones o desadaptaciones del material restaurador.

2 SISTEMAS DE ADHESION DENTAL EN RESINAS COMPUESTAS

2.1 TIPOS DE COMPUESTOS

2.1.1 Sistemas de adhesión a esmalte. (3)

Tienen como base de la adhesión el grabado ácido. Estos agentes de unión generalmente son resinas de baja viscosidad (líquidas), que fluyen dentro de los poros dejados por la acción del ácido sobre el esmalte, gracias a su capacidad humectante.

Los primeros agentes de unión tenían fórmulas similares a las básicas de resinas Bis GMA. Luego se agregaron elementos fosforados capaces de hacer intercambios iónicos con el calcio presente en el tejido dentario, lográndose así una unión de tipo químico que se sumaba a la traba mecánica.

Sistemas de adhesión a dentina. (3, 4, 5). Poseen moléculas altamente reactivas y polifuncionales. Estos grupos reaccionan con la parte inorgánica (representada por el ion Ca^{++}) orgánica de la dentina (representada por grupos amino e hidroxilo) y con el material restaurador (resina compuesta) (6).

Ejemplos de productos comerciales que se unen a dentina, son, entre otros, *Cervident* y *Clearfil*, que se unen mecánicamente a los túbulos mediante un ácido.

Creation Bond (Dent Mat). Su composición básica es un éster fosfórico derivado del ácido tartárico; es quimiopolimerizable.

Dentin Adhesit (Vivadent). Su composición básica es la de un monómero sólido de isocianato prerreaccionado de dimetacrilato de uretano. El solvente es cloruro de metilano al 20%. Forma uniones químicas a los grupos amino e hidroxilo de la superficie dentinal. Su fuerza de unión es de 3MPa (4)

Posteriormente aparece otra generación de adhesivos que se diferencian de los anteriores porque exigen preparar la superficie dentinaria mediante tratamientos químicos, para mejorar la adhesión. Esta adhesión se hace primero a la

resina sin relleno y posteriormente a la resina con relleno.

Como ejemplos se citan:

GLUMA (Bayer). Es un sistema de unión a dentina que tiene cuatro elementos constituyentes:

- Acido fosfórico al 37%. Para el grabado del esmalte.
- EDTA en solución acuosa al 16%, como limpiador. Remueve el barrillo dentinal y deja expuesto el colágeno de la apatita.
- Glutaraldehído al 5% y resina HEMA al 35% más agua, como imprimante. Reacciona con y se disuelve en el colágeno dentinal.
- Resina sin relleno Bis GMA convencional como sellante.

Ferreira (7) afirma que este producto puede usarse para cementación de restauraciones intra y extra coronales de porcelana, así como en restauraciones con frente estético tipo veneer. No se une a esmalte sin grabar, y si se coloca sobre esmalte grabado, no interfiere con el agente de unión a esmalte.

Supuestamente, la reacción es iniciada por el ataque del aldehído a los grupos amino del colágeno. Se forma, así, un complejo capaz de reaccionar con el grupo hidroxilo del monómero del metacrilato, uniéndolo con la dentina. Se ha logrado fuerzas de unión de 22MPa (4, 6). Tyas lo señala como el mejor adhesivo dentinario entre varios productos comparados (Tabla 1).

2.1.3 Unión a esmalte y dentina. Algunos de estos productos son agentes de unión fosforados, y su mecanismo de adhesión es iónico. Son quelantes del calcio del esmalte grabado y de la dentina no grabada. Ejemplos de éstos son:

Tenure. (Dent Mat). Está compuesto por:

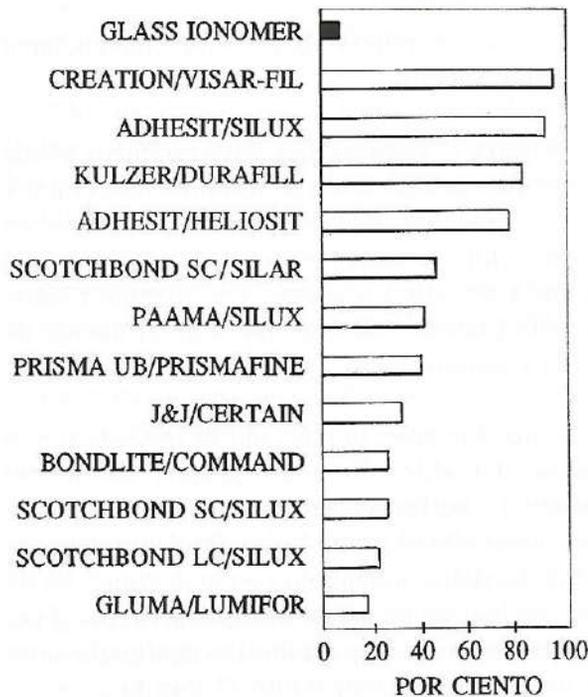
- Un acondicionador dentinal que limpia la superficie y ocluye los túbulos dentinarios.

TABLA 1

Resistencia tensional entre el agente de unión y la resina y pérdida acumulativa a 1 año de cavidades clase V no grabadas.

Agente adhesivo	Resistencia tensional	Pérdida acumulada a 1 año
Creation Bond	0.0	96
Scotchbond Self Cure	1.8	25
Durafill Dentine Adhesive	3.0	83
Adhesit	3.4	77
Scotchbond Light Cure	3.8	21
PAAMA 2CS	3.9	41
GLUMA	7.0	18
Glass ionomer	2.2	3

PERDIDA ACUMULADA



Es un oxalato de aluminio ácido en solución de ácido nítrico al 2.5%.

- Un líquido para mezclar los polvos A y B, el cual los disuelve y les sirve de vehículo para llevarlos a la dentina. Al evaporarse deja los componentes intactos en la superficie.
- Un polvo A (NTG GMA - paratolil gliceno metacrilato de glicidilo). Este polvo activa la superficie y es sellante dentinal inicial.

- Un polvo B (PM-DM - pirometflico dianhidro y 2 dihidroxietil metacrilato). Este polvo sirve de agente de enlace, al quelarse con el polvo A. Ocasiona una polimerización instantánea. Copolimeriza, además, con las resinas compuestas. Se han hallado fuerzas de unión de 14 MPa. Ferreira (10) sostiene que su fuerza de adhesión es mayor que la de los sistemas a base de fosfonatos.

El sistema Tenure no necesita grabado ácido, pues el primer paso de la técnica proporciona suficiente ácido para acondicionar el esmalte, a diferencia del GLUMA, que sí lo requiere (8). Se usa en casos donde exista exposición amplia de la dentina. Ej: abrasiones.

Scotchbond 2 (3M). Está compuesto por:

- Un imprimador, que es una solución acuosa de ácido maleico y un monómero hidrofílico de metacrilato: HEMA.
- Un adhesivo tipo bis-GMA, fotoiniciadores y modificadores de la viscosidad.

El imprimador es predominantemente hidrófobo y por lo tanto la transición hidrofílica-hidrofóbica entre diente y resina se efectúa en dos etapas. Douglas (8) propuso la teoría del gel enmarañado para explicar el mecanismo de adhesión de los agentes fosforados (fig. 3). La teoría comprende tres partes:

FIGURA 3

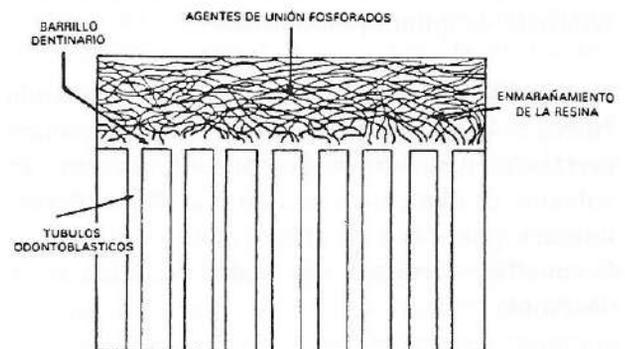


Ilustración gráfica de un agente de unión fosforado que ha quedado enmarañado en las irregularidades de la capa de barrillo dentinario. Obsérvese cómo el barrillo dentinario inhibe la penetración del agente de unión en los túbulos de la dentina.

- 1 Por su naturaleza ácida, el Scotchbond disuelve parte de los cristales de hidroxiapatita cálcica del barrillo dentinario, exponiendo el retículo de colágeno intacto.
- 2 El acelerador hidrofílico de la resina penetra entonces, y se enreda entre el colágeno expuesto
- 3 La resina, al polimerizar enredada entre el colágeno, proporciona una unión por traba mecánica a la superficie. Debido a la inhibición que ejerce el aire, se evita que reaccionen los dobles enlaces de la capa superficial, quedando libres para unirse a la resina compuesta que se vaya a colocar cubriendo esta capa.

No se ha encontrado sensibilidad post-operatoria con este producto, pero se necesita una base de Ca OH₂ en las partes más profundas de la cavidad. No es necesario preparar retenciones. Tiene una alta fuerza de unión inicial que permite el pulido inmediato de la resina sin afectar la unión.

Dentin Bonding Agent (Johnson y Johnson). La composición básica es la de un éster fosfórico de Bis-GMA en alcohol y p-tolueno-sulfónico ácido. La polimerización es química.

Bondlite (Kerr). Su composición química es la de un monómero acrílico fosfonatado acrilato hidrometil en solvente orgánico. La polimerización es química, ayudada por la luz como catalizador.

2.2 PROPIEDADES QUÍMICAS Y FÍSICAS

En general, los adhesivos pueden clasificarse según la fuerza de adhesión a dentina, así: (3)

Ninguna. Característica de productos como resinas con poca o ninguna cantidad de relleno. Dependen del grabado ácido del esmalte para lograr retención. Se usan como sellantes de fosas y fisuras. Son agentes de unión a esmalte (Enamelbond-3M).

Ligera. Poca unión a dentina. Este grupo incluye las resinas sin relleno, pero con aditivos químicos que proveen una unión débil a dentina. Ej: Bondlite (Kerr), Dentin Adhesit (Vivadent), Prisma (Caulk), Scotchbond (3M). Se usan como protectores de la dentina durante el grabado del esmalte y algunos también se usan para la unión mecánica que provee el grabado ácido.

Fuerte. Alta unión a dentina. Es necesario adecuar la superficie dentinal para recibir el adhesivo (resina sin relleno) y posteriormente la resina con relleno. Ej: GLUMA (Bayer), Scotchbond 2 (3M) y Tenure (Den-Mat). Se usan en erosiones cervicales, caries por síndrome de biberón o restauraciones amplias.

Tres tipos de agentes de unión: GLUMA, Scotchbond 2 y Tenure, fueron analizados por el CRA en 1988 (7). El CRA (Clinical Research Associates) es un grupo de 300 odontólogos de varios países que prestan sus servicios para evaluar nuevos productos y técnicas en Odontología. Ellos concluyeron lo siguiente:

Costo:

GLUMA: El menos costoso

TENURE: El más costoso

Facilidad de uso:

GLUMA: Buena. Lavado luego del grabado y el acondicionador, pero no después de aplicar imprimador y sellador.

SCOTCHBOND 2: Excelente. Se lava solamente después del grabado.

TENURE: Regular. Su presentación en polvo consume mucho tiempo y es engorrosa.

Tiempo de colocación:

GLUMA: Bueno; 2.5 min.

SCOTCHBOND 2: Bueno; 2.5 min.

TENURE: Regular; 4.5 min.

Unión a dentina:

GLUMA: Muy buena

SCOTCHBOND 2: Muy buena

TENURE: Excelente

Uso bajo: PORCELANA INCRUSTACIONES

GLUMA Sí Espesor insignificante de la capa

SOCOTCHBOND 2 No La capa de 100 µm necesaria para la retención impide su uso.

TENURE Sí Espesor insignificante de la capa

Tyas (6) estima que hay mucha variabilidad entre los productos y que deben considerarse otros medios de retención adicionales. También dice que debe confiarse más en los reportes clínicos bien controlados que en los datos de laboratorio.

Química de los adhesivos. El concepto básico es lograr una unión del fosfato de calcio con la apatita de la estructura dental, así como puentes de hidrógeno con los grupos NH de la matriz orgánica (Chohayeb, 1988) (6).

Hay una interacción iónica entre iones Ca⁺⁺ de la superficie de la dentina y las cargas negativas del grupo reactivo del adhesivo, el cual es, por lo general, un grupo fosfato.

Las reacciones se pueden esquematizar así:

MATERIAL	ADHESIVO
RESTAURADOR	DENTINARIO
	1) Grupo metacrilato (M)
Resina Compuesta	2) Grupo espaciador (E)
	3) Grupo reactivo (R)

M: Este grupo posee una doble unión capaz de polimerizar y el resultado es una unión covalente con la resina compuesta y con el grupo E, que generalmente es un metacrilato.

E: Es una gran molécula, suficiente para retener el metacrilato en espacio localizado y así obtener una óptima reacción química con la resina compuesta.

R: Este grupo debe combinarse con los componentes inorgánicos de la dentina. Generalmente reaccionan intercambiando iones H con iones metálicos presentes en la dentina. Estos grupos pueden ser: Fosfatos, fenil fosfatos, clorofosfatos, compuestos quelantes, compuestos del ácido carboxílico.

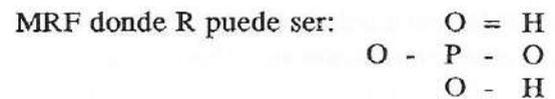
Los grupos que reaccionan con la parte orgánica de la dentina son: cloruros del ácido carboxílico, anhídridos del ácido carboxílico, isocianatos, aldehídos.

M: Capaz de unirse a:

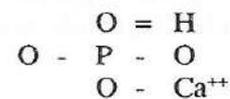
E: Compuesto dimetacrilato

R: Grupo que se combina químicamente con iones de calcio a la dentina.

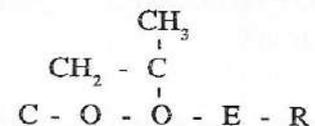
R: Es el grupo reactivo que es capaz de combinarse químicamente con los componentes de la dentina, tanto en su fase orgánica como inorgánica. Hipotéticamente, el mecanismo de unión es:



y reacciona con el calcio de la dentina liberando agua por la sustitución del H, así:

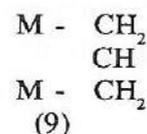


La fórmula del grupo M es la siguiente:



El metacrilato es la base de todos los adhesivos dentinales.

El grupo E puede ser, por ejemplo, un compuesto de dimetacrilato:



3 MECANISMOS DE ADHESION

Pueden considerarse dos tipos de adhesión: mecánica y química. Sin embargo, Ratschkow (3) opina que la adhesión mecánica no existe en sentido estricto, sino que la única adhesión es la química. La adhesión química o específica es la unión íntima entre dos superficies de naturaleza diferente. Por lo tanto, la llamada "adhesión mecánica" es más bien una unión química.

En odontología tenemos dos tipos de unión mecánica y son:

- 1 La retención micrométrica por irregularidades de la superficie, como sucede en la cementación de colados, en los cuales no hay adhesión sino traba mecánica y para la cual se usan cementos tradicionales sin características adhesivas.
- 2 La retención debida a cambios reológicos. Ej: cuando se confecciona un provisional de acrílico autopolimerizable y éste queda retenido por la contracción por polimerización.

Requisitos de un adhesivo

- Tensión superficial baja
- Angulo de contacto mínimo
- Capacidad de humectación
- Poca contracción al cambiar de líquido a sólido

La tensión superficial y la viscosidad bajas le permiten fluir.

El ángulo de contacto es el formado por la superficie de una gota de líquido sobre la superficie de un sólido. Si es mínimo, hay mayor capacidad de humectación del líquido sobre el sólido.

En el caso específico de los monómeros, los tres factores más importantes en la humectación del esmalte son:

- 1 Energía superficial libre, tanto del adhesivo como de la capa más externa del esmalte.
- 2 La topografía superficial del esmalte
- 3 La viscosidad del adhesivo (9)

3.1 CRITERIOS PARA INCREMENTAR LA ADHESION

Hay dos criterios generales:

- 1 El adhesivo debe primero "mojar" bien la superficie de los sustratos (tener capacidad de fluir), y
- 2 Debe cambiar de la fase líquida a la sólida con poca contracción (9).

Es decir, el sólido debe atraer (energía superficial alta) al líquido (adhesivo) y éste debe dejarse atraer (tensión superficial baja). La energía superficial debe ser alta, y para esto la superficie no debe estar contaminada de impurezas.

Ten Cate y otros (1977) (10) hicieron un estudio para establecer la relación entre adhesión y grado de viscosidad.

El sistema adhesivo utilizado fue:

- Un compuesto de glucidilmetacrilato y butifenol
- Metilmetacrilato
- Tetrahidropiranimetacrilato
- Concentraciones entre 0-20% de ácido metacrílico

Concluyeron:

- A mayor viscosidad inicial del adhesivo, menor unión al esmalte debido a que desaparece la penetración intraprismática.
- Debido a las penetraciones intra e inter-prismáticas de los adhesivos de baja viscosidad

inicial, éstos desarrollaron las mayores fuerzas de unión al esmalte.

- La adición de ácido metacrílico al sistema adhesivo mejora grandemente la resistencia tradicional.

3.2 EL GRABADO ACIDO

Desde 1955 Buonocuore (11) propuso el grabado ácido como mecanismo para mejorar la adhesión. En los últimos años se ensayaron métodos alternativos, como el tratamiento del esmalte con una solución de ácido poliacrílico y sulfato de potasio, lo que produce depósitos de sulfato de calcio en la superficie del esmalte, los cuales facilitarían la unión de la resina. Este método no dio muy buenos resultados, a menos que se hiciera un lavado riguroso. Este método se impulsó comercialmente para adherir brackets (6).

También se ha experimentado con Laser, y los resultados de laboratorio indican que la fuerza de unión es similar a la del esmalte grabado con ácido.

Gwinnett (1988) (12) resume así los efectos del grabado ácido sobre el esmalte:

- 1 Disuelve el esmalte que ha reaccionado.
- 2 Remueve las películas orgánicas de la superficie.
- 3 Crea porosidades en el esmalte.
- 4 Incrementa el área de adhesión y los niveles de energía superficial, con la creación de sitios polares reactivos.

Concentración del agente grabador. Convencionalmente se ha utilizado el ácido fosfórico al 37%, pero se está investigando en la disminución de este porcentaje. Algunos estudios sostienen que hay menor pérdida de esmalte cuando se aplica al 2%, y la fuerza de unión no es significativamente diferente a la proporcionada para la solución al 37% (Tyas, 1988) (6) Este

autor reporta que una concentración del 2% de ácido sulfúrico durante 30", se comportó similar al ácido fosfórico.

Tiempo de grabado.

A través de los años ha habido diferencia de criterios respecto del tiempo de grabado.

Glaspoole y Erickson (1987) (12) establecieron que 15" no ocasionaban mayores diferencias que 60". Solamente se recomienda un tiempo de grabado mayor de 30" cuando el esmalte presenta alto contenido de fluoruros (6). Otro estudio dice que si la saliva entra en contacto con la superficie grabada, se necesita un tiempo adicional de 10".

El lavado debe ser de 30", y se recomienda un tiempo mayor para los geles, con el fin de eliminar todos los residuos.

La importancia de determinar el tiempo óptimo de grabado se hace evidente con el uso de ionómeros de vidrio. Se sabe que no conviene grabarlos más de 30", (6) y debido a que es más práctico grabar al tiempo el ionómero y el esmalte, revivió el interés por el tiempo de grabado corto.

Se habla de ionómeros de vidrio, puesto que generalmente van asociados a las resinas. Respecto del grabado de estos materiales, es oportuno citar el estudio *in vitro* de Sheth y otros (1989) (21), quienes sugieren que puede ser innecesario el grabado ácido de una base de ionómero de vidrio cuando se usa la técnica del sandwich. Ellos usaron el Scotchbond para evaluar la resistencia a la tracción de la unión de una resina P-30 a varios cementos de ionómero de vidrio. Se compararon cementos grabados y no grabados.

Aunque mostraron diferencias significativas entre sus fuerzas de cohesión y de tracción de la resina después de los dos tratamientos de superficie, la unión a la superficie de cemento no grabada fue generalmente similar a la de la grabada. Además, micrografías tipo SEM mostraron una topografía rugosa del cemento no grabado, semejante a la de la superficie grabada.

3.3 PAPEL DEL BARRILLO DENTINARIO

El barrillo dentinario o contaminante dentinal (smear layer) es la combinación de desechos dejados por la preparación cavitaria y los fluidos dentinales. Tiene como características:

- Mayor contenido de calcio que la dentina normal.
- Cubre los túbulos dentinarios y presenta una zona rugosa.
- Bloquea en parte el flujo habitual de la dentina.
- Protege el tejido pulpar de la invasión bacteriana, pero no previene la difusión de las toxinas bacterianas a la pulpa, aunque algunos autores consideran que las bacterias viven en la capa contaminante (2).

Analizando estos factores, la pregunta que surge es: conviene o no conservar la capa contaminante dentinaria?

El doctor Ralph Phillips (3) demostró que aplicando ácido poliacrílico durante 15" la capa puede ser eliminada sin producir daños secundarios.

Otros trabajos citados por Phillips demostraron que con la aplicación de ácido cítrico al 1% se elimina por completo esta capa, y limpiando con piedra pómez y lavando con peróxido de hidrógeno al 3%, se elimina parcialmente. Si la dentina se encuentra expuesta y sobre ella cae el agua del lavado del ácido fosfórico al 37%, la capa puede ser eliminada completamente, situación inconveniente para el tejido pulpar.

Si los materiales de unión dentinaria, se basan en compuestos fosforados y la unión se hace por quelación al calcio presente en la dentina, la lógica indica que la capa contaminante no debe ser eliminada, pues la unión sería mayor por la presencia de mayor número de iones de calcio.

El hecho de que la capa contaminante bloquee los túbulos reduciendo el flujo, hace que se presente una superficie más seca, favoreciendo, así, la unión con materiales que normalmente son hidrófobos.

Si va a usarse ionómero de vidrio sobre la dentina, será diferente el material indicado para remover la capa contaminante: ácido poliacrílico por menos de 10", seguidos de un lavado.

Concluyendo, la capa contaminante puede ser eliminada o conservada según el sistema de unión a dentina que se desee usar (3) (6).

Acondicionadores de dentina. Meryon y Jakeman (1987) (14) compararon los efectos de la remoción del barrillo utilizando diferentes agentes bajo similares condiciones en cavidades preparadas in vivo (ratones) e in vitro, las cuales fueron examinadas al microscopio electrónico a 3000x.

Después de aplicar los diferentes agentes durante 60", concluyeron que la capacidad de remover el barrillo dentinario in vivo, y de abrir los orificios de los túbulos es la siguiente, en orden ascendente:

H₂O₂ - Tubulicid Etch - Acido Fosfórico - Acido Láctico - Acido Poliacrílico - Acido Cítrico - EDTA.

In vitro, los resultados fueron diferentes, pues el EDTA mostró similares efectos con los demás ácidos. Además, la respuesta fue más severa. El Tubulicid Blue tuvo un efecto leve, mientras el Tubulicid Red y el H₂O₂ no tuvieron efecto.

La creación de los imprimadores obedece a que los agentes de unión son hidrófobos, mientras la dentina requeriría un material hidrófilo que desplace el agua. El imprimador tiene un balance hidrófilo/hidrófobo que lo hace compatible, tanto con la dentina como con la resina compuesta. A la mayoría de los agentes de unión se les agrega grupos hidrófilos como el fosfato y el carboxilato.

Los acondicionadores de dentina no parecen relacionarse con la fuerza de unión de las bases para recubrimiento dentinario. Hinoura (1986) (15) también usó diversos tratamientos de

superficie dentinaria y concluyó que éstos no mejoraron la unión de los cementos de vidrio ionómero y poliacrilato a la dentina.

3.4 MICROFILTRACION

La microfiltración es el principal factor causante de cambio de color, caries secundaria y sensibilidad post-operatoria.

Es también el irritante pulpar por excelencia. Muchas veces se produce por una concentración de la tensión en las paredes de la cavidad, causada por la contracción que sigue a la polimerización.

Leinfelder (1986) (16) evaluó los siguientes productos: Dentin Adhesive, Dentin Adhesit, Scotchbond, Sinterfil y Bondlite. Sometió estos materiales a cambios de temperatura, después de preparar restauraciones Clase V en dientes humanos extraídos. Concluyó que:

- 1 Los agentes de unión no parecen reducir la microfiltración alrededor de las restauraciones con resinas compuestas, particularmente en los márgenes del esmalte.
- 2 La microfiltración fue mayor en los márgenes ubicados en la unión cemento-amélica o en cemento.
- 3 La microfiltración se reduce más efectivamente con el uso de materiales cuyos coeficientes de expansión térmica sean similares a los del esmalte.

En otra parte del experimento determinaron la microfiltración mediante la detección de iones hidroxilo disociados de la capa de Ca(OH)_2 bajo la restauración con resina compuesta. Sometieron las piezas a cambios térmicos semanalmente durante 70 días y concluyeron:

- 1 Aunque ambas pruebas estaban basadas en diferentes principios, los resultados fueron similares.
- 2 El grado de microfiltración difiere con el material. El Dentin Adhesit y el Scotchbond fueron los más efectivos.

- 3 Posiblemente el uso de materiales con coeficiente de expansión térmica similar a la estructura dentaria son la mejor manera de controlar la microfiltración. En este sentido, se sugiere el uso de cementos de vidrio ionómero como bases de recubrimiento cavitario

Desadaptación marginal. Las grietas marginales se forman en relación directa con el diámetro de la cavidad y la fuerza de unión del adhesivo. La forma de la cavidad también influye en el tamaño de las grietas. Hansen y Asmussen (1985) (4) demostraron que el tamaño de las grietas es mínimo en un diseño triangular y máximo en forma de caja.

Relaciona este resultado con las diferentes proporciones entre volumen del material y el área de las paredes cavitarias: a medida que aumenta el volumen, aumentan las fuerzas de contracción; a medida que disminuye el área de las paredes cavitarias, menores son las fuerzas que las unen al material.

Cuando las cavidades involucran esmalte y dentina es necesario grabar el esmalte. En el adhesivo desarrollado por Bowen (Tenure) el grabado es parte integral del sistema. En los adhesivos a base de fosfato o en el GLUMA, el grabado se hace por aparte, con el agravante de que un grabado inadvertido de la dentina reduce la efectividad de este último sistema. Se encontró que el uso de la glicina como ácido, combinado con el sistema GLUMA, es altamente efectivo para reducir la desadaptación marginal.

Otra técnica para reducir la desadaptación marginal es la técnica de obturación incremental, disponiendo las capas en forma inclinada.

También se ha experimentado combinando un adhesivo a la fase inorgánica, por ejemplo: GLUMA + Clearfil, encontrándose un incremento en la fuerza de unión y menor desadaptación marginal (Zidan, Gómez-Marín y Tsuchiya, 1987) (4).

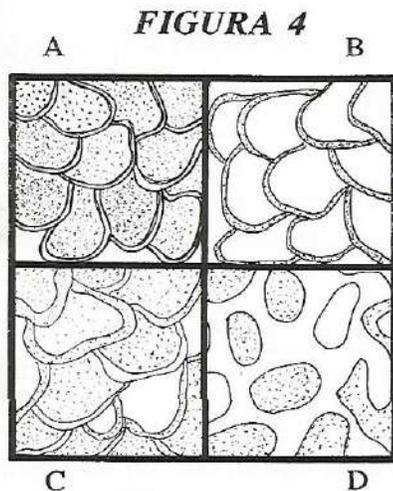
4 CAMBIOS HISTOLOGICOS DEBIDO AL GRABADO ACIDO

La mayoría de los ácidos sólo graba la superficie del esmalte hasta una profundidad aproximada de 10 μm .. La microscopía electrónica de barrido ha revelado tres tipos de grabado (1):

Tipo I. Es el más común. Se caracteriza por la remoción preferencial de sustancia en el centro de los bastones.

Tipo II. Es inversa a la primera. La remoción preferencial ocurre en la periferia de los bastones, dejando el centro intacto

Tipo III. Es el menos frecuente. No está relacionado con el aspecto morfológico del bastón. (Fig. 4).



Esquema de los patrones de grabado: A, patrón Tipo I, donde se erosiona preferentemente el centro del bastón. B, patrón Tipo II, donde se erosionan preferentemente los límites. C. Tipo III, de erosión indiscriminada. D, zona de unión de los grabados Tipos I y II.

Ten Cate afirma que aún no existe acuerdo sobre las razones por las cuales las sustancias que producen grabado ácido provocan patrones superficiales diferentes. El punto de vista más común sostiene que el grabado ácido depende de la orientación de los cristales. Los estudios ultraestructurales de disolución cristalina indican que estos se disuelven más fácilmente en sus extremos que en un sitio perpendicular a su eje longitudinal. De esta manera, los cristales que se disponen perpendicularmente a la superficie del esmalte son más vulnerables. El patrón Tipo I puede explicarse más fácilmente recordando que los bastones alcanzan la superficie adamantina con una orientación distinta en las diferentes zonas del diente. Las variaciones regionales también pueden tener un papel, dado que se ha demostrado que las mismas zonas de dientes contralaterales poseen patrones de grabado casi idénticos.

Sin embargo, también existe alguna evidencia de que el patrón de grabado se origina en diferencias en la naturaleza del agente acondicionador (1).

Gwinnett (1971) (12) comparó el grabado y su profundidad cuando se usan diferentes ácidos. Hizo observaciones con microscopio electrónico y microrradiografías. Al observar la superficie del esmalte tratado encontró que el grabado preferencial del centro era el más frecuente. La estructura en sí del esmalte cambió poco, aumentando la porosidad hacia la superficie. Esta profundidad del grabado, por su parte, fue mayor al utilizar HCl 0.5N y 0.1N (más de 25 μm .), siguiendo en orden descendente el ácido fosfórico al 10% y 50% (5 a 25 μm .); el ácido fosfórico al 85%, el ácido fórmico al 10%, el ácido cítrico al 50% y el líquido de fosfato de zinc (Tenacin) (menos de 5 μm . todos ellos). Este investigador atribuyó las diferencias en el patrón de grabado a diferencias intrínsecas del esmalte. Los casos donde el esmalte quedó poroso y con estructura poco definida fueron correlacionados, bien con el esmalte "carente de varillas" o bien con diferencias intrínsecas en la solubilidad del esmalte.

5 FACTORES QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA DURANTE LA APLICACION DE MATERIALES DENTALES ADHESIVOS

5.1 PREPARACION CAVITARIA

Lee & Orłowski (9) citan algunas reglas básicas para las reparaciones dentales con adhesivos:

- 1 Remover tan poco de la estructura sólida del diente como sea posible.
- 2 Diseñar la reparación con adhesivos que comprenda tantas superficies como sea posible.
- 3 Diseñar la reparación con adhesivo de modo que esté involucrada la máxima cantidad de esmalte, comparado con la dentina y el cemento.
- 5 Limpiar químicamente todas las superficies de unión (excepto la superficie dentinal donde la dentina tenga poco espesor), para remover contaminación, partículas etc. y aumentar la superficie microscópica de unión.
- 6 Secar la superficie de unión.
- 7 Aplicar una mezcla húmeda y recién hecha de reparador.
- 8 No disturbe el adhesivo cuando se está endureciendo.
- 9 Evite el pelado o raspado cuando se termina la reparación (No tocar la reparación durante el curado).

Diseño de los márgenes. Albers (17) considera tres tipos de terminación:

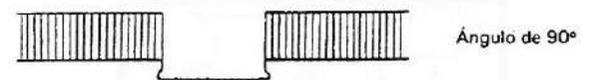
1. Cuando se desea conservar el máximo de estructura dentaria no se bisela el margen de la preparación, sino que se deja una terminación en ángulo de 90°. Un caso en que este procedimiento está indicado es cuando biselar el esmalte a nivel del contacto proximal significa que se va a perder el contacto en esmalte, siendo preferible mantener un ángulo de 90° para asegurar el contacto sobre estructura dental.

2. Un bisel de 45° es la terminación más estética, pues permite una suave transición entre resina y esmalte y por lo tanto, un cambio gradual de color.
3. La terminación en chaflán es la menos conservadora, pero proporciona máxima retención, al exponer una mayor cantidad de terminaciones de las varillas del esmalte. También permite un acabado en ángulo de 90°, que proporciona un margen más duradero. Está indicada, por ejemplo, en fracturas de clase IV (fig. 5).

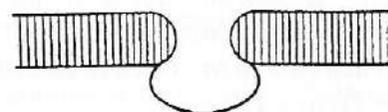
Estos tres tipos de terminación marginal pueden combinarse en una misma cavidad, según el caso. Por ejemplo, un ángulo de 90° en proximal y un bisel de 45° en lingual o un chaflán en incisal.

También se habla de una preparación adhesiva, con ángulos diedros y piso de la cavidad redondeados, como se ilustra en la Figura 5.

FIGURA 5



PREPARACION ADHESIVA



3 tipos de márgenes para restauraciones adhesivas y la preparación adhesiva.

(Tomado de Albers, H., *Odontología Estética*, primera ed. Barcelona. Ed. Labor. 1988. pág. 80-81)

Este diseño fue propuesto por Porte (1984), quien le atribuye un mejor selle y mejor imagen al microscopio electrónico de barrido en comparación con las preparaciones convencionales (17). Albers afirma que este diseño experimental puede no ser siempre practicable en la clínica, pero indica que la parte interna de las áreas redondeadas de esmalte no soportado, también proporciona terminaciones de varillas útiles para la unión con resinas; sin embargo, este tipo de margen hace más difícil la remoción de dentina cariada de la unión amelodentinal, que las terminaciones convencionales.

La siguiente gráfica representa los resultados obtenidos por Porte, (17) en diseños experimentales que fueron sometidos a termociclado y observados al microscopio electrónico de barrido. Aquí, el bisel largo proporcionó mejor selle que el cóncavo (chaflán) y la terminación en 90° fue la que menor selle consiguió.

5.2 APLICACION DE LOS AGENTES DE UNION

Cada marca comercial da instrucciones específicas para la colocación del agente de unión. Ferreira (1988) (8) experimentó con el Scotchbond 2 y concluyó lo siguiente:

- 1 Aplicar generosamente el Scotchprep en dentina con pincel.
- 2 Pasar constantemente el pincel por la superficie durante los 60" del tiempo de aplicación.
- 3 No lavar. Secar hasta que la superficie se vea opaca.
4. Aplicar Scotchbond 2 adhesivo en la capa más delgada posible y secar muy suavemente, sólo para que se distribuya.
No secarlo para adelgazar la capa porque esto reduce notoriamente la fuerza de unión.
- 5 Fotocurar por 20".
- 6 Aplicar la resina sobre el agente de unión ya fotocurado.

5.3 IMPLICACIONES CLINICAS

Durante algún tiempo se pensó que la superficie del esmalte grabado recuperaba sus características originales al quedar expuesta a los fluidos orales (en una o dos semanas). Sin embargo, se ha demostrado que esta remineralización temprana no ocurre, sino el relleno de los canalículos de esmalte por una mucoproteína de la saliva, y que la remineralización en sí puede llevar dos o más meses. Así, pues, es mejor grabar sólo las superficies que se unirán al material restaurador (12).

El grabado del esmalte recién tallado también proporciona mayor retención que el no preparado, posiblemente por el contenido de fluoruro superficial que lo hace más resistente (6).

Trauma sobre la superficie. Con cualquier tipo de presentación del ácido debe evitarse aplicar presión sobre el esmalte, durante o después de su aplicación, pues puede colapsar los delicados flecos orgánicos que han sido creados. Esta pérdida de prolongaciones orgánicas se llama quebrantamiento y produce una unión más débil. (9).

Secado. Se puede usar un secador eléctrico, un aspirador de alta velocidad o jeringa de aire, en ese orden de preferencia. La jeringa triple por lo general despidе aceite.

Protección de la dentina. Se ha demostrado que 5 a 10 segundos bastan para producir una grave irritación pulpar cuando el ácido entra en contacto con la dentina.

Independientemente del protector dentinal usado, el factor determinante de la respuesta pulpar es el grosor de la capa de dentina remanente.

Se ha demostrado un "lavado" completo del Hidróxido de Calcio bajo las restauraciones en menos de dos años. Estas bases deben protegerse siempre con ionómero de vidrio, policarboxilatos o fosfatos de zinc. Los productos acidorresistentes (Nuevo Dycal, Life, Renew, Reolit) disminuyen estos inconvenientes. (17).

El **Hidroxyaline** (suspensión de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en un solvente de resina), forma una capa efectiva

para ser usada debajo de resinas compuestas y tiene color blanco.

Los **barnices de metilcelulosa** (Caviline de Caulk, Cavity Varnish de SS White), son barnices sintéticos que actúan como protectores resistentes al grabado ácido y pueden ser usados debajo de las resinas compuestas. Presentan la desventaja de ser difícil detectarlos una vez colocados, pero son útiles para proteger la dentina expuesta.

Los **ionómeros de vidrio tipo liners** (GC lining cement, Ketac bond) son los protectores más apropiados, pues se unen a resina y dentina, liberan flúor, son radiopacos y no perjudican la pulpa.

Agentes de unión fosforados fotopolimerizables. (Scotchbond fotopolimerizable, Bondlite, Dentin-Enamel Bonding Agent).

Se ha comprobado que tiene **mínimos efectos pulpares** (7), pero en las zonas más profundas es conveniente colocar un protector pulpar.

Los **agentes de unión a dentina tipo barniz** (Dentin Adhesit) también han sido usados, pero faltan estudios clínicos que demuestren su inocuidad sobre la pulpa.

Grabado ácido. No debe colocarse Copalite como protector dentinal. Se lava por 30"-60" y se seca, cuidando que el aire no esté humedecido. El esmalte no necesariamente debe tomar aspecto de tiza blanca para quedar satisfactoriamente grabado.

Aplicación del agente de unión. Cada producto tiene un comportamiento diferente. El **Dentin Adhesit**, por ejemplo, puede aplicarse antes del grabado ácido. Cuando se seca, este producto se fija a las irregularidades de la dentina más como un barniz cavitario o una laca. El solvente debe evaporarse con chorro de aire; el residuo de resina resultante es muy insoluble y actúa como protector de la dentina frente al agente grabador. Las superficies dentinales deben estar muy secas y para ello se utiliza un agente desecante que viene con el producto, lo que se considera una desventaja, pues podría ser nocivo para la pulpa. Otra desventaja es que alcanza la máxima fuerza de

unión a las 24 horas, lo que facilita la filtración marginal en restauraciones grandes con amplia contracción de polimerización.

El Scotchbond, por su parte, funciona mejor con las resinas compuestas del sistema Bis-GMA (17). Su unión a dentina está afectada por la profundidad de la preparación. Se ha demostrado que este producto adhiere mejor a la dentina próxima a la unión amelodentinal. En preparaciones profundas se ha utilizado una solución remineralizante a base de fosfato de calcio, en áreas que no sean cubiertas con CaOH_2 .

La presentación fotopolimerizable presenta una unión más intensa a dentina y no exige esperar 10 minutos antes de proceder al acabado, como ocurre con el quimiopolimerizable.

5.5 UNION RESINA-RESINA

Existen dos tipos de unión resina-resina: la que se hace en las primeras 24 horas (inmediata) y otra más posterior, que se utiliza cuando se pretende reparar o modificar una restauración ya existente. La diferencia está en el método propio de unión y la técnica de colocación.

La unión inmediata se refiere a la unión durante las 24 horas posteriores a la colocación. Durante este período se lleva a cabo una reacción oscura de polimerización. En este tipo de unión aún quedan dobles enlaces libres por reaccionar, que permitirán una copolimerización y la reacción cruzada resultante entre ambos materiales. Este tipo de unión es de naturaleza química. Se aconseja no alterar la capa brillante de la superficie previamente curada, pues es una capa no polimerizada a causa de la presencia de oxígeno, y se llama "capa inhibida por el oxígeno". Esta capa proporciona los dobles enlaces libres para reaccionar con la nueva resina compuesta. Esta unión es más efectiva cuanto menor tiempo transcurra para hacerla; el tiempo ideal es menos de 5 minutos, pues si pasan más de 10 minutos deberá colocarse primero una fina capa de resina sin relleno. También debe evitarse la contaminación de la superficie a la que se va a añadir. Si ocurre, se deben utilizar los procedimientos para

la unión resina-resina retardada. Debe tenerse en cuenta que la resina que se va a añadir deberá ser del mismo tipo de matriz de resina, aunque el porcentaje de relleno puede ser diferente.

En la unión retardada apenas quedan dobles enlaces reactivos disponibles. Este tipo de unión depende básicamente de alguna forma de retención mecánica, más que de una unión química. Da mejores resultados cuando se une material fresco a una resina compuesta subyacente de macrorelleno. Funciona mejor cuando la resina subyacente es desgastada con un disco de grano grueso (o un diamante), se graba con ácido y se coloca un agente de unión sin relleno. Las principales ventajas de este procedimiento son una mayor conservación de la estructura dentaria y que la resina actúa como base. La desventaja es que no siempre puede corregirse la decoloración de una restauración cambiando simplemente la capa superficial, y la fuerza de unión será menor que la de una restauración nueva. El procedimiento es más adecuado para grandes restauraciones.

Procedimiento para la unión resina-resina retardada.

- 1 Eliminar la capa superficial de resina con un diamante de grano grueso, dejando una superficie rugosa.

- 2 Grabar la superficie de la resina durante 15" para disolver restos orgánicos.
- 3 Lavar con agua durante 45" para limpiar la superficie; lavar durante 60" si se ha grabado también el esmalte
- 4 Secar.
- 5 Añadir una capa fina del agente de unión y polimerizar
- 6 Polimerizar y conformar la resina; polimerizar y acabar la restauración en forma habitual (17).

CONCLUSION

El proceso clínico es un conjunto donde cada elemento es decisivo para el resultado final. Un uso racional de los materiales dentales y un procedimiento que tenga en cuenta su interacción con los tejidos del organismo, ayudarán al éxito de cualquier restauración.

AGRADECIMIENTOS

A los doctores María Elena Cuartas y Carlos Alberto Echeverri, por su interés y estímulo.

ARTICULOS REVISADOS

- 1 TEN CATE, A.R. Histología Oral. 3a ed. Ed. Panamericana, Buenos Aires, 1986. pp 191-235; 252-273.
- 2 BRANNSTROM, M. The hydrodynamic theory of dentinal pain sensation in preparation, caries and dentinal crack syndrome. J of Endod. 12 (10): 453-457, 1986.
- 3 PHILLIPS, R. La ciencia de los materiales dentales. Clin. O, 2(3), 1989.
- 4 ASMUSSEN, E; MUNKSGAARD, E.C. Bonding of restorative resins to dentine: status of dentin adhesives and impact on cavity design and filling techniques. Int Dent. J. 38(2): 97-104, 1988.
- 5 BUONOCUORE, M.G. Principles of adhesive retention and adhesive restorative materials. JADA. 67: 382-391, Sept 1963.
- 6 TYAS, M.J. et al. Bonding: retrospect and prospect. Austr. Dent. J. 33(5): 364-374, 1988.
- 7 FERREIRA, M. Science and the general dental practitioner. Dental Materials I. J Dent. Assoc. South Africa. Jan 1989.
- 8 FERREIRA, M. Science and the general practitioner. Dental Materials II. J Dent. Assoc. South Africa. Febr 1989.
- 9 LEE, H; ORLOWSKI, J. Compuestos adhesivos para reparaciones dentales. Lee Pharmaceuticals, 1974.
- 10 TEN CATE, J. Polymer adhesion to enamel-the influence of viscosity and penetration. J of Oral Rehab. 4: 149-156, 1977.
- 11 BOUNOCUORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces J Dent Res. 34(6): 849-856, Dec 1955.

- 12 GWINNETT, A.J. Bonding of restorative resins to enamel. *Int Dent. J.* 38(2): 91-96, 1988.
- 13 SHETH, J.J. Effect of etching glass-ionomer cements on bond strength to composite resin. *J of Dent. Res.* 68(6), June 1989.
- 14 MERYON, S.D. et al. Smear removal agents: a quantitative study in vivo and in vitro. *J Prosthet. Dent.* 57(2): 174-179, Febr 1987.
- 15 HINOURA, K. et al. Influence on dentin surface treatments on the bond strengths of dentin lining cements. *Operat. Dent.* 11: 147-154, 1986.
- 16 DUNCANSON, M et al. Resin bonding agents: rationals and results. *Quint. Int.* 17(10): 625-629, 1989.
- 17 ALBERS, H.
- 18 GWINNETT, A.J. Histologic changes in human enamel following treatment with acidic adhesive conditioning agents. *Arch Oral Biol.* 16: 731-738, 1971.
- 19 EICK, J.D. et al. Scanning electron microscopy in tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent. Res.* 49 (6): 1359-1368, Nov 1970.
- 20 EICK, J.D. ET AL. Dentin Adhesives: Do they protect the dentin from acid etching? *Quint. Int.* 17(9): 533-543, Sept. 1986.
- 21 COUNCIL ON DENTAL MATERIALS, INSTRUMENTS AND EQUIPMENTS. Dentin Bonding systems: an upfdate. *JADA.* 114: 91-93, Jan 1987.
- 22 PASSLEY, DH. Dentin permeability, dentin sensivity and treatment through tubule occlusion. *J of Endod.* 12 (10): 465-474, Oct. 1986.
- 23 RAADAL, M. Bond strength of composites applied to acid-etched enamel. *Scand J Dent Res.* 86: 157-162, 1978.
- 24 SILVERSTONE, LM Variation in the pattern of acid-etching of human dental enamel examined by scanning electron microscopy. *Caries Res.* 9: 373-387, 1975.
- 25 WATSON, TF A confocal optical microscope study of the morphology of the tooth/restoration interface using Scotchbond 2 Dentin Adhesive. *J Dent. Res.* 68(6): 1124-1131, June 1989.

SOLO UNA ACCION UNIFICADA LOGRARA DETENER LA INSEGURIDAD EN CONSULTORIOS, ENTIDADES Y NEGOCIOS DENTALES.

**MIENTRAS EXISTAN COMPRADORES PARA EL ILICITO,
SERA ATRACTIVO SAQUEAR CONSULTORIOS
Y AUMENTARAN REJAS Y ZOZOBRA.**

**ADQUIRIENDO LOS PRODUCTOS A EMPRESAS O PERSONAS
RECONOCIDAS EN EL SECTOR, LOGRAREMOS REDUCIR ESTE FLAGELO.**

Asodenco

ASOCIACION DENTAL DE COLOMBIA
A.A. 3637 MEDELLIN

Y TODOS SUS AFILIADOS SE UNEN A LA CAMPAÑA QUE A NIVEL NACIONAL, ADELANTARAN ASOCIACIONES Y ENTIDADES INCLUIDAS LAS EDUCATIVAS.