

183



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ADHESIÓN DENTINARIA

T E S I S I N A
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
CIRUJANO DENTISTA
P R E S E N T A
ALBERTO GARCÍA SUÁREZ

TUTOR: C.D.M.O. ADOLFO YAMAMOTO NAGANO

MÉXICO, D.F.

Enero 2001



29/15/01



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por la oportunidad de vivir, por acompañarme y guiarme durante todo este tiempo, por permitirme llegar hasta este momento tan especial para mí y por brindarme esta familia tan maravillosa.

Quiero dar gracias a Alberto y Pilar mis padres por su comprensión, paciencia y todo el tiempo y esfuerzo dedicado a mi persona, ya que sin su apoyo, entusiasmo y regaños no hubiera podido cumplir esta meta, sin duda alguna este triunfo es suyo. A mis hermanas Delia, Alejandra, Jaqueline y Pilar por el afecto y cariño incondicional que siempre me han mostrado, no encuentro manera de agradecerles.

A todos mis amigos y amigas que por temor a olvidar a alguien no los menciono, a los maestros que sin egoísmo alguno compartieron todos sus conocimientos; a todos ellos sin excepción gracias.

Índice

INTRODUCCIÓN

Capítulo 1 Características histológicas de la dentina

1.1	Generalidades	1
1.2	Embriología y desarrollo de la dentina	2
1.3	Túbulos dentinarios	5
1.4	Dentina peritubular	6
1.5	Dentina esclerótica	6
1.6	Dentina intertubular	7
1.7	Dentina interglobular	7

Capítulo 2 El grabado de la superficie dentinaria

2.1	Antecedentes históricos	8
2.2	Tipos de grabadores usados en odontología adhesiva	9
2.3	Acción del grabado sobre la dentina	10

Capítulo 3. Efecto de los adhesivos a dentina

3.1	Antecedentes históricos	13
3.2	Acción de los sistemas adhesivos sobre la capa de barrillo dentinario	15
3.3	Dificultades en adhesión	16
3.4	Acción de los adhesivos hidrofílicos	17
3.5	Formación de la capa híbrida	18
3.6	Comportamiento de las fibras colágenas en diferentes condiciones	20
3.7	Fuerzas de adhesión en dientes temporales y permanentes	21

Capítulo 4 Características de los sistemas adhesivos

4.1	Generalidades	25
4.2	Características de los adhesivos	26
4.3	Ventajas y desventajas de acuerdo a su comportamiento con la capa de barnillo dentinario	27
4.3.1	Manteniendo la capa de barnillo	27
4.3.2	Disolviendo la capa de barnillo	27
4.3.3	Parcialmente disuelta (primer autoacondicionador)	28
4.4	Scotchbond multipurpose plus	28
4.4.1	Características y aplicaciones	28
4.4.2	Componentes del sistema	30
4.5	Syntac tradicional	32
4.5.1	Composición	32
4.5.2	Procedimiento	32
4.5.3	Mecanismo de acción de Syntac	33
4.5.4	El grabado ácido con Syntac	34
4.6	Syntac single-component	34
4.6.1	Composición	35
4.6.2	Acción de los componentes	35
4.6.3	Mecanismo de acción paso a paso	36
4.7	Excite	39
4.7.1	Características	39
4.7.2	Composición	41
4.7.3	Propiedades físicas	41
CONCLUSIONES		43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		46

Introducción

Durante mucho tiempo se ha utilizado el grabado ácido para la rehabilitación de órganos dentarios afectados por caries cuando se va a restaurar con algún tipo de resina.

El uso del grabado ácido se realiza en esmalte, con la finalidad de que la obturación de resina tuviera una mayor retención.

Lo que producimos con el grabado ácido del esmalte es una desmineralización en la superficie de éste, la cual nos va a dar una retención adecuada para la restauración de composite. Para realizar esto nunca ha existido ningún problema, pero al momento de decir que este tipo de técnica también es válida para realizarla en dentina es donde existe gran divergencia de opiniones.

Ahora con los nuevos materiales y técnicas adhesivas usadas, se recomienda el grabado total es decir que tanto en la superficie del esmalte como la de la dentina se utilice ácido grabador (regularmente ácido fosfórico al 37%) para lograr una mejor adhesión del material restaurador con la dentina.

La controversia del uso de esta técnica radica en qué tan seguro puede ser el uso del ácido fosfórico sobre la superficie de la dentina por ser éste un tejido que se encuentra unido a la pulpa dental, algunas de las causas por las que muchos odontólogos no realizan el grabado de la dentina es por la hipersensibilidad que dicen se le causa al órgano dentario que ha sido tratado.

El grabado de la dentina se ha realizado desde hace ya casi 30 años y aún no aparecen datos de que la colocación de algún ácido grabador cause irritación o sensibilidad pulpar; además, la dentina que tiene un alto contenido de calcio y por lo tanto tiene una gran capacidad de amortiguación de los efectos de los ácidos.

El propósito por el cual se coloca el ácido grabador y posteriormente los adhesivos es el de crear una capa de hibridación de la dentina en la cual haya una íntima relación de los componentes de los adhesivos con las fibras colágenas de la dentina.

En 1955 Buonocore demostró que la aplicación de ácidos inorgánicos en el esmalte puede incrementar la retención de restauraciones de resina. Gwinnett y Matsui sugirieron que el mecanismo comprende la disolución irregular del esmalte por los ácidos. El resultado es una superficie porosa y que permite a los materiales de resina fluir en las microporosidades, polimeriza y forma una adhesión que es micromecánica por naturaleza. Aunque constantes innovaciones han mejorado el desempeño de los adhesivos a dentina .

Buonocore et al. encontró que las fuerzas de adhesión de un ácido glicerofosfórico y una resina a base de dimetacrilato en dentina, fue mejorada por el tratamiento anterior de ácido clorhídrico. Ellos especularon que la adhesión puede ser el resultado de ambas, la penetración de la resina dentro de la dentina o la interacción química. Bowen describió el uso de NPG-GMA como un agente capaz de adherirse con el calcio de la dentina. Más tarde Bowen et al. reportaron que el uso de oxalato férrico, un ácido, pueden incrementar la adhesión a dentina por mejorar los sitios de conexión

aunque se demostró posteriormente que las fuerzas de adhesión resultaron del uso del oxalato férrico como el resultado de la exposición de la superficie de la dentina a una contaminación ácida en la solución de oxalato.

La posibilidad de la adhesión por interacción química con la dentina también ha sido seguida. Hoppenbrouwers *et al*, reportó que la aplicación de gluteraldehído en una superficie de dentina grabada con ácido mejora las propiedades mecánicas de la capa de dentina grabada. Munksgaard y Amussen aplicaron mezclas de HEMA y gluteraldehído a dentina con el pensamiento de que el aldehído puede adherirse con los grupos de nitrógeno activo que está dentro de la colágena. Aunque las restauraciones colocadas con este sistema han tenido un éxito modesto la actual contribución de los aldehídos a la adhesión dentinaria no ha sido identificada.

La primera descripción de una capa de dentina alterada fue descrita por Kramer y McLean quienes observaron un cambio de color en dentina con el uso del material adhesivo Servitron Plus. Ellos no revelaron la constitución del adhesivo pero especularon que este podía contener ácido metacrílico que pudiera suponer el grabado de la dentina y tener como resultado el cambio de coloración de la dentina. Buonocore y Quigley también notificaron una zona alterada en dentina con el uso de Sevrton, pero ellos observaron esta zona sólo cuando la dentina fue tratada primero con ácido clorhídrico. Estos dos subsecuentes artículos que reportaron una disminución en las fuerzas de adhesión a la dentina seguida del tratamiento de ésta con ácido fosfórico, pero ambos utilizaron resina Bis- GMA, que es totalmente hidrofóbica y no se adaptó bien para efectos de adhesión

dentinaria. Nakabayashi reportó que una gran tensión de las fuerzas de adhesión puede ser obtenidas por la difusión de una nueva mezcla de primer de monómeros de resina dentro de la capa desmineralizada de la dentina acondicionada. Esta zona de infiltración de resina es conocida como la capa híbrida, un compuesto de ambos, resina y dentina. Los sistemas adhesivos (4-META/metilmetacrilato/TBB) fueron derivados de los sistemas descritos previamente por Masuhara y Fisher, quienes intentaron unir MMA al colágeno catalizando con TBB. Las fuerzas de adhesión fueron atribuidas a la encapsulación de las fibras de colágeno expuestas por el grabado ácido.

CAPÍTULO 1

Características histológicas de la dentina

1.1 Generalidades

Al interesarnos por el efecto del grabado ácido y de los adhesivos sobre la dentina, entonces también tenemos que hablar sobre la estructura que tiene este tejido duro del diente para que tengamos un mejor entendimiento de esto.

El tejido duro del diente consiste principalmente en un tipo especial de tejido conectivo calcificado pero un poco elástico, este tejido es la dentina, cuyas diversas áreas están cubiertas por otros dos tejidos calcificados. En la porción visible se encuentra cubierto por el esmalte y el resto del diente está cubierto por un tercer tejido conectivo calcificado, el cemento. Estos tres tejidos duros son avasculares.

La dentina que rodea la cavidad pulpar está revestida por una capa de odontoblastos, células a partir de las cuales se forma la dentina.

Aunque se parece al hueso en su estructura y composición química, es más dura que el hueso compacto. Consta de un 20% de materia orgánica y el restante 80% de materia inorgánica. El 92% de la parte orgánica es colágeno, la mayor parte de los componentes inorgánicos están en forma de cristales de hidroxiapatita. Al descalcificarlo en ácidos, sólo subsiste la parte orgánica y entonces la sustancia del diente se hace blanda.

1.2 Embriología y desarrollo de la dentina

El esmalte de los dientes se deriva embriológicamente del ectodermo, mientras que cemento, dentina y pulpa tienen origen en el mesénquima. El desarrollo de los dientes se inicia hacia la sexta semana de gestación con el crecimiento del ectodermo bucal en el mesénquima subyacente y, en siguiente término, la formación de una estructura a manera de campana que queda revestida por ameloblastos, células productoras de esmalte. Las células mesenquimatosas adyacentes a los ameloblastos se transforman en los odontoblastos, a partir de los cuales se forma la dentina. Por lo tanto, la corona dental proviene de dos capas germinativas.

Los ameloblastos se diferencian primeramente en plano adyacente a la punta de la papila dental y más adelante también a los lados de la corona en desarrollo, donde se inicia la producción de esmalte. Al mismo tiempo, las células mesenquimatosas inmediatamente adyacentes a aquellas se diferencian en odontoblastos, que empiezan a depositar dentina.

La dentina crece por aposición aunque este crecimiento se ve limitado por el hecho de que los odontoblastos sólo se encuentran en la cara interna de la propia dentina, que es donde se agregan nuevas capas de dentina y envuelven a la pulpa con la característica de que los odontoblastos sólo tienen una prolongación que llega a la unión de esmalte y dentina en la corona, o en la unión cemento - dentina en la raíz; tal prolongación queda rodeada por un conducto angosto, el túbulo de la dentina. Al agregarse más capas de dentina los odontoblastos quedan cada vez más lejos de tales uniones y su

prolongación se alarga al ocurrir lo mismo con el túbulo. Por lo tanto, atraviesan la dentina innumerables conductos llenos de líquido insular, que pueden convertirse en una vía de acceso a la cavidad pulpar para las bacterias. La prolongación odontoblástica sólo llega hasta el cuarto interno de la mitad del túbulo dentinario del diente desarrollado; mientras que la parte externa, contra el límite entre el esmalte y la dentina queda vacío.

En los cortes a través de un diente descalcificado, cada túbulo de la dentina contiene una prolongación citoplasmática delgada, la fibra de Tomes, que durante la vida probablemente llena la luz del túbulo, pero que en las preparaciones fijadas aparece retraída y separada de la pared del túbulo.

A lo largo de la cara pulpar de la dentina, se observa una capa continua de odontoblastos penetrada irregularmente por componentes de tejido conectivo como fibrillas colagenosas y capilares. No obstante, hay complejos de unión en el nivel de la red terminal, que mantienen unidas a tales células.

La dentina se forma como predentina, la matriz de la dentina se calcifica pocas horas después de su formación. En consecuencia, está presente una capa de matriz de dentina no calcificada, llamada predentina, entre el vértice de los odontoblastos y la dentina calcificada, con lo que la base de la prolongación de los odontoblastos queda rodeado por matriz de predentina. En un principio ésta consiste en sustancia fundamental amorfa con unas cuantas fibrillas colagenosas en formación incluídas en ella. Las fibrillas están apiladas más estrechamente en el límite de dentina y predentina.

Una vez calcificada la dentina su estructura queda oscurecida por cristales de hidroxiapatita, aunque en los cortes descalcificados se observa algo de material granular sobre las fibrillas colagenosas.

Una vez calcificada ésta, es incluso más dura que el hueso. La hidroxiapatita equivale a un 70% de su peso húmedo. No obstante, la dentina no es tan dura como el esmalte, cuyo contenido mineral es del 96%.

En los dientes humanos, pueden reconocerse tres tipos de dentina.

La dentina primaria, que forma la mayor parte del diente y delimita la cámara pulpar de los dientes ya formados. La capa externa de la dentina primaria llamada, dentina de manto, difiere del resto de la dentina primaria. Ésta es la primera capa de la dentina formada por los odontoblastos recientemente diferenciados. Tiene unos 20nm de ancho y posee una matriz orgánica compuesta por sustancia fundamental y fibrillas colágenas burdas laxamente empaquetadas. Cuando se ve la dentina al microscopio, se pueden identificar varias características estructurales. Éstas incluyen los túbulos dentinarios, la dentina peritubular, la dentina intertubular, zonas de calcificación deficitaria llamadas dentina interglobular, líneas incrementales de crecimiento, una zona que sólo se ve en la porción radicular de los dientes conocida como la capa granular de Tomes y, por fin las células de la dentina, los odontoblastos.

1.3 Túbulos dentinarios

Los túbulos o conductillos dentinarios son espacios tubulares pequeños ubicados dentro de la dentina, llenos de líquido tisular y ocupados en parte de toda su longitud por las prolongaciones de los odontoblastos. Se extienden a través de todo el espesor de la dentina desde la unión amelodentinaria hasta la pulpa. Siguen un trayecto en "S" desde la superficie de la dentina hasta su límite con la pulpa en la dentina coronaria. Esta curvatura en "S" es menos pronunciada en la dentina radicular y menos pronunciada aun en el tercio cervical de la raíz y por debajo de los bordes incisales y cuspídeos. Estas curvaturas, llamadas curvaturas primarias, se originan como resultado del apiñamiento de los odontoblastos a medida que se dirigen hacia el centro de la pulpa.

Los túbulos dentinarios tienen sus extremos adelgazados, midiendo aproximadamente 2.5nm de diámetro cerca de la pulpa, 1.2 en la porción media de la dentina y 900nm cerca de la unión amelodentinaria. En la dentina coronaria hay aproximadamente 30,000 túbulos por milímetro cuadrado cerca del esmalte y 45,000 por milímetro cuadrado cerca de la pulpa.

Los túbulos dentinarios hacen permeable a la dentina, ofreciendo una vía para la extensión de la caries.

En la actualidad se ha podido comprobar, mediante microscopía electrónica, la presencia de delgadas fibras nerviosas en el espacio eriodontoblástico de los túbulos dentinarios, en la predentina y en la parte de dentina mineralizada cercana a la pulpa, hallazgos corroborados mediante inmunohistoquímica y microscopía óptica. Por otra parte no se ha demostrado la presencia de nervios en la parte

periférica más grande de la dentina, donde se sabe que la sensibilidad es mayor. Una explicación posible sería que las acciones sobre la parte externa, generadoras de dolor, produzcan desplazamiento de líquidos dentro de los túbulos dentinarios, que activen las fibras nerviosas sensibles al dolor en la parte interna de los túbulos (teoría hidrodinámica).

1.4 Dentina peritubular

La periferia del túbulo dentinario está compuesta por un anillo hipermineralizado de dentina, que es fácilmente visible cuando se examinan con el microscopio óptico cortes de dentina sin descalcificar. Este anillo hipermineralizado de dentina, que también puede ser demostrado mediante la microscopía electrónica, se llama dentina peritubular.

La dentina peritubular esta demarcada netamente de la intertubular. Los análisis muestran que la dentina peritubular esta mineralizada un 9% más que la dentina intertubular. La formación de esta dentina peritubular se lleva a cabo dentro de la dentina mineralizada y posee una matriz orgánica en la cual hay muy pocas fibras colágenas.

1.5 Dentina esclerótica

El término esclerosis es usado para describir la deposición continua de dentina peritubular y la obliteración del túbulo, y la dentina así afectada se llama dentina esclerótica fisiológica, también llamada dentina translúcida. La esclerosis de la dentina aparece también con

la edad. Se ve frecuentemente en el tercio apical de la raíz y en la corona, esta esclerosis reduce la permeabilidad de la dentina.

La dentina hipermineralizada esclerótica regularmente presenta oclusión de los túbulos dentinarios y por lo tanto en técnicas adhesivas no tiene una buena interdifusión con el agente adhesivo.

1.6 Dentina intertubular

Está localizada entre la dentina peritubular y constituye el mayor componente de la dentina. Representa el principal producto de los odontoblastos y consta de manera principal de una red estrechamente tejida de fibrillas colágenas que miden entre 50 y 200nm de diámetro, en las cuales se depositan cristales de apatita.

1.7 Dentina interglobular

Es un término utilizado para describir zonas de dentina no mineralizada o hipomineralizadas que persisten dentro de la dentina madura.

CAPÍTULO 2

El grabado de la superficie dentinaria

2.1 Antecedentes históricos

El ácido fosfórico es usado en odontología como un agente grabador para esmalte (Buonocore, 1955) y más recientemente, para dentina (Fusayama *et al*, 1979). El ácido fosfórico es efectivo creando una buena adhesión resina-esmalte (Buonocore, 1955), pero no siempre es efectivo para la adhesión dentinaria. Se piensa que la profundidad de la desmineralización de la dentina esta directamente relacionada a la concentración del ácido (Chiba *et al*, 1989; Pashley *et al*, 1992).²²

La técnica de grabado ácido radica en la retención micromecánica creada en la superficie del esmalte por un ácido grabador y la penetración subsecuente de una mezcla de monómero polimerizable en los espacios interprismáticos del esmalte. En cambio en la adhesión dentinaria se ha vuelto uno de los más desafiantes tópicos en la odontología restauradora.

Para proveer una retención micromecánica de agentes adhesivos, la mayoría de estos emplean un acondicionador ácido que remueve la capa de barrillo dentinario y desmineraliza la dentina en un espesor promedio de 5-6nm (Van Merbeek *et al*, 1992; Perdigão *et al*, 1996). Sin embargo hay preocupación de que esos ácidos podrían tener un efecto adverso en el colágeno que forma el 90% de la matriz de dentina (Butler, 1995) Veis y Schlueter, demostraron en 1964 que el colágeno de la dentina desmineralizada fue dimensionalmente estable en soluciones ácidas, a diferencia del colágeno dérmico que mostró hinchazón extensiva.³³

Recientes desarrollos en la tecnología de adhesión dental involucran el grabado simultáneo de esmalte y dentina con ácidos, la técnica de grabado total. La dentina ha sido comúnmente grabada en Japón desde 1970. De esta manera no parece claro que el ácido sea directamente el responsable de daño pulpar.

2.2 Tipos de grabadores usados en odontología adhesiva

Para el grabado del esmalte y la dentina podemos ocupar ácido fosfórico al 35% o ácido maleico al 10%. Ambos ácidos permiten excelentes fuerzas de adhesión. Sin embargo, el grabador de ácido maleico, permite menos remoción de calcio y una superficie grabada un poco más profunda (Glasspoole et al, 1994).

Sobre la superficie de la dentina, ambos ácidos permiten superficies con apariencia similar cuando son grabados por un tiempo de 15 segundos. Cuando se discutió el grabado de la dentina, frecuentemente se consideró importante la profundidad del grabado.

Un grabado profundo excesivo puede resultar en inadecuada penetración de la resina y una débil adhesión. Ikami et al, (1993) evaluó una extensa variedad de soluciones ácidas y determino que la profundidad de la descalcificación de la dentina fue una función de ambos, la selección del ácido y el tiempo de grabado. Más combinaciones mostraron descalcificación de menos de 5 micrones. Grabando con ácido fosfórico al 38% permitió una capa de descalcificación de 5 micrones por tiempos de 30 segundos o menos, pero permitieron una profundidad de 20 micrones en un tiempo de grabado de 60 segundos.

La profundidad de desmineralización de la dentina ha sido una parte fundamental en adhesión dentinaria. La penetración incompleta de la red de colágeno microporosa desmineralizada podría resultar en una delicada zona dentro de la capa híbrida, y entre la capa híbrida y la dentina no alterada, que puede ser susceptible de degradación continua. ²³

Cuando la capa de barrillo dentinario es removida por el grabador, la dentina incrementa su permeabilidad. Actualmente el ácido maleico al 10% permite una permeabilidad más alta que la que permite el ácido fosfórico al 38%.

2.3 Acción del grabado ácido sobre dentina

La dentina tiene una excelente capacidad de amortiguación de los ácidos, protegiendo la pulpa del efecto directo de un ácido.

La interacción de los agentes grabadores con dentina es limitada por el efecto buffer de la hidroxiapatita y otros componentes dentinarios (Wang y Hume, 1988). Los agentes dentinarios remueven la capa de barrillo y la parte superficial de la dentina, provocan la apertura de los túbulos dentinarios, la desmineralización de la superficie dentinaria y el incremento de la microporosidad de la dentina intertubular (Van Meerbeek et al, 1992, Pashley et al, 1993, Sano et al, 1994). La penetración de los ácidos ocurre primero a lo largo de los túbulos (Selving, 1968). La adhesión dentinaria, se piensa es básicamente realizada en un enredo micromecánico de resinas hidrofílicas dentro de la dentina microporosa desmineralizada, de esta manera se forma un entrelazamiento reticular de tejido híbrido compuesto por colágena, partículas minerales residuales y resina (Nakabayashi et al, 1982; Van Meerbeek et al, 1993 a, 1993b).

La matriz de dentina desmineralizada se colapsa fácilmente cuando ésta ha sido denaturada y secada con aire después de ser lavada con agua, dejando un pequeño espacio entre las fibras de colágeno para la infiltración de la resina. La dentina colapsada desmineralizada permite una pequeña difusión de monómeros alrededor de las fibras de colágeno, dificultando la creación de una capa híbrida funcional.

La concentración de ácido fosfórico en dentina grabada, influye sustancialmente la desmineralización de la dentina y, por lo tanto, la unión a ese sustrato.

Los mecanismos de unión en muchos de los sistemas adhesivos dentinarios actualmente disponibles, se basan en la formación de una zona de difusión interfacial entre los componentes hidrofílicos de la resina y la dentina parcialmente desmineralizada. En orden de proveer una retención micromecánica de las resinas adhesivas a dentina.

Recientemente varios sistemas de adhesión dentinaria han introducido la combinación de primer y resina adhesiva dentro de una misma solución. Estos materiales han recibido una considerable atención de la profesión dental, desde su aplicación clínica hasta la selección del material que es más fácil de usar. La mayoría de estos nuevos sistemas adhesivos son compuestos de un acondicionador separado basado en ácido fosfórico, para grabar esmalte y dentina simultáneamente (grabado total) y una combinación de resinas hidrofílicas e hidrofóbicas disueltas en un solvente orgánico tal como etanol o acetona. La mezcla es aplicada en dentina y esmalte en una o varias capas.

Los efectos del ácido fosfórico son los siguientes: remueve la capa de barrillo dentinario, apertura de los túbulos dentinarios, y desmineralización de la dentina por remoción de hidroxapatita y exposición de las fibras colágenas más superficiales (2-5nm).

CAPÍTULO 3

Efecto de los adhesivos a dentina

3.1 Antecedentes históricos

Buonocore hizo época con la técnica de grabado del esmalte (1955) fue responsable del crecimiento de sucesos clínicos de los sistemas de adhesión dentinaria, la adhesión total del diente a materiales como las resinas compuestas, tuvo como resultado una ampliación del área de adhesión impidiendo la formación de espacios entre el diente y el material restaurativo (Baarkmeier y Cooley, 1992; Swift, Perdigao y Heymann, 1995).⁵

La adhesión a esmalte ha sido realizada satisfactoriamente con la técnica de grabado ácido, la infiltración directa de monómeros dentro de las microporosidades creadas en la superficie del esmalte por un ácido. En contraste una adhesión confiable y duradera a dentina ha sido más difícil de realizar, debido a la humedad de la estructura tubular y composición orgánica del sustrato dentinario.

La traba mecánica entre resina y esmalte puede ser obtenida sólo cuando se graba la superficie del esmalte con ácido fosfórico.

La calidad de adhesión está directamente relacionada a la calidad de la interfase. La adhesión a dentina es mucho más técnica y sensitiva que la adhesión a esmalte. Esto no garantiza que la unión a dentina sea más duradera que la adhesión a esmalte.

La adhesión a dentina ha sido difícil debido a varios factores, entre el uso de materiales hidrofóbicos y la naturaleza hidrofílica de la dentina (el contenido de agua es de aproximadamente el 20% de su peso); la realización de biocompatibilidad pulpar, el desarrolló de una

adhesión suficientemente alta y fuerte para vencer las fuerzas de contracción por polimerización, creada por la fotopolimerización de materiales a base de resina, y recientemente, un pobre entendimiento de la presencia y naturaleza de la capa de barrillo dentinario.

Se supuso que el grabado ácido de la dentina proporciona una retención micromecánica para el composite restaurativo por la penetración del agente adhesivo de resina dentro de los túbulos dentinarios abiertos (Fusayama, 1980). Sin embargo la contrapresión del fluido dentinal y la abundante presencia del adhesivo dificulta la unión micromecánica de estas resinas hidrofóbicas al sustrato dentinario húmedo (Torney, 1978; Pashley, 1990).²⁹

Después del fracaso de esta técnica de grabado ácido, moléculas adhesivas bifuncionales fueron diseñadas para reaccionar químicamente con cualquiera de los componentes de la superficie dentinaria orgánicos o inorgánicos (o ambos) y simultáneamente, la co-polimerización con el composite restaurativo (Asmussen y Munksgaard, 1985). Sin embargo la generación de una capa de barrillo dentinario durante la instrumentación de la cavidad, impide el íntimo contacto resina-dentina que es un prerrequisito para una reacción química (Kinloch, 1987).²⁹

Aunque algunos datos conflictivos sobre la interacción química entre la resina y la dentina han sido reportados, (Eliades et al, 1991; Stangel et al, 1991, Spencer et al, 1992; Tam y Pilliar 1994). El primer mecanismo de adhesión moderna se cree que está basado en preferir una traba micromecánica que en adhesión química primaria (Nakabayashi et al, 1982; Erickson, 1989; Inokoshi et al, 1990, 1993; Pashley; 1990; Susuki et al, 1991; Van Merbeek et al, 1992, 1993c).

Mojando mejoramos la humectabilidad del sustrato dentinal húmedo por la incorporación de acondicionadores ácidos y subsecuentemente agentes estimulantes de adhesión o primers, conteniendo fórmulas de monómero hidrofílicamente incrementado, que dentro de los procesos de adhesión es responsable de los últimos adelantos en tecnología adhesiva (Duke, 1991; Soderholm, 1991).²⁹

3.2 Acción de los sistemas adhesivos sobre la capa de barrillo dentinario

Modernos sistemas de adhesión dentinal generalmente usan una o dos estrategias de adhesión con métodos opuestos de comportamiento con la capa de Iodillo (Pashley, 1991; Van Meerbeek *et al*, 1992). Una estrategia es modificar e infiltrar la capa de barrillo con resina, mientras la otra es basada en el llamado proceso de hibridación para la completa remoción de la capa de barrillo y desmineralización de la capa superficial de la dentina seguido de la interdifusión de resina dentro de las microporosidades de la matriz de colágeno de la dentina expuesta.

La adhesión de resina a la dentina intertubular grabada con ácido depende de la cantidad de monómero líquido dentro de los espacios interfibrilares que fueron previamente ocupados por cristales minerales de apatita. Se piensa que la durabilidad de la adhesión resina-dentina depende de qué tan buena sea la infiltración en estos espacios, si todas las fibras de colágeno son envueltas por resina, y qué tan bien ha sido polimerizada la resina. La anchura de los espacios interfibrilares es cerca de 20nm cuando son vistas en micrografías electrónicas y la profundidad de esta zona de espacios de

interconexión es de 4 - 9nm dependiendo de la fuerza del ácido y del tiempo de grabado que es comúnmente usado.

Esto ha sido asumido, pero jamás demostrado, que las mezclas de polímeros y monómeros como el metilmetacrilato y el polimetilmetacrilato difundirían dentro de los espacios interfibrilares expandidos normalmente en rangos muy diferentes.

3.3 Dificultades en adhesión

La dentina esclerótica hipermineralizada con oclusión de los túbulos dentinarios se supone es menos receptora de adhesivo (Duke y Lindemuth, 1990, 1991; Duke et al., 1991; Gwinnett y Kanka, 1992; Van Meerbeek et al., 1994).

Los fracasos en adhesión fueron a menudo relacionados a la presencia de dentina esclerótica en las lesiones cervicales, pero una absoluta relación no pudo ser observada. Similarmente los cambios dentinarios asociados con la edad no se encontró que tenga un efecto significativo en disminuir la efectividad de los sistemas adhesivos.

Los tratamientos de blanqueamiento dental también tienen una influencia negativa sobre los sistemas de adhesión dentinaria. La reducción de la adhesión en esmalte y dentina blanqueada también ha sido reportada con diferentes materiales restaurativos. Los cambios en la superficie dental con el uso del peróxido de hidrógeno al 30% han sido observados y estos cambios pueden ser responsables de la disminución en adhesión reportada. La presencia de oxígeno, que es un producto del peróxido de hidrógeno, ha sido reportado en la

reducción de adhesión. El oxígeno puede inhibir el curado de los composites y por lo tanto reducir la adhesión. Barghi y Godwin reportaron que los valores adecuados de adhesión pueden ser alcanzados entre el esmalte blanqueado y la resina compuesta usando un adhesivo de cuarta generación que contiene alcohol y acetona en primer. Esto puede eliminar el efecto adverso del blanqueamiento sobre la adhesión. Además los bajos valores de las fuerzas de adhesión pueden facilitar la microfiltración alrededor de la restauración.²

Los mecanismos de adhesión de los adhesivos de cuarta generación dependen de la capa de barrillo removida y de la desmineralización por el grabado ácido. La aplicación de primers hidrofílicos y resina sobre la red de colágeno expuesta forma la capa híbrida.

4 Acción de los adhesivos hidrofílicos

Al principio, cuando fueron usados los sistemas adhesivos hidrofílicos se observó generalmente un incremento de las fuerzas de adhesión. Esto fue atribuido a la formación adicional de una capa híbrida basada en el mecanismo de traba de resina y red de colágeno expuesta.

Con sistemas adhesivos convencionales, el grabado de la superficie de dentina es necesario para remover la capa de barrillo y desmineralizar la superficie dentinaria, exponiendo las fibras de colágeno. Después del grabado, un primer hidrofílico es necesario para la adhesión a dentina, que el flujo dentinal positivo y la superficie de la dentina húmeda siempre están presentes. De acuerdo

a Nakabayashi, este primer hidrofílico se difunde dentro de la superficie de dentina húmeda desmineralizada mezclada con el colágeno y cristales de hidroxapatita encapsulados, forma una zona que es parte diente y parte resina, conocida como la capa híbrida.

La morfología y el papel de las interdigitaciones de resina y de la capa híbrida en adhesión a dentina, depende hasta del agente de adhesión dentinaria usada, el tipo de superficie dentinaria, la orientación de los túbulos dentinarios, la presencia y la densidad y ramificaciones de los túbulos dentinarios, las diferentes condiciones clínicas y la profundidad de la dentina. Por esto, la adhesión a dentina se dificulta.

3.5 Formación de la capa híbrida

Un método para permitir la adhesión de la resina compuesta a la dentina es la infiltración directa de la resina dentro de la dentina (hibridación). El primer de la resina se difunde en pocos micrómetros externos de la dentina haciéndola más porosa por el contacto con el acondicionador ácido.

La formación de capa híbrida y de interdigitaciones de resina, y de ramificaciones laterales adhesivas se supuso es esencial para la estabilidad y fuerza de adhesión entre resina y dentina. La completa disolución de la capa de barrillo, la desmineralización de dentina intertubular y peritubular y la infiltración de resina dentro de la dentina desmineralizada y subsecuente polimerización dentro de polímeros de resina de gran peso molecular son indispensables para crear un mecanismo ideal de adhesión. Después de lavar el gel ácido, si la superficie es secada demasiado, las fibras de colágeno pueden

colapsarse, obstruyendo la penetración de resina y, por lo tanto, permiten la formación de capa híbrida. Para evitar el "fenómeno overwet" y al mismo tiempo el colapso del colágeno, la superficie condicionada puede ser secada muy suavemente, por 1-2 segundos con la jeringa de aire a una distancia de 3cm, o el exceso de agua podría ser removido con una torunda de algodón.

El grosor de la capa híbrida es en promedio de 3 nm. La capa híbrida se extiende dentro de los orificios de los túbulos dentinarios, esto liga las interdigitaciones de resina a las paredes de los túbulos dentinarios. En la superficie de la capa híbrida las fibras de colágeno fueron adaptadas aproximadamente con los espacios interfibrilares en contacto directo con la resina adhesiva

En dentina afectada por caries, para la formación de la capa híbrida, el uso de ácido fosfórico al 35% fue suficiente para remover más de los depósitos minerales de la dentina afectada por caries permitiendo la formación de interdigitaciones de resina. Porque la dentina afectada por caries esta sometida a ciclos reparadores de desmineralización y remineralización, esto la hace menos dura que la demás dentina. (Nakajima y otros, 1995). Presumiblemente esta menor dureza refleja un menor contenido de material inorgánico en dentina intertubular, que ya esta parcialmente desmineralizada, haciéndola más porosa y por lo tanto más susceptible a los efectos del ácido fosfórico al 35%. Aparentemente esto da como resultado la creación de una profunda capa de desmineralización de la dentina después del acondicionamiento ácido. Las resinas adhesivas parecieron penetrar la dentina acondicionada con ácido para formar una capa híbrida pero, cuando fue polimerizada, la capa fue más susceptible a los

cambios, ácido básicos, que capas híbridas hechas con los mismos métodos en dentina normal. Esto también fue asociado con baja tensión de las fuerzas de adhesión. La razón de la pobre calidad de la capa híbrida y las bajas fuerzas de adhesión no es clara. Quizás un lavado con agua más extenso es requerido para solubilizar los productos del acondicionamiento ácido de la dentina afectada por caries. Allí puede haber sustancias orgánicas en dentina afectada por caries que interfieren con la penetración uniforme de la resina o con la conversión de monómero a polímero.

Los nuevos sistemas adhesivos son hidrofílicos y capaces de formar una zona de hibridación entre la resina y la dentina. Las fuerzas de unión de estos primers hidrofílicos y agentes adhesivos o la formación de la zona híbrida en dientes primarios no han sido reportadas.

Cuando son creadas capas de barrillo en dentina afectada por caries, es probable que ésta incluya cristales ácido resistentes y proteínas extrínsecas que han penetrado en la fase mineral durante los procesos de desmineralización, estas capas de barrillo dentinario pueden ser más resistentes al acondicionamiento ácido, que si éstas fueran creadas en dentina normal.

En dentina normal desmineralizada, los espacios entre las fibras colágenas son mantenidos por agua durante la técnica de adhesión húmeda.

3.6 Comportamiento de las fibras colagenas en diferentes condiciones

Es fundamentalmente importante para la hibridación efectiva que la red de las fibras de colágeno, prive de su soporte mineral siguiendo el tratamiento ácido, manteniendo la calidad tipo esponjosa, permitiendo la interdifusión de monómeros de resina en los subsecuentes pasos de adhesión. En la deshidratación de la dentina acondicionada con ácido, si la superficie es secada con aire, se piensa se podría introducir tensión a la superficie causando que la exposición de colágeno se colapse, se encoja y forme un coágulo compacto que es impenetrable a la resina (Pashley *et al*, 1993). Ésto podría enfatizar que esta técnica puede garantizar una interdifusión de la resina eficiente sólo si todos los remanentes de agua de la superficie de la dentina son completamente eliminados y remplazados por monómeros durante el paso siguiente que es la colocación del primer.

En condiciones de humedad excesiva, el exceso de agua que no se removió completamente durante la colocación del primer pareció ser la causa de la fase de separación de los monómeros componentes hidrofóbicos e hidrofílicos, esto trajo como resultado la producción de ampollas y glóbulos en la interfase resina- dentina. Tales deficiencias sin duda alguna debilitan la adhesión y da como resultado un sellado incompleto de los túbulos (Tay, *et al*, 1996).

En condiciones secas, observadas microscópicamente, mostraron que los sistemas adhesivos libres de agua, con primer a base de acetona no infiltraron efectivamente la red de colágeno expuesta, formando lo que se llama región hibridoide

3.7 Fuerzas de adhesión en dientes temporales y permanentes

Cuando comparamos los resultados de fuerzas de adhesión obtenidos en dentina de dientes temporales y dientes permanentes, la diferencia de grosor de la dentina debe ser tomada en consideración. También, la fuerza de adhesión de algunos adhesivos dentinarios disminuyeron en la dentina oclusal próxima a pulpa, que fue interpretada como la unión dependiente del nivel de calcio y del área total de dentina sólida disponible, ambos disminuyeron en dentina próxima a pulpa. Hirayama et al, no encontró diferencias, sin embargo, en el contenido de calcio o fosfato en la dentina intertubular y peritubular de dientes primarios y permanentes; pero reportó que la dentina peritubular, que es más mineralizada, pero menos cristalina que la dentina intertubular fue de 2 a 5 veces más gruesa que la dentina permanente. Como sugirieron Bordin-Aykroyd et al, estas diferencias pueden afectar cualquiera de las uniones químicas de los adhesivos o resultar en efectos diferentes de los regímenes del pretratamiento en la dentina, que pudieran también afectar la unión.

Un estudio reciente ha mostrado que cuando la dentina es grabada con ácido, el estado de humedad subsecuente en la zona externa, rica en colágeno, es crítica para la realización óptima de uniones fuertes. Como resultado del secado, de la fase orgánica rica en colágeno en la superficie de la dentina acondicionada es alterada morfológicamente. Estos cambios morfológicos impiden la penetración del primer, resultando en una disminución de la fuerza de adhesión.

Con generaciones previas de sistemas adhesivos, el agua había sido considerada como un obstáculo para realizar una confiable adhesión a dentina. Desde la presencia de agua en la superficie de dentina

húmeda impide la fuerza de unión, el desarrollo ha sido enfocado en los adhesivos dentinales que son efectivos en medios acuosos. El beneficio de la técnica de “wet bonding” es derivado de la capacidad de conservar agua de la red de colágeno y las porosidades intertubulares abiertas para la infiltración de la resina adhesiva. En esta técnica después de que la superficie es acondicionada, es recomendado que se mantenga el estado de humedad antes de la adhesión y esto es lo que comúnmente conocemos como “wet bonding”. El agua permitida en la superficie dentinal expuesta se piensa mantiene expuesto el tejido de colágeno, flexible y permeable para la subsecuente infiltración del primer.

Actualmente los sistemas adhesivos disponibles dependen de adhesión micromecánica en dentina por la penetración de monómeros polimerizables dentro de la red de colágeno expuesta.

Cuando la dentina es secada con aire, el agua se pierde por evaporación resultando un colapso de la red de colágeno de cerca de un tercio del volumen original, impidiendo la penetración del adhesivo.

Algunos de los factores que influyen en la microfiltración son controlados por el facultativo, incluyendo el diseño de la cavidad, pretratamiento de la dentina y el tipo de adhesivo y material restaurativo usado.

Estudios de exploración en microscopio electrónico sugieren que el principal mecanismo de adhesión al entrelazamiento directo de monómeros hidrofílicos con la red de colágeno expuesta por ácido o por agentes quelantes. Si esta red se colapsa por deshidratación, la penetración de monómeros es obstaculizada e incompleta.

En los sistemas adhesivos de un solo paso, los componentes de resina adhesiva se difunden dentro de la dentina acondicionada y forma la capa híbrida; El bajo pH de los primers ácidos de los sistemas presumiblemente permiten mineralizar tejidos al poner el acondicionador y el primer en un solo paso y puede jugar un papel en la eficacia de penetración en la dentina. De acuerdo a Nishida et al., los primers ácidos trabajan disolviendo la capa de barrillo dentinario y desmineralizando el componente inorgánico de la dentina y también infiltra las fibras de colágeno expuestas en la misma profundidad de la dentina

En cambio los sistemas adhesivos de tres pasos, incluyen un grabador que remueve la capa de barrillo dentinario y desmineraliza la dentina superficial. Después del grabado un primer es aplicado para infiltrar la superficie con monómeros de resina. Finalmente un agente de resina adhesiva es aplicada y forma una capa superficial de polímero para colocar un material restaurativo.

Para contrarrestar la contracción por polimerización se requieren fuerzas de adhesión en el rango de 17-24 Mpa y se consideran suficientes para mantener un sellado marginal integro de la restauración.

En estudios hechos para ver al permeabilidad de la dentina desmineralizada con hidroxietilmetacrilato, los resultados mostraron claramente que el estado de hibridación de la matriz de dentina desmineralizada determina la cantidad de compresión de HEMA. La dentina desmineralizada, colapsada toma muy poco monómero. La cantidad de compresión de HEMA por la desmineralización de la dentina depende del grado de expansión de la matriz.

CAPÍTULO 4

Características de los sistemas adhesivos

4.1 Generalidades

Los sistemas de adhesión dentinaria han desarrollado con el tiempo los primeros esfuerzos que apenas adherían la estructura dental, a los más recientes materiales que generan realmente grandes fuerzas adhesivas. Estos materiales han crecido enormemente en complejidad. Los primeros sistemas estuvieron relacionados tratando de lograr una adhesión de la resina compuesta a la superficie de la dentina mientras los más recientes sistemas adhesivos buscan proveer todas las necesidades restaurativas. Esto incluye la colocación directa de los composites y el uso indirecto de los adhesivos (adhesión de inlays, onlays y amalgamas). Este incremento en aplicaciones ha sido acompañado por un incremento en el número de ingredientes contenidos en los kits adhesivos.

Difícilmente ninguna otra área de odontología restauradora ha tenido tal progreso en años recientes como en adhesión dentinaria, con mejoras en retención y calidad marginal en primer plano. Se abren nuevas posibilidades en el sellado directo de la dentina con los adhesivos dentinarios, y también con la protección pulpa-dentina se reduce el dolor postoperatorio.

En años recientes las fuerzas de adhesión de los sistemas adhesivos a dentina han sido incrementadas. La fuerza de adhesión del composite al esmalte es de aproximadamente 20 Mpa. Las fuerzas de adhesión en dentina de algunos sistemas actuales son aproximadas o exceden a la fuerza de adhesión del esmalte

4.2 Características de los adhesivos

Un adhesivo ideal debería:

- Llevar una buena adhesión a la restauración y a la dentina.
- Fuerzas de adhesión y un sellado que corresponda a las capas selladoras naturales de dentina (esmalte y cemento).
- Obstaculizar fisuras entre diente y restauración.
- Inhibir caries secundaria.
- Ser estable y duradero.
- Inhibir sensibilidad postoperatoria.
- Ser de fácil uso.
- Mínima predisposición a condiciones de aplicación no ideales.
- Biológicamente compatible, tanto que el adhesivo pueda ser usado en cavidades profundas.
- Tener estabilidad de almacenamiento.

Mientras que los adhesivos de la primera y segunda generación buscaron llevar a cabo, con la ayuda de moléculas biofuncionales, una unión química a la dentina orgánica e inorgánica, los sistemas adhesivos de la última generación son distinguidos por el tratamiento de la dentina anterior a la aplicación del adhesivo. Los sistemas adhesivos pueden clasificarse de acuerdo al tratamiento de la capa de barrillo dentinario (la dentina es tapada por una capa después de la preparación de la cavidad). La capa de barrillo es mantenida e impregnada con resina, parcialmente disuelta o disuelta y removida.

Los sistemas adhesivos convencionales generalmente incluyen tres componentes: acondicionador, primer y adhesivo y requiere de tres o más pasos para su aplicación. Para simplificar la técnica de aplicación, algunos fabricantes han combinado el primer y el

adhesivo, o el acondicionador y el primer, para reducir el número de componentes.

4.3 Ventajas y desventajas de acuerdo a su comportamiento con la capa de barrillo dentinario

4.3.1 Manteniendo la capa de barrillo

- La impermeabilidad de la dentina no se incrementa.
- Compensación de las fuerzas de contracción dadas por la polimerización.
- La adhesión independiente de la capa impregnada de resina es mínima.
- El agua puede continuar penetrando, y esto conduce a una reducción a largo plazo de las fuerzas de adhesión.

4.3.2 Disolviendo la capa de barrillo dentinario

- La débil capa es completamente removida.
- Los monómeros aplicados después del acondicionamiento llenan los canales dentinarios abiertos y constituyen las marcas de resina retentiva por polimerización.
- Las marcas sellan los canales dentinarios.
- La permeabilidad de la dentina se incrementa.
- La dentina es desmineralizada y las fibras de colágeno pueden ser denaturadas.

4.3.3 Parcialmente disuelta (primer autoacondicionador)

- Los monómeros aplicados con acondicionador penetran dentro de los canales dentinarios abiertos y la polimerización directa forma las interdigitaciones de resina retentivos.
- Estas interdigitaciones sellan los canales dentinarios.
- La dentina es insignificamente desmineralizada y las fibras de colágeno escasamente denaturadas.
- La capa híbrida peritubular es más delgada que con sistemas adhesivos que remueven completamente la capa de lodillo.

Durante todos los años, la adhesión en dentina necesito ser simplificada. Los ingredientes de cuatro frascos fueron necesarios para obtener una buena adhesión en las superficies dentinarias para una exitosa retención de composites como de una restauración indirecta.

Recientemente, los fabricantes han intentado unir ambos, el grabador y el primer o el primer y la resina adhesiva, en un esfuerzo por reducir el número de botes y pasos.

A continuación mencionaremos las características de algunos sistemas adhesivos más frecuentemente usados.

4.4 SCOTCHBOND MULTI-PURPOSE PLUS

4.4.1 Características y aplicaciones

Los sistemas dentales adhesivos difieren en las indicaciones clínicas. Es cierto que los sistemas adhesivos han sido diseñados primeramente para la aplicación de composites fotocurables. El más

largo y sencillo uso de los sistemas adhesivos dentales ha sido para la colocación directa de composites fotocurables.

Desde su introducción en 1992, el scotchbond multi-purpose ha sido el líder de los sistemas adhesivos dentales fotocurables. Siendo un sistema fotocurable, este no ha sido la elección apropiada para la adhesión de amalgama a la estructura dental o para la adhesión indirecta de restauraciones como inlays, onlays y coronas.

El scotchbond multi-purpose plus sistema adhesivo fue desarrollado para la adhesión de aplicaciones autocurables y de curado dual y para la adhesión de amalgama. Para la colocación directa de resina fotocurable usa los mismos componentes y procedimientos que el scotchbond Multi-Purpose sistema adhesivo. Agregando el activador y catalizador permite al scotchbond Multi-Purpose Plus ser usado para una amplia orden de situaciones adhesivas incluyendo adhesión de amalgama, resina autocurable, y procedimientos de adhesión indirecta que involucren metal, porcelana o restauraciones de resina compuesta.

COLOCACIÓN DIRECTA DE RESINA FOTOCURABLE

Este procedimiento usa los mismos componentes y las mismas instrucciones que el sistema adhesivo scotchbond multi-purpose. Esmalte y dentina son grabados usando grabador scotchbond, una capa sencilla de scotchbond multi-purpose primer es aplicada y secada, y es aplicado adhesivo del mismo sistema y fotocurado por diez segundos. Para reparaciones de porcelana, scotchbond primer cerámico es sustituto de scotchbond multi-purpose primer.

ADHESIÓN DE AMALGAMA Y RESINAS AUTOCURABLES

La adición del activador y catalizador amplía el sistema para ser usado para adhesión de amalgamas y resinas autocurables. Después del grabado del esmalte y dentina, capas sencillas del activador y el primer son aplicadas y secadas. El catalizador es mezclado después con el adhesivo para crear una resina dual. Esta resina es aplicada y la restauración es colocada.

PROCEDIMIENTOS DE ADHESIÓN INDIRECTA

El procedimiento para adhesión de restauraciones indirectas es muy similar al usado para la adhesión de amalgama. De nuevo, la estructura del diente es grabada seguida por la aplicación del activador o primer. Por lo tanto, en lugar de mezclar catalizador y adhesivo, sólo el catalizador es usado. El catalizador se polimerizará junto con el material de cementación dual.

4.4.2 COMPONENTES DEL SISTEMA

GRABADOR

El grabador scotchbond graba el esmalte y remueve la capa del barrillo dentinario. En la preparación para adhesión, ambos grabadores, scotchbond con ácido maleico al 10% y scotchbond con ácido fosfórico al 35%, pueden ser usados. El uso de un grabador es crítico en ambas superficies. El ácido maleico tiene un pH de aproximadamente 1.2 mientras el ácido fosfórico tiene un pH aproximado de 0.6.

ACTIVADOR

El activador es usado para aplicaciones autocurables como adhesión de amalgama, adhesión de resinas autocurables, y para todos los procedimientos indirectos excepto adhesión de porcelana. Activador 1.5 es una solución a base de etanol de una sal de ácido sulfinico y un componente fotoiniciador.

PRIMER

Es una solución acuosa de HEMA y un copolímero de ácido polialquénico. Se ha demostrado que la incorporación de este ácido dentro de la fórmula, ayuda a resistir el efecto perjudicial de la humedad.

ADHESIVO

Es una resina combinada de BIS-GMA y HEMA, con un novedoso sistema de iniciación. Una mezcla de aminas permite una rápida fotopolimerización de 10 segundos, para una buena compatibilidad con el peróxido de la resina catalizadora.

CATALIZADOR

Consta del mismo sistema de resinas BIS-GMA y HEMA usadas en el adhesivo, pero incorpora el peróxido de un sistema de resina autocurable.

PRIMER CERÁMICO

Es un silano de fase sencilla prehidrolizado, específicamente diseñado para mejorar la adhesión de cerámica. Es recomendado para usarse en reparaciones de fracturas de porcelana y en la preparación de coronas, inlays, onlays y veneers.

4.5 SYNTAC TRADICIONAL

4.5.1 Composición

Es un sistema adhesivo de dos componentes cuya composición es:

Primer:	Tetraetilenglicol dimetacrilato	25%
	Ácido Maleico	4%
	Dimetilcetona	41%
	Agua	30%
Adhesivo:	Polietilenglicol dimetacrilato	35%
	Ácido maleico	0.01%
	Gluteraldehído (50%)	10%
	Agua	55%

4.5.2 Procedimiento

- I) Grabado del esmalte con ácido fosfórico al 37%
- II) Aplicar Syntac Primer a esmalte y dentina, dejar trabajar por 15 segundos, secar con aire.
- III) Aplicar Syntac Adhesive, permitir trabajar por 10 segundos, secar con aire.

- IV) Aplicar Heliobond, remover el exceso, fotocurar por 10 segundos.

4.5.3 Mecanismo de acción de Syntac

Syntac primer principalmente consiste de tres componentes:

- a) solvente
- b) ácido orgánico
- c) monómero

- 1) El solvente produce una excelente humectación de las superficies de esmalte y dentina, esto es una condición básica para una buena adhesión.
- 2) El ácido reacciona con la capa de barrillo de la dentina y ésta cambia sin abrir los túbulos. El ácido también efectúa la adhesión a la parte orgánica de la dentina que además es especialmente notable en una buena adhesión de Syntac a corto tiempo.
- 3) El monómero penetra simultáneamente la capa de barrillo dentinario afectado por el ácido y los túbulos dentinarios. Después de la polimerización directa, el monómero suministra una red estable que conduce a una adhesión micromecánica.

Syntac adhesive consiste de:

- a) dimetacrilato hidrofílico
- b) gluteraldehído (dialdehído)

- 4) El monómero hidrofílico trabaja como un agente entre la dentina húmeda hidrofílica y el adhesivo hidrofóbico.
- 5) El dialdehído reacciona con la parte orgánica de la dentina (colágena) y causa una fijación de la dentina, que tiene un efecto

positivo en la adhesión de Syntac a largo plazo. El aldehído también tiene un efecto bacteriostático.

6) Heliobond representa el puente del composite y es responsable para una excelente y completa polimerización (enlace cruzado).

4.5.4 El grabado ácido con Syntac

El grabado ácido de la dentina es visto por algunos científicos como una técnica crítica, mientras otros lo consideran necesario para la formación de una capa híbrida estable (Fusayama *et al*, 1978; Haller, 1994; Cox y Suzuki, 1994; Pashley, 1994). Por lo tanto algunos están de acuerdo con el uso de esta técnica, mientras otros están en desacuerdo. Gwinett *et al*, 1992 examinó la adhesión a dentina y el sellado marginal de Syntac con relación a la técnica elaborada. En la primera mano ellos procedieron de acuerdo a las instrucciones del fabricante; en la otra, procedieron con la técnica de grabado total (ácido fosfórico al 37 % antes de la aplicación del primer). Y fue observado que la fuerza de adhesión no fue afectada por el grabado, pero el sellado marginal fue mejorado.

4.6 Syntac single-component

Es un adhesivo fotocurable, multiuso, monocomponente, para uso en odontología restauradora; es diseñado para la adhesión de composites y compómeros así como metales tratados y cerámica, puede ser usado para restauraciones fotocurables directas o indirectas; usa varios procesos mecánicos y químicos para generar una adhesión durable y estable entre los materiales usados.

Syntac single-component combina la acción de un primer y un adhesivo en un solo bote. De aquí que sea de fácil uso. Sobresale

más que otros adhesivos porque es de base acuosa. Resinas especiales (monómeros) y ácidos han sido desarrollados para hacerlo de uso compatible, usa un solvente amigable.

4.6.1 Composición

- 2- hidroxietilmetacrilato (HEMA)
- Metacrilato modificado con ácido poliacrílico (MMPAA)
- Ácido maleico
- Compuesto de fluoruro
- Iniciadores
- Estabilizadores
- Agua

4.6.2 Acción de los componentes

➤ HEMA: monómero polimerizable con solubilizadores (dispersante). HEMA contiene un doble enlace libre polimerizable. Esto también funciona como un dispersante. La parte de alcohol de la molécula disuelve dentro de las fibras de colágeno, mientras la parte de metacrilato disuelve dentro de los polímeros.

➤ MMPAA: molécula de larga cadena que contiene dobles enlaces libres y funciones ácidas.

La molécula de MMPAA es la columna del polímero que es formado junto con las moléculas de HEMA.

➤ Ácido maleico: ácido orgánico para disolver parcialmente las partes inorgánicas del esmalte y la dentina.

- Compuesto de fluoruro: fuente de iones de fluoruro.
- Iniciadores: moléculas que forman radicales y éstas inician la polimerización de dobles enlaces libres cuando son expuestos a la luz.
- Estabilizadores: Moléculas que influyen en la polimerización.
- Agua : Solvente.

4.6.3 Mecanismo de acción paso a paso

Paso	Acción	Sustancia	En esmalte	En dentina
Grabado ácido	➤ Acondicionamiento	➤ Acido fosfórico	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Remueve la capa de barrillo ➤ Descalcifica ➤ Crea un patrón de grabado ➤ Reduce tensión superficial= mejora la humectabilidad 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Remueve la capa de barrillo ➤ Abre los túbulos dentinarios ➤ Descalcifica la capa más alta y expone las fibras de colágeno ➤ Reduce la tensión superficial= mejorar la humectabilidad

Paso	Acción	Sustancia	En esmalte	En dentina
Primera capa	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Remojar y penetrar 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ácido maleico ➤ HEMA ➤ MMPAA 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Favorece la descalcificación ➤ Moja la superficie ➤ Forma una película líquida 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Favorece la descalcificación ➤ Facilita la penetración de HEMA ➤ Penetra dentro de las fibras colágenas expuestas ➤ Estabiliza las fibras colágenas (previene el colapso) ➤ Facilita la penetración de moléculas de MMPAA (acción dispersante) ➤ Penetra dentro de las fibras colágenas expuestas
Primera fotopolimerización		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Iniciadores 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Son producidos radicales libres ➤ Empieza la polimerización 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Son producidos radicales libres ➤ Empieza la polimerización

Paso	Acción	Sustancia	En esmalte	En dentina
Segunda fotopolimeriza- ción		➤ Iniciadores	➤ Produce radicales libres ➤ Continúa la polimerización	➤ Produce radicales libres ➤ Continúa la polimerización

4.7 Excite

4.7.1 Características

Excite es un nuevo adhesivo a esmalte y dentina monocomponente de Vivadent y esta caracterizado por las siguientes ventajas:

- Adhesivo monocomponente (una capa- una polimerización).
- Válido para restauraciones directas e indirectas.
- Basado en una innovadora resina de fosfonato.
- Alto contenido en monómero.
- Contiene solo monómeros hidrofílicos.
- Libre de acetona.
- Con relleno.

Resina de adhesión basada en fosfonato

Los grupos ácidos del fosfato, presentan un alto nivel de afinidad por los iones cargados positivamente. Debido a su química los ácidos del fosfato se utilizan en adhesivos dentinarios (Nicholson y Singh, 1996). Con este fin, el grupo del ácido fosfórico, se acopla a un grupo metacrilato. Mientras el grupo ácido fosfórico se une a los iones calcio de la dentina, los metacrilatos se copolimerizan con los monómeros del material de restauración.

Sin embargo, el acoplamiento químico del grupo del ácido fosfórico con los ácidos metacrílicos supone varios problemas, debido a que los enlaces C-O-P que se formen en el resultante del ácido fosfórico no es resistente a la hidrólisis. Solo podría ser una unión resistente a la hidrólisis cuando se produjesen a través de una síntesis en donde el ácido fosfórico se sustituyese por el ácido fosfónico. La estabilidad de este monómero se logra a través del acoplamiento directo de uno de los átomos del fósforo con los átomos del carbono (C-P) .

Alto contenido en monómero

Excite se distingue de otros adhesivos por su alto contenido de monómeros. Mientras otros adhesivos contienen el 80% de disolvente (Prime & Bond NT), el volumen de disolvente en Excite es solo del 25%. El alto contenido en monómero de Excite (más del 70%) facilita la polimerización completa de la capa de adhesivo.

Todos los monómeros utilizados en Excite contienen grupos -OH. Al igual que la dentina, Excite es hidrofílico y por lo tanto capaz de penetrar en los túbulos y en la estructura de colágeno expuesta.

Libre de acetona

Se ha discutido ampliamente en la literatura la influencia del disolvente en adhesivos a dentina (Gwinnett et al, 1995; Wei et al, 1995). La acetona se caracteriza por la alta volatilidad responsable de secar la capa de adhesivo. Sin embargo, los adhesivos que contiene acetona, sólo son eficaces en el caso de la dentina húmeda. Estos adhesivos producen fracasos en la adhesión en el caso que la dentina no este húmeda. Por el contrario, los adhesivos en base acuosa, son insensibles al grado de humedad de la dentina. Pero por contraste,

requiere un secado completo de la capa de resina. El etanol, solvente utilizado en Excite, representa un excelente compromiso entre las propiedades de la acetona y del agua. Los adhesivos basados en etanol son tolerantes con diferentes grados de humedad de la dentina. Pero además, son fáciles de secar.

Relleno

Es conocido en investigación de materiales de restauración en base a composites, que la estabilidad mecánica de un material restaurador puede incrementarse por la incorporación de relleno. El relleno incorporado en Excite consiste en partículas extremadamente finas, por lo que no se dificulta la capacidad de penetración del adhesivo. El adhesivo puede aplicarse en capas extremadamente finas y por lo tanto no se ven comprometidas, por ejemplo la realización de cementaciones indirectas.

7.2 Composición de Excite

Acrilato del ácido fosfónico, Hidroxietilmetacrilato	73%
Bis-GMA, Dimetacrilato	
Sílice altamente dispersa	0.5%
Etanol	25%
Catalizadores y estabilizadores	0.9%

7.3 Propiedades físicas

Fuerza de adhesión a dentina	33Mpa
Fuerza de adhesión a esmalte	29Mpa

Virtualmente todos los sistemas dentales adhesivos son diseñados para ser hidrofílicos, conteniendo monómeros de resina (ej., HEMA), disueltos en acetona, agua, etanol o alguna combinación de estos solventes. Por esta razón, más fabricantes previene contra el secado excesivo de la superficie de la dentina. Se recomienda secar con una pequeña torunda de algodón húmeda para asegurar que la superficie retiene algo de humedad para acomodar el primer hidrofílico o Primer/adhesivo monocomponente.

La designación de quinta generación es sugerida para estos sistemas adhesivos porque estos nuevos sistemas adhesivos incorporan el primer y la resina adhesiva en un solo contenedor. Esto representa un apreciable avance sobre sistemas previos y el bajo número de componentes y pasos simplifica la técnica. Ésto es especialmente valioso en los sistemas que permiten el tratamiento similar y simultáneo para dentina y esmalte. El tratamiento separado de dentina y esmalte es prácticamente imposible en la práctica clínica.

En resumen estos nuevos sistemas adhesivos generan fuerzas de adhesión en dentina similares a las del esmalte grabado.

CONCLUSIONES

Después de terminar con esta revisión bibliográfica me gustaría citar un fragmento de un texto de operatoria dental, respecto al grabado ácido que me parece interesante e importante analizarlo para comprender mejor esta técnica y de aquí mismo surgirán las conclusiones de este trabajo.

INDICACIONES DEL GRABADO ÁCIDO

Ángulos incisales de dientes anteriores (clase IV).

Fracturas de esmalte principalmente en incisivos centrales y laterales superiores.

Clases V, en esmalte oclusal o incisal donde se requiera adhesión.

Clase III, con una retención convencional adicional.

El grabado ácido no tendrá éxito si la cantidad de esmalte es inadecuada o si la restauración es sometida a fuerzas de oclusión. De esta manera muchas restauraciones largas en los incisivos inferiores pueden fracasar si el grabado ácido es el principal soporte. En restauraciones de resina con retención cuestionable, los pins podrían ser añadidos como un medio de soporte.

DENTINA Y PROTECCIÓN PULPAR

Después de la aplicación del ácido grabador o de la colocación de la restauración de resina la dentina debe ser protegida por la colocación de un liner. Si un liner no es colocado, ambos, el ácido usado para grabar o la resina provocará irritación pulpar. Como fue notado anteriormente, el cemento de óxido de zinc y eugenol no puede ser

usado bajo una resina, porque el eugenol interfiere con la polimerización de la mayoría de los sistemas de resina y tiende a dejar una resina suave en la interfase entre la resina y el cemento. Un barniz generalmente no es aceptado como un liner, debido a que la porción de monómero de resina disuelve el barniz; por lo cual la barrera protectora es removida. También el solvente del barniz interfiere con la polimerización de la resina.

Una base de hidróxido de calcio es recomendada como un liner protector, es aplicado como una delgada capa bajo la resina. En técnicas de grabado ácido, el ácido fosfórico puede disolver algo de la capa de hidróxido de calcio, necesitando hacer una reaplicación del liner protector de hidróxido de calcio. La retención de la cavidad debe ser checada y el liner protector que pueda haber penetrado dentro de estas áreas, debe ser removido.

Analizando este texto encontramos varias cosas que ya están en desuso son obsoletas e infuncionales.

La técnica de grabado ácido esta indicada para realizarse en toda clase de cavidades, incluyendo cavidades que soporten carga oclusal, ya que las resinas actuales ya sean de macrorelleno o híbridas tienen una excelente resistencia a las fuerzas oclusales; en cavidades clase III o IV, ya no es necesario realizar retenciones adicionales como las colas de milano ya que con los sistemas adhesivos actuales generalmente las restauraciones de resina tienen una excelente adhesión a esmalte y dentina sin necesidad de utilizar otros aditamentos.

ora como ya se menciono antes, no hay ningún dato claro de que ácido grabador sea el causante de la sensibilidad dental postoperatoria y contrariamente a lo que se pensaba anteriormente la colocación de una capa de hidróxido de calcio como protector pulpar o una restauración de resina es contraproducente ya que con el tiempo este hidróxido de calcio se disuelve y deja una interfase entre dentina y la restauración lo que aumenta el riesgo de microfiltración y sensibilidad postoperatoria, actualmente en una preparación para una restauración de resina no se recomienda la colocación de ningún protector pulpar, haciendo una excepción cuando la cavidad es muy profunda en la cual se recomienda colocar un forro cavitario de ionómero de vidrio de un espesor de 0.5mm a 1mm e inmediatamente colocar el material restaurador.

Entonces tenemos como resultado que la técnica de grabado total y la colocación de adhesivos en odontología restauradora es una técnica segura la cual no causa sensibilidad postoperatoria ya que provee a la restauración de un mejor sellado marginal, disminuyendo el riesgo de microfiltración y por lo tanto de caries secundaria o sensibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Baum, Phillips, Lund. Textbook of operative dentistry, segunda edición, W. B. Saunders Company, pp 224
- 2.-Demarco Flávio Fernando, *et al*, Influence of bleaching of dentin bond strength Am J Dentistry, Vol. 11 No. 2, Abril, 199. Pp 78- 82.
- 3.-Eliades George, *et al*, Effect of acidic conditioners on dentin morphology, molecular composition and collagen conformation in situ, Dent Mater, Vol 13, Enero, 1997, pp 24- 33.
- 4.-Ferrari Marco, *et al*, Bonding mechanism of three "one-bottle" systems to conditioned and unconditioned enamel and dentin, Am J Dentistry, vol. 10, No. 5, Octubre, 1997, pp 224- 229.
- 5.-Finn Geneser, Histología, tercera edición 2000 ed. Medica Panamericana. pp 479- 480.
- 6.- Frankenberger R. Long-term effect of dentin primers on enamel bond strength and marginal adaptation Operative Dentistry 2000, vol. 25 pp 11- 19.
- 7.- Fritz Ulrike, *et al*, Enamel and dentin bond strength and bonding mechanism to dentin of Gluma CPS to primary teeth, Journal of dentistry for Children, enero – febrero, 1997, pp 32- 38.
- 8.- H. Cormack David, Histología de Ham, novena edición, 1998, cd Haria. pp 593-598.

- 9.- Holderegger Claudia, *et al*, Bond strength of one-bottle dentin agents on human dentin, Am J Dentistry, Vol. 10, No. 2, Abril, 1997, pp 71 – 75
- 10.- Ivoclar-Vivadent, Excite, Documentación científica, Septiembre 1999.
- 11.- Ivoclar-Vivadent. Syntac, Scientific Documentation, Abril 1998.
- 12.- Ivoclar-Vivadent Syntac Single-Component, Scientific Documentation Marzo 1996.
- 13.- J. Swift Edward, *et al*, Shear bond strength of a new one-bottle dentin adhesive, Am J Dentistry, Vol. 10, No. 4, Agosto, 1997 pp 184-188.
- 14.- J. Swift Edward, *et al*, Shear bond strengths of one-bottle adhesives to moist enamel, Journal of esthetic dentistry, Vol. 11, No. 1, 1999 pp 103-107.
- 15.- Kanka John, *et al*, Bonding to dentin. Clues to the mechanism of adhesion, Am J Dentistry, Vol. 11, No. 4, Agosto, 1998 pp154-159.
- 16.-Kanka John, One step bond strength to enamel and dentin, Am J Dentistry, Vol. 10, No.1, Febrero, 1997, pp5-9.
- 17.-Kato Gen, Nakabayishi Nabuo, Effect of phosphoric acid concentration on wet-bonding to etched dentin, Dent Mater 12: 250-255, July, 1996.

18.-Manhart Juergen, *et al*, Esthetic compomer restorations in posterior teeth using a new all-in-one adhesive: Case presentation. Journal of estetic dentistry, vol. 11 no. 5, 1999 pp 250-257.

19.- N.May Kennet, *et al*, Bond strengths of a new dentin adhesive system, Am J Dentistry, Vol. 10, No. 4, Agosto, 1997, pp 195-198.

20.- Pashley D. H., *et al*, Permeability of demineralized dentin to HEMA, Dent Mater 16 2000 pp 7-14.

21.-Perdigao Jorge, *et al*, Laboratory evaluation and clinical application of a new one-bottle adhesive, Journal of esthetic dentistry, Vol. 11, No. 1 1999 pp23-35.

22.- Perdigao Jorge, *et al*, Morphological field emission-SEM study of the effect of six phosphoric acid etching agents on human dentin, Dent Mater 12:262-271, Julio, 1996.

23.- Perdigao Jorge, *et al*, The effect of depth of dentin demineralization on bond strengths and morphology of the hybrid layer, Operative Dentistry, 2000, 25, 186-194.

24.- Prati C, *et al*, Marginal hybrid layer in class V restorations, Operative Dentistry, 2000, 25, 228-233.

25.- Santini Ario, *et al*, Microleakage of composite restorations bonded with three new dentin bonding agents, Journal of esthetic dentistry, Vol 10 No. 6 1998, 296-304.

26.- Ten Cate A. R. Histologia oral segunda edición 1986, cd. Medicanamericana.

- V.Gordan Valeria, Evaluation of adhesive systems using acidic primers, Am J Dentistry, Vol. 10, No. 5, Octubre, 1997. Pp 219- 223.

- Van Meerbeek B., *et al*, A tem study of two water-based adhesive systems bonded to dry and wet dentin, J Dent Res 77 (1): 50-59, Mayo, 1998 pp 50-58.

- Van Meerbeek B., *et al*, Clinical status of ten dentin adhesive systems, J Dent Res 73 (11) 1690-1702, noviembre, 1994.

- W. Fawcett Don, Tratado de histología, 11 edición 1989, ed Interamericana.

- Wilder Aldridge *et al*, Bond strengths of conventional and simplified bonding systems, Am J Dentistry, Vol. 11, No. 3, Junio, 1998. Pp 114-117.

- Yoshiyama M. *et al*, Comparison of conventional Vs self-etching adhesive bonds to caries- affected dentin, operative dentistry, 2000, 163-169.

- Zhang Yi, *et al*, Effects of acid-etching on the tensile properties of mineralized dentin matrix, Dent Mater, 14: 222-228, Junio, 1998.

- 3M Scotchbond Multi-Purpose Plus Dental Adhesive System, manual técnico del producto, 1994.