

Odontología adhesiva. Antecedentes y perspectivas

Fundamentos de adhesión



tech*h*

CONTENIDO

1. Introducción.

2. Antecedentes históricos.

3. Clasificación de los adhesivos por generaciones.

4. Clasificación clásica de los adhesivos dentales basada en el período de aparición.

Adhesivos de grabado ácido.

Adhesivos de autograbado.

Por el solvente.

Por el mecanismo de acción.

Por el número de pasos clínicos y la presentación comercial.

5. Mecanismos de adhesión de los adhesivos convencionales.

Adhesión a esmalte.

Adhesión a la dentina.

Remoción del lodo dentinario. Grabado total.

6. Mecanismo de adhesión de los adhesivos de autograbado.

INTRODUCCIÓN

Una de las funciones más importantes en la Odontología Conservadora, son la prevención y el tratamiento de las lesiones cariosas. A grandes rasgos, esta patología afecta a un 90% de la población de los países occidentales, y para obtener un resultado óptimo en el tratamiento, es necesario conseguir una interacción ultrafina entre los biomateriales poliméricos sintéticos y los tejidos dentarios. Las investigaciones actuales han demostrado que las restauraciones con resinas compuestas que se utilizan son menos efectivas a largo plazo que los materiales que se habían ido utilizando. Uno de los avances más importantes en el campo de la odontología, ha sido la posibilidad de unir el tejido dental con los diferentes compuestos que se utilizan para las restauraciones. Los adhesivos buscan la unión entre el material de obturación y la dentina o el esmalte, la adhesión a dentina permite la disminución de la aparición de caries y los desajustes del material de obturación. (Figura 1)

Es en la década de 1960 cuando se lanzan al mercado los primeros adhesivos, y a lo largo de los 30 años siguientes, se han ido mejorando tanto, que a día de hoy es indudable el éxito de la adhesión de las restauraciones.

El término adhesión deriva de la palabra latina adhaerere (ad y haerere –pegarse-). Cuando se habla de adhesión, referirse a la acción de unir dos superficies mediante un componente o compuesto adhesivo, que permite que dos materiales queden unidos de manera superficial. La Sociedad Americana de Materiales define dos términos importantes para referirse a la adhesión, por una parte, habla de fenómeno para referirse al estado en que dos superficies se mantienen unidas por fuerzas interfaciales, y considera material toda sustancia capaz de mantener materiales juntos mediante la unión superficial.

En el campo de la odontología, se debe hacer referencia a dos tipos de adhesión, la química y la mecánica.

La adhesión química a la se encuentra en superficies planas y químicamente dispares, es la reacción que se produce cuando dos superficies entran en contacto, generándose así uniones específicas. Por un lado, se tiene la primaria, que se produce a nivel atómico, y por otro lado la secundaria, que aparece a nivel molecular. (Figura 2)

La adhesión mecánica se produce entre dos superficies dispares mediante alguna trabazón que permita unir ambas superficies, las cuales permanecerán unidas por la introducción de una de ellas en la otra o en las irregularidades que presente. Por lo tanto, dependerá de la anatomía de las superficies, esta traba que permite la unión podrá verse a nivel macroscópico o microscópico. (Figura 3)

La introducción de los sistemas adhesivos ha supuesto un gran avance en el mundo de la odontología restauradora, ha llevado de las preparaciones cavitarias amplias y retentivas, a las cavidades poco invasivas y más conservadoras.

Si se habla de adhesión en el campo de la odontología, es importante que se haga un esquema inicial, porque se puede hablar de la adhesión a los tejidos dentales, dígase, esmalte y dentina, y de la adhesión a las estructuras artificiales que se utilizan en las rehabilitaciones orales, como las metálicas, las cerámicas y las poliméricas, porque bien se sabe que los sistemas de adhesión son diferentes dependiendo del tipo de material.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El primer intento en la carrera por conseguir la adhesión de los tejidos, data de 1949, año en el que el químico suizo, Oscar Hagger, patenta en su país una resina acrílica restauradora autopolimerizable, basada en el dimetacrilato del ácido glicerofosfórico.



Figura 1. Caries con afectación de esmalte y dentina.

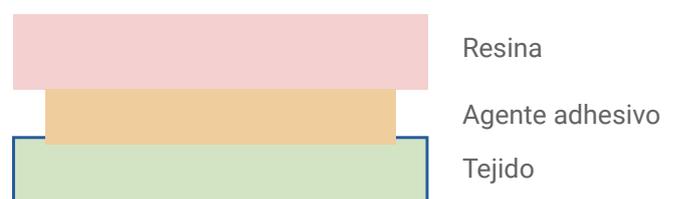


Figura 2. Adhesión química.

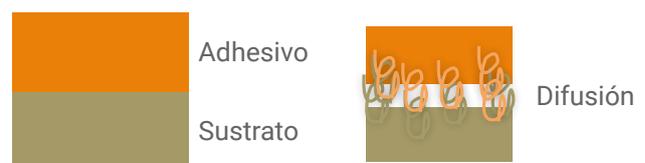


Figura 3. Adhesión mecánica.

Ahora bien, la piedra angular de la adhesión es Michael Buonocore, en 1955 introduce el término del grabado o acondicionamiento ácido del esmalte, mediante la aplicación del ácido ortofosfórico al 85% sobre la superficie, dotando a esta superficie de un potencial favorable para la adhesión, disolviendo de 20 a 50 μm de la superficie original originando una superficie rugosa.

Silverstone y colaboradores, en 1975 diferencian tres tipos de grabado, el tipo I, que disuelve solo el centro de los prismas, el tipo II, que afecta a la periferia, y el tipo III, que presenta estrías completamente irregulares y es el que menor adhesión confiere.

Tuvieron que transcurrir casi dos décadas hasta que los investigadores aceptaron esta propuesta, debido a que el material que se utilizaba en aquel entonces presentaba una contracción de polimerización muy elevada. (Figura 4)

Son Knock y Glenn los que, a eso del año 1951, presentan la primera resina compuesta del mercado, incorporan partículas cerámicas de relleno a las resinas. En 1962, Rafael Bowen, patenta la resina Bis-GMA, una resina compuesta por una reacción entre un Bisfenol y el metacrilato de Glicidilo. Pero los encargados de introducir una resina capaz de unirse al esmalte fueron Newman y Sharpe, en 1966 modifican la consistencia del Bis-GMA eliminando el contenido cerámico, produciendo una resina de muy baja viscosidad.

El material creado por Bowen, es la base de todas las resinas acrílicas que se utilizan en la actualidad, llamadas composites, aunque tratándose de una combinación de diferentes materiales, se debe hablar de compuesto cerámico-polimérico.

Aunque ha habido algunos cambios a lo largo de los aproximadamente 50 años desde la introducción del término adhesión, lo más significativo ha sido la reducción en la concentración del ácido ortofosfórico, que ha pasado de ser del 85% al 30-40%, la disminución del tiempo de aplicación, de 60 a 15 segundos, y la presentación en forma de gel.

Debido a que la adhesión que permite el tratamiento de la zona es adecuada, se ha dado poca importancia a las zonas grabadas tipo III, que son las que menor adhesión proporcionan, se ha documentado que lavar con hipoclorito al 5,2% la zona, se incrementa la retención, y como consecuencia, la adhesión.

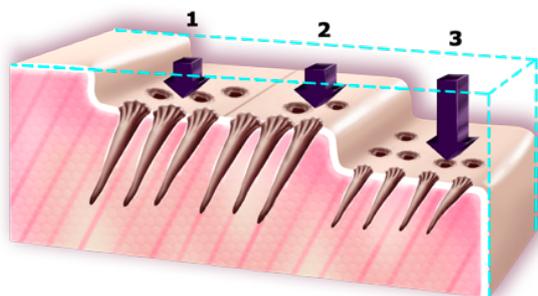


Figura 4. Tres tipos de grabado ácido.

El gran reto sigue siendo la adhesión a la dentina, la cual no presenta características homogéneas en su superficie que favorezcan la adhesión, como son las variaciones topográficas, la composición química de la misma, con alto contenido en materia orgánica y agua, y la presencia del fluido dentinario.

Un tema también importante es la capa smear layer, también llamado barro dentinario, que se forma como consecuencia de la preparación dentinaria. Está compuesta por detritus y dentina desorganizada, tiene un espesor aproximado de 1-2 μm . Los primeros que hablaron de la misma fueron David Eick y colaboradores en 1970, y el encargado de subdividirla en dos capas fue Brannstrom, por una parte, la más externa o smear on, que es amorfa y reposa sobre la superficie dentinaria, y por otro lado la interna, smear in o smear plug, formada por partículas más diminutas localizadas en el interior de los túbulos.

En 1973, Alain Rochette propone el uso de retenedores perforados colados para adherirlos mediante cementación con resinas compuestas autopolimerizables. Este puente se adhiere al esmalte grabado por un lado y por el otro la retención que se produce en las perforaciones de los retenedores es una unión macromecánica. Es el llamado puente de Rochette.

En el 1980, Takao Fusayama propone el grabado de la dentina para acondicionarla y mejorar la adhesión. A este proceso lo llama grabado total, porque prepara tanto la superficie del esmalte como la de la dentina, eliminando el barrillo dentinario y dejando abiertos los túbulos dentinarios para que entre el adhesivo. (Figura 5)

El Puente Maryland aparece en 1981 gracias a Thompson, que apoyándose en las investigaciones hechas por Tanaka y colaboradores sobre la necesidad de eliminar las perforaciones y aprovechar las rugosidades de la superficie, desarrolla un elemento protésico que se retiene mediante la adhesión a los tejidos. (Figura 6)

La definición de la capa híbrida se la debe a Nobuo Nakabayashi, él y su equipo, en el año 1982, observaron que una vez acondicionada la superficie de la dentina con una sustancia conocida como 10.3 (10% de ácido cítrico y 3% de cloruro férrico), y aplicar un adhesivo basado en 4-META (4-metacriloyoxiethyltirmellitate anhidyde), se formaba una capa de 3-6 μm , que llamaron dentina hibridizada o capa híbrida, formada por fibras colágenas y adhesivo. (Figura 7)

La adhesión a la cerámica la presentan de forma independiente pero simultánea en 1983 John Calamia y Harold Horn. Indican que la cerámica ha de ser grabada con ácido fluorhídrico para favorecer la formación de microretenciones que permitirán la adhesión de las láminas de cerámica feldespática sobre los incisivos superiores. Más tarde, esta adhesión micromecánica, funcionaría a la par con una adhesión química gracias a la aplicación del silano.

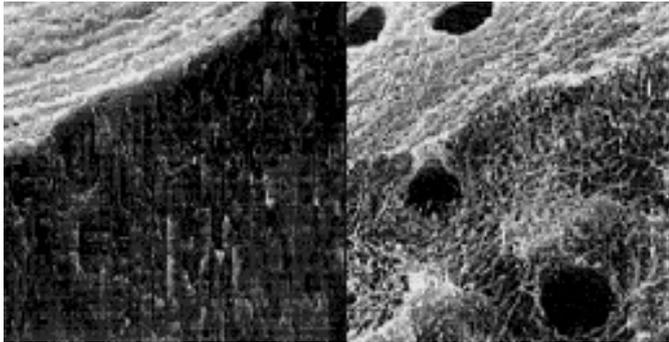


Figura 5. Dentina sin grabar y dentina grabada.



Figura 6. Puente Maryland.



Figura 7. Capa híbrida.

El ionómero se conoce desde 1972, pero el avance más importante en este tipo de materiales aparece en 1989 gracias a Sumita Mitra, que lo asocia con resinas compuestas, apareciendo un nuevo subgrupo que serán los ionómeros de vidrio modificados, el primer nombre comercial es el Vitrebond de 3MR.

En 1990 Fujita introduce el término de desproteinización de la capa desmineralizada, porque tenía sus dudas sobre la capacidad de infiltración del adhesivo en la zona desmineralizada de la dentina, y propone aplicar hipoclorito de sodio o colagenasa sobre dicha superficie, los distintos estudios que se hicieron sobre este procedimiento obtuvieron que este procedimiento no disminuía la adhesión, sino que más bien podía favorecerla.

Los estudios de Sano y colaboradores de 1994, los llevaron a hablar de la nanofiltración, que se producía debida a los espacios vacíos que quedaban en la base de la capa híbrida, cuya presencia podría ser debida a que la resina no penetrara en todo el espesor de la capa desmineralizada. (Tabla 1)

CLASIFICACIÓN DE LOS ADHESIVOS POR GENERACIONES

Los sistemas adhesivos de grabado y limpieza son los más antiguos de la evolución de varias generaciones de sistemas de unión de resina. Los de 3 pasos, incluyen grabado ácido, imprimación y aplicación del adhesivo por separado. Cada paso puede lograr múltiples objetivos. El grabado ácido con ácido ortofosfórico al 32-37% graba el esmalte y la dentina, y gracias al pH bajo elimina muchas bacterias residuales. Se pueden encontrar algunos antimicrobianos en la composición de los adhesivos, como el cloruro de benzalconio, que también inhibe las metaloproteinasas de la matriz (MMP) en la dentina. Como iniciadores se encuentran agua y HEMA importantes en la expansión completa de la malla de fibrillas de colágeno y humectan el colágeno con monómeros hidrofílicos. En el caso de utilizar acetona o algún tipo de alcohol como activador, no suele producirse la evaporación completa del mismo.

1949	Hager, primer intento de adhesivo, desarrolla el GPDM o ácidoglicerofosfórico dimetacrilato.
1951	Knock & Glenn, relleno cerámico al polímero.
1955	Buonocore, Grabado del esmalte.
1962	Bowen, Bis-GMA.
1966	Newman y Sharpe, resina capaz de unirse al esmalte.
1968	Smith, desarrollo del policarboxilato.
1970	Eick, Smear Layer.
1972	Wilson & Kent, ionómero convencional.
1973	Puente de Rochette.
1975	Silverstone, patrones de grabado.
1980	Fusayama, grabado total.
1981	Thompson, Puente Maryland.
1982	Nakabayashi, capa híbrida.
1983	Calamia, adhesión a cerámica.
1989	Mitra, ionómero-resina.
1990	Fujita, desproteinización.
1994	Sano, nanofiltración.

Tabla 1. Esquema de la evolución histórica (de creación propia).

La clasificación de los adhesivos en generaciones se la debe a los fabricantes de los mismos, que a partir de mediados de la década de 1970 decidieron calificar a cada uno de sus productos como los de última generación.

Los de la llamada segunda generación pretendían subsanar las limitaciones que tenían sus predecesores, adhiriéndose químicamente a la dentina y a la smear layer, pero según algunos estudios, sólo alcanzaban una adhesión de 4 o 5 MPa, además, no eran capaces de eliminar el lodo dentinario que quedaba sobre la dentina.

Los de tercera generación aparecen en la primera mitad de la década de 1980, cuya novedad consistía en la adición de monómeros hidrófilos, principalmente HEMA, lo que les permitió lograr niveles de adhesión cercanos a 10 MPa. Los productos de cuarta generación aparecen en el 1990, cuya novedad era que incorporaban un tercer compuesto denominado primer, un agente promotor de la adhesión. Estos adhesivos presentan tres compuestos, cada uno en un frasco, se tiene el acondicionador, el primer y el adhesivo.

Fue también en esta década cuando se extiende el grabado de la dentina, que se ve que lejos de entorpecer la adhesión, la mejoraba, llegando a unos niveles superiores a los 25 o 30 MPa.

A mediados de la década de 1990, con la aparición de los adhesivos de quinta generación, también llamados "adhesivos de una botella", se populariza el grabado total, estos adhesivos mejoran a sus predecesores en el manejo, simplifican el proceso, se pasa de tres componentes a dos, por un lado, el acondicionador, y, por otro lado, el primer y el adhesivo en un mismo envase.

Los productos de sexta generación aparecen en 1999, su característica principal es que se tienen todos los componentes en un solo producto, pero esta unión solo se produce cuando se aplica, porque se presentan en "blisters" de dos cámaras, en dos frascos, o en un frasco que se aplica con unas torundas que están impregnadas con el iniciador.

El primer producto de los llamados de séptima generación es el i Bond, que aparece a finales del 2002, cuya principal diferencia de los anteriores es que sí que tiene los tres productos en un frasco y no necesita ser activado, prescinde de toda mezcla. (Tabla 2)

A pesar de la gran evolución de los sistemas adhesivos, aún presentan algunas limitaciones, dejando abierta una puerta a nuevas investigaciones que permitan la introducción de sistemas adhesivos más simplificados y confiables.

La revolución vendrá cuando se pueda prescindir de cualquier acondicionador para conseguir la adhesión al sustrato dental.

CLASIFICACIÓN CLÁSICA DE LOS ADHESIVOS DENTALES BASADA EN EL PERÍODO DE APARICIÓN

ADHESIVOS DE GRABADO ÁCIDO

Primero se aplica el ácido ortofosfórico al 37% para acondicionar el tejido, que permite la aparición de microporos e irregularidades sobre la superficie, que permitirá la penetración de los monómeros de resina polimerizable, permitiendo la retención micromecánica a través de los tags de resina. La unión micromecánica se basa en dos estructuras muy importantes, la "capa híbrida" y los "tags" intratubulares que son dos estructuras cuya formación se debe favorecer con la técnica adhesiva. Los "tags de resina", son prolongaciones resinosas que aprovechan los túbulos dentinarios para conseguir microretención.

ADHESIVOS DE AUTOGRABADO

Estos sistemas adhesivos llevan unidos el acondicionador y el agente imprimador, también son conocidos como primeros de autograbado (*self-etching primers*).

Contienen monómeros ácidos acondicionadores (*ésteres de fosfato o ácidos carboxílicos*), junto con los componentes básico del imprimador (*HEMA*), permitiendo el acondicionamiento simultáneo del esmalte y la dentina. Sus características les permiten penetrar a través de la capa de barrillo dentinario y desmineralizar la capa más superficial de la dentina.

Tipos	Sistemas adhesivos			
	Acondicionamiento total		Autoacondicionamiento	
	1	2	3	4
	Acondicionador	Acondicionador	Acondicionador + Primer	Acondicionador + Primer
	Lavado	Lavado		
	Primer	Primer + Agente Adhesivo	Agente Adhesivo	+ Agente Adhesivo
	Agente Adhesivo	Agente Adhesivo		
N° Etapas	4	3	2	1
Generación	4°	5°	5°	6° y 7°

Tabla 2. De creación propia.

POR EL SOLVENTE

Agua

No es adecuada cuando se encuentra con un exceso de agua, pero delante de una dentina seca, es el mejor solvente, permitiendo que refloten las fibras colágenas colapsadas.

Alcohol

Es un agente volátil, pero no como la acetona, se habla de un solvente que se encuentra entre el agua y la acetona.

Acetona

Hablar de un solvente que se evaporará con mucha facilidad, y permite la evaporación del agua de la zona donde es aplicado si no es muy abundante, se encuentra delante del solvente ideal si la cantidad de agua no es muy importante. Si se relaciona con un sustrato seco, es el peor solvente, porque no permite reflotar las fibras colágenas colapsadas.

POR EL MECANISMO DE ACCIÓN

- Que no acondicionan la dentina manteniendo intacta la capa de barrillo dentinario.
- Que modifican la capa de barrillo dentinario.
- Que eliminan totalmente el barrillo dentinario.
- Que eliminan totalmente el barrillo dentinario y provocan una descalcificación de la dentina, conservando intacta la malla de colágeno, favoreciendo así la formación de la capa híbrida.

POR EL NÚMERO DE PASOS CLÍNICOS Y LA PRESENTACIÓN COMERCIAL

Todas las investigaciones y los estudios demuestran que la clave del éxito en el uso de los distintos sistemas adhesivos está en la correcta aplicación de los mismos, siguiendo minuciosamente los pasos y las indicaciones de cada uno de los mismos.

De tres pasos

Grabado ácido, agente imprimador y resina adhesiva.

La casa comercial ofrece por un lado el agente grabador y por otros dos botes, uno con el imprimador y el otro con el adhesivo fotocurable.

De dos pasos

Se tiene el imprimador y el adhesivo en un bote, y a parte el agente de grabado ácido. Uno de los inconvenientes que presenta es que una vez aplicado el ácido, hay que pulverizar la superficie eliminando el agente, y secar la zona, sin eliminar la humedad que requiere la dentina para una correcta adhesión.

Se encuentra en el mercado, por un lado, el agente grabador, y por el otro un bote con el imprimador y el adhesivo.

En algunos casos, encontrar la asociación del agente grabador y del imprimador, permitiendo que se elimine la fase de lavado, quedando la superficie dental preparada para la aplicación del adhesivo.

Se presenta en dos botes, por un lado, el acondicionamiento ácido y el imprimador, y por el otro el adhesivo.

De un solo paso

En un solo paso se obtiene el grabado ácido, la imprimación y la adhesión. La principal ventaja es que se reduce todo a un solo paso, solo se necesita el secado para que se aplique la mezcla de manera uniforme.

Comercialmente están en dos botes, que se mezclarán para activar los componentes.

MECANISMOS DE ADHESIÓN DE LOS ADHESIVOS CONVENCIONALES

Con la adhesión aparece un nuevo concepto de preparación de la cavidad, disminuyendo la necesidad de eliminar tejido hasta el punto de dejar una caja retentiva que permitiera la sujeción de material de restauración, la adhesión entre ambas superficies, el diente y el material restaurador se consigue mediante el sistema adhesivo.

ADHESIÓN A ESMALTE

Esta superficie es poco porosa, lo que no permite que se produzca una adhesión si no se trata previamente la superficie. El grabado ácido produce una disolución de los prismas de esmalte y del esmalte interprismático creando una ayuda microrretentiva. Sobre estas microporosidades que se crean mediante el grabado, el adhesivo o resina de baja viscosidad se dispersa fácilmente.

ADHESIÓN A LA DENTINA

En los inicios se persiguió que fueran el mismo grabado el del esmalte y el de la dentina, pero se fracasó en el intento, debido a las diferencias químicas y morfológicas que existen entre ambos. El ácido ortofosfórico aumenta la permeabilidad de la dentina, creando una interfase adhesiva rica en humedad, lo que impide la adhesión de las resinas hidrofóbicas que están presentes en los adhesivos para esmalte y en las restauraciones de resina.

Esta falta de adhesión puede ser la causante de brechas marginales durante el endurecimiento de la resina. Los adhesivos que aparecieron en un primer momento, no lograron una adhesión a dentina aceptable, fue la aparición de los adhesivos con moléculas bifuncionales sobre una base de metacrilato, los que permitieron la adhesión a la dentina, con ellos se obtuvo una adhesión mecánica y química de la resina a los componentes orgánicos e inorgánicos de la dentina.

Un primer con monómeros bifuncionales modifica la red de fibras colágenas creando una capa híbrida que será la que permitirá una adhesión micromecánica entre la resina y la dentina.

REMOCIÓN DEL LODO DENTINARIO. GRABADO TOTAL

Para la remoción del lodo dentinario y la desmineralización de la superficie de la dentina, se utiliza el ácido fosfórico, exponiendo la red de fibras colágenas. La capa de colágeno debe permanecer hidratada para que se produzca la infiltración del monómero de resina.

Si se produjera una desecación de la misma, se colapsa la capa de colágeno limitando la infiltración de los monómeros de resina y afecta a la formación de la capa híbrida. Este suceso se traduce en una alteración de la adhesión durante la contracción de polimerización de la resina y la consiguiente aparición de brechas entre el adhesivo y el sustrato, lo que se traduce en la aparición de sensibilidad después del tratamiento.

MECANISMO DE ADHESIÓN DE LOS ADHESIVOS DE AUTOGRABADO

Este tipo de adhesivos llevan a cabo en un solo paso el grabado ácido y la penetración de los monómeros dentro de la dentina, cuyo beneficio es que se igualan la profundidad del grabado ácido y la penetración del adhesivo.

Un ejemplo de adhesivo de autograbado es el Adper PromptR, que ofrece una activación más fácil para una mezcla confiable y de mayor consistencia; y una química mejorada para una mayor fuerza adhesiva a la dentina. También provee de un agresivo grabado del esmalte y una alta viscosidad que permite una capa más uniforme y consistente. Además, su tecnología de auto-grabado reduce la sensibilidad post-operatoria. (Figura 8)



Figura 8.