

ADHESIÓN EN DENTÍSTICA RESTAURADORA: EVOLUCIÓN Y ESTADO ACTUAL**Edgardo Javier Berrios Quina(1)***(1) Magister en Odontología Restauradora. Área de Concentración en Dentística, por la Universidad Estadual Paulista. Docente de la Escuela de Odontología de la Facultad de Ciencias de la Salud – Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann de Tacna.***ADHESIÓN**

La Operatoria Dental desde un inicio ha tenido una gran evolución, de modo tal que de ser mutiladora ha pasado a ser conservadora sobre todo a partir de 1955 con la introducción por Buonocore del condicionamiento o gravado ácido del esmalte que marca el inicio de la Odontología Adhesiva.(1)

Pasando además por nuevas estrategias de unión al sustrato dental y una evolución en cuanto a los agentes promotores de la adhesión. Al punto que cada vez se realizan procedimientos adhesivos más seguros y por lo tanto con mejor desempeño a lo largo del tiempo.(2)

Teniendo el surgimiento y desarrollo de los Sistemas Adhesivos un gran papel, puesto de que no solo fueron modificados los conceptos de preparación cavitaria, sino también la preservación de la estructura dentaria remanente sana.(3)

Etimológicamente adhesión deriva del latín adhesivo que significa unir o pegar una cosa a otra.(4)

Según la American Society Testing and Materials (ASTM), adhesión es el estado o fenómeno mediante el cual dos superficies de igual o distinta naturaleza se mantienen unidas por fuerzas interfaciales sean estas físicas, químicas o por la interacción de ambas.(5)

Podemos decir entonces que la adhesión es unir un sustrato sólido como el diente a los biomateriales restauradores haciendo que la adhesión sea la interfaz diente-restauración.(5) Al ser diente y biomaterial "materia", debemos definirla como todo elemento o compuesto constitutivo de los cuerpos físicos que se caracterizan por tener tres propiedades: extensión, inercia y gravitación refiriéndose esta última a la atracción hacia o por otros cuerpos, según la cantidad de masa que cada uno de ellos tenga. (4)(7) A la vez podemos decir que la materia está formada por átomos, que viene a ser la fracción más pequeña de un elemento.(5)(8) Los átomos tienden a unirse entre sí formando moléculas y se unen entre sí por enlaces atómicos o de valencia primaria y las moléculas por los moleculares o de valencia secundaria o de van der Waals.

En pleno Siglo XXI, pese a los grandes adelantos tecnológicos en Materiales Dentales, no existe técnica de restauración adhesiva totalmente predecible, siendo las existentes sensibles en todas sus fases clínicas, razón por la cual se debe conocer y manejar una serie de variables que permitan optimizar resultados clínicos, dentro de éstas tenemos la hibridación eficaz del tejido dental.(22)

Resulta importante en adhesión describir también al sustrato adherente dado por esmalte y dentina, porque son los que con mayor frecuencia se hallan afectados por lesiones cariosas, fracturas, anomalías dentales, etc., aunque también es posible adherir resina compuesta al cemento radicular.(22) Debemos remarcar que esmalte y dentina son diferentes desde el punto de vista morfofisiológico, por tanto el mecanismo de adhesión varía entre uno y otro.(9)

Para Van Meerbeek & Col, adhesión es esencialmente un proceso de remoción de minerales (calcio, fosfatos) e infiltración de monómeros resinosos in situ, con la finalidad de crear una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura dental, sellar los túbulos dentinales y así mantener la homeostasis del medio interno del complejo dentino-pulpar.(10)

SUBSTRATO ADHERENTE**ESMALTE**

Deriva del ectodermo y es hipermineralizado, protege al complejo dentino-pulpar, y está compuesto por 95% de hidroxiapatita, 3% de agua y 1% de matriz orgánica. Además va a ser un tejido microcristalino, microporoso y anisótropo, acelular, avascular, aneuronal, de extrema dureza, cuya característica fundamental es su única forma de reaccionar ante cualquier injuria física, química y biológica, que es con pérdida de sustancia. (11)(12)(13)(14)(15)(16)(17) No posee poder de regenerarse pero sí de remineralizarse.(18)

Aplicada una solución ácida (del sistema adhesivo) a su superficie, se desmineraliza y disuelve la matriz inorgánica de los prismas adamantinos (unidad estructural del esmalte) y el esmalte interprismático, creando diferentes patrones de grabado ácido de esmalte,(19) constituidos por poros, surcos y/o grietas micrométricas, además queda limpia y aumenta la energía superficial,(20) facilitando que los microporos o surcos sean mojados y penetrados por una resina de enlace (Tags de resina), la que quedará retenida físico-mecánicamente. (21)

DENTINA

Deriva del ectodermo, producto de la secreción de los odontoblastos, protector de la pulpa dentaria, amortiguadora de fuerzas externas por ser elástica. Constituida por cristales de hidroxiapatita en un 70%, componente orgánico dado por fibras colágenas compuestas de colágeno tipo I, IV, y V; glicosaminoglicanos; proteoglicanos y prolongaciones de los odontoblastos en un 18% y por un 12% de agua.(6)

Morfológicamente constituida por túbulos dentinarios (donde se encuentran las prolongaciones de los odontoblastos y el licor dentinario), dentina peritubular y dentina intertubular.(6)

En la dentina superficial cerca al límite amelo-dentinario, hay menor cantidad de agua, de túbulos y más colágeno, a diferencia de la dentina profunda que presenta un cuadro contrario. Existiendo cerca al límite amelodentinario aproximadamente 15,000 túbulos/mm² con 0,9µm de diámetro, mientras que próximo a la pulpa alrededor de 60,000 túbulos/mm² con un diámetro de 3µm.(22) La dentina peritubular ocupa cerca a la zona amelodentinaria un 96% y en la cercanía a la pulpa un 12%, de otro lado los túbulos próximos al límite esmalte-dentina ocupan un área de 1 a 3%, mientras que próximos a la pulpa de 22 a 25%.(22)

Considerando ello, la adhesión se realizará mejor en la dentina superficial y media, porque en la profunda el porcentaje de agua y fibras colágenas es inversamente proporcional, es decir, el contenido de agua aumenta a medida que la dentina es más profunda, mientras que el número de fibras disminuye, lo cual es

desfavorable para una adhesión efectiva, porque la unión micromecánica se produce con la red colágena, previa desmineralización.(22)

El mecanismo básico de adhesión a dentina es esencialmente un proceso de intercambio que involucra el reemplazo de minerales removidos de los tejidos dentales duros (por el acondicionamiento ácido) por monómeros de resina que producen un cierre micromecánico en las porosidades creadas.(23)(24) Dicho cierre es la hibridación o formación de la capa híbrida, descrito por primera vez por Nakabayashi. (25)

Inicialmente en Odontología Adhesiva se buscó una adhesión química al calcio o a las fibras colágenas, hoy se habla de una adhesión mecánica o más exactamente de una adhesión micromecánica.(26)(27)

La adhesión micromecánica se basa en 3 mecanismos(28)1) adhesión por medio de la infiltración de la dentina intertubular y la formación de la capa híbrida o zona de interdifusión que consiste en la infiltración de un monómero adhesivo en la dentina descalcificada con las fibras de colágeno expuestas que tras polimerizar queda entremezclado con la estructura dental mineralizada(26)(28); 2) Adhesión mediante infiltración de los túbulos dentinarios y sus ramas laterales por la resina formándose los tags de resina(29); 3) Adhesión superficial por el contacto entre el adhesivo y el substrato dentinario.(30)

La adhesión a esmalte es fácilmente reproducible y bien conocida, explicándose mediante la creación de una traba mecánica entre el adhesivo y la estructura dental (macrotags o resín tags); mientras que la adhesión a dentina, es un proceso dinámico, discutido y objeto de estudio. La heterogeneidad estructural, la presencia de fluido dentinario y la baja energía superficial son algunas de las particularidades que hacen de la dentina un substrato adherente especial para los diferentes sistemas adhesivos.(32)(31)(33)

Debemos resaltar que actualmente la posibilidad de adhesión dental permitiría la reconstrucción anatómica, funcional y estética del diente donde el esmalte, la dentina y/o cemento están involucrados (procesos odontodestructivos, traumatismos, etc.)(22)

SISTEMAS ADHESIVOS

En su desarrollo se pueden diferenciar varios caminos en el propósito de conseguir la adhesión, de ellos sobresalen dos grandes grupos: uno que busca obtener adhesividad a los tejidos dentales (esmalte, dentina) y el otro adhesión a materiales artificiales (polímeros, metálicos, cerámicos) usados en restauraciones directas e indirectas.(6)

El Sistema Adhesivo debe soportar una resistencia adhesiva, la primera fuerza es la de contracción de polimerización de la resina compuesta que genera una tensión de 13 MPa, la segunda es la masticatoria que es difícil de calcular pues es variable en función de la región de la boca, fuerza muscular, área de contacto y otras variables.(6)

Existen varias clasificaciones de los Sistemas Adhesivos, siendo la más empleada en el medio científico-tecnológico aquella que está de acuerdo a su aparición cronológica en el mercado odontológico y que considera seis o siete generaciones(21)(34), sin embargo ésta clasificación no permite que los sistemas adhesivos sean categorizados con un criterio objetivo y científico; por lo cual utilizaremos una más clara que es la establecida por Van Meerbeek & cols. en el 2000(10)(27), que se sustenta en la estrategia o mecanismo de acción utilizado y en el número de pasos empleado, así tenemos:

- 1) Sistemas Adhesivos convencionales.
- 2) Sistemas Adhesivos autograbadores.
- 3) Vidrios ionoméricos.

SISTEMAS ADHESIVOS CONVENCIONALES:

Son los S.A. que emplean la técnica del acondicionamiento ácido total (grabado de esmalte y dentina) como mecanismo acondicionador de la estructura dental(22), denominados como sistemas "etch and rinse".(19) La concentración del agente condicionante ácido fosfórico oscila entre 30 a 37%, concentraciones inferiores a 30% o superiores a 40% conducen a depósitos sobre el esmalte dental que influyen negativamente en la posterior adhesión a los materiales de resina.

En **ESMALTE** la duración del grabado debe ser de 30 a 60 segundos, para enseguida lavar con un chorro de agua durante un tiempo por lo menos similar al del grabado y secar con aire para luego aplicar el "bond" o adhesivo, que consta de monómeros hidrofóbos, además es fluido, escasamente viscoso y se introduce perfectamente en las microporosidades y zonas retentivas del patrón de grabado ácido del esmalte dental; procediendo luego a fotoactivarlo con luz visible para que polimerice y establecerse la unión adhesiva con el esmalte dental; posteriormente los monómeros hidrofobos del adhesivo polimerizado se unirán a la resina compuesta igualmente hidrofoba.(19) Estudios comprueban que la fuerza adhesiva (30MPa) a esmalte es siempre superior a la obtenida en dentina, por las características del substrato, razón por la cual siempre que sea posible debemos preservar el esmalte durante la preparación cavitaria, aunque esté socavado.(22)

En **DENTINA**, el grabado ácido superficial ocurre casi simultáneamente con el del esmalte, con el mismo agente grabador, en la misma concentración pero aplicado en menor tiempo, el cual nunca debe superar los 15 segundos, luego se lava con un chorro de agua de la manera ya descrita anteriormente.(19) Por medio del grabado ácido de la dentina se elimina por completo el barro dentinario o "smear layer", se desmineraliza entre 4 a 11µm en profundidad la superficie dentinaria expuesta(35) exponiendo los túbulos dentinarios y la red de fibras colágenas; sin embargo, debido al alto contenido de agua de la dentina no es momento de aplicar el adhesivo hidrofobo, siendo necesario uno o dos componentes adicionales que son líquidos imprimadores que constan de monómeros anfífilos (un componente hidrófilo que tolera el agua de la dentina pudiendo penetrar en ella, y un componente hidrofobo que se une a los componentes hidrofobos del adhesivo) disueltos en diferentes disolventes y aplicados durante 10 segundos aproximadamente. Luego se aplica el adhesivo o "bond", el cual se infiltrará en la red de fibras colágenas y una vez polimerizado creará un sistema de interdigitación (traba micromecánica) entre ambos substratos adherentes, es éste fenómeno de imbricación entre el adhesivo, proteínas colágenas y no colágenas así como el componente inorgánico de la dentina lo que Nakabayashi y cols describieron como capa híbrida.

El adhesivo o "bond" usado en la dentina es el mismo usado en el esmalte dental; al polimerizar éste, ocurre la unión adhesiva retentiva del adhesivo a la dentina; mientras que los monómeros hidrofobos del adhesivo polimerizado posteriormente se unen a los materiales de resina igualmente hidrofobos.(19)

Sistemas multicomponentes y monocomponentes: se refieren a la presentación física del sistema, es decir, la cantidad de botes que constituye el sistema adhesivo. Los multicomponentes son aquellas presentaciones del adhesivo convencional constituidos por más de un bote, en este caso el primer se presenta en un bote separado del adhesivo. Los monocomponentes, son aquellos donde el primer y el adhesivo se han incorporado por medio de

diferentes procesos químicos y físicos en un solo envase, estos sistemas adhesivos fueron sintetizados con el fin de disminuir el número de pasos clínicos y el tiempo de trabajo.(22)

SISTEMAS ADHESIVOS AUTOGRABADORES O "SELF ETCH":

Comercializados desde 1990, basados en el uso de monómeros ácidos que acondicionan imprimen y se adhieren al tejido dental; presentan un ácido independiente, separado como primer componente, pudiendo adicionalmente constar de dos componentes o de un único componente (denominados de "All in one" o "todo en uno").(19)

Los de primera generación o de dos componentes, consisten en la aplicación de una sustancia acondicionadora sobre el tejido dental (ácido cítrico, maleico, nítrico), no lavable que luego de 15 a 30 segundos se inactiva y posteriormente se aplica el adhesivo propiamente dicho. Mientras que los de segunda generación o de un único componente, es decir acondicionador, primer y adhesivo se encuentran química y físicamente en un solo bote por lo que desde el punto de vista clínico amerita solo un paso que consiste en la aplicación directa de una o varias capas del adhesivo sobre el tejido dental.(22)

El mecanismo de adhesión de los sistemas autograbadores al igual que en los convencionales se basa en el fenómeno de hibridación, además de la modificación, transformación o inclusión del "smear layer" en la capa híbrida, con la diferencia que los tags resinosos logrados con los sistemas autograbadores son más cortos y de menor diámetro que los obtenidos con los sistemas convencionales y que las fibras colágenas no son totalmente desprovistas de la hidroxiapatita que las cubre.(22) Según estudios los monómeros funcionales (grupos carboxilos o

fosfatos) de los sistemas autograbadores moderados (pH: ± 2), son capaces de interactuar molecularmente con la hidroxiapatita y establecer un enlace interatómico perdurable. (36)(37) Este mecanismo de adhesión menos agresivo que aquellos que usan la técnica de grabado ácido total, aparentemente, permite un sellado eficaz de los túbulos dentinarios y márgenes cavitarios durante más tiempo (in vitro), debido a la interacción química entre la hidroxiapatita y el monómero, mejorando significativamente la resistencia al proceso de degradación hidrolítica del adhesivo y asegura una posición estable del mismo.(36)

Sobre los sistemas autograbadores podría decirse que su efectividad adhesiva es igual o inferior a los sistemas adhesivos convencionales, especialmente a nivel de esmalte.(37)(20)(38)

Para mejorar la adhesión de los sistemas autograbadores a esmalte, Pashley y cols en 1998 sugirieron la aplicación del adhesivo grabador (todo en uno), primero sobre esmalte, seguido de la dentina y luego nuevamente sobre esmalte, así el esmalte podría ser acondicionado de la manera más idónea y se incrementaría la fuerza de adhesión.(39)

CONCLUSIONES

- 1) En los tejidos dentarios existen zonas específicas más proclives a la adhesión que otras.
- 2) La adhesión es un tipo de retención micromecánica.
- 3) Se logrará una mejor adhesión en la dentina superficial que en la dentina profunda.
- 4) Los sistemas adhesivos convencionales aún usados en la actualidad, tienen un mejor comportamiento a nivel de esmalte.
- 5) Los sistemas adhesivos autograbables presentan un buen comportamiento especialmente en adhesión a dentina, sin embargo aún falta perfeccionar su adhesión a esmalte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Berrios, E.J. "Relación de la desproteinización de esmalte y dentina con el proceso adhesivo. Revista Médica Basadrina. 2013. Vol.7 N° 1. ENERO-JUNIO.
2. Espinoza, R. Desproteinización del esmalte un nuevo horizonte en la adhesión. 18vo. Congreso ALODYB. oct.: 24. 2011.
3. Dourado, A.; Reis, Alessandra. RODYB-Sistemas Adhesivos. Revista de Operatoria Dental y Biomateriales. 2006. Vol.1, N°2, MAYO/JUNIO/AGOSTO.
4. Dicc. Enc. Salvat Universal. 1985. Salvat Editores Barcelona-España.
5. American Society Testing and Materials "ASTM". 1983. Anual Book.
6. Cardona, A.; Paz, N.; Castañeda, J.C. Adhesión en Odontología Estética y Restauradora. 2004.
7. Maiztegui, A.P.; Sabato, J.A. Introducción a la Física Kapelus. Buenos Aires. Argentina. 1977.
8. Quagliano, J.V. Chemistry. Prentice-Hall Inc. New Jersey-USA. 1958.
9. Van Meerbeek, B.; Perdigao, J.; Vanherle, G. The Clinical performance of Adhesives. Journal of Dentistry. 1998; 26(1):1-20.
10. Van Meerbeek, B.; Perdigao, J.; Vanherle, G. Enamel and Dentin Adhesión. En: Fundamentals of Operative Dentistry. A contemporary approach. Chicago Quintessence Publishing. 2° Ed. 2002.
11. Anusavice K. 2000. La Ciencia de los Materiales Dentales de Phillips. Ed. México. Interamericana.
12. Carvalho, R. y Cols. Effects of prism orientation on tensile strength of enamel. Journal of Adhesive Dentistry. 2000.
13. Lazzari, E. Bioquímica dental. 2da. Edición. Editorial Interamericana. México. 1978.
14. Lees, S.; Rollins, F. Anisotropy in hard dental tissues. Journal of Biomechanics. 1972
15. Munechica, T. y cols. A comparison of tensile bond strengths of composite resins to longitudinal and transverse sections of enamel prism in human teeth. Journal of Dental Research. 1984.
16. Shimada, Y.; Tagami, J. Effects of regional enamel and prism orientation on resin bonding. Operative Dentistry. 2003.
17. Uribe, D. Dentin action and penetration of dentin conditioners. Journal of Dental Research. 1997.
18. Jacobsen, T.; Soderhold, K. Some effects of water on dentin bonding. Dental Materials. 1995; 11 (2):132-136. 1995.
19. Flury, S. Principios de la adhesión y de la técnica adhesiva. <http://zl.elsevier.es/revista/quintessence-9/principios-adhesión-técnica-adhesiva>. 2014.
20. Perdigao, J.; Frankerberger, R.; Beschi, L. New trends in dentin/enamel adhesión. American Journal of Dentistry. 2000; 13:25D-30D.
21. Van Meerbeek, B. y Cols. Morphological characterization of the interface between resin and sclerotic dentin. Journal of Dentistry. 1994; 22(3): 141-146.
22. Abreu, R.J. Adhesión en Odontología Contemporánea I. <http://www.odontologia-online.com/publiavionr/materiales-dentales/187>. 2014.
23. Toledano, M. y cols. Influence of self-etching primer on the resin adhesión to enamel and dentin. American Journal Dent. 2001; 14:205-10.
24. De Munck y cols. Mirotensile bond strength of one and two step self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. Am. J. Dent. 2003; 16:414-20.
25. Nakabayashi, N.; Kojima, K.; Masuhaara, E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. J. Biomed Mater Res. 1982; 16:265-73.
26. Nakabayashi, N.; Nakamura, M.; Yasuda, N. Hybrid layer as a dentin-bonding mechanism. J. Esthetic Dent. 1991; 3:133-8.
27. Van Meerbeek, B. y cols. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. J. Dent. Res. 1992; 71:1530-40.

28. Gwinnet, A.J. Quantitative onytribution of resin infiltration/hybridization to dentin bonding. *Am J. Dent.* 1993; 6:7-9.
29. Toledano, M. y cols. Microtensile bond strength of several different adhesive systems to different dentin depths. *Am. J. Dent.* 2003; 16:292-8.
30. Mjör, I.A.; Nordahl, I. The density and branching of dentinal tubules in human teeth. *Arch. Oral Biol.* 1996; 8:541-6.
31. Toledano, M. y cols. *Arte y Ciencia de los Materiales Dentales.* 2003, Ediciones Avances Medico-Dentales, S.L. Madrid.
32. Carvalho, R. y cols. In vitro study on the dimensional changes of human dentin after desmineralization. *Archives of Oral Biology.* 1996; 41(4): 369-377.
33. Choi, K.; Condon, J. y Ferracane, J. The effects of adhesive thickness on polymerization contraction stress of composite. *Journal of Dental REsearch.* 200; 79:812-817.
34. Yoshiyama, M. y cols. Regional bond strengths of elf-etching /self priming adhesive system. *Journal of Dentistry.* 1998; 26(7):609-616.
35. Van Meerbeek, B. y cols. Comparative SEM and TEM examination of the ultdrastructure of the resin dentin interdiffusion zone. *Jornal of Dental Research.* 1993; 72(2):495-501.
36. Perdigao, J.; Lopez, M. Dentin bonding. Question for the new millennium. *Journal of Adhesive Dentistry.* 1999; 1(3): 191-208.
37. Van Meerbeek, B. y cols. Bonding mechanism and microtensile bond strength of 4-Met based self etching adhesive. *Journal of Dental Research.* 200; 79:249. Abstrafa 845.
38. Yoshida, Y., y cols. Evidence of chemical bonding at biomaterial hard tissue interfaces. *Journal of Dental REsearch.* 2000; 79(2):709-714.
39. Sano, H. y cols. Nanoleakage; leakage with-in the hybrid layer. *Operative Dentistry.* 1995; 20(1):18-25.
40. Inoue, S. y cols. Adhesion mehanism of self etching adhesives. En: *Advanced Adhesive Dentistry.* 3º International Kuraray Symposim. 2000; pp.131-148.
41. Perdigao, J. y cols. The interaction of adhesive system with human dentine. *Americqn Journal of Dentistry.* 1996; 9(4): 167-173.
42. Pashley, D.; Carvalho, R. Dentine permability and dentin adhesión. *Review Journal of Dentistry.* 1997; 25(5):355-372.

CORRESPONDENCIA:

Edgardo Javier Berrios Quina
edgardoberrios1@hotmail.com

Recibido: 22/10/2014

Aceptado: 18/11/2014