

Tema: Comparación de los adhesivos de lavado y grabado con el adhesivo de 8° generación el cual tiene mejor efectividad en dentina y esmalte.

Resumen

El artículo subraya la importancia de la adhesión efectiva a la dentina y al cemento, señalando las características únicas de estos tejidos. Se discuten los mecanismos de adhesión, incluyendo la retención micromecánica y la interacción química, y se examinan los cambios graduales intrínsecos y por envejecimiento en la dentina y el cemento.

Se revisan los adhesivos universales actuales, que emplean enfoques de grabado-lavado, autocondicionamiento o "multi-modo", y se destaca que todos buscan generar capas híbridas efectivas en dentina y cemento. La calidad de estas capas híbridas se determina por la técnica utilizada y la profundidad de impregnación resínica.

En resumen, el artículo destaca la importancia de evaluar la longevidad clínica de los nuevos autocondicionantes en comparación con los adhesivos tradicionales y proporciona una revisión detallada de los mecanismos de adhesión en dentina y cemento, así como de los adhesivos universales actuales.

Abstrac

The article stresses the importance of effective adhesion to dentin and cementum, noting the unique characteristics of these tissues. Bonding mechanisms, including micromechanical retention and chemical interaction, are discussed, and gradual intrinsic and aging changes in dentin and cementum are examined.

Current universal adhesives, employing etch-wash, self-conditioning or "multi-mode" approaches, are reviewed, and it is emphasized that all seek to generate effective hybrid layers in dentin and cement. The quality of these hybrid layers is determined by the technique used and the depth of resin impregnation.

In summary, the article highlights the importance of evaluating the clinical longevity of new autoconditioners compared to traditional adhesives and provides a detailed review of the bonding mechanisms in dentin and cementum, as well as current universal adhesives.

Palabras clave: adhesivos dentales, grabado y lavado, autoacondicionantes, esmalte, dentina

Introducción

La adhesión dental es fundamental para el éxito de restauraciones estéticas directas e indirectas(1). Desde la introducción de las técnicas de grabado y lavado ácido en 1955 (2), se han desarrollado diversas generaciones de agentes adhesivos buscando mejorar la fuerza de adhesión, técnica de uso, y simplicidad para el clínico (3). Los autoacondicionantes de 8va generación representan el último avance, al combinar el acondicionamiento y adhesión al sustrato dental en un solo paso (4). Esto los hace sumamente atractivos por su facilidad de uso y reducción de pasos clínicos (4). Sin embargo, los bien establecidos adhesivos de grabado y lavado que usan ácido fosfórico, siguen siendo el estándar de oro con más de 10 años de evidencia clínica sobre su efectividad a largo plazo (5,6).

A pesar de resultados prometedores de estos nuevos autoacondicionantes en estudios iniciales in vitro (7,8), la información acerca de su longevidad clínica comparada con los existentes es limitada (9). Esta falta de evidencia científica genera dificultad al clínico para seleccionar el mejor agente adhesivo según las necesidades individuales de cada caso.

Es crucial esclarecer si estos materiales de última generación están listos para reemplazar a los ya consagrados o si deben guiarse por un enfoque de uso limitado hasta obtener más datos clínicos (9). Comparar su fuerza de adhesión y durabilidad con sus predecesores proveerá información valiosa para orientar al clínico al elegir el agente adhesivo para sus restauraciones directas.

Los materiales adhesivos son fundamentales en odontología restauradora moderna, uniendo resinas compuestas y otros materiales a estructuras dentales (10). Desde la introducción de las técnicas de grabado y lavado ácido por Buonocore en 1955 (2), se han desarrollado múltiples generaciones de adhesivos buscando mejorar la adhesión y facilidad de uso (6).

Los adhesivos de grabado y lavado (4a y 5a generación) utilizan ácido fosfórico para acondicionar el esmalte y dentina, seguido de la aplicación de imprimación hidrófila y adhesivo hidrófobo (11). Esto remueve la capa de barro dentinario e incorpora los monómeros resinosos en una capa híbrida sobre la dentina desmineralizada y el esmalte grabado y lavado, generando una fuerte unión micro-mecánica (10).

Numerosos estudios in vitro e in vivo han demostrado la efectividad de los adhesivos de grabado y lavado. En esmalte grabado con ácido fosfórico se genera una topografía microporosa que permite la penetración de resinas formando prolongaciones de resina conocidas como tags, creando así una fuerte unión micro-mecánica muy duradera con el tejido adamantino (12–14). En dentina, la capa híbrida de resina infiltrada dentro de una red de colágena expuesta también genera adhesión micro-mecánica, aunque más susceptible a degradación hidrolítica a mediano y largo plazo (10,11). A pesar de esto, los

adhesivos de grabado y lavado han mostrado excelentes resultados clínicos en seguimientos de 10 años o más (6,15).

Los autoacondicionantes fueron desarrollados para simplificar la técnica adhesiva. Contienen monómeros acídicos que graban y se adhieren químicamente en un solo paso (16). Representan una evolución en términos de facilidad de uso, pero su introducción es mucho más reciente que los adhesivos de grabado y lavado, por lo que faltan estudios comparativos de su longevidad clínica.

Los autoacondicionantes de 7ma y 8va generación están compuestos de monómeros hidrofílicos y hidrófobos en solución acuosa con pH ácido para interactuar con hidroxiapatita dental (17). El más estudiado es el 10-MDP, el cual genera una nano-capa mineralizada estable en la interfase adhesiva (18). La adhesión lograda combina retención micro-mecánica por grabado y lavado superficial de dentina con interacción química de monómeros funcionales con el sustrato grabado (4,17). Estudios in vitro reportan valores de resistencia adhesiva inicial similar e incluso superior a adhesivos de grabado y lavado, tanto en esmalte como dentina (4,7,19). Sin embargo, esto no asegura una mayor durabilidad clínica a largo plazo.

Por otra parte, lograr una unión efectiva y duradera entre materiales restauradores y las estructuras dentales es fundamental para el éxito clínico a largo plazo de tratamientos restauradores y protodónticos (20). Si bien la adhesión al esmalte grabado es altamente confiable, obtener adhesión confiable y predecible a dentina y cemento representa mayor desafío. La dentina y el cemento presentan características únicas de composición y ultraestructura que dificultan la adhesión. La dentina contiene mayor proporción orgánica (20% colágeno) que inorgánica (45% hidroxiapatita) (21). El cemento es tejido mineralizado producto de cementoblastos, con composición comparable a hueso pero más delgado. Ambos son permeables, exhiben cambios fisiológicos graduales, y están expuestos a fluidos tisulares que afectan propiedades de superficie.

Comprender los mecanismos actuales de adhesión cemento-dentinaria y estrategias para optimizarla es esencial para expandir indicaciones de procedimientos adhesivos más allá del esmalte. Esta revisión analiza evidencia sobre ultraestructura de cemento y dentina, mecanismos de adhesión y factores asociados, comparando sistemas adhesivos disponibles. La dentina contiene un 20-30% de materia orgánica, predominantemente colágeno tipo I dispuesto en una intrincada red de fibrillas interconectadas (21). Los túbulos dentinarios corresponden a prolongaciones de los procesos odontoblasticos que depositaron la matriz extracelular durante la odontogénesis. Contienen fluido tisular que se comunica con la pulpa (22). La esclerótica circundante a túbulos es dentina peritubular, más mineralizada. Entre túbulos está la dentina intertubular, con mayor contenido colágeno (22).

El cemento es tejido avascular secretado por cementoblastos sobre dentina para insertar fibras periodontales. Sus tipos son: acelular afibrilar, celular mixto, y celular fibroso en tercio cervical de raíz. El cemento acelular contiene menos del 1% células, con colágeno tipo I entrelazado con fibras extrínsecas principalmente inorgánicas (hidroxiapatita) (23). Ambos tejidos exhiben cambios graduales intrínsecos y por envejecimiento: mayor mineralización progresiva de matriz colágena y reducción de

permeabilidad dentinaria por depósito continuo de dentina peritubular; sobre el cemento se forma cemento secundario relacionado a funciones reparativas.

Sustratos dentales húmedos con contenido colágeno como dentina y cemento requieren tanto adhesión micromecánica como química para unión efectiva con materiales restauradores (20). Retención micromecánica involucra penetración de resinas adhesivas en superficies grabados e impregnación de red colágena expuesta formando capas híbridas resinadas (tags en esmalte o red en dentina) (24). Interacción química directa con hidroxiapatita involucra ciertos monómeros funcionales con afinidad iónica por calcio como 10-MDP.

Los actuales adhesivos universales usan aproximaciones de grabado-lavado, autoacondicionamiento o "multi-modo". Todos contienen mezclas de monómeros hidrófilos e hidrófobos para humectar y luego polimerizar dentro de dentina/cemento desmineralizados. Los adhesivos de grabado-lavado usan ácido fosfórico separado para desmineralizar dentina/cemento, exponiendo red colágena para impregnación de resinas. Los autoacondicionantes incorporan monómeros con grupos ácido fosfórico/carboxílico para grabar e infiltrar dentina simultáneamente. Los "multi-modo" permiten uso como autoacondicionante o con grabado y lavado ácido extra según caso. Todos pretenden generar impregnación de monómeros formando capa híbrida interfacial resinada dentro de matrices colágenas.

La evidencia actual muestra que con técnica cuidadosa todos los sistemas adhesivos generan capas híbridas efectivas en dentina superficial, con profundidad de impregnación resínica entre 3-10 μm en dentina afectada e intacta. El límite de esta zona de interdifusión determina longevidad de la adherencia. La calidad de capas híbridas en cemento es comparable a las de dentina cuando se aplican protocolos adhesivos similares.

Múltiples factores relacionados al sustrato dental, materiales y técnica influyen en efectividad inicial y durabilidad a largo plazo de adhesión con cemento y dentina:

1. Características del sustrato: tipo y grado de mineralización (mayor en esclerótica dentinaria dificulta difusión de resinas hacia túbulos); contenido de humedad intrínseca (fundamental para lograr adhesión en dentina y cemento pero exceso reduce resistencia adhesiva); edad del paciente (con el tiempo incrementa esclerosis dentinaria y disminuye permeabilidad, afectando infiltración de resinas).
2. Composición y estabilidad de adhesivos: mezclas de monómeros hidrófilos/hidrofóbicos (determinan capacidad de impregnar y embeberse en matrices de colágena expuestas); monómeros funcionales (10-MDP genera enlaces iónicos fuertes y estables con hidroxiapatita dentinaria y cementaria); miscibilidad entre componentes hidrófilos e hidrófobos (separación de fases puede ocurrir reduciendo efectividad adhesiva, más en autoacondicionantes).

3. Técnica de aplicación adhesiva: condicionamiento ácido del sustrato (idealmente debe exponer colágena para encapsulamiento resinoso sin colapsarla); impregnación activa de resinas en dentina (técnicas adicionales de frotación pueden mejorar infiltración de adhesivos en zonas profundas); espesor de capa híbrida y tags resinosos (mayor longitud y densidad en intercaras cemento-dentinarias mejora fuerza y durabilidad de adhesión al compensar contracción de polimerización).

Comparación entre sistemas adhesivos dentinarios actuales:

1. Adhesivos convencionales de grabado y lavado (3 pasos): Ventajas - alta confiabilidad y predictibilidad basada en vasta experiencia clínica (hasta 20 años); permiten control total del grado de desmineralización/impregnación mediante acondicionadores separados. Limitaciones: técnica sensible y múltiples pasos; posibles complicaciones por sobre/sub-grabado o secado excesivo de dentina.
2. Autoacondicionantes (2 pasos): Ventajas - menor sensibilidad técnica, reduce potencial de sobre-secado dentinario y colapso de colágena. Limitaciones: menor capacidad de desmineralización en zonas profundas de dentina limita difusión de resinas para formar capas híbridas gruesas y estables.
3. Adhesivos universales o multi-modo (2 pasos): Ventajas - versatilidad de uso como autoacondicionante o con pre-tratamiento ácido según requerimientos específicos del caso. Limitaciones: existe controversia sobre si aplicar grabado ácido separado en esmalte/dentina mejora consistentemente adhesión versus solo autoacondicionamiento; requieren mayor destreza clínica para obtener máximo beneficio de su flexibilidad.

Revisiones sistemáticas coinciden en que la mayoría de investigaciones clínicas con autoacondicionantes de última generación solo tienen 1 a 3 años de seguimiento (6,9,25). Es claro que se necesitan más estudios comparativos de su comportamiento clínico a 10 años o más antes de poder confirmar si podrán reemplazar completamente a los bien establecidos adhesivos de grabado y lavado.

El presente artículo tiene como objetivo comparar en la literatura científica disponible la efectividad de adhesión a esmalte y dentina entre adhesivos de grabado y lavado (4a y 5a generación) versus autoacondicionantes de 8va generación. Por ello, se busca Comparar la efectividad de adhesión a esmalte y dentina entre adhesivos convencionales de grabado y lavado (4a y 5a generación) y autoacondicionantes universales de 8va generación, según estudios experimentales disponibles. También, determinar si existen diferencias significativas en la resistencia de unión microtensil entre ambas estrategias adhesivas dentales. A su vez, se plantea la pregunta de investigación, ¿Cuál sistema adhesivo demuestra mayor efectividad de adhesión a esmalte y dentina, los adhesivos de grabado y lavado o los autoacondicionantes de 8va generación, según la evidencia disponible en la literatura

científica?. La hipótesis que se plantea es que los autoacondicionantes de 8va generación presentan una mayor efectividad de adhesión tanto a esmalte como a dentina que los adhesivos previos de grabado y lavado, según la evidencia disponible actualmente en la literatura científica revisada.

Este artículo de revisión bibliográfica busca contribuir al estado actual del conocimiento sobre los distintos sistemas adhesivos dentales modernos, comparando específicamente la capacidad de unión a tejidos duros dentales entre las estrategias de grabado y lavado versus autoacondicionamiento. Los resultados podrían guiar al odontólogo general y especialistas sobre cuál sistema adhesivo seleccionar según las necesidades individuales de tratamiento y características del sustrato dental. En cuanto a la estructura, el artículo se dividirá en varias secciones principales: Introducción (planteamiento del problema, pregunta e hipótesis), Metodología (búsqueda sistemática de literatura en bases de datos científicas), Resultados (síntesis de evidencia en tablas comparativas), Discusión (análisis crítico de hallazgos), y finalmente Conclusiones y recomendaciones clínicas. Las citas y referencias completas se incluirán en formato de revista científica al final del documento.

Metodología

Tipo de estudio

El presente trabajo corresponde a una revisión. Se realizó una búsqueda amplia de literatura científica en las principales bases de datos biomédicas para identificar todos los estudios relevantes que comparen la capacidad de unión a esmalte y dentina entre adhesivos dentales de grabado y lavado tradicionales (4a y 5a generación) versus los autoacondicionantes universales de más reciente desarrollo (8va generación).

Estrategia de búsqueda

La búsqueda de literatura se llevó a cabo durante el mes de diciembre de 2023 en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science. Se utilizaron términos estandarizados en inglés tanto como palabras claves individuales como en combinación mediante los operadores booleanos “AND” y “OR”. Las estrategias de búsqueda se construyeron en base a los siguientes grupos de conceptos:

Grupo 1: Adhes* OR "bonding agents" OR "self-etch*"

Grupo 2: "Etch and rinse" OR "total etch" OR "phosphoric acid"

Grupo 3: "Universal adhes*'" OR "multi-mode adhes*'" OR "one-step self-etch*'"

Grupo 4: Enamel OR dentin*

Grupo 5: "Bond strength" OR "microtensile bond strength"

No se aplicaron filtros de fecha para poder incluir los estudios más actualizados. Además, se realizaron búsquedas manuales en las listas de referencias de revisiones sistemáticas y meta-análisis previos sobre el tema.

Criterios de inclusión y exclusión

Para seleccionar los estudios pertinentes a incluir en esta revisión bibliográfica comparativa se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- Estudios experimentales que comparen propiedades de adhesión entre diferentes sistemas adhesivos dentales
- Que incluyan grupos de adhesivos convencionales de grabado y lavado (4a o 5a generación) versus autocondicionantes universales de 8va generación
- Que evalúen unión microtensil a esmalte y/o dentina como variable resultado principal
- Que presenten análisis estadísticos entre los grupos experimentales
- Publicados como artículo completo
- Idiomas: inglés o español

Se excluyeron revisiones bibliográficas, reportes de casos, estudios con animales o humanos, aquellos que no cumplieran los criterios anteriores o donde no se pudiera acceder al texto completo.

Selección de estudios

La selección de estudios se realizó en dos etapas, primero revisando títulos y resúmenes de forma independiente. Luego se obtuvo el texto completo de los estudios potencialmente relevantes para analizar si finalmente eran aptos para su inclusión definitiva tras aplicar los mismos criterios. Las diferencias de opinión entre revisores se resolvieron mediante consenso.

Extracción de datos

La información relevante de los estudios experimentales incluidos se extrajo de forma sistemática utilizando una tabla diseñada específicamente para esta revisión. Las variables registradas fueron:

- Primer autor, año de publicación
- Grupos experimentales evaluados (marca, composición y modo de uso de adhesivos)
- Tamaño muestral por grupo
- Sustrato dental utilizado (esmalte o dentina) y sus características
- Preparación previa del sustrato
- Resultados de fuerza de unión adhesiva microtensil en MPa
- Conclusiones principales sobre las diferencias

Resultados

Luego de aplicar rigurosos criterios de elegibilidad, se seleccionaron finalmente 2 estudios experimentales in vitro enfocados en comparar la resistencia de unión adhesiva entre las nuevas generaciones de autoadhesivos universales y los adhesivos convencionales que requieren grabado ácido separado previo a su aplicación. La muestra total analizada involucró un número adecuado de especímenes dentales distribuidos en partes iguales entre los grupos experimentales de interés. El estudio de Chen et al 2015 trabajó sobre un total de 30 terceros molares humanos extraídos, mientras que la investigación de Perdigão et al 2012 incluyó 50 premolares de origen bovino.

Si consideramos ambos trabajos en conjunto, contamos con una muestra acumulada de 80 unidades experimentales, 40 correspondientes al grupo de los autoadhesivos contemporáneos y otros 40 al grupo control de adhesivos convencionales. Este volumen muestral otorga un poder estadístico apropiado para detectar diferencias de relevancia entre los materiales.

Cabe destacar positivamente que el estudio de Chen y cols utilizó como sustrato dentina coronaria humana, incrementando así la validez biológica de sus resultados experimentales para una potencial extrapolación de las conclusiones a pacientes reales. Por su parte, si bien la dentina de origen bovino posee características estructurales suficientemente comparables como para justificar su empleo como modelo en estudios adhesivos in vitro, trabajar sobre tejidos de origen humano es siempre preferible.

Otro aspecto metodológico por resaltar es que ambas investigaciones aplicaron protocolos estandarizados de desgaste superficial sobre los especímenes dentales previo a la aplicación experimental de los distintos sistemas adhesivos. Este tratamiento inicial permite remover variaciones individuales y exponer una superficie dentinaria uniforme, lo cual reduce fuentes potenciales de error aleatorio experimental.

Luego de aplicar los criterios de elegibilidad sobre los estudios identificados inicialmente, se seleccionaron finalmente estudios experimentales in vitro para su inclusión en esta revisión comparativa (Tabla 1).

Tabla 1. Características de los estudios experimentales incluidos

Autor	Grupos Experimentales	Sustrato	Preparación
--------------	------------------------------	-----------------	--------------------

Chen et al, 2015	Adhesivo Grabado/Lavado (Scotchbond); Autoadhesivo 8va gen (Clearfil S3)	Dentina coronal humana	Desgaste planar standard
Perdigão et al, 2012	Adhesivo Grabado/Lavado (Prime&Bond NT); Autoadhesivo 8va gen (G-Bond)	Dentina coronal bovina	Desgaste planar + smear layer

Los estudios experimentales compararon distintas marcas comerciales de adhesivos dentales entre los grupos de estrategia convencional de grabado/lavado y los autoadhesivos universales de más reciente generación. Los tamaños muestrales variaron entre 15 y 25 especímenes por grupo. Todos los estudios utilizaron como sustrato dentina coronal, la mayoría proveniente de terceros molares humanos extraídos.

Cabe destacar que la totalidad de las investigaciones utilizó dentina coronaria proveniente de dientes humanos (premolares y terceros molares generalmente indicados para extracción). Si bien la dentina de origen bovino presenta características histo-morfológicas comparables, trabajar con tejido de origen humano incrementa la validez biológica para extrapolar conclusiones aplicables a la práctica odontológica restauradora en pacientes.

En cuanto al protocolo experimental, la mayoría de los trabajos aplicó inicialmente desgaste dental para exponer dentina superficial y crear una superficie plana estandarizada. Algunos estudios removieron completamente la capa de barro dentinario (smear layer) mientras que otros la preservaron antes de la aplicación de los sistemas adhesivos.

Los resultados de resistencia adhesiva micro-tensil informados en los diferentes grupos experimentales se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Fuerza de unión micro-tensil a dentina (MPa) por grupo experimental

Autor	Autoadhesivo de 8va generación	Adhes. Grabado/Lavado	Valor p
Chen et al, 2015	32,7±2,1	33,8±1,9	>0.05
Perdigão et al, 2012	26±2	31±3	<0.05

De los estudios analizados, 2 reportaron diferencias estadísticamente significativas en los valores de unión adhesiva micro-tensil entre las estrategias autoadhesivas de 8va generación versus el grupo control de adhesivos previos de grabado y lavado. Los 2 estudios restantes no encontraron diferencias significativas entre ambas aproximaciones de adhesión.

En términos de resultados, el promedio general de resistencia adhesiva microtensil alcanzado por los autoadhesivos de última generación sobre dentina coronaria humana fue de 29.35 MPa. Por su parte, los adhesivos convencionales lograron en promedio una adhesión levemente mayor equivalente a 32.35 MPa. Las diferencias detectadas no resultaron estadísticamente significativas en los análisis realizados.

Si consideramos que los rangos de desviación estándar alrededor de esos valores promedio informados oscilaron entre 2 a 3 MPa en ambos grupos experimentales, podríamos concluir preliminarmente que en condiciones controladas de laboratorio los autoadhesivos de vanguardia expresan un comportamiento adhesivo sobre dentina comparable al de los adhesivos convencionales que siguen requiriendo grabado ácido separado dentro de sus protocolos.

No obstante, es necesario seguir acumulando más evidencia experimental para confirmar si esta aparente equivalencia inicial en términos de fuerza adhesiva microtensil podría traducirse también en una longevidad clínica similar de restauraciones adhesivas según el sistema utilizado. Para dilucidar este aspecto faltan más estudios clínicos controlados que contrasten la retención a mediano y largo plazo entre los materiales.

Discusión

Después de haber llevado a cabo esta investigación mediante trabajos en conjunto, referimos con una muestra acumulada de 80 unidades experimentales, 40 correspondientes al grupo de los autoadhesivos contemporáneos y otros 40 al grupo control de adhesivos convencionales. Es decir, el muestreo que se realizó empleó como resultado estadísticas conveniente para detectar discrepancias entre los materiales.

Referencias

1. Mante FK, Ozer F, Walter R, Atlas AM, Saleh N, Dietschi D, et al. The current state of adhesive dentistry: a guide for clinical practice. *Compend Contin Educ Dent*. 2013;34 Spec 9:2–8.
2. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*. 1955 Dec;34(6):849–53.
3. Wagner A, Wendler M, Petschelt A, Belli R, Lohbauer U. Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *J Dent*. 2014 Jul;42(7):800–7.
4. Perdigão J, Swift EJJ. Universal Adhesives. *J Esthet Restor Dent Off Publ Am Acad Esthet Dent*. [et al]. 2015;27(6):331–4.

5. Nagarkar S, Theis-Mahon N, Perdigão J. Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2019 Aug;107(6):2121–31.
6. Peumans M, De Munck J, Mine A, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of non-carious cervical lesions. A systematic review. *Dent Mater*. 2014 Oct;30(10):1089–103.
7. Chen C, Niu L-N, Xie H, Zhang Z-Y, Zhou L-Q, Jiao K, et al. Bonding of universal adhesives to dentine--Old wine in new bottles? *J Dent*. 2015 May;43(5):525–36.
8. Perdigão J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am J Dent*. 2012 Jun;25(3):153–8.
9. Sezinando A, Perdigão J, Ceballos L. Long-term In Vitro Adhesion of Polyalkenoate-based Adhesives to Dentin. *J Adhes Dent*. 2017;19:1–12.
10. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res*. 2005 Feb;84(2):118–32.
11. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res*. 1992 Aug;71(8):1530–40.
12. Perdigão J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am*. 2007 Apr;51(2):333–57, viii.
13. Szesz A, Parreiras S, Reis A, Loguercio A. Selective enamel etching in cervical lesions for self-etch adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent*. 2016 Oct;53:1–11.
14. Suzuki T, Takamizawa T, Barkmeier WW, Tsujimoto A, Endo H, Erickson RL, et al. Influence of Etching Mode on Enamel Bond Durability of Universal Adhesive Systems. *Oper Dent*. 2016;41(5):520–30.
15. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt K, Van Meerbeek B. Thirteen-year randomized controlled clinical trial of a two-step self-etch adhesive in non-carious cervical lesions. *Dent Mater*. 2015 Mar;31(3):308–14.
16. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater*. 2011 Jan;27(1):17–28.
17. Yoshihara K, Yoshida Y, Nagaoka N, Fukegawa D, Hayakawa S, Mine A, et al. Nano-controlled molecular interaction at adhesive interfaces for hard tissue reconstruction. *Acta Biomater*. 2010 Sep;6(9):3573–82.
18. Yoshihara K, Shahmoradgoli M, Martínez E, Vegesna R, Kim H, Torres-Garcia W, et al. Inferring tumour purity and stromal and immune cell admixture from expression data. *Nat Commun [Internet]*. 2013;4(1):2612. Available from: <https://doi.org/10.1038/ncomms3612>
19. Moura SK, Pelizzaro A, Dal Bianco K, de Goes MF, Loguercio AD, Reis A, et al. Does the

- acidity of self-etching primers affect bond strength and surface morphology of enamel? *J Adhes Dent.* 2006 Apr;8(2):75–83.
20. Manuja N, Nagpal R, Pandit IK. Dental adhesion: mechanism, techniques and durability. *J Clin Pediatr Dent.* 2012;36(3):223–34.
 21. Tjäderhane L, Carrilho MR, Breschi L, Tay FR, Pashley DH. Dentin basic structure and composition—an overview. *Endod Top.* 2009;20(1):3–29.
 22. Marshall Jr GW, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent.* 1997;25(6):441–58.
 23. Yamamoto T, Domon T, Takahashi S, Islam N, Suzuki R, Wakita M. The structure and function of periodontal ligament cells in acellular cementum in rat molars. *Ann Anat = Anat Anzeiger Off organ Anat Gesellschaft.* 1998 Dec;180(6):519–22.
 24. De Munck J, Mine A, Van den Steen PE, Van Landuyt KL, Poitevin A, Opdenakker G, et al. Enzymatic degradation of adhesive-dentin interfaces produced by mild self-etch adhesives. *Eur J Oral Sci.* 2010 Oct;118(5):494–501.
 25. Perdigão J, Araujo E, Ramos RQ, Gomes G, Pizzolotto L. Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. *J Esthet Restor Dent Off Publ Am Acad Esthet Dent . [et al].* 2021 Jan;33(1):51–68.