

Influência de diferentes protocolos de aplicação do sistema adesivo universal na microinfiltração de restaurações Classe V. Estudo *in vitro*

Influence of different application protocols of the universal adhesive system on microleakage of Class V restorations. *In vitro* study

Influencia de diferentes protocolos de aplicación del sistema adhesivo universal en la microfiltración de restauraciones de Clase V. Estudio *in vitro*

Recebido: 24/01/2022 | Revisado: 21/02/2022 | Aceito: 30/06/2022 | Publicado: 08/07/2022

Stéphane Vanelli da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9672-1181>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: stephanevanelli@hotmail.com

Cassia Thaís Iurkiv Zanatta

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3300-4350>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: cassaiurkiv@gmail.com

Stephanie Bonamin

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4386-6838>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: stebonamin@gmail.com

Veridiana Camilotti

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3004-3939>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: vericamilotti@hotmail.com

Márcio José Mendonça

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6953-7135>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: dr.mendonca@uol.com.br

Julio Katuhide Ueda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8664-942X>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: juliuueda2020@gmail.com

Resumo

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência de diferentes protocolos de aplicação do sistema adesivo universal na microinfiltração marginal de restaurações classe V de resina composta. Para isso foram selecionados 30 incisivos bovinos, divididos em três grupos (n=10): Grupo CT – condicionamento total; Grupo AC – autocondicionamento e o Grupo CSE – condicionamento seletivo do esmalte. O adesivo utilizado foi um adesivo universal (Ambar Universal APS, FGM), aplicados de acordo com os grupos. Após o preparo cavitário e aplicação do sistema adesivo, foram restaurados com resina composta nanoparticulada com a técnica incremental. Após 24 horas, imersos em água destilada, todos os espécimes foram preparados e submetidos ao teste de microinfiltração durante 24 horas em uma solução de azul de metileno a 2%. Em seguida, foram seccionados no sentido vestibulo-lingual e avaliados quanto à infiltração marginal. Os resultados assim obtidos foram submetidos à análise estatística, onde não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Assim, de acordo com os resultados desse trabalho pode se concluir que o adesivo universal pode ser utilizado na forma autocondicionante, não tendo necessidade de fazer um condicionamento prévio com ácido fosfórico.

Palavras-chave: Adesivos dentinários; Infiltração dentária, Resinas compostas.

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the influence of different application modes of the universal adhesive system on the marginal microleakage of class V composite resin restorations. For this, 30 bovine incisors were selected, divided into three groups (n=10): Group CT – total etch; Group AC – self-etching and Group CSE – selective enamel etching. The adhesive used was a universal adhesive (Ambar Universal APS, FGM), applied according to the groups. After cavity preparation and application of the adhesive system, they were restored with nanoparticulate composite resin using the incremental technique. After 24 hours, immersed in distilled water, all specimens were prepared and submitted to microleakage test for 24 hours in a 2% methylene blue solution. Then, they were sectioned in the buccolingual direction and evaluated for marginal leakage. The results obtained were submitted

to statistical analysis, where no statistically significant difference was observed between the groups. Thus, according to the results of this work, it can be concluded that the universal adhesive can be used in a self-etching form, with no need for pre-conditioning with phosphoric acid.

Keywords: Dentin-bonding agents; Dental leakage; Composite resins.

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la influencia de diferentes protocolos de aplicación del sistema adhesivo universal en la microfiltración marginal de las restauraciones de resina compuesta de clase V. Para ello, se seleccionaron 30 incisivos bovinos, divididos en tres grupos (n = 10): Grupo CT - acondicionamiento total; Grupo AC - auto-acondicionamiento y Grupo CSE - acondicionamiento selectivo del esmalte. El adhesivo utilizado fue un adhesivo universal (Ambar Universal APS, FGM), aplicado según los grupos. Después de la preparación de las cavidades y la aplicación del sistema adhesivo, se restauraron con resina compuesta de nanopartículas utilizando la técnica incremental. Después de 24 horas, sumergidas en agua destilada, se prepararon todas las muestras y se sometieron a prueba de microfiltración durante 24 horas en una solución de azul de metileno al 2%. Luego, se seccionaron en la dirección vestibulolingual y se evaluaron para detectar infiltración marginal. Los resultados así obtenidos se sometieron a análisis estadístico, donde no se observó diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. Así, de acuerdo con los resultados de este trabajo, se puede concluir que el adhesivo universal se puede utilizar en forma de auto-acondicionamiento, sin necesidad de preacondicionamiento con ácido fosfórico.

Palabras clave: Recubrimientos dentinarios, Filtración dental; Resinas compuestas.

1. Introdução

Um dos objetivos mais importantes no desenvolvimento dos adesivos dentários é simplificar os procedimentos restauradores com resina composta (van Meerbeek et al., 2020). Além da simplificação e da redução do tempo necessário, a diminuição e a limitação dos erros clínicos sempre foram os objetivos dos pesquisadores (Rengo et al., 2012). Nos últimos anos foram introduzidos adesivos universais de frasco único (J. Perdigão et al., 2014) para minimizar a sensibilidade técnica, facilitar ainda mais o processo de adesão e evitar os problemas relacionados à penetração incompleta de tags de resina nas porosidades criadas pelo condicionamento ácido. Como resultado, esses sistemas são extremamente fáceis de se usar e economizam tempo (Pouyanfar et al., 2018). Além disso, eles podem se aderir a diferentes materiais restauradores à base de metacrilato, cimento, selantes, dentina, esmalte, ionômero de vidro e substratos de restauração indireta, incluindo metais, alumina, zircônia e outras cerâmicas (Amaral et al., 2014; Jorge Perdigão et al., 2012).

Estes adesivos universais podem ser aplicados na forma autocondicionante, (AC), condicionamento total e enxágue (CT) ou condicionamento seletivo do esmalte (CSE) (Chen et al., 2015). O condicionamento proporcionado por estes adesivos pode ser considerado suficiente na dentina, mas possivelmente insuficiente para a adesão ao esmalte (Wagner et al., 2014). Inúmeros estudos *in vitro* foram realizados avaliando o desempenho adesivo dos adesivos universais (Atalay et al., 2020; Hanabusa et al., 2012; Marchesi et al., 2014; Miguel Angel Muñoz et al., 2013; Wagner et al., 2014). Alguns desses estudos sugeriram que o condicionamento com ácido fosfórico, lavagem e secagem teve um efeito positivo no esmalte em termos de aumento da adesão, diferentemente na dentina, que não foi observado esse aumento (Hanabusa et al., 2012; Marchesi et al., 2014). Além disso, alguns estudos *in vitro* mostraram que o CSE antes da aplicação dos adesivos autocondicionantes melhorou o desempenho da adesão ao esmalte (Erickson et al., 2009; Frankenberger et al., 2008). Em uma avaliação clínica de 8 anos realizada por Peumans et al. (2010), o CSE resultou em apenas algumas pequenas mudanças positivas em termos de adaptação marginal e coloração no esmalte. Outro fator importante a ser levado em consideração é a presença do 10-metacrilóiloxidecil di-hidrogênio fosfato (10-MDP) encontrado em alguns adesivos universais. Sua capacidade de interagir com o cálcio da hidroxiapatita pode fornecer maior resistência adesiva ao substrato dental (Atalay et al., 2020; Yoshida et al., 2012). Em um estudo *in vitro*, os autores relataram que adesivos universais contendo MDP exibiram maior resistência de união e menor infiltração (M. A. Muñoz et al., 2015).

Embora os estudos clínicos produzam resultados mais realistas e o uso de achados *in vitro* tenha suas limitações específicas, os testes laboratoriais ainda são úteis para a coleta de dados iniciais (Munck et al., 2005). Um desses testes de

laboratório é o teste de microinfiltração, usado para avaliar a capacidade de selamento dos materiais. A falta de selamento e as fendas marginais são o principal fator para descoloração marginal, recidiva de cárie e lesão pulpar (Going, 1972; Jordehi et al., 2019). Em razão da importância do selamento marginal das restaurações de resina composta, da recente introdução de adesivos universais, dos dados limitados sobre o seu desempenho e da controvérsia em relação à integridade marginal proporcionada, este estudo teve como objetivo avaliar a microinfiltração marginal de restaurações de resina composta após a aplicação de um adesivo universal no seu modo AC, CT e CSE. A hipótese nula testada foi a de que não há diferença significativa na capacidade de selamento marginal entre as diferentes formas de aplicação dos adesivos universais.

2. Metodologia

A composição e o fabricante dos materiais utilizados estão listados na Tabela 1. Foram selecionados 30 dentes incisivos bovinos, clinicamente hígidos, limpos e armazenados em solução supersaturada de timol a 0,1% a 4°C até o momento do uso.

Tabela 1. Composição e fabricante dos materiais utilizados.

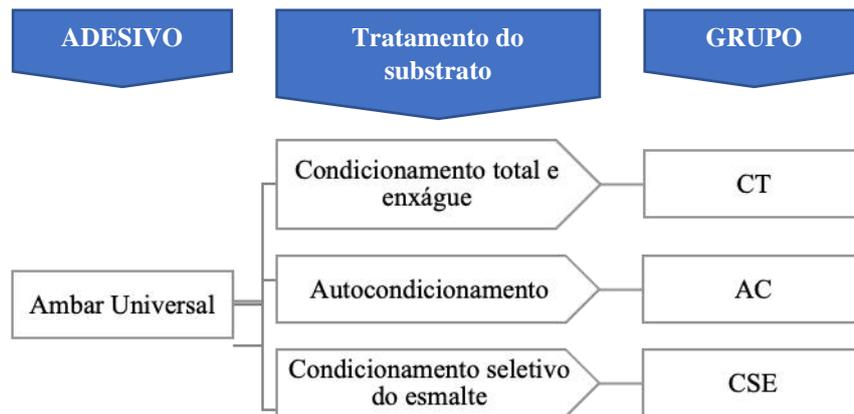
Material	Composição	Fabricante
Ambar Universal APS	Ingredientes Ativos: MDP (10-Metacrilóiloxidecil dihidrogênio fosfato), Monômeros Metacrílicos, Fotoiniciadores, Co-iniciadores e Estabilizante. Ingredientes Inativos: Carga Inerte (nanopartículas de sílica), Veículo (etanol) e Água.	FGM, Joinvile, SC, Brasil
Ácido Fosfórico (CondAC 37)	Ácido Fosfórico a 37%, sílica coloidal, surfactante e corante.	FGM, Joinvile, SC, Brasil
Z350, cor DA3	Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, TEGDMA, zircônia/sílica e partículas não aglomeradas	3M ESPE St Paul, MN, USA

Bis-GMA: Bisfenol A-glicidil metacrilato; UDMA: Uretano dimetacrilato; Bis-EMA: Bisfenol A polietileno diéter dimetacrilato; TEGDMA: Trietilenoglicol dimetacrilato; HEMA: 2-hidroxietil metacrilato; MDP: Metacrilóiloxidecil dihidrogênio fosfato

Fonte: Autores.

Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 3 grupos experimentais, com 10 dentes cada (n=10), de acordo com o tipo de tratamento do substrato (Figura 1). O grupo CT foi considerado o grupo controle. Todas as amostras receberam limpeza coronária com pó de pedra-pomes e água e taça de borracha montada em peça de mão em baixa velocidade. Foram lavadas com jatos de ar-água e secas com jatos de ar.

Figura 1. Grupos experimentais de acordo com o adesivo e o tratamento do substrato.



Fonte: Autores.

Em seguida, foram confeccionados 30 preparos cavitários do tipo classe V na face vestibular, com dimensões aproximadas de 2 mm de comprimento, 2 mm de largura e 1,5 mm de profundidade (Chandra et al., 2013; Jordehi et al., 2019), através da utilização de um instrumento cortante rotatório diamantado de formato cilíndrico (n.1090 - K. G. Sorensen, Cotia, SP, Brasil), em alta velocidade sob refrigeração com água. Essa calibragem foi realizada com o auxílio de uma sonda periodontal. Uma ponta diamantada nova foi utilizada a cada quatro preparos (Jordehi et al., 2019).

As cavidades foram preparadas de maneira a posicionar seu centro na junção cimento-esmalte; confinadas dentro dos ângulos da linha distal e mesial dos dentes. A oclusal das cavidades foi posicionada 1 mm coronal à junção cimento-esmalte e a margem gengival foi colocada 1 mm apical à junção cimento-esmalte. Finalmente, um bisel de 0,5 mm foi confeccionado na margem do esmalte, com um instrumento cortante rotatório diamantado de formato em chama (n.1111 - K. G. Sorensen, Cotia, SP, Brasil), em alta velocidade sob refrigeração com água (adaptado de Jordehi et al., 2019). Antes do preparo cavitário, os contornos da cavidade foram desenhados com o uso de um lápis.

As cavidades preparadas foram tratadas de acordo com os grupos (Fig. 1) seguindo as instruções do fabricante. No grupo CT foi realizada a aplicação do ácido fosfórico por 15 segundos tanto no esmalte quanto na dentina, lavagem da superfície com água em abundância e secagem da cavidade com papel absorvente, de modo que a dentina não ficasse desidratada, mas que também não houvesse acúmulo de água na superfície. No grupo AC foi realizada a aplicação direta do sistema adesivo sem condicionamento prévio do esmalte e da dentina. Já no grupo CSE foi realizada a aplicação do ácido fosfórico por 15 segundos somente em esmalte, seguido de lavagem e secagem semelhante ao grupo CT. Para fins de comparação, todas as etapas foram realizadas por um mesmo operador.

Na sequência, foi aplicado o adesivo Ambar Universal APS (FGM, Joinvile, SC, Brasil) diretamente em todas as cavidades com um microaplicador descartável (Cavibrush, FGM, Joinvile, SC, Brasil). Duas camadas do adesivo foram aplicadas no preparo cavitário levemente úmido. A primeira camada foi aplicada friccionando vigorosamente o adesivo com o microaplicador embebido com o produto durante 20 segundos, seguido de leve jato de ar por 15 segundos para evaporação do solvente. A segunda camada foi aplicada da mesma maneira e depois fotoativada com luz azul por, no mínimo, 10 segundos com aparelho diodo emissor de luz (Bluephase, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) usando o programa de alta intensidade (1200 mW/cm²)

Posteriormente os grupos foram restaurados com resina composta Z350 (3M ESPE), cor A3D, pela técnica incremental e cada incremento foi fotoativado por 40 segundos com mesmo aparelho fotopolimerizador e mesma intensidade.

Após a realização das restaurações, os espécimes receberam acabamento com discos de lixa Diamond Pro (FGM, Joinvile, SC, Brasil) para remoção de eventuais excessos. Todos os dentes foram mantidos em água destilada a 37°C, por 24

horas (Jordehi et al., 2019) . Decorrido este tempo, os dentes foram secos com papel absorvente e os ápices impermeabilizados com resina epóxica (Araldite Hobby, Tekbond Ind. Bras.), obtendo-se vedamento total. Duas camadas de esmalte cosmético de cor vermelha foram aplicadas em toda a superfície até 1 mm das margens da cavidade. Após a aplicação da primeira camada de esmalte, aguardou-se a sua completa secagem antes da aplicação da segunda camada. Em seguida, todas as amostras foram imersas em azul de metileno a 2% por 24h (Jordehi et al., 2019), depois lavadas em água corrente por 1 minuto e deixadas sobre papel absorvente por 2 horas em superfície plana.

Para facilitar o manuseio das amostras durante o corte, todos os dentes foram incluídos em cera vermelha. As amostras foram então seccionadas no sentido vestibulo-lingual com um corte único, realizado com disco diamantado montado em peça reta, passando pelo centro da restauração, dividindo-as em duas partes, uma mesial e outra distal.

A avaliação do grau de infiltração marginal foi realizada às cegas através de um estereomicroscópio com 50x de aumento, por três examinadores previamente treinados, que desconheciam os grupos de estudo. A microinfiltração nas margens oclusal (esmalte) e gengival (dentina) foi classificada da seguinte forma, em termos de penetração do corante nas margens da restauração (Jordehi et al., 2019):

- Escore 0: sem penetração do corante;
- Escore 1: penetração do corante até a metade da profundidade da cavidade ou menos;
- Escore 2: Penetração do corante até mais da metade da profundidade da cavidade sem afetar a parede axial;
- Escore 3: Penetração do corante em todas as paredes da cavidade com envolvimento da parede axial.

Somente o lado do dente com máxima penetração do corante na margem do esmalte ou dentina foi analisado estatisticamente. O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis foi utilizado para comparar os três grupos de estudo nas margens de esmalte e dentina. A significância estatística foi estabelecida em $\alpha = 0,05$.

3. Resultados

Os resultados foram submetidos inicialmente ao teste de Kruskal Wallis, onde não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos, sendo $p=0.132$.

Os escores da microinfiltração de cada grupo atribuídos pelos avaliadores são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Quantidade de escores atribuídos para cada grupo.

Grupo	Escore	Quantidade de escores atribuído
CT	0	30
	1	0
	2	0
	3	0
CSE	0	30
	1	0
	2	0
	3	0
AC	0	28
	1	2
	2	0
	3	0

Fonte: Autores.

4. Discussão

Com base nos resultados do presente estudo, o uso do adesivo Ambar Universal APS no modo AC levou a valores de microinfiltração mais elevados em comparação com o adesivo usado no modo CT ou CSE. No entanto, não foram observadas diferenças significativas entre os três grupos ($p > 0,05$) na capacidade de selamento marginal, o que leva a aceitar a hipótese nula proposta para este trabalho.

Os resultados deste trabalho podem ser atribuídos ao curto tempo de armazenamento de 24hs no corante (Lawson et al., 2015; Manfroi et al., 2020; Marchesi et al., 2014), a confecção do bisel na margem do preparo cavitário (Patanjali et al., 2019), aplicação ativa do adesivo universal (Loguercio et al., 2011; Pleffken et al., 2011) e habilidade do operador (Shafiei et al., 2021). Marchesi et al. (2014) não encontraram diferenças significativas na nanoinfiltração entre os diferentes protocolos de aplicação do sistema adesivo universal após 24 horas de armazenamento. Porém, após 1 ano de armazenamento em saliva artificial, os resultados apontaram um aumento significativo da nanoinfiltração em todos os sistemas testados, demonstrando a necessidade de realizar um estudo a longo prazo e maior tempo de armazenamento dos espécimes. Lawson et al. (2015) compararam o desempenho clínico do adesivo Scotchbond™ Universal Adhesive (3M ESPE, St Paul, MN, EUA) nos modos AC e CT com um adesivo de condicionamento e enxágue (Scotchbond Multi-purpose, 3M ESPE, St Paul, MN, EUA) para restaurar lesões cervicais não cariosas de Classe V. Todos os materiais mostraram um aumento na descoloração marginal ao longo do tempo de avaliação de uma semana e aos 6, 12 e 24 meses. Embora o adesivo universal no modo AC tenha mostrado uma extensão maior de descoloração marginal que os outros materiais aos 24 meses, não houve diferenças significativas entre os materiais em relação à adaptação marginal, cárie secundária ou sensibilidade ao frio. Manfroi et al. (2020) também não encontraram diferenças significativas na nanoinfiltração de diferentes sistemas adesivos aplicados na dentina após 24h de armazenamento em água destilada. Porém, após um desafio cariogênico com variação de pH, houve um aumento significativo na porcentagem de nanoinfiltração para todos os sistemas adesivos.

Neste estudo, optou-se ainda pela realização de um bisel com 0,5 mm de espessura na margem do esmalte. A durabilidade da interface entre o adesivo e o substrato dental também pode estar relacionada ao biselamento ou não da margem do preparo. Apesar do bisel não conseguir eliminar completamente a microinfiltração em nenhum dos sistemas adesivos usados, Patanjali et al. (2019) concluíram que o biselamento melhora a integridade marginal e a resistência ao cisalhamento dos sistemas adesivos AC e de CT em dentes decíduos e permanentes.

O adesivo universal foi aplicado ativamente na dentina, pois estudos anteriores relataram claramente que o uso ativo desses adesivos autocondicionantes resultam em um melhor desempenho de união (Loguercio et al., 2011; Pleffken et al., 2011). Shafiei et al. (2021) compararam a habilidade do operador durante a etapa de adesão. No grupo constituído por profissionais especialistas, não foram encontradas diferenças na microinfiltração quando adesivos universais foram testados nas margens do esmalte ou da dentina, abrindo a possibilidade do uso tanto no modo AC quanto no modo CT sem comprometer a restauração, desde que realizado o correto manejo do mesmo.

Por outro lado, os resultados deste trabalho vão contra os encontrados por Karaman and Güler (2016). No esmalte, mostraram que a microinfiltração foi maior quando sistemas adesivos foram aplicados no modo AC em comparação com os adesivos aplicados na forma CT. A diferença na microinfiltração na margem do esmalte se deve principalmente à diferença na acidez dos agentes aplicados. O pH do adesivo universal utilizado no presente trabalho na forma AC está entre 2.6 a 3.0 e o pH do ácido fosfórico utilizado no modo CT é < 1 , portanto, o último condiciona o esmalte de forma mais eficaz, resultando em uma melhor adesão. Diferente da abordagem AC, onde ocorre uma interação superficial com formação deficiente de tags de resina (Da Rosa et al., 2015; Hanabusa et al., 2012; Kermanshah & Khorsandian, 2017). Na margem da dentina, a diferença entre a resistência adesiva e a nanoinfiltração dos adesivos universais aplicados na forma AC e CT pode ser explicada pelo fato do monômero ácido MDP do adesivo se beneficiar da apatita residual das fibras colágenas para estabelecer uma ligação

química estável e aumentar a longevidade da união (Kermanshah & Khorsandian, 2017; van Meerbeek et al., 2020; Yoshida et al., 2012). Os adesivos autocondicionantes fortes dissolvem completamente a smear layer, semelhante aos sistemas adesivos de condicionamento ácido e enxágue, enquanto os ultrasuaves deixam os túbulos dentinários intactos sem remover a smear plug. A desmineralização parcial resultante dos sistemas adesivos suaves e ultrasuaves são uma vantagem devido à possibilidade de interação química entre alguns monômeros funcionais (como MDP e 4-META) e os cristais de hidroxiapatita remanescentes ao longo das fibras de colágeno (Gupta et al., 2017).

Os adesivos selam a margem oclusal em esmalte muito melhor que a margem gengival em dentina, o que pode ser atribuída à presença de maior conteúdo orgânico, configuração tubular, pressão do fluido dentinário e à menor energia superficial da dentina, que tornam a adesão relativamente mais difícil do que no esmalte (Mousavinasab et al., 2011).

Como toda pesquisa laboratorial, o presente estudo também apresenta algumas limitações. As condições da cavidade bucal são sempre complexas e impossível reproduzir *in vitro*, portanto é altamente recomendada a realização de estudos clínicos de longo prazo para avaliar esta microinfiltração e outros parâmetros que não podem ser avaliados laboratorialmente como a sensibilidade pós-operatória e descoloração marginal nas restaurações de resina composta.

5. Conclusão

Os testes laboratoriais têm recursos de simulação limitada, porém com a avaliação da microinfiltração é possível prever a integridade marginal das restaurações. Assim, de acordo com os resultados desse trabalho de avaliação do selamento marginal imediato pode-se concluir que o adesivo universal Ambar Universal APS pode ser utilizado na forma autocondicionante (AC), não tendo necessidade de se fazer um condicionamento prévio com ácido fosfórico (CT ou CSE).

Porém, mais estudos *in vitro* e *in vivo* são necessários para esclarecer se este adesivo aplicado na forma autocondicionante apresentam resultados clinicamente aceitáveis.

Agradecimentos

Ao CCBS-Unioeste pelo apoio na publicação do artigo.

Referências

- Amaral, M., Belli, R., Cesar, P. F., Valandro, L. F., Petschelt, A., & Lohbauer, U. (2014). The potential of novel primers and universal adhesives to bond to zirconia. *Journal of Dentistry*, 42(1), 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.11.004>
- Atalay, C., Ozgunaltay, G., & Yazici, A. R. (2020). Thirty-six-month clinical evaluation of different adhesive strategies of a universal adhesive. *Clinical Oral Investigations*, 24(4), 1569–1578. <https://doi.org/10.1007/s00784-019-03052-2>
- Chandra, P. V. R., Harikumar, V., Ramkiran, D., Krishna, M. J. N., & Gouda, M. V. (2013). Microleakage of class V resin composites using various self-etching adhesives: An in vitro study. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 14(1), 51–55. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1269>
- Chen, C., Niu, L.-N., Xie, H., Zhang, Z.-Y., Zhou, L.-Q., Jiao, K., Chen, J.-H., Pashley, D. H [D. H.], & Tay, F. R. (2015). Bonding of universal adhesives to dentine--Old wine in new bottles? *Journal of Dentistry*, 43(5), 525–536. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.03.004>
- Da Rosa, W. L. d. O., Piva, E., & Da Silva, A. F. (2015). Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dentistry*, 43(7), 765–776. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.04.003>
- Erickson, R. L., Barkmeier, W. W., & Latta, M. A. (2009). The role of etching in bonding to enamel: A comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 25(11), 1459–1467. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.07.002>
- Frankenberger, R., Lohbauer, U., Roggendorf, M. J., Naumann, M., & Taschner, M. (2008). Selective enamel etching reconsidered: Better than etch-and-rinse and self-etch? *The Journal of Adhesive Dentistry*, 10(5), 339–344.
- Going, R. E. (1972). Microleakage around dental restorations: A summarizing review. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 84(6), 1349–1357. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1972.0226>
- Gupta, A., Tavane, P., Gupta, P. K., Tejolatha, B., Lakhani, A. A., Tiwari, R., Kashyap, S., & Garg, G. (2017). Evaluation of Microleakage with Total Etch, Self Etch and Universal Adhesive Systems in Class V Restorations: An In vitro Study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research : JCDR*, 11(4), ZC53-ZC56. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/24907.9680>

- Hanabusa, M., Mine, A., Kuboki, T., Momoi, Y., van Ende, A., van Meerbeek, B [Bart], & Munck, J. de [Jan] (2012). Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. *Journal of Dentistry*, 40(6), 475–484. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2012.02.012>
- Jordehi, A. Y., Shahabi, M. S., & Akbari, A. (2019). Comparison of self-adhering flowable composite microleakage with several types of bonding agent in class V cavity restoration. *Dental Research Journal*, 16(4), 257–263.
- Karaman, E., & Güler, E. (2016). Marginal Adaptation of Class V Restorations with a New Universal Adhesive. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry*, 36(1), 125–130. <https://doi.org/10.11607/prd.2598>
- Kermanshah, H., & Khorsandian, H. (2017). Comparison of microleakage of Scotchbond™ Universal Adhesive with methacrylate resin in Class V restorations by two methods: Swept source optical coherence tomography and dye penetration. *Dental Research Journal*, 14(4), 272–281. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.211651>
- Lawson, N. C., Robles, A., Fu, C.-C., Lin, C. P., Sawlani, K., & Burgess, J. O. (2015). Two-year clinical trial of a universal adhesive in total-etch and self-etch mode in non-carious cervical lesions. *Journal of Dentistry*, 43(10), 1229–1234. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.07.009>
- Loguercio, A. D [Alessandro Dourado], Stanislawczuk, R., Mena-Serrano, A., & Reis, A [Alessandra] (2011). Effect of 3-year water storage on the performance of one-step self-etch adhesives applied actively on dentine. *Journal of Dentistry*, 39(8), 578–587. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.06.005>
- Manfroí, F. B., Ethur, E. M., Somacal, D. C., Paludo, T., & Spohr, A. M. (2020). Effect of Cariogenic Challenge on the Degradation of Adhesive-Dentin Interfaces. *Brazilian Dental Journal*, 31(2), 179–185. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202002904>
- Marchesi, G., Frassetto, A., Mazzoni, A., Apolonio, F., Diolosà, M., Cadenaro, M., Di Lenarda, R., Pashley, D. H [David H.], Tay, F., & Breschi, L. (2014). Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-year in vitro study. *Journal of Dentistry*, 42(5), 603–612. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.12.008>
- Mousavinasab, S. M., Atai, M., & Alavi, B. (2011). To compare the microleakage among experimental adhesives containing nanoclay fillers after the storages of 24 hours and 6 months. *The Open Dentistry Journal*, 5(1), 52–57. <https://doi.org/10.2174/1874210601105010052>
- Munck, J. de [J.], van Landuyt, K., Peumans, M [M.], Poitevin, A., Lambrechts, P., Braem, M., & van Meerbeek, B [B.] (2005). A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: Methods and results. *Journal of Dental Research*, 84(2), 118–132. <https://doi.org/10.1177/154405910508400204>
- Muñoz, M. A [M. A.], Luque-Martinez, I., Malaquias, P., Hass, V [V.], Reis, A [A.], Campanha, N. H., & Loguercio, A. D [A. D.] (2015). In vitro longevity of bonding properties of universal adhesives to dentin. *Operative Dentistry*, 40(3), 282–292. <https://doi.org/10.2341/14-055-L>
- Muñoz, M. A [Miguel Angel], Luque, I., Hass, V [Viviane], Reis, A [Alessandra], Loguercio, A. D [Alessandro Dourado], & Bombarda, N. H. C. (2013). Immediate bonding properties of universal adhesives to dentine. *Journal of Dentistry*, 41(5), 404–411. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.03.001>
- Patanjali, S., Arora, A., Arya, A., & Grewal, M. S. (2019). An In Vitro Study of Effect of Beveling of Enamel on Microleakage and Shear Bond Strength of Adhesive Systems in Primary and Permanent Teeth. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 12(3), 205–210. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1623>
- Perdigão, J [J.], Kose, C., Mena-Serrano, A. P., Paula, E. A. de, Tay, L. Y., Reis, A [A.], & Loguercio, A. D [A. D.] (2014). A new universal simplified adhesive: 18-month clinical evaluation. *Operative Dentistry*, 39(2), 113–127. <https://doi.org/10.2341/13-045-C>
- Perdigão, J [Jorge], Sezinando, A., & Monteiro, P. C. (2012). Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *American Journal of Dentistry*, 25(3), 153–158.
- Peumans, M [M.], Munck, J. de [J.], van Landuyt, K. L., Poitevin, A., Lambrechts, P., & van Meerbeek, B [B.] (2010). Eight-year clinical evaluation of a 2-step self-etch adhesive with and without selective enamel etching. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 26(12), 1176–1184. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.08.190>
- Pleffken, P. R., Almeida Lourenço, A. P. de, Torres, C. R., & Bühler Borges, A. (2011). Influence of application methods of self-etching adhesive systems on adhesive bond strength to dentin. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 13(6), 517–525. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a21417>
- Pouyanfar, H., Tabaii, E. S., Aghazadeh, S., Nobari, S. P. T. N., & Imani, M. M. (2018). Microtensile Bond Strength of Composite to Enamel Using Universal Adhesive with/without Acid Etching Compared To Etch and Rinse and Self-Etch Bonding Agents. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 6(11), 2186–2192. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.427>
- Rengo, C., Goracci, C., Juloski, J., Chieffi, N., Giovannetti, A., Vichi, A., & Ferrari, M. (2012). Influence of phosphoric acid etching on microleakage of a self-etch adhesive and a self-adhering composite. *Australian Dental Journal*, 57(2), 220–226. <https://doi.org/10.1111/j.1834-7819.2012.01689.x>
- Shafiei, F., Dehghani, Z., & Jowkar, Z. (2021). The influence of the operator's experience on the microleakage of two universal adhesives. *Clinical and Experimental Dental Research*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/cre.2.458>
- van Meerbeek, B [Bart], Yoshihara, K [Kumiko], van Landuyt, K [Kirsten], Yoshida, Y [Yasuhiro], & Peumans, M [Marleen] (2020). From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. *The Journal of Adhesive Dentistry*, 22(1), 7–34. <https://doi.org/10.3290/j.jad.a43994>
- Wagner, A., Wandler, M., Petschelt, A., Belli, R., & Lohbauer, U. (2014). Bonding performance of universal adhesives in different etching modes. *Journal of Dentistry*, 42(7), 800–807. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.04.012>
- Yoshida, Y [Y.], Yoshihara, K [K.], Nagaoka, N., Hayakawa, S., Torii, Y., Ogawa, T., Osaka, A., & van Meerbeek, B [B.] (2012). Self-assembled Nano-layering at the Adhesive interface. *Journal of Dental Research*, 91(4), 376–381. <https://doi.org/10.1177/0022034512437375>