



EFEITO DA TERAPIA FOTODINÂMICA ANTIMICROBIANA ASSOCIADA AO IODETO DE POTÁSSIO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO DA DENTINA AFETADA POR CÁRIE A MATERIAIS RESTAURADORES

Palavras-Chave: CÁRIE DENTÁRIA, FOTOQUIMIOTERAPIA, IODETO DE POTÁSSIO, RESISTÊNCIA À TRAÇÃO

Autores/as:

LAÍS DA COSTA FERNANDES [FOP – UNICAMP], FELIPE FABRÍCIO FARIAS DA SILVA [FOP – UNICAMP], Prof.^a Dr.^a CAROLINA STEINER OLIVERIA ALARCON (orientadora) [FOP – UNICAMP]

INTRODUÇÃO

A cárie dentária é uma doença biofilme-açúcar dependente, modulada pela dieta do indivíduo e mediada pela suscetibilidade à formação do biofilme, o qual é formado por uma comunidade microbiana diversificada. Os ácidos produzidos pelas bactérias cariogênicas causam a desmineralização dental, que pode evoluir para uma cavitação, atingindo os tecidos dentinários e/ou pulpares, e a perda do elemento dentário, caso não tratada. O uso da remoção seletiva de cárie, como uma técnica minimamente invasiva que visa manter os elementos dentários saudáveis, tem se mostrado uma alternativa vantajosa para o tratamento restaurador em dentes decíduos; no entanto, devem ser consideradas as limitações da remoção completa e/ou parcial da cárie na eliminação de bactérias. Nesse contexto, sugere-se o uso da terapia fotodinâmica antimicrobiana (TFDA) complementar a outras abordagens visando a redução da viabilidade microbiana e a desinfecção da dentina afetada remanescente. A TFDA é um tratamento antimicrobiano de amplo espectro, em que um agente fotosensibilizador (FS) não tóxico é irradiado por uma fonte de luz com comprimento de onda apropriado, produzindo espécies reativas de oxigênio e radicais livres, que causam danos aos componentes celulares dos microrganismos, levando-os à morte. O azul de metileno é um corante antimicrobiano que recebeu aprovação regulatória para atuar na TFDA de doenças infecciosas dentárias, como periodontite e cárie. Novos estudos indicam que a associação de sais inorgânicos como o iodeto de potássio (KI) ao FS visa potencializar os efeitos da TFDA. O oxigênio singleto em contato com o KI produz peróxidos, que se decompõem em peróxido de hidrogênio e moléculas de iodo livre, que são capazes de matar células microbianas a partir de concentrações específicas e são muito mais tóxicos se gerados perto das células alvo, uma vez que esses radicais têm curta distância de difusão. Assim, após desinfecção da cavidade, é necessária a colocação de um material restaurador a fim de restabelecer a forma e função da estrutura dentária perdida. Com relação ao material restaurador, entre as alternativas mais utilizadas mundialmente para reabilitação infantil, encontram-se os cimentos de ionômero de vidro e a resina composta. Ainda não é conhecido o efeito na resistência de união de restaurações poliméricas colocadas após o tratamento da dentina com TFDA associada ao KI. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o

efeito da terapia fotodinâmica antimicrobiana associada ao iodeto de potássio na resistência de união da dentina afetada por cárie a materiais restauradores.

METODOLOGIA

Delineamento experimental

Os espécimes foram divididos em 2 grupos (n=18): C (NaCl 0,9%, controle), TFDA (laser + azul de metileno 0,005% + iodeto de potássio 75 mM). Após os tratamentos, os blocos foram restaurados com uso de adesivo autocondicionante e restaurador universal microhíbrido. O teste de resistência de união foi realizado 48 h após a restauração.

Obtenção dos blocos de dentina

Dentes incisivos bovinos foram obtidos, limpos e armazenados em solução de timol a 0,1%. Os dentes foram seccionados para separar a coroa da porção radicular, em seguida, as porções coronárias foram levadas a uma Politriz Metalográfica (Arotec, Aropol 2v, Cotia, SP, Brasil) para a remoção do esmalte com lixa de carbetto de silício. Assim, as coroas foram seccionadas para obtenção dos espécimes de dentina com dimensões de 4 x 4 x 2 mm. Os blocos obtidos foram imersos em recipiente de vidro com água destilada e esterilizados por irradiação de micro-ondas durante 3:24 min a 650 W (Viana et al., 2010). Os blocos que não apresentaram fraturas ou outro defeito foram mantidos em ambiente com umidade de 100% até sua utilização.

Confecção dos dispositivos palatinos

Os dispositivos palatinos foram confeccionados em resina acrílica, contendo 8 cavidades (5 x 5 x 2 mm) que serviram de sítio para os blocos. Uma tela plástica foi colocada na região dos blocos para protegê-los de abrasão mecânica, deixando-se um espaço de 1 mm entre o bloco e tela para permitir o acúmulo de biofilme (Hara et al., 2003).

Fase intraoral

A indução da lesão de cárie nos blocos de dentina foi realizada de forma *in situ*, através da utilização dos dispositivos palatinos por voluntários. Cada voluntário recebeu um estojo contendo o dispositivo palatino, uma escova de dentes, um dentífrico fluoretado convencional (1450 ppm F), pacotes com gaze esterilizadas e um frasco contendo solução de sacarose a 20%.

Para a simulação de um alto desafio cariogênico, cada participante gotejou solução de sacarose a 20% sobre cada um dos blocos 8 vezes ao dia, em horários pré-estabelecidos (08:00, 09:30, 11:00, 13:00, 14:30, 16:00, 17:30, 19:00), e, para isso, o dispositivo deveria ser removido da cavidade oral, o excesso de saliva eliminado com gaze e uma gota da solução de sacarose gotejada sobre cada bloco (Nóbrega et al., 2016). Após 5 min, o dispositivo deveria ser reinserido na cavidade bucal. Os participantes tiveram acesso à água de abastecimento público contendo 0,7 ppm de fluoreto e não tiveram alteração na sua dieta habitual.

No décimo quarto dia após o início da fase intraoral e cerca de 12 h depois da última aplicação de sacarose, os dispositivos foram retirados da cavidade oral e a tela plástica removida cuidadosamente com uma lâmina de bisturi #15.

Blocos guardados em umidade relativa

Após a coleta e tratamento do biofilme formado na fase intraoral, os blocos foram removidos das cavidades dos dispositivos palatinos, limpos com gaze e água deionizada e armazenados em umidade

relativa no interior de tubos de microcentrífuga numerados. Os blocos foram alocados entre dois pedaços de algodão embebidos em água deionizada que foram inseridos dentro dos tubos de microcentrífuga a fim de se obter o ambiente de umidade relativa desejado.

Tratamentos

Trinta e seis blocos foram selecionados e divididos em dois grupos, controle e tratamento, cada um com 18 espécimes, atentando-se na escolha de blocos do mesmo voluntário para grupos correspondentes. Os blocos de ambos os grupos passaram pela remoção seletiva do tecido cariado com cureta de dentina. No grupo tratamento (n=18) foi realizada a TFDA com azul de metileno 0,005% associada ao iodeto de potássio 75 mM, em que 25µL foram aplicados sobre os blocos pelo tempo de pré-irradiação de 5 min, seguidos da radiação com laser de baixa potência GaAIs com comprimento de onda $\lambda = 660$ nm (TherapyXT, DMC, São Carlos, SP, Brasil), nos seguintes parâmetros: 200 J/cm², 100 mW, 18 J, modo contínuo, área do feixe: 0,09 cm², durante 180 s. No grupo controle (n=18) 25µL de NaCl 0,9% foram aplicados sobre os blocos pelo tempo de pré-irradiação de 5 min.

Restauração dos blocos

Previamente ao tratamento restaurador, todos os blocos foram lavados com água deionizada e secos. Foi utilizado o adesivo autocondicionante (Single Bond Universal, 3M do Brasil Ltda, Sumaré, SP, Brasil) de forma ativa por 15 s, seguido de leve jato de ar por 10 s, nova aplicação de adesivo de forma ativa por mais 15 s e fotoativação (Bluephase, Ivoclar Vivadent, São Paulo, Brasil) por 30 s. Por fim, os blocos foram restaurados com resina composta (Filtek Z250 XT, 3M do Brasil Ltda, Sumaré, SP, Brasil) em incremento único e fotoativados por 60 s. Os blocos restaurados foram mantidos em umidade relativa a 37 °C por 24 h.

Confecção dos palitos

Para a confecção dos palitos, cada bloco foi fixado a uma plataforma acrílica, com auxílio de godiva, seccionado em cortadeira refrigerada com água em baixa velocidade (Isomet 1000; Buehler, Lake Buff, IL, EUA) equipada com um disco diamantado de dupla face (Buehler, Lake Buff, IL, EUA). Foram realizados três cortes no sentido horizontal e três no sentido vertical, obtendo de cada espécime 4 palitos dentro das dimensões aproximadas de 1 x 1 mm para a realização do teste de microtração.

Resistência de união

O teste de resistência de união foi realizado de acordo com as diretrizes da Academy of Dental Materials (cada palito foi fixado ao dispositivo de microtração de uma máquina de teste universal (EZ Test, Shimadzu, Kyoto, Japão) usando cola à base de cianoacrilato (Super Bonder Gel, Henkel/Loctite, Diadema, SP, Brasil) e testado a uma velocidade de 1 mm/min, até que a interface de colagem fosse rompida. O pico de carga de tração de cada espécime (registrado em N) foi dividido pela área da seção transversal (em mm²) para calcular a tensão no momento da falha (em MPa). Um único valor de tensão de falha foi então calculado para cada espécime, calculando-se a média dos valores dos 2 palitos. O teste foi realizado 48 h após o tratamento restaurador.

Análise estatística

Os dados da resistência de união foram verificados quanto à normalidade e homocedasticidade, usando os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Houve uma distribuição normal, sendo utilizado o teste

One-way ANOVA seguido do post-hoc teste de Tukey. Foi utilizado o software Jamovi (versão 2.0) com nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de avaliar a resistência de união do tratamento proposto (TFDA associada ao KI) foi realizada a comparação com o grupo controle (Figura 1). Não houve uma diferença significativa ($p > 0,05$) entre os 2 grupos. O resultado encontrado demonstra que a associação do iodeto de potássio ao azul de metileno na TFDA não interferiu na resistência de união da superfície dentinária ao material restaurador, uma vez que não houve diferença significativa entre os grupos.

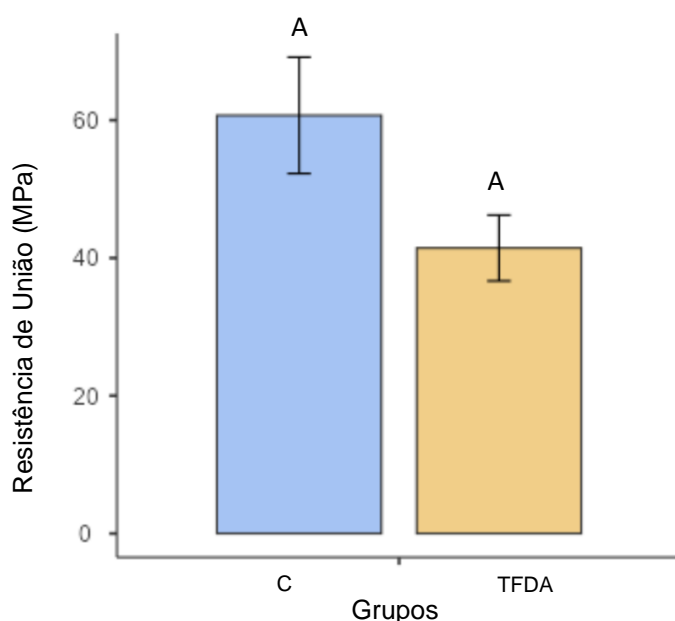


Figura 1. Resistência de união (MPa) encontrada para os grupos estudados. Não houve diferença estatística significativa de acordo com o teste One-way ANOVA seguido do post-hoc teste de Tukey.

O uso da TFDA, com o objetivo de desinfecção da dentina após remoção seletiva de cárie, não reduziu significativamente a resistência de união ao material restaurador utilizado, a resina composta com um adesivo autocondicionante. No estudo de Hashemikamangar e colaboradores (2022) foi utilizado o FS azul de toluidina com uma fonte de luz com comprimento de onda similar ($\lambda = 635 \text{ nm}$) ao do presente estudo, e não foi encontrada diferença significativa ao utilizar a TFDA em dentina sadia antes de restaurar com resina composta associado com um adesivo autocondicionante. Apesar de o substrato ter sido diferente, o resultado corrobora com os achados obtidos para a dentina afetada por cárie, no presente estudo.

No estudo de Al Saffan e colaboradores (2021) foi avaliado o efeito do uso da TFDA na resistência de união em dentes hipomineralizados. O FS azul de metileno foi utilizado associado a uma fonte de luz com comprimento de onda igual ao presente estudo ($\lambda = 660 \text{ nm}$), que mostrou que a resistência de união foi menor nos dentes com lesão de cárie comparados aos hígidos, e o grupo TFDA apresentou diferença estatística significativa comparada ao grupo controle e grupo com clorexidina como agente desinfectante.

O atual estudo é o primeiro a avaliar a resistência de união da TFDA com o uso do KI em dentina com lesão de cárie formada *in situ*. Há uma lacuna na literatura que avalie a resistência de união da dentina cariada

após desinfecção da cavidade com TFDA e posterior restauração com resina composta. Nos trabalhos citados anteriormente, foi avaliado em dentina sadia e dentina de dentes hipomineralizados, dificultando assim a comparação dos achados. Além disso, o fato de a lesão de cárie ter sido formada *in situ*, aumenta a relevância dos achados, uma vez que o estudo *in situ* a lesão foi formada na cavidade oral humana com as condições semelhantes que ocorrem no dente como temperatura, exposição constante à saliva e microbiota local.

CONCLUSÃO

O uso do iodeto de potássio associado ao azul de metileno no protocolo da TFDA, após a remoção seletiva de cárie formada *in situ* em dentina bovina, não interferiu na resistência de união ao material restaurador utilizado, a resina composta. Desta forma, esta técnica parece ser promissora para ser utilizada na desinfecção da dentina antes do tratamento restaurador.

BIBLIOGRAFIA

- Al Saffan A, Dewan H, Chohan H, Mustafa M, Kotha SB, Al Kheraif AA. Efficacy of photodynamic therapy, photobiomodulation and antimicrobial agent on the shear bond strength of composite restorations to hypomineralized teeth. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2021 Mar;33:102188.
- American Academy of Pediatric Dentistry. Guideline on Restorative Dentistry. *Pediatr Dent*. 2016 Oct;38(6):250-262.
- Armstrong S, Breschi L, Özcan M, Pfefferkorn F, Ferrari M, Van Meerbeek B. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach. *Dent Mater*. 2017 Feb;33(2):133-143.
- Cieplik F, Buchalla W, Hellwig E, Al-Ahmad A, Hiller KA, Maisch T, Karygianni L. Antimicrobial photodynamic therapy as an adjunct for treatment of deep carious lesions-A systematic review. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2017 Jun; 18: 54-62.
- Florez FLE, Oliveira MRM, Júnior OBO, Hiers RD, Khajotia SS, Pretel H. Bioluminescence Analysis of Antibacterial Photodynamic Therapy Using Methylene Blue Mediated by Low-Intensity Level Laser Against Cariogenic Biofilms. *Photomed Laser Surg*. 2018; 36(5):258-265.
- Hara AT, Queiroz CS, Paes Leme AF, Serra MC, Cury JA. Caries progression and inhibition in human and bovine root dentine *in situ*. *Caries Res*. 2003 Sep-Oct;37(5):339-44.
- Hashemikamangar SS, Alsaedi RJF, Chiniforush N, Motevaselian F. Effect of antimicrobial photodynamic therapy with different photosensitizers and adhesion protocol on the bond strength of resin composite to sound dentin. *Clin Oral Investig*. 2022 May;26(5):4011-4019.
- Nóbrega DF, Fernández CE, Del Bel Cury AA, Tenuta LM, Cury JA. Frequency of Fluoride Dentifrice Use and Caries Lesions Inhibition and Repair. *Caries Res*. 2016;50(2):133-40.
- Ricketts D, Lamont T, Innes NP, Kidd E, Clarkson JE. Operative caries management in adults and children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013 Mar 28;(3):CD003808.
- Rosier BT, Marsh PD, Mira A. Resilience of the Oral Microbiota in Health: Mechanisms That Prevent Dysbiosis. *J Dent Res*. 2018; 97(4):371-380.
- Simón-Soro A, Mira A. Solving the etiology of dental caries. *Trends Microbiol*. 2015 Feb;23(2):76-82.
- Viana PS, Machado AL, Giampaolo ET, Pavarina AC, Vergani CE. Disinfection of bovine enamel by microwave irradiation: effect on the surface microhardness and demineralization/remineralization processes. *Caries Res*. 2010;44(4):349-57.
- Vieira C, Gomes ATPC, Mesquita MQ, Moura NMM, Neves MGPMS, Faustino MAF, Almeida A. An Insight Into the Potentiation Effect of Potassium Iodide on aPDT Efficacy. *Front Microbiol*. 2018 Nov 19;9:2665.