

Evolução das resinas compostas

Evolution of compound resins

Evolución de las resinas compuestas

Recebido: 28/10/2022 | Revisado: 06/11/2022 | Aceitado: 07/11/2022 | Publicado: 14/11/2022

Rayanne dos Santos Maciel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0135-7995>

Faculdade Patos de Minas, Brasil

E-mail: rayannemodonto@gmail.com

Fernando Nascimento

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3568-3887>

Faculdade Patos de Minas, Brasil

E-mail: Fernando.nascimento@faculadepatosdeminas.edu.br

Resumo

O surgimento das resinas foi um grande marco para a odontologia, anteriormente quando se confeccionava restaurações dentais utilizando amalgama dental, na grande maioria dos casos era necessário a realização de grandes desgastes das estruturas dentárias sadias para que se obtivesse um preparo cavitário que atendesse as exigências do amalgama dental. Com o surgimento das resinas compostas esse desgaste excessivo foi extinto uma vez que este material não exigia características específicas de preparo para seu emprego. Com o passar do tempo as resinas compostas passaram por evoluções passando pelo surgimento de resinas microparticuladas, microhíbridas e nanohíbridas. Foi realizada uma revisão da literatura narrativa acerca do tema proposto utilizando como base bibliográfica artigos científicos publicados entre o ano 2017 e 2022, disponíveis nos bancos de dados online BVSaúde, PubMed e Scielo, todos os trabalhos encontram disponíveis em português, inglês e espanhol. A busca por artigos científicos foi realizada utilizando as expressões “Resinas compostas”, “Evolução das resinas compostas”, “Microhíbridas”, “Nanoparticuladas”, “composite resins”, “Evolution of composite resins”, “microhybrids” e “nanoparticulates”. Foram excluídos os artigos sem relação com o tema e/ou disponíveis em outros idiomas que não sejam português, inglês ou espanhol. Após analisar todo o material utilizado como base bibliográfica para o desenvolvimento deste trabalho, conclui-se que, as resinas foram um importante marco, viabilizando a realização de tratamentos conservadores e estéticos, no entanto, é de extrema importância que os cirurgiões dentistas saibam realizar a indicação destas em casos que estão são adequadas para uso.

Palavras-chave: Odontologia; Restauração dentária permanente; Resina composta. Resina nano-híbrida; Resina micro-híbrida.

Abstract

The emergence of resins was a great milestone for dentistry, previously when dental restorations were made using dental amalgam, in the vast majority of cases it was necessary to carry out great wear of healthy dental structures in order to obtain a cavity preparation that met the requirements of the dentist. dental amalgam. With the emergence of composite resins, this excessive wear was extinguished since this material did not require specific characteristics of preparation for its use. Over time, composite resins have undergone evolutions, including the emergence of microparticulate, microhybrid and nanohybrid resins. A review of the narrative literature on the proposed theme was carried out using scientific articles published between 2017 and 2022 as a bibliographic basis, available in the online databases BVSaúde, PubMed and Scielo, all works are available in Portuguese, English and Spanish. The search for scientific articles was performed using the expressions “Composite resins”, “Evolution of composite resins”, “Microhybrids”, “Nanoparticulates”, “composite resins”, “Evolution of composite resins”, “microhybrids” and “nanoparticulates”. Articles unrelated to the topic and/or available in languages other than Portuguese, English or Spanish were excluded. After analyzing all the material used as a bibliographic basis for the development of this work, it is concluded that the resins were an important milestone, enabling the realization of conservative and aesthetic treatments, however, it is extremely important that dental surgeons know how to perform the indication of these in cases where they are suitable for use.

Keywords: Dentistry; Dental restoration permanent; Composite resin; Microhybrid resin; Nanohybrid resin.

Resumen

El surgimiento de las resinas fue un gran hito para la odontología, anteriormente cuando las restauraciones dentales se realizaban utilizando amalgama dental, en la gran mayoría de los casos era necesario realizar un gran desgaste de las estructuras dentales sanas para poder obtener una preparación cavitaria que cumpliera con los requerimientos. del dentista amalgama dental. Con la aparición de las resinas compuestas, este desgaste excesivo se extinguió ya que este material no requería características específicas de preparación para su uso. Con el tiempo, las resinas compuestas han

sufrido evoluciones, incluida la aparición de resinas microparticuladas, microhíbridas y nanohíbridas. Se realizó una revisión de la literatura narrativa sobre el tema propuesto utilizando como base bibliográfica artículos científicos publicados entre 2017 y 2022, disponibles en las bases de datos en línea BVSsalud, PubMed y Scielo, todos los trabajos están disponibles en portugués, inglés y español. La búsqueda de artículos científicos se realizó utilizando las expresiones “Composite resins”, “Evolution of composite resins”, “Microhybrids”, “Nanoparticulates”, “composite resins”, “Evolution of composite resins”, “microhybrids” y “nanoparticulates”. Se excluyeron artículos no relacionados con el tema y/o disponibles en idiomas distintos al portugués, inglés o español. Luego de analizar todo el material utilizado como base bibliográfica para el desarrollo de este trabajo, se concluye que las resinas fueron un hito importante, posibilitando la realización de tratamientos conservadores y estéticos, sin embargo, es de suma importancia que los cirujanos dentistas sepan realizarlos. la indicación de éstos en los casos en que sean aptos para su uso.

Palabras clave: Odontología; Restauración dental permanente; Resina compuesta resina nano-híbrida; Resina microhíbrida.

1. Introdução

Entre os diversos materiais com finalidade restauradora que existem hoje, o destaque vai para aquele que proporcionou a maior revolução na odontologia restauradora, a resina composta. O amalgama dental já foi o material restaurador mais indicado até anos atrás, entretanto, este demandava na grande maioria das vezes a realização de um desgaste na estrutura dental sadia, visando a obtenção da retenção mecânica do preparo, em contrapartida as resinas compostas viabilizaram a execução de restaurações adesivas estéticas e minimamente invasivas (Fernandes et al., 2014; Ribeiro & Pazinato., 2016).

As resinas compostas vêm sendo utilizadas de forma ampla dentro da odontologia especialmente para tratamentos de áreas estéticas, este material também vem atraindo um grande interesse dentre os pesquisadores (Hervás, et al., 2016).

Tal material demonstra uma certa adesividade tanto ao esmalte quanto a dentina, além de possuir uma boa manutenção de brilho e cor superficial com o passar do tempo e resistência ao desgaste e a fratura, essas características cumprem uma boa parcela dos requisitos desejáveis para um material restaurador (Velo, et al., 2019).

As resinas compostas são constituídas basicamente por dois componentes principais, as partículas de carga inorgânica e a matriz orgânicas, também se destaca o agente de união e o sistema acelerador-iniciador, tais elementos são indispensáveis para que ocorra o processo de polimerização. Com estes quatro elementos os pesquisadores procuraram o melhor equilíbrio para conseguirem fazer com que as resinas compostas passassem por grandes mudanças desde que surgiram a mais de meio século (Amore, et al., 2011).

Há pouco tempo atrás as principais alterações deste material encontravam-se relacionadas com a sua porção inorgânica, tentando reduzir o tamanho de suas partículas inorgânicas e aumentar sua porcentagem, para que dessa forma fosse possível produzir matérias com bom polimento e resistência ao desgaste (Murariu, et al., 2020; Milnar et al., 2011).

Já atualmente as principais alterações encontram-se focadas na matriz polimérica do material visando o desenvolvimento de sistemas que apresentem uma menor contração de polimerização, um menor índice de tensão de polimerização e aumentando sua auto adesividade a estrutura dental (Milnar et al., 2011; Wang et al., 2011).

Dentro da odontologia as resinas compostas são empregadas para uma variedade de procedimentos como restaurações diretas e indiretas, selantes, forramento de cavidade, restaurações provisórias, cimentos endodônticos, cimentos para próteses e aparelhos ortodônticos entre diversas outras aplicações. A tendência de se utilizar resinas dentro da odontologia tende a aumentar cada vez mais devido a sua grande versatilidade (Murariu et al., 2020; Pontons, et al., 2011).

Em virtude da constante evolução dos materiais resinosos dentários os tratamentos conservadores têm se tornado cada vez mais viáveis devido as vantagens fornecidas por esses, podendo se citar entre diversas a preservação da estrutura dentaria, baixo custo, menor tempo de tratamento e resultados estéticos satisfatórios (Hervás et al., 2006; Murariu et al., 2020).

Para que seja alcançado resultados finais estéticos é necessário seguir diversos passos essenciais como realização de procedimentos pré-operatórios, a correta seleção do material, a seleção da cor, a realização de um correto isolamento do campo operatório, preparação da estrutura dentaria, inserção dos incrementos de resina de acordo com as diferentes áreas policromáticas

bem como a realização de procedimento que proporcionam um aspecto de naturalidade ao dente (Milnar et al., 2011; Wang et al., 2011).

É extremamente importante que o profissional possua o conhecimento acerca das propriedades das resinas compostas, bem como de suas aplicações e suas carteiristas almeçadas (Boaro et al., 2019; Wang et al., 2011).

Este trabalho objetiva através de uma breve revisão da literatura apresentar a evolução das resinas compostas odontológicas.

2. Metodologia

Foi realizada uma revisão da literatura narrativa acerca do tema proposto utilizando como base bibliográfica artigos científicos publicados entre o ano 2017 e 2022, disponíveis nos bancos de dados online BVSsalud, PubMed e Scielo, todos os trabalhos encontram disponíveis em português, inglês e espanhol. A busca por artigos científicos foi realizada utilizando as expressões “Resinas compostas”, “Evolução das resinas compostas”, “Microhíbridas”, “Nanoparticuladas”, “composite resins”, “Evolution of composite resins”, “microhybrids” e “nanoparticulates”. Foram excluídos os artigos sem relação com o tema e/ou disponíveis em outros idiomas que não sejam português, inglês ou espanhol (Estrela, 2018).

3. Revisão da Literatura

As resinas compostas representam um dos grandes sucessos do desenvolvimento dos biomateriais modernos, visto que substituiu o tecido natural na aparência e função. Entretanto, as expectativas sobre estes materiais deixam em aberto um grande espaço para a realização de avanços em suas propriedades mecânicas, estresse induzido por polimerização, contração de polimerização e incompatibilidade de expansão térmica, abrasão e resistência ao desgaste, toxicidade e infiltração marginal (Boaro et al., 2019; Dias et al., 2018).

É possível diferenciar as resinas compostas através de suas diferenças de formulação, de acordo com suas demandas específicas, como por exemplo selante, material restaurador, cimento, material provisório entre outros. Todos possuem uma matriz polimérica, na grande maioria das vezes um dimetacrilato, um preenchimento de reforço normalmente algum vidro radiopaco, um agente de união de silano e diversas substâncias químicas que promovem ou modulam a reação de polimerização (Boaro et al., 2019; Pérez et al., 2020).

Os compósitos surgiram originalmente na década de 60, com uma combinação de dimetacrilatos com pó de quartzo silanizado, devido a suas propriedades estéticas e as vantagens apresentadas pela tecnologia adesiva os compósitos resinosos se tornam os materiais de destaque dentro da odontologia, com seu surgimento se tornando um importante marco dentro da odontologia restauradora (Ferrando et al., 2020; Wierichs, et al., 2020).

A composição do material influencia diretamente no comportamento mecânico do material, os sistemas de resinas contendo BISGMA / TEGDMA possuem uma capacidade limitada para lidar com o estresse de contração. Diversas pesquisas são e vão continuar se dedicando a avaliação do comportamento mecânico das resinas compostas (Carvalho, et al., 2018; Ercoli et al., 2021).

Devido ao aumento da quantidade de carga inorgânica a contração de polimerização o coeficiente de expansão linear e a absorção de água reduz ao mesmo tempo que a resistência ao desgaste, tração, compressão e o módulo de elasticidade são aumentados, sendo assim o desempenho intra-oral desses materiais aumentam significativamente. Em boa parte dos casos a porcentagem de carga inorgânica presente nas resinas compostas é determinada pela forma das partículas de carga utilizadas (Wierichs et al., 2020).

A contração de polimerização, as divergências no coeficiente de expansão térmica e a sorção higroscópica incompleta podem acabar determinando o fracasso do processo de adesão com o desenvolvimento de fendas marginais e conseqüentemente

o desenvolvimento de micro infiltrações as quais acabam resultando em hipersensibilidade ao frio ou dor durante a mastigação (Angerame & Biasi 2018; 2018; Ferrando, et al., 2020).

O emprego de resinas compostas para a confecção de restaurações diretas é indicado em caso de cavidade pequenas e médias, entretanto, alguns profissionais têm empregado estes materiais em cavidade amplas e obtendo grandes taxas de sucesso clínico (Carvalho et al., 2018; Murariu et al., 2020).

No entanto no caso de cavidade amplas, estas apresentam uma tríade desfavorável uma vez que possuem o fator de configuração cavitária desfavorável, pouco remanescente dental e necessita de um excessivo volume de resina composta, o que influencia diretamente na contração de polimerização (Dias et al., 2018; Wierichs et al., 2020).

A frequência de emprego de resinas compostas em procedimentos restauradores em dentes posteriores tem aumento mais a cada dia, no entanto, a longo prazo o desempenho clínico deste material sob altas cargas, tem se mostrado inferior quando comparado com o amalgama (Carvalho et al., 2018; Ercoli et al., 2021).

Para se tornar viável reduzir a contração de polimerização foi necessário aumentar a quantidade de partículas inorgânicas presentes nas resinas compostas, para tal foi necessário reduzir o tamanho destas partículas, fato este que permitiu uma melhor distribuição da carga inorgânica (Boaro et al., 2019; Pérez et al., 2020).

Diversos métodos foram propostos visando reduzir a contração de polimerização, com destaque para o chamado soft start, no qual se realiza um lento e gradual aumento da intensidade da luz do fotopolimerizador, terminando a polimerização sob intensidade máxima (Angerame et al., 2018; Boaro et al., 2019).

A menor intensidade de irradiação no início do processo de polimerização possibilita que ocorra um relaxamento da tensão antes da vitrificação o que reduz o estresse de polimerização. No entanto o emprego de tal técnica acaba reduzindo o grau de conversão dos monômeros em polímeros durante o processo de polimerização, tal fato acaba modificando as propriedades mecânicas finais das resinas compostas (Ercoli., 2021; Murariu et al; 2020).

Além da escolha adequada da resina a ser utilizada, pode-se minimizar a contração de polimerização através da técnica restauradora utilizada, alguns autores propõem que seja realizado um forramento para que se reduza o volume de resina, tal forramento pode ser realizado tanto com resina flow quanto com ionômero de vidro (Menon et al., 2019; Wang et al., 2011).

As propriedades mecânicas finais, as quais são extremamente relevantes para a durabilidade das resinas compostas estão relacionadas diretamente com a matriz de preenchimento o que inclui a forma, o número, o tipo e a distribuição das partículas de carga presentes nesta (Ferrando et al., 2020; Pontons et al., 2011).

Para que se alcance o sucesso do procedimento restaurador é necessário que a resina tenha um bom grau e conversão, e para que tal fato ocorra é necessário que uma boa quantidade de monômeros sejam polimerizados. O grau de conversão de monômeros considerado excelente fica em torno dos 60% (Ercoli et al., 2021; Menon et al., 2019).

Dentre os diversos fatores que influenciam o grau de conversão encontra-se o tipo de fotopolimerizador, a distância entre a ponteira e o compósito resinoso, o tamanho dos incrementos de resina, a opacidade desta dentre outros. Quanto menor a distância entre a ponteira do fotopolimerizador e o incremento, maior será o grau de conversão (Murariu et al., 2020; Pérez et al., 2020).

Outro fator extremamente importante nas resinas compostas são suas propriedades ópticas. A fluorescente é a capacidade do dente de absorver radiação ultra-violeta e emitir luz no espectro azul visível, o que dá uma coloração azulada aos dentes. Resinas que não possuem fluorescência podem ocasionar sérios constrangimentos uma vez que a pessoa seja exposta a luz negra (Menon et al., 2019; Milnar et al., 2011).

Já a opalescência é a propriedade do esmalte de transmitir ondas longas e refletir ondas curtas, tal fenômeno pode ser percebido no esmalte quando apresenta diferentes colorações em resposta a diferentes tipos de iluminação. Uma vez iluminado por luz refletida o esmalte apresenta coloração azul claro e quando iluminado por luz transmitida apresenta coloração laranja.

Resinas com tais propriedades ópticas proporcionam resultados estéticos superiores e mais similares aos dentes naturais (Dias et al., 2018; Ferrando et al., 2020).

Os procedimentos de acabamento e polimento são extremamente importantes para as restaurações uma vez que restaurações rugosas acabam servindo como depósitos para o biofilme, podendo desenvolver manchas nas margens das cavidades, mudanças precoces na coloração das restaurações, problemas periodontais e caries secundárias (Boaro et al., 2019; Carvalho et al., 2018).

Devido a tais problemas, as resinas compostas macroparticuladas não são mais utilizadas na odontologia, já que devido ao tamanho de suas partículas inorgânicas a lisura superficial das restaurações era insatisfatória. Já as resinas microparticulares embora apresente um excelente polimento possuem como inconveniente uma alta contração de polimerização devido a sua pequena quantidade de carga (Amore et al., 2003; Wierichs et al., 2020).

As resinas microparticuladas podem ser indicadas quando se deseja uma melhor estética e aspecto óptico mais natural nos dentes anteriores, no entanto, como já mencionado anteriormente estas resinas possuem uma resistência mecânica inferior (Murariu et al., 2020; Velo et al., 2016).

Objetivando associar as vantagens tanto das resinas macroparticuladas quanto das resinas microparticuladas foi desenvolvido as resinas microhíbridadas, as quais de acordo com o fabricante possuem indicação universal (Dias et al., 2018; Pérez et al., 2020).

Os compósitos híbridos são um dos inúmeros materiais restauradores disponíveis atualmente no mercado para a realização de restaurações diretas, tal tecnologia possui como base metacrilatos e diferentes tipos de materiais de enchimento, junto com um agente de união, o objetivo do desenvolvimento de novos matérias é eliminar ou reduzir os fatores negativos presentes em seus antecessores (Wierichs et al., 2020).

4. Discussão

Segundo Hervás, et al., (2006) os materiais resinosos odontológicos passaram por grandes evoluções com o passar do tempo se tornando as opções de escolha para diversas aplicações dentro da odontologia, no entanto, é necessário ter cautela no momento de se optar por um material a base de resina, sempre respeitando suas indicações.

De acordo com Velo et al. (2016) as resinas compostas apresentam diversas vantagens, com um destaque especial para a possibilidade de se realizar reparos nas restaurações já existentes, fato que era inviável quando o material de escolha era o amalgama.

Menon et al. (2019) em seu trabalho comparativo entre resinas microhíbridadas e nanohíbridadas avaliando a microdureza destas foi comprovada a resistência superior presente nas resinas microhíbridadas.

Conforme Amore et al. (2003) é extremamente importante conhecer as propriedades apresentadas pelas resinas compostas disponíveis no mercado uma vez que nem todas apresentam propriedades com fluorescência, opalescência, impermeabilidade e insolubilidade, é extremamente importante que o profissional se mantenha atento e utilize apenas materiais de boa qualidade.

Pontons et al. (2011) constataram em seu estudo que independente da resina composta selecionada, uma vez em boca com o passar do tempo está sofrera certo grau de pigmentação, independente se é uma resina composta extremamente cara ou se é uma resina de menor preço.

5. Conclusão

Após analisar todo o material utilizado como base bibliográfica para o desenvolvimento deste trabalho, conclui-se que, as resinas compostas foram um importante marco dentro da odontologia, viabilizando a realização de tratamentos conservadores

e estéticos, no entanto, é de extrema importância que os cirurgiões dentistas saibam realizar a indicação destas em casos que estas são adequadas para uso.

Recomenda-se a realização de novos estudos acerca deste tema especificando detalhadamente as propriedades de cada tipo de resina.

Referências

- Amore, R., Pagani, C., Youssef, M. N., Anauate Netto, C., & Lewgoy, H. R. (2003). Polymerization shrinkage evaluation of three packable composite resins using a gas pycnometer. *Pesquisa Odontológica Brasileira*, 17(2), 273-277.
- Angerame, D., & Biasi, M. (2018). Do nanofilled/nanohybrid composites allow for better clinical performance of direct restorations than traditional microhybrid composites. *Operative dentistry*, 43(4), 191-209.
- Boaro, L. C. C., Lopes, D. P., de Souza, A. S. C., Nakano, E. L., Perez, M. D. A., Pfeifer, C. S., et al. (2019). Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin: a systematic review and meta-analysis. *Dental Materials*, 35(10), 249-264.
- Carvalho, M. B. M., da Silva, E. J. N. L., Ferreira, D. M. T. P., Reis, K. R., & da Silva, F. T. K. (2018). Longevity of defective direct restorations treated by minimally invasive techniques or complete replacement in permanent teeth: a systematic review. *Journal of dentistry*, 78(3), 22-30.
- Dias, A. G. A., Magno, M. B., Delbem, A. C. B., Cunha, R. F., Maia, L. C., & Pessan, J. P. (2018). Clinical performance of glass ionomer cement and composite resin in Class II restorations in primary teeth: A systematic review and meta-analysis. *Journal of dentistry*, 73(3), 1-13.
- Ercoli, C., Tamow, D., Poggio, C. E., Tsigarida, A., Ferrari, M., Caton, J. G., et al. (2021). The Relationships Between Tooth-Supported Fixed Dental Prostheses and Restorations and the Periodontium. *Journal of Prosthodontics*, 30(4), 305-317.
- Estrela, C. (2018). *Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa*. Editora Artes Médicas.
- Fernandes, H. K., Silva, R., Marinho, M. A. S., de Souza Oliveira, P. O., Ribeiro, J. C. R., & Moyses, M. R. (2014). Evolução da resina composta: revisão da literatura. *Revista da universidade vale do rio verde*, 12(2), 401-411.
- Ferrando, C. Á., Astudillo-Rubio, D., Pascual-Moscardó, A., & Delgado-Gaete, A. (2020). A facially driven complete-mouth rehabilitation with ultrathin CAD-CAM composite resin veneers for a patient with severe tooth wear: A minimally invasive approach. *The Journal of prosthetic dentistry*, 123(4), 537-547.
- Hervás, G. A., Lozano, M., Cabanes Vila, J., Barjau Escribano, A., & Fos Galve, P. (2006). Composite resins: a review of the materials and clinical indications, 9(2)215-220.
- Menon, A., Ganapathy, D. M., & Mallikarjuna, A. V. (2019). Factors that influence the colour stability of composite resins. *Drug Invention Today*, 11(3), 50-62.
- Milnar, F. (2011). The evolution of direct composites. *Compendium*, 32(1), 2-3.
- Murariu, A. L. I. C. E., Dinu, C., Forna, D. A., Stefanescu, V., Topor, G., Forna, N. C., et al. (2020). Composite Resins-Multifunctional Restorative Material and Practical Approaches in Dental Field. *Materiale Plastice*, 57(2), 276-284.
- Pérez, M. A. A., Cuevas, S. C. E., González, L. J. A., Trejo, C. N., Meléndez, R. M., & Herrera, G. A. M. (2020). Preparation and evaluation of a BisGMA-free dental composite resin based on a novel trimethacrylate monomer. *Dental Materials*, 36(4), 542-550.
- Pontons, M. J. C., Furuse, A. Y., & Mondelli, J. (2011). A direct composite resin stratification technique for restoration of the smile. *Quintessence international*, 42(3), 20-30.
- Ribeiro, M. D. F., & Pazinato, F. B. (2016). Critérios clínicos para decisão entre substituição ou reparo de restaurações em resina composta—revisão de literatura. *Revista Brasileira de Odontologia*, 73(3), 223-230.
- Rosin, M., Froehlich, L., Mazur, N., Bervian, R. K., Santana, S. C., Piana, E. A., Queiroz, K. F. A., Colussi, J. O. M., & Pezzini, R. P., (2022). Composite resins: a literature review. *Research, Society And Development*
- Velo, M. M. D. A. C., Coelho, L. V. B. F., Basting, R. T., Amaral, F. L. B. D., & França, F. M. G. (2016). Longevity of restorations in direct composite resin: literature review. *RGO-Revista Gaúcha de Odontologia*, 64(5), 320-326.
- Wang, L., Francisoni, L. F., Atta, M. T., Dos Santos, J. R., Del Padre, N. C., Gonini-Júnior, A., et al. (2011). Effect of bleaching gels on surface roughness of nanofilled composite resins. *European journal of dentistry*, 5(02), 173-179.
- Wierichs, R. J., Kramer, E. J., & Meyer-Lückel, H. (2020). Risk factors for failure of direct restorations in general dental practices. *Journal of dental research*, 99(9), 1039-1046.