



Case Report: Class III Direct Composite Restoration of an Upper Jaw Central Incisor

Ratih Delio Rakhmadian^{1*}, Meidi Kurnia Ariani²

Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember

Corresponding Author: Ratih Delio Rakhmadian ratih.delio@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords: Composite Resin, Class III, Restoration

Received : 16, January

Revised : 18, February

Accepted: 20, March

©2025 Rakhmadian, Ariani: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



ABSTRACT

Placement of restorative materials in the field of dental conservation can be done in two ways, namely direct and indirect restoration. Direct restorations have advantages including easy manipulation and can be done in one visit. Direct restorations can use composite resin materials. Composite resin restorations have the advantage of shorter treatment procedure time, good aesthetics and good bonding with enamel and dentin structures. The stages of how to perform class III restorations using composite resin materials on maxillary incisors will be explained in this case report. The patient came for one visit to have a restoration done on his teeth. Furthermore, the color of the teeth is determined to choose the color of the restoration used. then it can be concluded if to perform class III restorations on anterior teeth can use nanohybrid composite resin.

Laporan Kasus: Restorasi Direct Komposit Kelas III pada Gigi Insisivus Central Rahang Atas

Ratih Delio Rakhmadian^{1*}, Meidi Kurnia Ariani²

Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember

Corresponding Author: Ratih Delio Rakhmadian ratih.delio@gmail.com

ARTICLE INFO

Kata Kunci: Resin Komposit, klas III, Restorasi

Received : 16, Januari

Revised : 18, Februari

Accepted: 20, Maret

©2025 Rahmadian, Ariani: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



ABSTRAK

Penempatan bahan restorasi di bidang konservasi gigi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara langsung (direct) dan restorasi tidak langsung indirect (indirect). Restorasi direct memiliki keunggulan diantaranya cara manipulasi yang mudah dan dapat dilakukan dalam satu kali kunjungan. Restorasi direct dapat menggunakan bahan resin komposit. Restorasi direk resin komposit memiliki keuntungan waktu prosedur perawatan yang lebih singkat, estetik dapat dicapai dengan baik dan dapat berikatan dengan baik dengan struktur email dan dentin. Tahapan bagaimana melakukan restorasi klas III dengan menggunakan bahan resin komposit pada gigi insisivus rahang atas akan dijelaskan pada laporan kasus ini. Pasien datang satu kali kunjungan untuk melakukan restorasi pada giginya. Selanjutnya warna gigi ditentukan untuk memilih warna restorasi yang digunakan. maka dapat disimpulkan jika untuk melakukan restorasi klas III pada gigi anterior dapat menggunakan resin komposit nanohybrid.

PENDAHULUAN

Restorasi gigi digunakan untuk menggantikan jaringan keras gigi yang hilang dan memulihkan bentuk, fungsi, serta estetika gigi. Terdapat dua jenis restorasi yaitu restorasi plastis yang dapat dibentuk dan mengeras, seperti amalgam dan komposit, serta restorasi rigid yang dibuat di luar mulut dari bahan kaku seperti mahkota logam, porselen, atau komposit. Restorasi plastis yang diaplikasikan secara langsung dalam satu kali kunjungan disebut restorasi direk. Restorasi direk dapat menggunakan bahan seperti resin komposit. Resin Komposit adalah bahan restorasi berbasis resin yang dikembangkan dari bahan sebelumnya yaitu semen silikat dan resin akrilik. Kelebihan dari komposit terdapat pada kemudahan dalam manipulasi klinis, penghantar panas yang rendah, tahan lama untuk gigi anterior, tidak mudah larut dalam saliva, serta sewarna dengan gigi.

Komposisi resin komposit terdiri dari matriks polimer organik, partikel filler inorganik, coupling agent, dan sistem inisiator-aselerator. Resin komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan ukuran partikel pengisi yaitu macrofiller, microfiller, dan nanofiller. Resin komposit hybrid adalah resin komposit yang terdiri dari dua jenis filler, diantaranya yaitu microhybrid dan nanohybrid. Nanokomposit dianggap telah memperbaiki sifat-sifat mekanisnya yakni lebih tahan terhadap daya tekan, diametrical tensile strength, tidak mudah retak, tidak mudah aus, penyusutan saat polimerisasi yang rendah, translusensi tinggi, permukaan dan estetika yang lebih bagus. Karena memiliki sifat-sifat yang sangat bagus maka nanokomposit lebih murah, hemat waktu dan mudah diperbaiki serta dapat menjadi pengganti keramik sebagai bahan laminasi.

Nanoteknologi telah digunakan dalam komposit dalam bentuk komposit nanofilled dan nanohybrid yang memiliki morfologi filler, ukuran partikel dan distribusi filler yang berbeda. Resin komposit tidak berikatan secara kimia dengan email. Adhesi diperoleh dengan dua cara. Pertama dengan menciptakan ikatan fisik antara resin dengan jaringan gigi melalui etsa. Pengetsaan pada email menyebabkan terbentuknya porositas tersebut sehingga tercipta retensi mekanis yang cukup baik. Kedua dengan penggunaan lapisan yang diaplikasikan antara dentin dan resin komposit dengan maksud menciptakan ikatan antara dentin dengan resin komposit tersebut (dentin bonding agent). Aplikasi etsa dan bonding pada gigi berpengaruh terhadap sifat mekanis pada bahan restorasi resin komposit. Hal tersebut merupakan faktor yang penting terhadap kemampuan resin komposit bertahan pada kavitas. Kavitas pada gigi terbentuk karena multifactorial factor yang disebabkan oleh interaksi yang kompleks flora mulut kariogenik (biofilm) dengan karbohidrat yang difermentasi pada permukaan gigi dari waktu ke waktu. Kavitas terbentuk karena adanya karies gigi yang ditandai dengan adanya demineralisasi jaringan keras gigi yang kemudian diikuti oleh kerusakan bahan organik. Black mengklasifikasikan karies gigi berdasarkan lokasinya.

Kavitas yang terletak pada proksimal gigi anterior tanpa melibatkan insisal gigi termasuk kedalam klasifikasi black klas III. Laporan kasus ini berisi bagaimana tahapan melakukan restorasi resin komposit kavitas klas III black pada gigi insisivus sentral rahang atas. Karies yang terletak pada permukaan proksimal gigi anterior dapat didefinisikan sebagai karies klas III. Jika lesi sudah melibatkan daerah insisal permukaan gigi dapat diklasifikasikan menjadi restorasi klas IV. Restorasi klas III dan IV terletak pada gigi anterior sehingga dibutuhkan restorasi yang memiliki sifat estetika yang baik. Selain itu, ikatan yang terbentuk antara permukaan gigi dengan restorasi gigi juga harus baik. Berdasarkan hal tersebut maka dipilih bahan restorasi dengan resin komposit yang melekat ke permukaan gigi secara mikromekanik melalui tahapan etsa dan bonding.

TINJAUAN PUSTAKA

Restorasi gigi digunakan untuk menggantikan jaringan keras gigi yang hilang dan memulihkan bentuk, fungsi, serta estetika gigi. Terdapat dua jenis restorasi yaitu restorasi plastis yang dapat dibentuk dan mengeras, seperti amalgam dan komposit, serta restorasi rigid yang dibuat di luar mulut dari bahan kaku seperti mahkota logam, porselen, atau komposit. Nanoteknologi telah digunakan dalam komposit dalam bentuk komposit nanofilled dan nanohybrid yang memiliki morfologi filler, ukuran partikel dan distribusi filler yang berbeda. Resin komposit tidak berikatan secara kimia dengan email.

METODOLOGI

Tahapan bagaimana melakukan restorasi klas III dengan menggunakan bahan resin komposit pada gigi insisivus rahang atas akan dijelaskan pada laporan kasus ini. Pasien datang satu kali kunjungan untuk melakukan restorasi pada giginya. Selanjutnya warna gigi ditentukan untuk memilih warna restorasi yang digunakan.

HASIL PENELITIAN

Pasien Perempuan berusia 23 tahun datang ke klinik mengeluhkan gigi depan atas kanan dan kiri yang lubang kecil berwarna kecolatan. Pasien menyatakan bahwa giginya belum pernah terasa ngilu dan tiba-tiba sakit. Pasien ingin menambalkan giginya karena takut lubangnya semakin besar. Pasien memiliki kebiasaan ngemil makanan yang manis seperti kue dan biskuit. Pasien menyikat gigi 2 kali sehari saat mandi pagi dan sore. Pasien mengaku memiliki alergi terhadap bahan sintesis latex. Skor debris dan calculus index dikalkulasi dan didapatkan kebersihan rongga mulut pasien termasuk kedalam kategori baik. Gingiva pasien berwarna coral pink, terdapat stippling, dan konsistensi kenyal. Pemeriksaan objektif intra oral gigi 11 dan 21 terlihat karies sebatas dentin (Gambar 1). Pemeriksaan objektif dilanjutkan dengan tes vitalitas thermal menggunakan *chlorethyl* pada gigi 11 dan 21. Tes vitalitas menunjukkan respon positif, hal tersebut menunjukkan gigi masih vital. Diagnosa pada gigi 11 dan 21 adalah pulpitis reversible, sehingga dapat ditentukan rencana perawatan restorasi klas III dengan bahan resin komposit.

Pada gigi 11 dan 21 dilakukan perawatan dalam satu kali kunjungan, baik itu pemeriksaan subjektif, objektif beserta dokumentasi, serta perawatan restorasi pada gigi. Setelah itu, rencana perawatan restorasi klas III ditentukan, dan pasien diinstruksikan mengisi *informed consent*. Sebelum melakukan restorasi, dilakukan pembersihan jaringan karies yang nekrotik dengan melakukan ekskavasi penentuan warna gigi menggunakan *shade guide*, dan didapatkan warna A3. Penentuan warna gigi dilakukan dalam kondisi gigi basah dan tidak menggunakan lampu dental chair. Pasien diinstruksikan untuk di dental chair dan berkumur dengan menggunakan povidine iodine. Isolasi daerah kerja dengan menggunakan *cotton roll* dan pemasangan *saliva ejector*. Jaringan karies dibersihkan dengan ekskavator dan *round bur metal*. Preparasi dilakukan dengan cara menegakkan dinding kavitas menggunakan *diamond fissure bur*. Bevel dibuat pada cavosurface enamel margin dengan membuat *short bevel* selebar 1-2 mm (Gambar 2).



Gambar 1. Kondisi Klinis Gigi Saat Datang



Gambar 2. Keadaan Gigi Setelah Dipreparasi

Setelah melakukan preparasi kavitas, matriks dan wedge diaplikasikan di daerah proksimal untuk membentuk kontak yang baik. Matriks yang digunakan yaitu matriks transparan atau mylar strip. Setelah itu, pada bagian enamel yang dibevel diberi etsa dengan asam fosfat 37% menggunakan *microbrush* selama 15 detik. Etsa dibilas dengan air dan kavitas dikeringkan samapi keadaan lembab. Pada bagian *cavo surface enamel* margin diberi etsa, kemudian seluruh permukaan gigi diolesi bonding menggunakan *microbrush* setelah itu, dilakukan penyinaran dengan light curing unit selama 20 detik. Pemilihan warna komposit ditentukan dan didapatkan warna A3 yang sesuai dengan gigi pasien.

Komposit diaplikasikan ke dalam kavitas menggunakan plastis *filling instrument*. Komposit diaplikasikan dengan Teknik *incremental layering* yaitu pengaplikasian resin komposit kedalam kavitas selapis demi selapis setebal 2 mm kemudian dilakukan penyinaran dengan *light curing* unit selama 20 detik. Hal tersebut dilakukan sampai kavitas terisi penuh, dan terbentuk anatomi gigi seperti semula. Penentuan oklusi atau *occlusal adjustment* dilakukan untuk mendapatkan oklusi pasien yang benar. Hal tersebut dilakukan dengan cara memberi instruksi pada pasien untuk menggigit articulating paper. Teraan yang didapatkan dikurangi dengan menggunakan bur fine finishing pita kuning. Setelah itu, tumpatan dipoles dengan composite polishing kit sampai permukaan halus dan rata.



Gambar 3. Kondisi Klinis Gigi Setelah Dirawat

PEMBAHASAN

Karies pada permukaan palatal gigi 11 dan 21. Pasien memiliki kebiasaan ngemil makanan yang manis seperti kue dan biskuit. Pasien mengaku sering tidak mengunyah makanannya tersebut, hanya dibiarkan lama di rongga mulut kemudian ditelan. Kebiasaan tersebut sering dilakukan saat lembur malam hari. Pasien menyikat gigi 2 kali sehari saat mandi pagi dan sore. Keadaan tersebut menyebabkan sisa makanan menempel pada permukaan gigi dan menyebabkan penimbunan plak. Hal tersebut menyebabkan bakteri melakukan aktivitas metabolisme yang menghasilkan asam pada permukaan gigi. Asam pada permukaan gigi menyebabkan struktur gigi kehilangan mineral yang dinamakan demineralisasi.

Bakteri *Streptococcus mutans*, *Lactobacillus*, dan *Bifidobacteria* merupakan spesies bakteri yang terdapat pada biofilm plak. Bakteri tersebut dapat mengubah karbohidrat menjadi asam organik seperti asam laktat, asam asetat, dan asam propionate. Proses metabolisme pemecahan karbohidrat tersebut terjadi pada permukaan gigi dan menyebabkan pH turun. Hal tersebut menyebabkan lingkungan disekitar permukaan gigi menjadi asam dan terjadilah proses demineralisasi pada permukaan gigi yang jika dibiarkan akan terbentuk lesi karies.

Keberhasilan melakukan restorasi dengan bahan resin komposit dipengaruhi berbagai factor, salah satunya isolasi saliva yang adekuat. Isolasi daerah kerja yang adekuat dapat menggunakan *rubber dam* untuk menghalangi masuknya saliva kedalam kavitas. Penggunaan *rubber dam* sangat penting selama perawatan, karena merupakan salah satu bentuk upaya untuk mendapatkan area kerja yang aseptik. Pasien dalam laporan kasus ini memiliki alergi terhadap bahan *synthesis latex*, sehingga isolasi tidak menggunakan *rubberdam*. Isolasi daerah kerja dilakukan dengan memasang cotton roll di labial fold gigi 11 dan 21 serta pemasangan saliva ejector di daerah lingual gigi.

Isolasi daerah kerja sangat penting untuk mendapatkan ikatan yang diinginkan dan menjaga kelembaban. Kontaminasi enamel atau dentin yang telah dietsa oleh saliva dapat mengurangi ikatan; demikian juga, kontaminasi saliva terhadap bahan komposit selama penumpatan akan menurunkan sifat fisiknya. Rubber dam atau Catton roll dapat digunakan untuk isolasi. Rubber dam memberikan akses yang baik untuk restorasi dengan isolasi area, dan wedge dapat digunakan untuk menjaga area proksimal. Alternatifnya, gulungan kapas atau *cotton roll* juga bisadigunakan, ditempatkan di sekitar gigi yang akan direstorasi, dan retraction cord dapat membantu jika ada perluasan ke area subgingiva.

Pembersihan jaringan nekrotik pada gigi yang mengalami karies direkomendasikan menggunakan high speed bur untuk mendapatkan kavitas yang bersih. Preparasi menggunakan *metal round bur* (tungsten carbide bur) direkomendasikan untuk menghilangkan jaringan nekrotik pada kavitas dan *diamond bur* untuk menegakkan dinding serta membentuk bevel. Pada preparasi kavitas yang besar, bevel tambahan dibuat pada dinding enamel yang dapat diakses untuk meningkatkan retensi. Bevel ini umumnya dibuat dengan sudut 45 derajat terhadap permukaan eksternal gigi, dengan lebar yang bervariasi antara 0,5 hingga 2,0 mm, tergantung pada ukuran dan lokasi margin preparasi serta kebutuhan estetik dari restorasi. Beveling di bagian gingiva dihindari jika enamel yang tersisa terlalu tipis atau tidak ada lagi, karena hal ini dapat melemahkan margin gigi yang tersisa. Pada insisivus maksila, beveling pada bagian lingual mungkin dihindari untuk mencegah gangguan terhadap kontak oklusal.

Kebanyakan restorasi Kelas III menggunakan bonding untuk retensi, tanpa perlu retensi tambahan. menggunakan diamond rotary instrument menghasilkan permukaan lebih kasar, meningkatkan retensi mikromekanis, tetapi menghasilkan smear layer. Lapisan smear layer tersebut dapat mempengaruhi sistem bonding self-etch karena lapisannya yang tebal sehingga menghambat saat cairan akan berpenetrasi. Selain itu, sifatnya yang sedikit asam jika dibandingkan dengan system total etch, menyebabkan ikatan yang dibentuk kurang kuat. Resin komposit berikatan dengan permukaan gigi secara mikromekanik. Saat dilakukan proses etsa dengan menggunakan asam fosfat 30-40%, kristal hidroksiapatit pada permukaan gigi larut dan membentuk mikroporositas. Waktu yang direkomendasikan untuk aplikasi etsa pada permukaan gigi tidak boleh lebih dari 20 detik. Hal tersebut akan menyebabkan enamel erosi dan matriks kolagen pada dentin kolaps.

Pemasangan matriks dilakukan sebelum pengaplikasian resin komposit pada kavitas. Matriks biasanya diaplikasikan dan distabilkan dengan wedge. Matriks yang dipotong dan diukur sebesar mesial distal gigi sehingga seluruh area kontak proksimal terlibat, kecuali jika gigi tetangga hilang. Penggunaan matriks ini ketika digunakan dengan benar, dapat mengurangi resiko terjadinya overfilling di daerah proksimal, sehingga meminimalkan waktu finishing. Matriks strip Mylar tipis yang dibentuk dengan baik digunakan untuk sebagian besar restorasi Kelas III dan IV. Karena permukaan proksimal gigi biasanya cembung secara insisogingival dan strip mungkin datar, maka strip perlu dibentuk agar sesuai dengan kontur gigi yang diinginkan. Salah satu cara untuk membentuk strip Mylar adalah dengan menariknya melintasi objek keras dan bulat. Matriks strip diperpanjang setidaknya 1 mm di luar batas gingiva dan insisal yang dipersiapkan.

Permukaan proksimal gigi anterior yang akan direstorasi dengan resin komposit, dapat dilakukan penempatan bahan melalui kavitas dibagian labial atau palatal. Lesi karies kecil, dan tidak sampai menyebabkan kerusakan di daerah labial dilakukan preparasi dari arah palatal, sehingga tidak menyebabkan terbentuknya kavitas di daerah labial. Hal tersebut didapat dengan cara mempertahankan enamel di daerah labial sehingga estetika dan bentuk asli anatomi gigi dapat dipertahankan. Resin komposit diaplikasikan kedalam kavitas dengan teknik *incremental layering* untuk mencegah *shrinkage*. Resin komposit diaplikasikan setelah proses etsa dan bonding dilakukan.

Resin komposit yang digunakan yaitu resin komposit packable dengan jenis *nanohybrid*. Resin komposit packable memiliki viskositas yang tinggi, sehingga mudah diaplikasikan kedalam kavitas serta membentuk anatomi gigi menyerupai aslinya. Meskipun demikian, resin komposit packable memiliki kekurangan yaitu mudah mengalami shrinkage sehingga adaptasi marginal di daerah proksimal tidak dapat tercapai dengan baik. Resin komposit hybrid menggabungkan sifat fisik dan mekanis yang baik dari komposit makrofil dan komposit mikrofil yang memiliki permukaan yang halus. Terbentuknya permukaan yang halus, celah mikro yang sedikit, cukup kuat untuk gigi posterior, retensi yang baik, serta sifat optis yang optimal merupakan kelebihan dari resin komposit jenis nanohybrid.

Penyusutan atau shrinkage saat polimerisasi juga merupakan salah satu kekurangan resin komposit. Adanya penyusutan tersebut dapat menimbulkan celah antara restorasi dan permukaan gigi. Celah yang terbentuk dapat menyebabkan retensi makanan yang menimbulkan karies sekunder di kemudian hari. Hal tersebut dapat dihindari dengan cara mengaplikasikan resin komposit secara incremental pada permukaan gigi. Teknik incremental dapat mengurangi resiko terjadinya penyusutan saat dilakukan polimerisasi.

Ketika ada kelebihan komposit, bur flame-shaped carbide finishing bur atau diamond dianjurkan untuk menghilangkan kelebihan komposit pada permukaan facial. Bur low-speed dengan kecepatan sedang diaplikasikan secara intermiten untuk membentuk kontur sesuai anatomi gigi. Finishing akhir dan polishing dapat menggunakan *polishing* kit komposit. Instrumen putar harus digunakan dengan hati-hati di lokasi gingival (terutama pada permukaan akar) untuk mencegah hilangnya struktur gigi yang tidak diinginkan (biasanya sementum dan dentin). Instrumen putar yang sangat tajam (bur finishing atau diamond) sulit digunakan untuk menghilangkan kelebihan di margin gingival. Karena adanya konveksitas pada area ini. Pada area tersebut dapat menggunakan instrumen putar yang lebih membulat. Prosedur saat finishing dan polishing memiliki peran penting untuk menurunkan resiko terjadinya perubahan warna karena dapat menghilangkan lapisan superfisial yang memiliki banyak matriks organik.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Restorsi pada kavitas klas III dapat menggunakan bahan resin komposit nanohybrid dengan hasil estetika yang memuaskan untuk gigi anterior. Laporan kasus lebih lanjut dapat dilakukan dengan jenis resin komposit yang sama pada kavitas yang berbeda.

PENELITIAN LANJUTAN

Masih melakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui lebih jauh tentang Laporan Kasus: Restorasi Direct Komposit Kelas III pada Gigi Insisivus Central Rahang Atas.

DAFTAR PUSTAKA

- Alccahuaman-Avalos R., Medina-Sánchez R., Castro-Ramirez L., Ladera-Castañeda M., Cervantes-Ganoza L., Martínez-Campos R., Cayo-Rojas C. In Vitro Color Stability Evaluation of Three Polished and Unpolished Nanohybrid Resin Composites Immersed in a 0.12% Chlorhexidine-Based Mouthwash at Different Times. *Polymers*. 2023;15:1339. doi: 10.3390/polym15061339.
- Alrefaie T., Abdou A., Almasabi W., Qi F., Nakamoto A., Nakajima M., Otsuki M., Shimada Y. Effect of Water Storage and Bleaching on Light Transmission Properties and Translucency of Nanofilled Flowable Composite. *Materials*. 2023;16:10. doi: 10.3390/ma16010010.
- Al-Shami A.M., Alshami M.A., Al-Kholani A.I. Color stability of nanohybrid and microhybrid composites after immersion in common coloring beverages at different times: A laboratory study. *BDJ Open*. 2023;9:39. doi: 10.1038/s41405-023-00161-9.
- Angerame D, Biasi MD. Do nanofilled/nanohybrid composites allow for better clinical performance of direct restorations than traditional microhybrid composites? A systematic review. *Oper Dent*. 2018;43(4):E191-E209. doi:10.2341/17-212-L.
- Aydinoğlu A, Yoruç AH. Effects of silane-modified fillers on properties of dental composite resin. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2017;79:382-389. doi:10.1016/j.msec.2017.04.151.

- Colombo M., Gallo S., Poggio C., Ricaldone V., Arciola C.R., Scribante A. New Resin-Based Bulk-Fill Composites: In vitro Evaluation of Micro-Hardness and Depth of Cure as Infection Risk Indexes. *Materials*. 2020;13:1308. doi: 10.3390/ma13061308.
- Elfakhri F., Alkahtani R., Li C., Khaliq J. Influence of filler characteristics on the performance of dental composites: A comprehensive review. *Ceram. Int*. 2022;48:27280–27294. doi: 10.1016/j.ceramint.2022.06.314.
- Habib E, Wang R, Wang Y, et al. Inorganic fillers for dental resin composites: present and future. *ACS Biomater Sci Eng*. 2016;2(1):1–11. doi:10.1021/acsbiomaterials.5b0040.
- Koko M, Takagaki T, Abdou A, et al. Effects of the ratio of silane to 10-methacryloyloxydecyl dihydrogenphosphate (MDP) in primer on bonding performance of silica-based and zirconia ceramics. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2020;112:104026. doi:10.1016/j.jmbbm.2020.104026.
- Lin G, Ghani N, Ismai N, et al. Fracture strength of endodontically treated lateral incisors restored with new zirconia reinforced rice husk nanohybrid composite. *J Clin Exp Dent*. 2020;12(8):e762–e770. doi:10.4317/jced.56864.
- Meshki R., Rashidi M. Effect of natural and commercially produced juices on colour stability of microhybrid and nanohybrid composites. *BDJ Open*. 2022;8:11. doi: 10.1038/s41405-022-00102-y.
- Mohamad-Kharib A., Chamorro-Petronacci C., Pérez-Jardón A., Castelo-Baz P., Martín-Biedma B., Ginzo-Villamayor M.J., García-García A. Staining Susceptibility of Microhybrid and Nanohybrid Composites on Exposure to Different Color Solutions. *Appl. Sci*. 2023;13:11211. doi: 10.3390/app132011211.
- Nakanishi L, Kaizer MR, Brandeburski S, et al. Non-silicate nanoparticles for improved nanohybrid resin composites. *Dent Mater*. 2020;S0109-5641(20)30188–3.
- Paolone G., Mazzitelli C., Boggio F., Breschi L., Vichi A., Gherlone E., Cantatore G. Effect of Different Artificial Staining Procedures on the Color Stability and Translucency of a Nano-Hybrid Resin-Based Composite. *Materials*. 2023;16:2336. doi: 10.3390/ma16062336.
- Park CY, Choi B. Enhanced light extraction from bottom emission oleds by high refractive index nanoparticle scattering layer. *Nanomaterials*. 2019;9(9):1241. doi:10.3390/nano9091241.
- Păstrav M., Moldovan M., Chisnoiu A., Saroși C., Miuta F., Păstrav O., Chisnoiu R. Influence of Filler, Monomer Matrix and Silane Coating On Composite Resin Adhesion. *Stud. Univ. Babes-Bolyai Chem*. 2021;66:225–233. doi: 10.24193/subbchem.2021.4.16.
- Prodan D., Moldovan M., Chisnoiu A.M., Saroși C., Cuc S., Filip M., Cimpean S.I. Development of New Experimental Dental Enamel Resin Infiltrants-Synthesis and Characterization. *Materials*. 2023;15:803. doi: 10.3390/ma15030803.
- Rodríguez HA, Kriven WM, Casanova H. Development of mechanical properties in dental resin composite: effect of filler size and filler aggregation state. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2019;101:274–282. doi:10.1016/j.msec.2019.03.090.
- Salari S., Dadkan S., Khakbiz M., Atai M. Effect of nanoparticles on surface characteristics of dental nanocomposite. *Med. Devices Sens*. 2020;3:e10081. doi: 10.1002/mds3.10081.
- Shim JS, Kang JK, Jha N, Ryu JJ. Polymerization mode of self-adhesive, dual-cured dental resin cements light cured through various restorative materials. *J Esthet Restor Dent*. 2017;29(3):209–214. doi:10.1111/jerd.12285.