

STUDIU DE MICROSCOPIE OPTICĂ PRIVIND ADAPTAREA MARGINALĂ A RESTAURĂRILOR TUNELARE CU COMPOZITE

*Optical microscopy study on the marginal adaptation of tunnel restorations
with resins composite*

Prof. Dr. Cornelia Bicleșanu, Șef Lucr. Dr. Anamaria Florescu, Șef Lucr. Dr. Alexandru Burcea,
Șef Lucr. Dr. Stefan Manea, student Tiberiu Botea

Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea „Titu Maiorescu“, București

REZUMAT

Restaurarea minimum invazivă reprezintă modalitatea modernă de tratament în terapia dentară. Preparația tunelară reprezintă opțiunea viabilă pentru restaurarea minimum invazivă a leziunilor carioase proximale situate pe dinții posteriori, cu abordare de la nivelul feței ocluzale.

Scopul acestui studiu este de a verifica cu ajutorul microscopiei capacitatea de adaptare marginală la structurile dentare a restaurărilor tip tunel.

Material și metodă. Pentru acest studiu au fost folosiți 36 dinți extrași, pe care au fost efectuate preparații tunelare, atât pe fețele meziale, cât și pe cele distale, conform protocolului și principiilor terapiei minimum invazive. Pentru toate restaurările s-a folosit o combinație de rășini compozite, cu consistență flow, aplicate la nivelul tunelului, și consistență normală, folosite pentru refacerea morfologiei ocluzale. În funcție de materialele de restaurare și de sistemul adeziv folosit, dinții au fost împărțiți în 3 grupe cu câte 12 dinți fiecare. *Grup 1:* Fine Etch 37%, Adper Single Bond 2, 3M Espe, Beautifil Flow Plus, Shofu, Beautifil II, Shofu. *Grup 2:* Fine Etch 37%, Zmack Bond, Zhermack, Es Flow, Zmack Comp, Zhermack. *Grup 3:* Opti Bond XTR, Kerr, SDR, Dentsply, Premise, Kerr. Pentru a evidenția microinfiltrația marginală, dinții au fost izolați folosind lac de unghii, care a fost aplicat pe toată suprafața dentară, exceptând zona de 2 mm care înconjoară restaurările proximale. Apoi, au fost scufundați pentru 24 ore în albastru de metilen 2% (fig. 18). La final, dinții au fost spălați și secționați pe direcție mezio-distală cu ajutorul unui disc diamantat, sub răcire cu apă și la turație redusă.

Rezultate și discuții. Examinarea la microscopul optic a evidențiat infiltrațiile marginale produse în cele 3 grupe de dinți restaurate cu materiale și tehnici diferite. Rezultatele studiului au arătat că cea mai mică infiltrație a fost evidențiată în prepararea tunelară restaurată cu giomeri și adeziv self etch într-un singur pas.

Concluzii. Restaurarea cu combinație de compozit fluid și compozit cu consistență ridicată pare să fie o soluție viabilă pentru preparația tunelară.

Cuvinte cheie: terapie minimum invazivă, preparație tunelară, giomeri, compozite flow

ABSTRACT

Minimally invasive restoration is the modern way of treatment in dental therapy. Tunneling / tunnel preparation is a viable option for minimally invasive restoration of proximal caries located on the posterior teeth, with approach from the occlusal aspect of the tooth.

The **aim** of this study is to check by means of optical microscopy the ability of marginal adaptation to dental structures of the tunnel type restorations.

Material and method. For this study, 36 extracted teeth were used, on which tunnel preparations were performed both on the mesial and the distal aspects of the teeth. The preparations took into account the protocol and principles of minimally invasive therapy. For all restorations, a combination of composite resins was used. The tunnel preparation was restored using flow composites and a normal consistency composite was used to restore occlusal morphology. Depending on the restoration materials and the adhesive system used, the teeth were divided into 3 groups with 12 teeth each. *Group 1:* Fine Etch 37%, Adper Single Bond 2, 3M Espe, Beautifil Flow Plus, Shofu, Beautifil II, Shofu. *Group 2:* Fine Etch 37%, Zmack Bond, Zhermack, Es Flow, Zmack Comp, Zhermack. *Group 3:* Opti Bond XTR, Kerr, SDR, Dentsply, Premise, Kerr. To highlight marginal microleakage, the teeth were isolated using a nail polish applied across the entire dental surface except for the 2 mm area surrounding the proximal restorations. They were then immersed for 24 hours in 2% methylene blue. Finally, the teeth were washed and cut in mesio-distal direction at low speed by means of a diamond disk, under cooling with water.

Autor de corespondență:

Șef Lucr. Dr. Anamaria Florescu, Facultatea de Medicină Dentară, Universitatea „Titu Maiorescu“, Str. Gheorghe Petrașcu nr. 67A, sector 3, București, România

E-mail: florescu.anamaria@yahoo.com

Results and discussions. The optical microscope examination revealed marginal microleakage in all three restored groups. The results of the study showed that the lowest microleakage was revealed in restorations that used giomers and single-step adhesive system.

Conclusions. The combination of flow and high-consistency composite resins seems to be a viable solution for tunneling restorations.

Keywords: minimally invasive therapy, tunnel preparation, giomers, flow composites

INTRODUCERE

Restaurarea minimum invazivă reprezintă modalitatea modernă de tratament în terapia dentară. Noile concepte legate de caracterul reversibil al cariei dentare, de aplicare a metodelor de remineralizare a cariilor detectate în faze de evoluție incipientă, de stopare a evoluției cariilor existente și de prevenire a apariției altora noi, de restaurare a leziunilor cavitate cu sacrificiu minim de structură dentară au determinat apariția conceptului terapiei minimum invazive.

Condiția pentru aplicarea acestei tehnici este existența unei creste marginale rezistente, un acces și vizibilitate directe pentru abordarea procesului carios. Tehnica nu este una facilă, ea necesită ceva experiență a clinicienilor, pentru că riscul apariției eșecurilor este mare, în condițiile în care cea mai mare parte a etapelor terapeutice sunt „oarbe“, deci se bazează pe experiența clinică și simțul practicienilor.

Materialele folosite pentru restaurare sunt, ideal, cimentul cu ionomer de sticlă, eventual ranforsat pentru creșterea rezistenței, datorită calităților sale cariopreventive și capacității chimice de adeziune. Se poate asocia cu rășini compozite aplicate ocluzal pentru același deziderat, și anume creșterea rezistenței la presiunea forțelor de masticație exercitate ocluzal.

Scopul acestui studiu este de a verifica cu ajutorul microscopiei capacitatea de adaptare marginală la structurile dentare a restaurărilor tip tunel.

MATERIAL ȘI METODĂ

Pentru acest studiu au fost folosiți 36 dinți extrași din motive parodontale. Aceștia au fost spălați și curățați de resturi/debriuri și apoi au fost păstrați în ser fiziologic până la efectuarea experimentului. Dinții au fost montați în arcade artificiale de studiu. Pe acești dinți au fost efectuate preparății tunelare, atât pe fețele meziale, cât și pe cele distale (2 preparății/dinte), conform protocolului și principiilor terapiei minimum invazive.

Protocol de preparare tunelară

Abordarea procesului carios se face dinspre suprafața ocluzală, din foseta proximală. Cavitatea de acces se realizează cu freze diamantate globulare și cilindrice pentru turbină, cu care se pătrunde la nivelul fosetei, păstrând creasta marginală de minimum 2 mm lățime. Cavitatea de acces se lărgeste în sens vestibulo-oral și se extinde în șanțul ocluzal, căpătând astfel o formă aproximativ triunghiulară. Se continuă preparăția cu freze globulare pentru piesă contraunghi până la nivelul peretelui proximal (fig. 1).

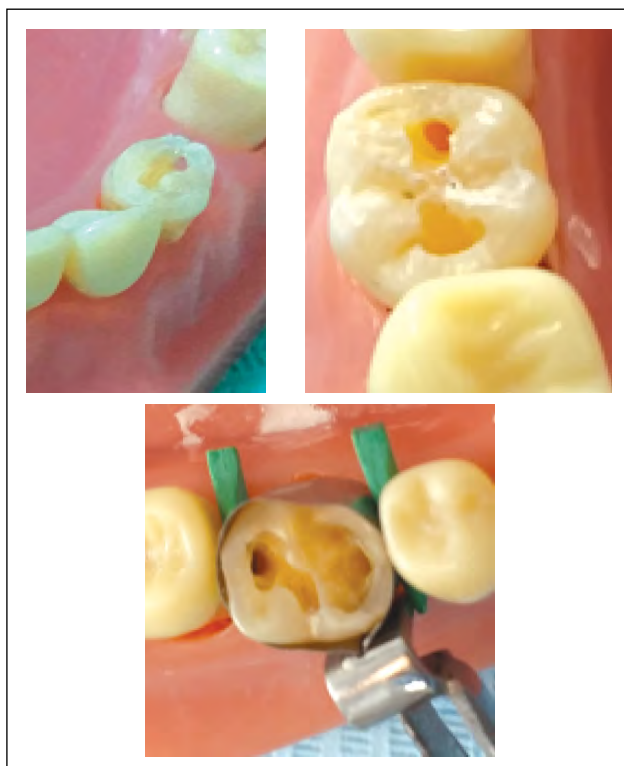


FIGURA 1. Preparății tunelare

Pentru toate restaurările s-a folosit o combinație de rășini compozite cu consistență flow, aplicate la nivelul tunelului, și consistență normală, folosite pentru refacerea morfologiei ocluzale (tabel 1). De asemenea, au fost folosite și 3 sisteme adezive diferite, prezentate în tabelul 2.

După restaurare, dinții au fost finisați, lustruiți și introduși în apa distilată până la etapa următoare.

TABELUL 1. Compoziție rășini compozite

Rășină compozită	Compoziție
Beautiful Flow Plus, Shofu	Rășină: Bis-GMA/TEGDMA Umplutură: particule de sticlă multifuncțională, umplutură S-PRG pe bază de sticlă fluoroboroaluminosilicat Umplutură greutate : 67,3 wt%, 47,0 vol% Dimens. particule: 0,01-4,0 μm cu media 0,8 μm
Beautiful II, Shofu	Rășină: Bis-GMA/TEGDMA umplutură: particule de sticlă multifuncțională, umplutură S-PRG pe bază de sticlă fluoroboroaluminosilicat Umplutură greutăți: 83.3wt% (68,6 vol%) dimens. particule: 0,01-4,0 μm cu media: 0,8 μm
Es Flow, PrenentDenPro Compozit fluid microhibrid, fotopolimerizabil CLEARFIL MAJESTY ES Flow	Acest compozit conține 75% umplutură (în greutate), inclusiv umpluturi submicronice tratate cu un agent de cuplare a silanului. Se aplică în straturi de până la 2 mm adâncime și are un timp de întărire de 10 secunde cu o lumină LED cu intensitate de 1.100-1.400 mW/cm ² .
Zmack Comp, Zhermack Universal micro-hybrid composite	Filler type : Barium glass/SiO ₂ Matrix: Bis-GMA-adduct, Bis-EMA, TEGDMA Umplutură 77% gr., 57% vo., dimens. medie particule < 1 μm
SDR, Dentsply rășină compozit, fotopolimerizabilă, cu conținut de fluor, dintr-un component, SDR™ are o contracție totală foarte redusă (3,5%), comparativ cu alte compozite fluide convenționale. Contractia volumetrică scăzută contribuie la un nivel general de solicitare mai redus. Acest lucru se datorează în parte dimensiunii mai mari a rășinii SDR™ în comparație cu sistemele convenționale de rășini (greutatea moleculară 849 g/mol de rășină SDR™, comparativ cu 513 g/mol pentru Bis-GMA).	SDR™ brevetată cu rășină dimetacrilat de uretan (reduce contracția de polimerizare • Rășină dimetacrilat • Diluanți difuncționali • alumino-fluorosilicat de bariu și stronțiu (68% în greutate, 45% în volum) • Sistem de fotoinițiere • Coloranți Umplutură (gr./vol.) 68 / 45% Dimens. medie particule 4,2 μm
Premise, Kerr universal nanofil	Conține trei tipuri de particule de umplutură diferite (trimodale): Umpluturi prepolimerizate, 30-50 microni; sticlă de bariu, 0,4 microni; și nanoparticule de silice, 0,02 microni. Sarcina totală de umplere este de 69% în volum (84% din greutate). Particulele de dimensiuni diferite au rolul de a optimiza manevrarea, rezistența și lustruirea și de a reduce contracția polimerizării.

TABELUL 2. Compoziție sisteme adezive

Sistem adeziv, protocol aplicare	Compoziție
Adper Single Bond 2, 3M Espe Deminerizare totală, se așteaptă 15 secunde, spălare timp de 10 secunde. Excesul de apă se șterge cu o buletă de bumbac sau un miniaplicator. Suprafața ar trebui să apară strălucitoare. Aplicare adeziv în 2-3 straturi consecutive pe smalțul și dentina gravată timp de 15 secunde, cu agitare ușoară folosind un aplicator complet saturat. Se usucă ușor timp de cinci secunde pentru a evapora solvenții. Polimerizare timp de 10 secunde.	BisGMA, HEMA, dimetacrilat, etanol, apă, un nou sistem fotoinițiator și un copolimer funcțional de metacrilat ai acizilor poliacriliți și politaconici Nanoparticule de silice
Zmack Bond, Zhermack Bonding fotopolimerizabil „etch and rinse” autogravant – se aplică uniform pe toate suprafețele cavității – se așteaptă 20 de secunde. – se evaporă solvenții prin uscarea cu jet de aer timp de cel puțin 5 secunde. – suprafața trebuie să aibă un aspect uniform lucioasă. Dacă nu, aplicarea se repetă. – polimerizare timp de cel puțin 20 de secunde dacă puterea luminii este cuprinsă între 500 și 800 mW/cm ²	PENTA: promotor adeziune TCB: acid metacrilat UDMA: metacrilat TEGDMA: metacrilat HEMA: agent umezire Nanoparticule: cresc forța ~ 8 nm - Camforquinone: fotoinițiator - Stabilizator: conservanți Butanol terțiar: solvent (< 25%)
Opti Bond XTR, Kerr – aplicarea OptiBond XTR PRIMER la nivelul smalțului/dentinei, cu ajutorul aplicatorului, timp de 20 sec. – uscarea lejeră timp de 5 sec. la o presiune medie a aerului – se agită puțin flaconul OptiBond XTR ADHESIVE – se aplică la nivelul smalțului/dentinei cu ajutorul aplicatorului timp de 15 sec. – uscare lejeră timp de 5 sec. – polimerizare 10 sec.	Alcool etilic 20-30% Alchil dimetacrilat 47-68% sticlă de aluminoborosilicat de bariu 5-15% dioxid de siliciu (dioxid de siliciu) 3-10% hexafluorosilicat de sodiu 0,5-3%

În funcție de materialele de restaurare și de sistemul adeziv folosit, dinții au fost împărțiți în 3 grupe cu 12 dinți fiecare (fig. 2).

TABELUL 3. Prezentarea celor 3 grupuri

Grup	Grup 1	Grup 2	Grup 3
Materiale	Fine Etch 37% Adper Single Bond 2, 3M Espe Beautiful Flow Plus, Shofu Beautiful II, Shofu	Fine Etch 37% Zmack Bond, Zhermack Es Flow, Zmack Comp, Zhermack	Opti Bond XTR, Kerr SDR, Dentsply Premise, Kerr



FIGURA 2. Materiale folosite în studiu

Etapele de tratament pentru **Grup 1** sunt prezentate în fig. 3-8.



FIGURA 3. Preparație tunelară la nivelul lui 25



FIGURA 4. Demineralizarea cu acid fosforic 37%

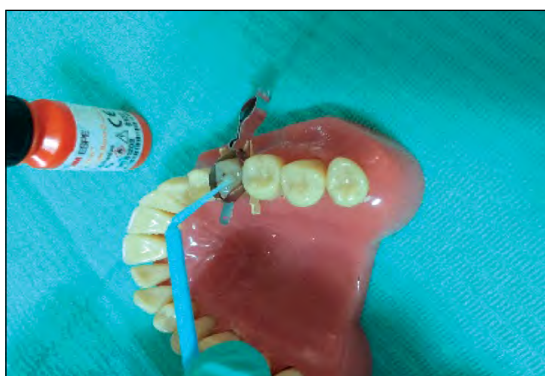


FIGURA 5. Aplicare adeziv



FIGURA 6. Aplicarea giomerului flow la nivelul preparației și fotopolimerizarea lui



FIGURA 7. Restaurarea morfologiei ocluzale cu ajutorul Beautifil II



FIGURA 8. Aspect final

Etapele de tratament pentru **Grup 2** sunt prezentate în fig. 9-13.



FIGURA 9. Preparație tunelară la nivelul lui 36



FIGURA 10. Demineralizarea cu acid fosforic



FIGURA 11. Aplicarea și fotopolimerizarea adezivului

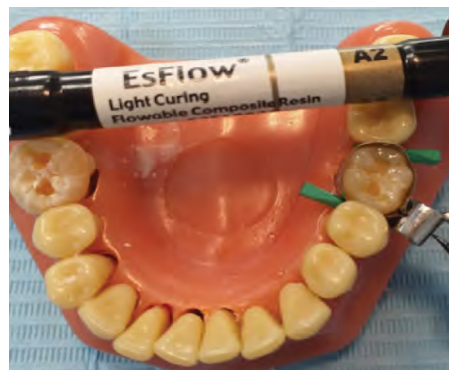


FIGURA 12. Aplicarea compozit flow



FIGURA 13. Refacerea morfologiei ocluzale a lui 36 cu compozit Zmack comp și aspectul final

Etapele de tratament pentru **Grup 3** sunt prezentate în fig. 14-18.



FIGURA 14. Preparație tunelară la nivelul lui 46



FIGURA 15. Aplicarea primerului



FIGURA 16. Aplicarea și fotopolimerizarea adezivului



FIGURA 17. Aplicarea compozitului flow SDR la nivelul preparației și fotopolimerizarea lui



FIGURA 18. Refacerea morfologiei ocluzale a lui 46 cu compozitul Premise și aspectul final

Pentru a evidenția microinfiltrația marginală, dinții au fost izolați folosind lac de unghii, care a fost aplicat pe toată suprafața dentară, exceptând zona de 2 mm care înconjoară restaurările proximale. Apoi, au fost scufundați pentru 24 ore în albastru

de metilen 2% (fig. 19). La final, dinții au fost spălați și secționați pe direcție mezio-distală cu ajutorul unui disc diamantat, sub răcire cu apă și la turație redusă (fig. 20-23).



FIGURA 19. Cele 3 grupe de dinți



FIGURA 20. Aspectul dinților din grup 1 după colorarea cu albastru de metilen 2% și secționarea mezio-distală



FIGURA 21. Aspectul dinților din grup 2 după colorarea cu albastru de metilen 2% și secționarea mezio-distală



FIGURA 22. Aspectul dinților din grup 3 după colorarea cu albastru de metilen 2% și secționarea mezio-distală



FIGURA 23. Dinții pregătiți pentru analiza cu microscopul optic

Evaluarea infiltrației marginale s-a făcut conform scorurilor ghidului ISO prezentate în tabelul 4.

TABELUL 4. Scorurile ghidului ISO

Scor	Aspect
0	Fără microinfiltrații
1	Microinfiltrații în smalț
2	Microinfiltrații în dentină, fără afectarea peretelui pulpar
3	Microinfiltrații cu afectarea peretelui pulpar

Grup 1

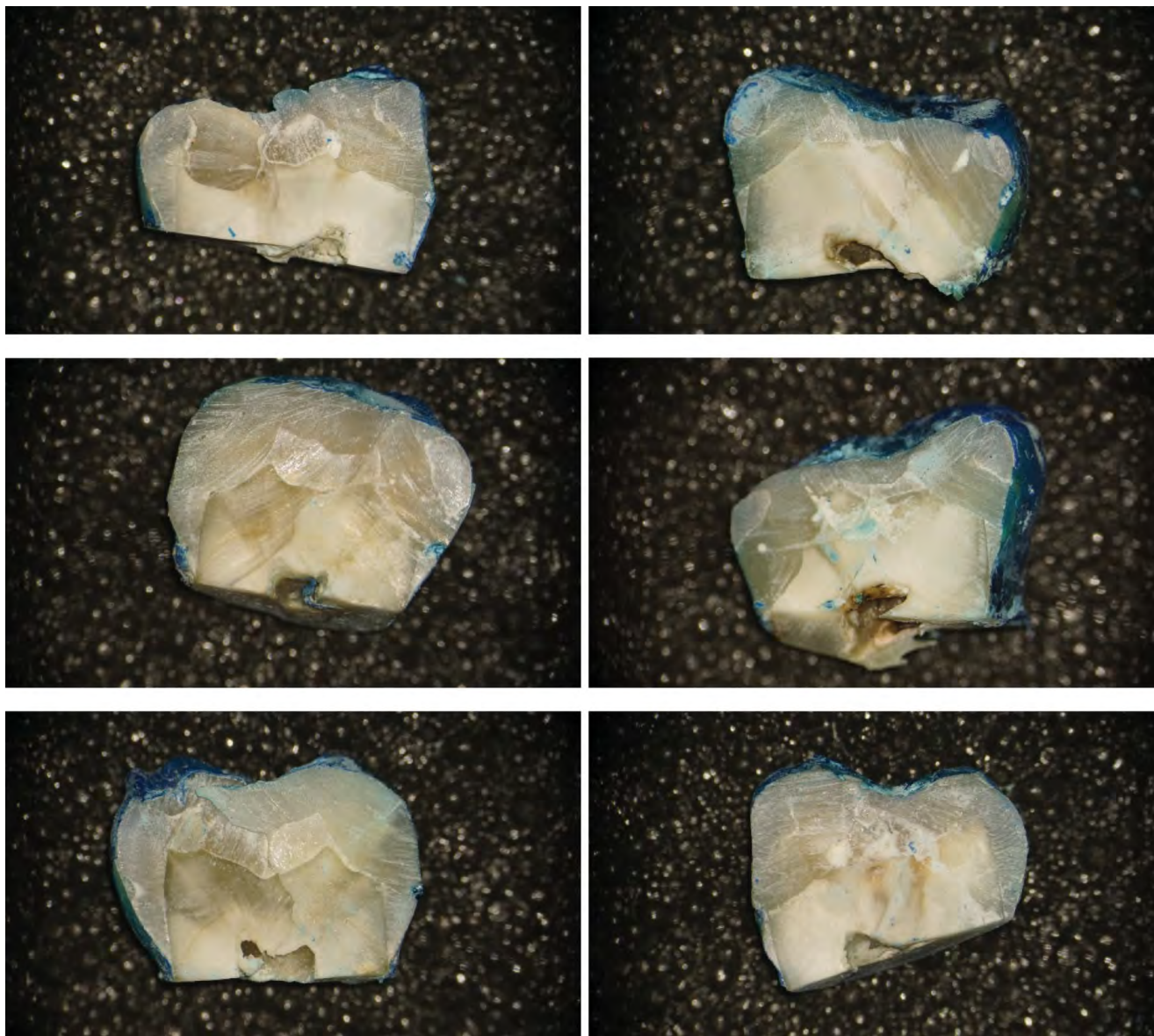


FIGURA 24. Se observă absența infiltrațiilor marginale în toate zonele supuse analizei

DISCUȚII

În acest studiu am analizat comparativ capacitatea de adaptare marginală a restaurărilor minimum invazive, tip tunelar, realizate cu materiale și adezivi diferiți.

REZULTATE

Examinarea la microscopul optic a evidențiat infiltrațiile marginale produse în cele 3 grupe de dinți restaurate cu materiale și tehnici diferite. Imaginile obținute se pot vedea în figurile de mai jos (fig. 24-26).

Terapia minimum invazivă este modalitatea de realizare a tuturor preparațiilor în medicina dentară. În odontoterapie ea se referă în primul rând la aplicarea unor protocoale de prevenire a apariției cariei dentare, apoi la identificarea precoce a acestora și aplicarea unui tratament individualizat. Tehnicile

Grup 2

FIGURA 25. Se observă prezența infiltrației marginale la nivelul smalțului

adezive au ajutat foarte mult în implementarea acestui tratament, deoarece a indus realizarea unor preparații cu extensie minimă, retenția fiind realizată prin aplicarea produselor de adeziune. În acest studiu am folosit 3 combinații de materiale diferite, elementul comun a fost combinația între un compozit flow și compozit cu vâscozitate crescută. Astfel, am folosit combinația de giomeri Beautifil II și Beautifil Flow Plus asociată cu Adper Single Bond 2 (adeziv generația 5, într-un pas), sistemul Zhermack, Zmack Bond, Zhermack, Clearfil Majesty ES Flow Zmack Comp (compozite universale microhibride) și Opti Bond XTR (adeziv universal în doi pași), Kerr SDR (compozit flow cu eliberare de

fluor), Dentsply, Premise, Kerr (compozit universal nanofil).

Această abordare de restaurare a preparațiilor tunelare cu compozite de două consistențe diferite este justificată prin insuficiența presiunii a compozitelor fluide pentru a se insinua în extensiile superficiale ale preparației și vâscozitatea crescută a compozitului compact care nu curge suficient de bine. Compozitul fluid este presat în toate detaliile cavității prin presiunea creată de compozitul compact.

Compozitele fluide au fost introduse în anii 1990 și au un conținut de umplutură mai mic și un volum mai mare de matrice organică, astfel încât compozitul de fluid de primă generație a fost aplicat ca

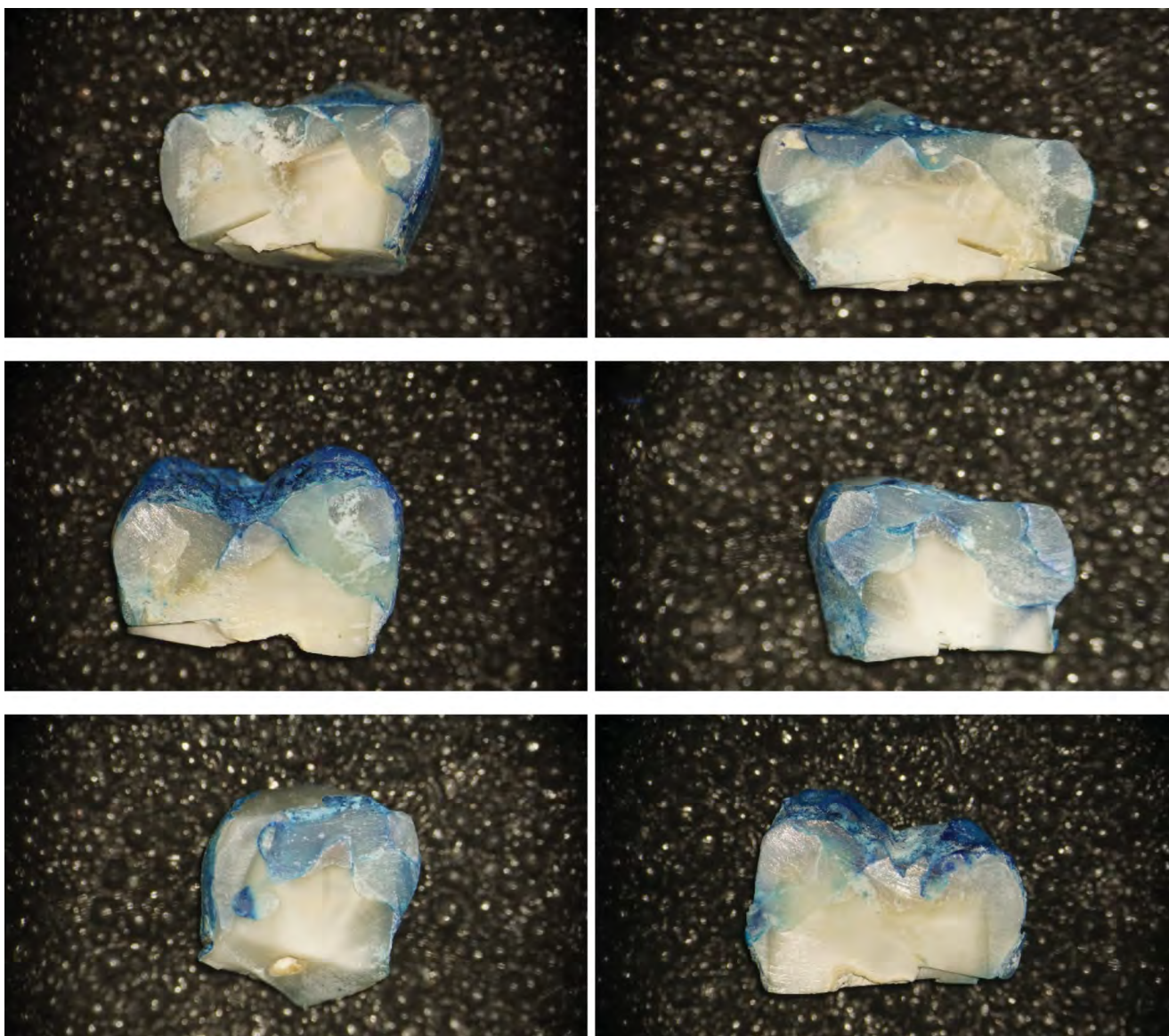
Grup 3

FIGURA 26. Infiltrație marginală la nivelul dentinei fără interesarea peretelui pulpar

prim strat datorită unui modul de elasticitate scăzut și posibilității de a se insinua în cele mai mici spații. Generațiile recente de compozit fluid au un conținut de umplutură mai mare și proprietăți mecanice îmbunătățite, astfel, ele sunt folosite și pentru restaurări de dimensiuni mari (6).

Giomerii reprezintă un hibrid între cimentul glass-ionomer și materialele compozite, care îmbină capacitatea de eliberare și reîncărcare cu fluor a CIS cu estetica, ușurința de manevrare și proprietățile fizice ale compozitelor (1).

BeautifulFlow face parte din generația 2 de giomeri. Sulaiman și colab. (2) au raportat că giomerul (Beautiful) a prezentat o rezistență semnificativ mai mare ($115,18 \pm 10,15$ MPa) comparativ cu ionomer

de sticlă modificat (Fuji II LC) și chiar superioară unor compozite hibride compacte.

Utilizarea adezivilor etch and rinse în două etape combină primerul și rășina adezivă într-o singură aplicare. Rășinile adezive care conțin etanol sunt încă considerate „standardul de aur“ în termeni de durabilitate a adeziunii, în special în cazul cavității care au margini de dentină expuse (3).

Adeziunea se realizează prin două componente ale substratului dentar, fibrele de collagen și cristalele de hidroxiapatită.

Legătura la fibrele de collagen poate fi realizată numai prin legături de hidrogen, care sunt relativ slabe și instabile, în special într-un mediu apos, în schimb calciul din hidroxiapatită poate servi drept

receptor pentru formarea unei legături ionice mai puternice.

Rezistența adeziunii la smalț a compozitelor flow este de 20 MPa și la dentină este de 17 MPa (4).

Câteva studii publicate destul de recent au demonstrat că valorile forței de aderență a cimenturilor autoadezive pe bază de rășină și a compozitelor fluide nu sunt la fel de ridicate precum cele obținute cu adezivi aplicați în mai mulți pași și composite (5). Acest lucru a fost atribuit faptului că aciditatea monomerilor în materialele autoadezive nu este suficient de scăzută pentru a promova penetrarea extensivă a rășinii prin suprafețe acoperite cu smear layer sau în smalțul aprismatic și la faptul că vâscozitatea prezentată de materialele flow nu este suficient de scăzută pentru a asigura o bună adaptare la pereții cavității (6). Puterea lor adezivă este îmbunătățită numai după ce se efectuează procedurile tradiționale de demineralizare cu acid fosforic concentrat (7).

În studiul meu am folosit adezivii Adper Single Bond 2 (adeziv generația 5, autogrant într-un pas), Opti Bond XTR (adeziv autogrant în doi pași). Combinația Adper Single Bond 2 și giomeri a arătat cea mai bună aderență fără infiltrații marginale.

În studiul lui Mallikarjun Goud K et al. (2016), Adper™ Single Bond 2 a prezentat cea mai mare forță de adeziune de 31,89 MPa deoarece în compoziția sa conține etanol și apă ca solvenți. Prezența etanolului mărește difuziunea în dentină, mărind astfel aderența, iar prin evaporare din substrat lasă în urmă rășina. Apa facilitează penetrarea rășinii între fibrele de collagen, indiferent de starea de umiditate a dentinei. Pentru a obține o bună legătură, este important ca sistemul adeziv să penetreze bine în substratul dentin demineralizat (8).

OptiBond XTR (2-step adeziv autogrant) poate să fie clasificat ca un adeziv puternic deoarece și el conține un solvent volatil, acetonă, care se evaporă rapid după aplicarea primerului, concentrând astfel rășina și crescând aciditatea soluției adezive de la pH 2,4 la 1,6 (Kerr Technical Bulletin).

Preparația tunelară este un exemplu de terapie minimum invazivă. De regulă, ea este restaurată cu

CIS, socotit materialul de elecție. Totuși, având în vedere poziționarea sa ocluzală, este nevoie de materiale cu rezistență mare pentru a suporta forțele de masticție precum materialele compozite. Rășinile compozite dentare prezintă contracție volumetrică de 2-4% în timpul procesului de polimerizare, ceea ce determină o slabă adaptare și integritate marginală, cu apariția microinfiltrațiilor marginale. În ciuda progresului în dezvoltarea adezivilor dentinari mai noi, niciun sistem existent nu este capabil să compenseze crearea de goluri la interfața de dentină / restaurare (9).

Pentru reducerea contracției de polimerizare sunt recomandate compozitele fluide care conțin mai puține particule de umplutură (60-70% în greutate și 46-70% în volum) și o proporție mai mare de matrice organică. Din acest motiv, producătorii recomandă adesea utilizarea compozitelor fluide în zone cu acces limitat precum suprafețele interioare neregulate și preparațiile tip casetă ale cariilor proximale (10).

În literatura de specialitate nu sunt multe studii referitoare la preparația tunelară. Studiile clinice existente au arătat că rata de succes clinic pentru restaurările tunelare cu ionomer de sticlă a variat de la 100% după 3 ani (11) până la 90% după 3,5 ani (12), cu rată medie de supraviețuire de 6 ani (13). Rata de succes pe termen lung a variat de la 46% după 8,5 ani (14) până la 85% după 8 ani (15). Totuși, în alt studiu (16), autorii nu au găsit o diferență semnificativă în succesul restaurărilor în ceea ce privește tipul de dinți, dimensiunea leziunii și tipul de restaurare efectuată.

CONCLUZII

Restaurarea cu combinație de compozit fluid și compozit cu consistență ridicată pare să fie o soluție viabilă pentru preparația tunelară.

Mențiuni

Toți autorii au contribuție egală în realizarea acestui articol.

BIBLIOGRAFIE

1. Capan BS, Akyuz S. Current fluoride-releasing restorative materials used in pediatric dentistry. *Clin Exp Health Sci.* 2016;6(3):129–134.
2. Sulaiman E et al. The flexural strengths of five commercially available tooth-coloured restorative materials. 2007, December, *Annals of dentistry* 14(1)DOI: 10.22452/adum.vol14no1.7
3. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: Methods and results. *J Dent Res.* 2005 Feb; 84(2):118-32
4. Ruiz JL, Mitra S. Using cavity liners with direct posterior composite restorations. *Compend Contin Educ Dent.* 2006 Jun; 27(6):347-51; quiz 352.
5. Poitevin A et al. Bonding effectiveness of self-adhesive composites to dentin and enamel. *Dent Mater.* 2013 Feb;29(2):221-30.
6. MeiYin et al. Preparation and characterization of Bis-GMA free dental resin system with synthesized dimethacrylate monomer TDDMMA derived from tricycle (5.2.1.0(2,6))-decanedimethanol. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials.* 2016 April;57:57-163.
7. Schuldt C et al. Shear Bond Strength and Microleakage of a New Self-etching/Self-adhesive Pit and Fissure Sealant. *J Adhes Dent.* 2015 Dec;17(6):491-7. doi: 10.3290/j.jad.a35255.
8. Mallikarjun Goud K et al. Comparative Evaluation of Shear Bond Strength of Three Dental Adhesives under Dry and Wet Bonding Conditions: An In Vitro Study. *Journal of International Oral Health* 2016; 8(2):267-271.
9. Kumar T et al. Comparative evaluation of the bond strength of posterior composite with different cavity configurations and different liners using a two-step etch and rinse adhesive system: In vitro study. *J Conserv Dent.* 2017 May-Jun; 20(3): 166–169.
10. Krämer N, García-Godoy F, Frankenberger R. Evaluation of resin composite materials. Part II: In vivo investigations. *Am J Dent.* 2005;18:75–81.
11. Bîcleşanu C, Florescu A. *Curs odontoterapie*, Ed. Hamangiu, 2016.
12. (PDF) Minimally Invasive Dentistry - A Review. Available from: https://www.researchgate.net/publication/271510834_Minimally_Invasive_Dentistry_-_A_Review (accessed May 22 2019).
13. Devlin H. *Operative dentistry, A practical guide for recent innovations.* Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006
14. Kumar Raghav Gujjar and Neha Sumra. *Minimally Invasive Dentistry - A Review. International Journal of Clinical Preventive Dentistry Volume 9, Number 2, June 2013.*
15. Poitevin A et al. Bonding effectiveness of self-adhesive composites to dentin and enamel. *Dent Mater.* 2013 Feb;29(2):221-30.
16. MeiYin et al. Preparation and characterization of Bis-GMA free dental resin system with synthesized dimethacrylate monomer TDDMMA derived from tricycle (5.2.1.0(2,6))-decanedimethanol. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials.* 2016 April;57:57-163.