

Razmazni sloj na dentinu u restaurativnoj stomatologiji

SGS YU ISSN 0039-1743-
COBISS.SR-ID 8417026

Smear Layer on Dentin In Restorative Dentistry

KRATAK SADRŽAJ

Adhezija za gleđ predstavlja rutinsku tehniku u restaurativnoj proceduri, dok je adhezija za dentin još uvek problem brojnih istraživanja. Osim strukturalnih karakteristika dentina i prisustvo razmaznog sloja je jedan od osnovnih razloga otežane interakcije između adhezivnih materijala i ovog tkiva. Razmazni sloj je u stvari površinski sloj na dentinu koji nastaje sečenjem dentina rotirajućim instrumentima. Ovaj sloj ima različitu debljinu, hrapavost i gustinu, zatvara dentinske kanaliće i smanjuje propustljivost dentina. Dentin adhezivna sredstava mogu reagovati sa intertubularnim i peritubularnim dentinom, jedino ako je razmazni sloj uklonjen ili ako adhezivni sistem može da difunduje kroz ovaj sloj. Kao deo restaurativne procedure koju zahteva adhezivna stomatologija razmazni sloj mora biti uklonjen, modifikovan ili impregniran vezivnom smolom kako bi se ostvarila kvalitetna adhezivna veza između zubnih struktura i restaurativnih materijala. Za uklanjanje ili modifikovanje razmaznog sloja na dentinu koriste se kiselinski kondicioneri u tehnici totalnog nagrizanja gleđi i dentina odnosno u tehnici sa samonagrizajućim prajmerima. Samonagrizajući prajmeri se brzo razvijaju, njihovi rezultati nisu predvidljivi u potpunosti, ali ovi adhezivni sistemi ostvaruju kvalitetnu vezu i sa gleđi i sa dentinom. Da bi se potvrdila njihova dugoročna efikasnost neophodna su dalja klinička ispitivanja.

Ključne reči: dentin adhezija, razmazni sloj, nagrizanje kiselinom, samonagrizajući prajmeri

**Slavoljub Živković¹, Mila Kolar²,
Larisa Blažić³, Mirjana Vučetić⁴,
Goran Tošić⁵**

¹Klinika za bolesti zuba, Stomatološki fakultet, Beograd

²Univerzitetska dečja klinika, Beograd

³Stomatološka klinika Medicinskog fakulteta u Novom Sadu

⁴Klinika za dečju stomatologiju

⁵Stomatološka klinika Medicinskog fakulteta u Nišu

PREGLEDNI RAD (PR)

Stom Glas S, 2004; 51:169-176

Bez obzira na vrednost i raznovrsnost sredstava za trajne ispune kaviteta, još uvek ne postoji materijal koji u potpunosti odgovara hemijskim, fizičkim i biološkim osobinama zubnih tkiva koji bi mogao biti adekvatna zamena za prirodne čvrste supstance humanih zuba. Poseban i takođe ne manje značajan problem predstavlja i adhezija materijala za zubne strukture. Iako je napredak dentalne tehnologije poslednjih godina doprineo značajnom tehnološkom napretku u iznalaženju kvalitetnijih materijala, problem veze restaurativnih materijala za čvrsta zubna tkiva još uvek predstavlja najveći problem restaurativne (adhezivne) stomatologije.

Činjenica je takođe, da se vrednost restaurativnog materijala određuje između ostalog i kvalitetom veze, odnosno adhezivnošću ovih materijala za gleđ i dentin. Faktori koji utiču na vezu restaurativnih materijala i zubnih tkiva su brojni i vezani su pre svega za fizička i hemijska svojstva supstrata koji se spajaju: adherenta (gleđ i dentin) i restaurativnih materijala.^{1,2,3,4} Osim toga, oralno okruženje, vlažna sredina, fizički stresovi, promene

temperature, pH vrednosti pljuvačke, ishrana, pa i navike žvakanja u velikoj meri utiču na interakciju između materijala i zubnih tkiva.^{2,5,6}

Prekretnicom u adhezivnoj restaurativnoj stomatologiji smatra se uvođenje tehnike kondicioniranja površine gleđi kiselinom. Ovaj revolucionarni koncept Bounocore-a iz 1955. godine je pokazao da se nagrizanjem gleđi formira mikroporozna površina, koja obezbeđuje formiranje mikromehaničkog atečmena (mikromehaničke veze) sa adhezivnim sredstvom odnosno restaurativnim materijalom.¹

Međutim, nasuprot činjenici da je veza između gleđi i savremenih kompozitnih materijala, na nivou dosadašnjih saznanja i tehnoloških mogućnosti, uglavnom ostvarena na zadovoljavajući način, područje interakcije dentina i materijala za trajne ispune još uvek nije adekvatno rešeno.^{1,2,3,4,7,8,9,10}

Veza kompozitnih materijala za dentin još uvek predstavlja izazov za istraživanje jer ne postoji kvalitetno i opšte prihvatljivo rešenje. Adheziju za dentin je mnogo teže ostvariti iz više razloga. Slabija mineralizacija od

gledj, znatna količina kolagena, hidrofilnost površine, mali površinski napon i prisustvo kanalića sa dentin fluidom su faktori koji neizbežno utiču na kvalitet veze ispuna sa dentinom.^{3,11-16}

Uvođenjem u stručnu praksu dentin adhezivnih sistema koji posreduju u vezivanju između restaurativnih materijala i dentina, znatno je pojačana ova veza, ali problem nije rešen u potpunosti.

Mikrostrukturalne karakteristike dentina

Dentin predstavlja osnovni supstrat restaurativne stomatologije i zato je poznavanje njegovih osobina i strukturalnih karakteristika preduslov i za prevenciju i za adekvatnu restaurativnu terapiju obolelih zuba.¹¹

Dentin je avaskularno, mineralizovano vezivno tkivo koje formira najveći deo zuba i reaguje na različite fiziološke i patološke nadražaje.¹⁷ Osim promena u dentinu koje nastaju kao posledica karijesa ili erozija, patologija dentina često uzrokuje i promene u njegovoj mineralnoj strukturi.^{12,17}

Naime, dentin uz samu gledj je slabije mineralizovan od ostalog dela dentina. Dentin u neposrednoj blizini pulpe sastoji se iz dva sloja, od kojih onaj koji se nalazi uz osnovnu dentinsku strukturu ima nizak sadržaj mineralnih materija, a drugi (uz sloj predentina) sadrži mineralnu strukturu koja odgovara normalnom dentinu. Predentin nije mineralizovan.^{12,18}

Glavnu masu dentina čine dobro mineralizovani intertubularni i visokomineralizovani dentin.¹⁸ Dentinski kanalići čine 10% zapremine dentina, ali je ovaj procenat nešto veći u blizini pulpe nego na periferiji.¹⁹

Demineralizacija dentina in vivo nastaje kao posledica karijesa ili erozije zuba. Važno je napomenuti da visokomineralizovani peritubulusni dentin biva brže demineralizovan nego intertubulusni. Ovo je značajno jer dolazi do proširenja tubula i povećanja propustljivosti dentina.²⁰

Međutim osim demineralizacije, u dentinu može doći i do taloženja i povećanja sadržaja minerala. Ovaj fizičko hemijski proces se odvija i u in vivo i u in vitro uslovima i poznat je kao skleroza dentina.²¹ Promene na dentinu obuhvataju postepeno sužavanje tubula uvećanjem pre svega peritubulusnog dentina i slične su promenama koje nastaju u dentinu tokom starenja.^{21,22}

Daleko najveću količinu ovih organskih komponenti dentina čini kolagen, koji je uglavnom raspoređen u intertubularnom dentinu i samo u oskudnim količinama u peritubulusnom dentinu.¹⁸ Patološke promene na dentinu (karijes, erozije) dovode do razgradnje kolagena, a proces razaranja je vezan pre svega za sadržaj dentin tubula (odontoblastni produžeci i dentin likvor).¹⁷ Ovo je značajno zbog činjenice da su sve vitalne reakcije u dentinu

uglavnom vezane za citoplazmatične aktivnosti u dentin tubulima.¹⁷

Promene koje se odigravaju u dentinu tokom života imaju i značajne kliničke implikacije. Ove promene mogu da utiču na propustljivost dentina i samim tim na tok i ishod restaurativne procedure, koja najčešće uključuje i kondicioniranje površine dentina.

Razmazni sloj na dentinu

Pored strukturalnih karakteristika dentina, koje predstavljaju značajnu prepreku prijanjanju bilo kog materijala za dentin, jedan od problema u ovoj oblasti predstavlja i prisustvo "razmaznog sloja" (smear layer) koji se stvara na površini dentina tokom njegove obrade (sečenja) rotirajućim instrumentima.^{13,23,24}

Kada se dentin obrađuje rotirajućim instrumentima na njegovoj površini se stvara jedna specijalna površinska struktura koja pokriva i maskira normalnu strukturu dentina i često pokriva otvore presečenih tubula.^{10,13,23} Ovaj sloj koji zaostaje posle preparacije kaviteta sadrži organske i neorganske čestice sečenog dentina, pomešane sa prisutnim fluidima, kao što su dentin likvor, oralni i sulkusni fluidi, pljuvačka i eventualno ostaci krvi.^{1,10,17,23}

Brojna istraživanja su pokazala da se razmazni sloj najčešće sastoji iz dva sloja: površinskog dela koji nije čvrsto vezan za dentin i debljeg sloja koji je utisnut u dentin tubule.^{1,2,5,25} Ukupna debljina razmaznog sloja, varira od 2-50µm i zavisi od vrste rotirajućeg (režućeg) instrumenta, brzine rotacije, primenjenog pritiska pri preparaciji, veličine i oblika kaviteta, količine vodenog hlađenja, površine dentina gde se vrši preparacija i dr.^{1,2,14,15,24,25,26,27}

Debljina površinskog dela razmaznog sloja po Getleman-u i saradnicima se kreće od 1-2µm.²⁴ Pashley u svojim istraživanjima nalazi da je razmazni sloj na dentinu najčešće debljine od oko 1µm, a dubina "čepova" u dentin tubulima iznosi dodatnih 1-2 µm.³ Meerbek i sardnici potvrđuju da je debljina razmaznog sloja uglavnom različita, ali da se najčešće kreće od 1-5µm i da zavisi od vrste rotirajućeg instrumenta, odnosno uslova ispiranja tokom instrumentacije.²

Kliničke implikacije razmaznog sloja na dentinu

Rasprave o ovom slučaju su često kontradiktorne. Jedna grupa istraživača smatra da je on idealna podloga za rast i razmnožavanje mikroorganizama i da ga neizostavno treba ukloniti da bi se poboljšala adhezija materijala.²⁸⁻³³ Drugi predlažu ostavljanje ovog sloja, koji po njihovom mišljenju uz odgovarajući predtretman ili kondicionira-

nje može delovati kao sigurna barijera (prirodni lajner) prodoru oralnih fluida sa egzogenim toksinama, prema pulpi i time omogućiti, osim dobre veze i prevenciju pulpne iritacije.^{16,34,35} Neslaganja po pitanju uklanjanja ili ne uklanjanja razmaznog sloja čine ovu problematiku još interesantnijom, ali i sa izraženijom potrebom za njenim razjašnjenjem.

Wiezkowski²⁹ i saradnici u svojim istraživanjima potvrđuju da je razmazni sloj na površini dentina osnovni put prodora mikroorganizama. Isti autori, godinu dana kasnije proučavaju kvalitet veze nekoliko dentin adhezivnih sredstava koja samo modifikuju razmazni sloj na kavitetima V klase. Metodom linearnog prodora boje sa 50% rastvorom srebrno-nitrata oni zaključuju da je razmazni sloj osnovni put bakterijskog mikroprodora kroz stvarenu mikropukotinu.²⁹

U svojim istraživanjima Davis³⁰ i saradnici proučavaju efekat adhezije četiri različita adhezivna sistema tretirajući razmazni sloj na tri načina (delimično ostavljanje, kondicioniranje sa 10% fosfornom kiselinom, kondicioniranje sa 40% poliakrilnom kiselinom). Autori zaključuju da nema značajnih razlika u jačini veze između tvrdih zubnih struktura i kompozitnih materijala posle delimičnog ili potpunog uklanjanja razmaznog sloja.³⁰ SEM studija analize površine dentina posle aplikacije adhezivnog sredstva preko razmaznog sloja na kavitetima V klase je takođe potvrdila da je međusloj razmazni sloj – dentin najslabija karika u adhezivnoj vezi, a da veza razmaznog sloja za dentin može biti dodatno kompromitovana termalnim stresovima.³¹ Nalazi Kance takođe ukazuju da razmazni sloj u in vivo uslovima često biva napadnut bakterijama, a veza dentin adheziva na bazi fosfatnih estara značajno opada sa vremenom.³²

Međutim, po ovom pitanju ima i drugačijih stavova. Tako Tao i Pashley u in vitro uslovima ispituju efekat intrapulpnog pritiska na jačinu veze kod dva dentin adhezivna sistema u prisustvu i odsustvu razmaznog sloja. Oni zaključuju da razmazni sloj ne utiče značajno na kvalitet veze.³⁴ Da li uklanjanje razmaznog sloja utiče na pojavu mikropukotine kod kaviteta V klase bilo je predmet istraživanja Srisawasdi-ja i saradnika.³⁵ Autori su zaključili da prisustvo razmaznog sloja nije imalo nikakvog efekta na pojavu mikropukotine, ali preporučuju njegovo uklanjanje kada se u restaurativnoj proceduri koriste glas jonocementi.³⁵ Pashley u svojim istraživanjima potvrđuje da razmazni sloj predstavlja prirodni lajner koji smanjuje propustljivost dentina više nego bilo koji drugi zaštitni lajner. Po njegovom mišljenju uklanjanje razmaznog sloja poboljšava kvalitet veze, ali i povećava mogućnost da dođe do iritacije pulpe.¹⁶

Dentin adhezivna sredstva kao što su glas jonocementi ostvaruju bolju vezu ako se razmazni sloj ukloni poliakrilnom kiselinom. Naime, tada slobodni joni kalcijuma iz dentina vezuju karboksilne grupe iz lanca poliakrilne kiseline i ostvaruju određeni vid hemijske veze.^{36,37}

Neka istraživanja su takođe pokazala da je kvalitet veze između restaurativnih materijala i tvrdih zubnih tkiva značajno manji ako se razmazni sloj ukloni. Ovo posebno važi za vezivna sredstva na bazi fosfata, koja helatnim vezama adheriraju za kalcijum iz dentina.^{38,39}

Objašnjenje na koji način razmazni sloj poboljšava kvalitet veze kod ovih adheziva moglo bi biti u činjenici:

- da je razmazni sloj uglavnom bogatiji kalcijumom od dentina (koji gubi kalcijum zbog prisutne kiseline u ustima) pa je na taj način omogućeno više prostora za vezu između kalcijuma i fosfora
- da razmazni sloj pokriva površinu dentina koja postaje neravna, ali povoljnija za mikromehaničku vezu
- da razmazni sloj blokira dentin tubule i smanjuje protok tečnosti kroz njih, čime obezbeđuje efikasniju vezu hidrofobne vezivne smole i hidrofilnog dentina

Naime potvrđeno je da se adhezija u ovim slučajevima uspostavlja isključivo sa razmaznim slojem, a ne sa dentinom.^{6,38,39}

Adhezivna sredstva i dentin

Rešavajući navedene probleme savremena dentalna tehnologija je u stručnu praksu uvela dentin adhezivne sisteme koji obezbeđuju pojačanu vezu između tvrdih zubnih struktura i kompozitnih materijala. Veza adhezivnih sistema sa dentinom zasniva se pre svega na mikromehaničkoj vezi ili i nekoj vrsti hemijske veze sa kalcijumom, odnosno kolagenom dentina.

Bez obzira na kontradiktorne stavove razmazni sloj u restaurativnoj proceduri mora biti uklonjen, modifikovan ili impregniran smolom, a površina dentina pre aplikovanja kompozitnog materijala mora biti pripremljena odnosno kondicionirana.⁴⁰⁻⁴⁶ Najveći broj istraživača se slaže da je za uspostavljanje dobre adhezivne veze između dva različita materijala neophodno obezbediti čistu površinu, pa od toga ne treba odustati ni kad je površina dentina u pitanju.^{36,40,47,48} Dakle da bi se ostvarila dobra adhezivna veza između kompozitnih materijala i tvrdih zubnih tkiva i sprečila pojava mikropukotine, neophodno je odgovarajućim postupkom obuhvatiti i dentin zuba, odnosno realizovati kondicioniranje ove površine.^{40,49-53}

Kondicioniranje dentina je postupak kojim se određenim hemijskim sredstvima priprema (menja) površina dentina nakon preparacije i/ili uklanjanja razmazni sloj.^{1,2,5} Osnovni cilj kondicioniranja dentina je da se obezbedi površina za mikromehaničku i eventualnu hemijsku vezu dentina sa dentin adhezivnim sredstvima odnosno kompozitnim materijalom. Ovaj postupak dovodi do fizičkih i hemijskih promena na površini dentina. Fizičke promene obuhvataju uklanjanje, odnosno smanjenje debljine razmaznog sloja i promenu njegove morfologije, dok hemijske promene dovode do dekalifikacije neorganskog

sadržaja dentina i modifikacije organskih frakcija ovog supstrata.^{40,48,49,50,54,56}

Iako je do skora, zbog sastava i kanalikularne strukture dentina njegovo kondicioniranje predstavljalo "tabu" u stomatologiji, danas se ovaj postupak smatra jednim od osnovnih preduslova za kvalitetnu adhezivnu vezu.^{40,50} Naravno, oprez pri kondicioniranju zbog kanalikularne strukture dentina i mogućih afekcija pulpodentalnog kompleksa je neophodan.^{8,38,48,57} Zato pojedini istraživači i preporučuju slabije organske kiseline za kondicioniranje dentina.^{36,58,59,60,61}

Danas se za kondicioniranje dentina koriste različiti tipovi kondicionera i to: različite vrste kiselina (fosorna, limunska, maleinska, azotna), helatna sredstva (EDTA), laseri i mikroabrazivne čestice.^{8,44,45,47,48,57,58,59,60}

Potvrđeno je da različite vrste kondicionera za dentin ostvaruju i različitu površinsku strukturu tretiranog dentina, na čemu baziraju i kvalitet mikromehaničke odnosno hemijske adhezije.^{33,40,46,49} Naime, modifikovana površina intertubulusnog dentina i njegova parcijalna demineralizacija omogućava vezivanje polimera iz adhezivnih sredstava za nastale precipitate. Impregnacijom i penetracijom monomera u delimično demineralizovani površni sloj dentina i njegovom polimerizacijom stvara se dentinsko polimerna struktura koja je u naučno-stručnoj literaturi poznata kao smolom ojačani sloj dentina ili "hibridni sloj" i predstavlja ključ dobre i snažne adhezivne veze.⁶²⁻⁶⁵

Veza adhezivnih sistema sa dentinom zasniva se na hemijskoj vezi sa kalcijumom i/ili kolagenom, a u zavisnosti je od hemijske strukture adheziva:

- a) kod fosfat estrarskih adhezivnih sistema veza se ostvaruje po principu jonske izmene sa kalcijumom iz dentina
- b) kod poliuretanskih adheziva veza se ostvaruje reakcijom izocijanata sa slobodnim OH grupama na površini dentina
- c) kod NPG i PMDM adheziva infiltracijom monomera
- d) unakrsnom vezom kolagena iz dentina sa glutaraldehidom iz adheziva na bazi HEMA

Adhezija za dentin: sadašnjost i buduće perspektive

Adhezija za gleđ primenom kiselinskog nagrizanja je opšte prihvaćena i rutinska tehnika u restaurativnoj stomatologiji, dok je adhezija za dentin još uvek u fazi iznalaženja pravog rešenja.^{43,49,53,63,64}

Da bi se ostvarila snažna i kvalitetna veza sa dentinom danas se koriste dve tehnike kondicioniranja površine dentina: tehnika totalnog nagrizanja (i gleđi i dentina) i tehnika kondicioniranja dentina primenom samonagrizajućih prajmera.^{40,49,50}

Adhezija za dentin – tehnika totalnog nagrizanja

Tehnika totalnog kondicioniranja gleđi i dentina u restaurativnoj proceduri je relativno novija tehnika, iako se proverava duže od dve decenije.^{40,49} Adhezivna sredstva za tehniku totalnog nagrizanja gleđi i dentina sadrže najčešće: fosforu kiselinu, prajmer i vezivnu smolu ili fosforu kiselinu i kombinovani prajmer i vezivnu smolu (jedna bočica).

Ovaj postupak obuhvata kondicioniranje gleđi u trajanju od 30sec i dentina u trajanju od 15sec. Smatra se da kratko vreme od 15sec limitira prodor kiseline do dubine dentina od 1,9-4,8 mm.⁵⁴ Kiseline na dentinu dovode do povećanja retencione površine (slično gleđi)⁶⁶, uklanjaju razmazni sloj, demineralizuju dentin (do dubine od 0,5-0,75µm), a u zavisnosti od tipa, koncentracije, pH, viskoznosti kiseline i trajanja aplikacije.^{67,69} Istraživanja su pokazala da u tako pripremljnu površinu dentina hidrofilna adhezivna sredstva formiraju produžetke (trnove) koji se pružaju u dentin tubule, ali ne i slojeve demineralizovanog peritubularnog i intertubularnog dentina.^{41,69}

Noviji adhezivni sistemi u tehnici totalnog nagrizanja gleđi i dentina uključuju hidrofilne komponente koje su rastvorene u organskim rastvaračima, kako bi eliminisale višak vlage sa kondicioniranog dentina i ostvarile interakciju sa demineralizovanim intertubularnim i peritubularnim dentinom, formirajući pri tome interdifuzionu zonu ili hibridni sloj.^{69,70,71,72,73}

Treba napomenuti da je za dobru adheziju neophodno dobro vlaženje (kvašenje) površine dentina, kako bi se mogao formirati adekvatan hibridni sloj. Usled preteranog sušenja dentina dolazi do kolapsa kolagenih vlakana čime se ugrožava difuzija monomera iz adhezivnog sistema u površinu dentina.^{6,74} Tehnika totalnog nagrizanja gleđi i dentina kiselinom dovodi do kompletnog uklanjanja razmaznog sloja sa površine dentina.^{23,41,44} Primena adheziva sa kombinovanim prajmerom i vezivnom smolom u jednoj boci, u tehnici totalnog nagrizanja, je poslednjih godina vrlo popularna kod stomatologa praktičara, ne toliko zbog kvaliteta veze nego zbog jednostavnosti primene.^{49,75,76} Međutim o njihovim kvalitetima se može suditi samo posle dužih kliničkih ispitivanja.

Adhezija za dentin- tehnika samonagrizajućih prajmera

Samonagrizajuća dentin adhezivna sredstva pripadaju adhezivnim sistemima koji su razvijeni poslednjih godina i koji ostvaruju vezu sa dentinom preko razmaznog sloja. Ova samonagrizajuća sredstva se mogu naći u dva osnovna oblika i ne zahtevaju posebno kondicioniranje gleđi

kiselinom, već se gleđ i dentin istovremeno kondicioniraju samonagrizajućim prajmerima.^{40,41,42,50}

Prvi tip samonagrizajućeg agensa ima dve odvojene bočice. Bočica sa samonagrizajućim prajmerom se koristi za kondicioniranje gleđi i dentina, a bočica sa adhezivom se aplikuje nakon toga na pripremljenu površinu zubnih struktura. Drugi tip samonagrizajućih vezivnih sredstava su sistemi kod kojih je adhezivni agens u jednoj bočici, odnosno prajmer i adheziv su kombinovani u jednom rastvoru.^{40,50,77,78}

Samokondicionirajući adhezivi su u stvari kiseliniski prajmeri koji mogu da penetriraju u vodene kanaliće formirane između čestica razmaznog sloja i reaguju sa površinom dentina ispod ovog sloja.^{39,42,49} S obzirom da kiseli rastvor prajmera ostaje nepromenjen posle kondicioniranja, razmazni sloj se inkorporira u hibridni sloj, odnosno ugrađuje se u smolom ojačanu zonu dentina.^{6,43,49}

Prednost samokondicionirajućih adheziva u odnosu na sistem totalnog nagrizanja je u jednostavnijom kliničkoj primeni i činjenici da se dentin uz kondicioniranje istovremeno i priprema za adheziju.^{39,49,78} Osim toga, klinička procedura je jednostavnija i sigurnija, jer posle kondicioniranja gleđi i dentina nije potrebno ispiranje.⁴⁹ Problem idealnog vlaženja površine dentina je takođe eliminisan primenom ove tehnike.⁷⁸

Pri kondicioniranju dentina samonagrizajućim prajmerima dolazi do istovremene reakcije monomera i sa razmaznim slojem i sa dentinom. Ovde se osim ostvarivanja dobre adhezivne veze značajno smanjuje šansa za pojavu postorestaurativne osetljivosti.^{39,79,80} Naime samonagrizajući prajmeri ne uklanjaju potpuno čepove razmaznog sloja iz dentin tubula čime se značajno smanjuje potencijal za pojavu postoperativne osetljivosti.⁸¹ Iako se radi o novim adhezivnim sistemima, na tržištu se trenutno nalazi veliki broj samonagrizajućih adheziva. Međutim, o njihovim adhezivnim kvalitetima se može suditi samo na osnovu dugotrajnijih kliničkih studija, koje za sada objektivno ne postoje.

Nivo dosadašnjih saznanja ukazuje da je sposobnost samonagrizajućih sistema da demineralizuju dentin obrnuto proporcionalan puferskom kapacitetu supstrata, pa se zbog razlika u sastavu gleđi i dentina dobijaju i različiti

rezultati.⁸² pH vrednosti samonagrizajućih prajmera su više nego pH vrednosti kiselina koje se koriste u sistemu totalnog nagrizanja.⁴⁰

Laboratorijska ispitivanja su takođe pokazala da debljina razmaznog sloja na dentinu ne utiče značajno na adhezivne osobine samonagrizajućih agensa.⁸³ Takođe je potvrđeno da je veza sa dentinom uglavnom zadovoljavajuća, ali je ipak neophodna klinička evaluacija samonagrizajućih adheziva kako bi se njihov kvalitet u potpunosti potvrdio.⁸⁴ Eksperimentalna istraživanja su pokazala da razmazni sloj na dentinu utiče na kvalitet adhezije i kod sistema sa totalnim nagrizanjem gleđi i dentina i kod samonagrizajućih prajmera.

Snažnija veza se ipak uspostavlja primenom samonagrizajućih prajmera u odnosu na sisteme sa nagrizanjem kiselinom i ispiranjem.^{40,83,84} Hibridni sloj koji se formira na kondicioniranom dentinu primenom samonagrizajućih prajmera je širi i kvalitetniji u odnosu na onaj koji se dobija tehnikom totalnog nagrizanja gleđi i dentina.^{40,83,84,85,86}

Zaključak

Razmazni sloj koji se formira na površini dentina kao posledica sečenja rotirajućim instrumentima, može da varira u debljini, hrapavosti i stepenu fiksiranosti za strukturu ispod njega.

Kao deo restaurativne procedure koju zahteva adhezivna stomatologija razmazni sloj mora biti uklonjen, modifikovan ili impregniran vezivnom smolom, kako bi se omogućila kvalitetna adhezivna veza između zuba i restaurativnog materijala. Evolucija dentin adhezivnih sistema rezultovala je snagom adhezivne veze za dentin koja je dosta bliska vezi koja se ostvaruje sa gleđnom strukturom.

Iako nedovoljno klinički ispitani, samonagrizajući prajmeri pokazuju snažnu adhezivnu vezu i sa dentinom i sa gleđi. Oni predstavljaju budućnost adhezivne stomatologije, pre svega zbog jednostavnosti njihove kliničke primene, ali i zbog realizovanja zadovoljavajuće adhezivne veze i sa gleđi i sa dentinom.

Literatura

1. Bowen RL, Marjenhof WA. Development of dentin adhesive bonding system. *Oper Dent* 1992; supplement 5:75-80
2. Van Meerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S, Brem M, Vanherle G. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Oper Dent* 1992; Supplement 5:111-124
3. Pashley DH, Horner JA, Brewer PD. Interactions of conditioners on the dentin surface. *Oper Dent* 1992; Supplement 5:137-150
4. Swift EJ, Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: A brief history and state of the art. *Quintessence Int* 1995; 26:95-110
5. Živković S. Dentin adhezivna sredstva u stomatologiji. Balanski stomatološki forum, Beograd, 1998
6. Powers JM, O'Keefe KL, Pinzon LM. Factors affecting in vitro bond strength of bonding agents to human dentin. *Odontology* 2003; 91:1-6
7. Suzuki T, Finger WJ. Dentin adhesives: site of dentin vs bonding of composite resins. *Dent Mater* 1988; 4:379-383
8. Stanley HR. Pulpal considerations of adhesive materials. *Oper Dent* 1992; Supple 5:151-164
9. Živković S, Ivanović V. Ispitivanje jačine vezivanja adhezivnih sistema za dentin. *Stom Glasnik S* 1997; 44:67-71
10. Živković S, Bojović S, Pavlica D, Marković D. Ispitivanje mikropropustljivosti pet restaurativnih materijala. *Stom Glasnik S* 1999; 46:27-32
11. Grayson W, Marshall. Dentin: Microstructure and characterization. *Quintessence Int* 1993; 24:606-617

12. Weber DF: Microradiography of thin sections of mineralized tissues. *Arch Oral Biol* 1967; 12:355-358
13. Boyer DB, Svare CV. The effects of rotary instrumentation on the permeability of dentin. *J Dent Res* 1981; 60:966-971
14. Gwinnet AJ. Smear layer: Morphological consideration. *Oper Dent* 1984; 9 (Suppl 3): 3-12
15. Branstrom M, Vojinović O. Response of dental pulp to invasion of bacteria around three filling materials. *J Dent Child* 1976; 34:1-7
16. Pashley DH. Clinical considerations of microleakage: protecting the pulp. *J Dent Res* 1991; 70 Abstract 1481
17. Mjor IA. Dentin-predentin complex and its permeability: Pathology and treatment overview. *J Dent Res* 1985; 64: 621-627
18. Mjor IA. Microradiography of human coronal dentine. *Arch Oral Biol* 1966; 11:225-234
19. Garberoglio R, Brannstrom M. SEM investigation of human dental tubules. *Arch Oral Biol* 1976; 21:355-362
20. Selvig KA. Effect of fluoride on the acid solubility of human dentine. *Arch Oral Biol* 1968; 14:1297-1310
21. Stanley HR, Pereira JC, Steigel E, Broom C, Schultz M. The detection and prevalence of reactive and physiologic sclerotic dentin, reparative dentin and dead traxis beneath various types of dental lesions according to tooth surface and age. *J Pathol* 1983; 12:257-289
22. Mendis BR NN, Darling AI. SEM and microradiographic study of closure of human coronal dental tubules related to occlusal attrition and caries. *Arch Oral Biol* 1979; 24:131-139
23. Berry EA, Von de Lehr WN et al. Dentin surface treatments for the removal of the smear layer: SEM study. *J Am Dent Assoc* 1987; 115:65-67
24. Gettleman BH, Messer HH, El Deeb ME. Adhesion of layer cementis to dentin with and without the smear layer. *J Endodont* 1991; 17:15-19
25. Pashley DH, Kepler EE, Williams EC, O'Meara JA. The effects on dentine permeability of time following cavity preparation in dogs. *Arch Oral Biol* 1984; 29:370-383
26. Pashley DH, Kepler EE, Williams EC, Okabe A. The effects of acid etching on the in vivo permeability of dentine in the dog. *Arch Oral Biol*, 1983; 28:555-559
27. Santini A, Mitchell S. A SEM study of the effects of GWMA CPS bonding system on dental smear layers produced by different BUR types and rotational speeds and on the resin dentin interface. *Quintessence Int* 1998; 29:737-747
28. Wietzkowski G, Yu XY, Joint RB, Davis E. Microleakage pathway in restorations using a smear layer-mediated dentin bonding agent. *J Dent Res* 1991; 70: Abstract 1041
29. Wietzkowski G, Yu XY, Joint RB, Davis E. Microleakage in various dentin bonding agent (composite resin systems). *Oper Dent* 1992; Suppl 5:62-67
30. Davis E, Wietzkowski G, Yu XY, Joint RB, Gallo J. Adhesion of dentin bonding agents following various smear layer treatments. *J Dent Res* 1991; Abstract 1039
31. Davis E, Yu XY, Joint RB, Wietzkowski G. Dentin adhesion in a smear layer mediated dentin bonding agents. *J Dent Res* 1991; 70 Abstract 1040
32. Kanda J. A method for bonding to tooth structure using phosphoric acid as a dentin-enamel conditioner. *Quintessence Int* 1991; 22:285-290
33. Živković S. Quality assessment of marginal sealing using 7 dentin adhesive systems. *Quintessence Int* 2000, 31: 6:423-429
34. Tao L, Pashley DH. Dentin perfusion effects on the smear bond strength of bonding agents to dentin. *Dentin Mater* 1985; 5:181-184
35. Srisawasdi S, Boyer DB, Reinhard JW. The effect of removal of the smear layer on microleakage of class V restorations in vitro. *Dent Mater* 1988; 4:384-389
36. Mc Lean JW. Glass ionomer cements. *Br Dent J* 1988; 164: 293-300
37. Erickson RE: Surface interactions of dentin adhesive materials. *Oper Dent*, 1992, Suppl 5: 81-94
38. Eick JD, Welch FH. Dentin adhesives do dey protect dentin from acid etching. *Quintessence Int* 1986; 9:533-544
39. Watanabe I, Nakabayashi N, Pashley DH. Bonding to ground dentin by a phenyl -P self-etching primer. *J Dent Res* 1994; 73:1212-1220
40. Oliveira SSA, Pugach MK, Hilton JF, Watanabe LG, Marshall SJ, Marshall GW. The influence of the smear layer on adhesion: A self-etching primer vs. a total-etch system. *Dent Mater* 2003; 19:758-767
41. Swift Jr EJ, Perdigao J, Heymann HD. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art. *Quintessence Int* 1995; 26:95-110
42. Chigira H, Yukitani W, Hasegawa T, Manabe A, Itoh K, Hayakawa T, Debari K, Wakumoto S, Hisamitsu H. Self-etching dentin primers containing phenil-P. *J Dent Res* 1994; 73:1088-1095
43. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997; 25:355-372
44. Bertolotti RL. Conditioning of the dentin substrat. *Oper Dent* 1992; Suppl 5:131-136
45. Causton BE, Johnson N: The influence of mineralization solutions to the bonding composite restorations to dentin: cyanoacrilate pretreatment. *J Dent Res* 1981; 60: 1315-1320
46. Živković S, Petrović Lj, Todorović A. In vitro ispitivanja ivične mikropropustljivosti materijala u kaviteta II klase. *Stom Glasnik S* 2001; 48:51-56
47. Lee H, Orłowsky J: Effect of acid etchants on dentin. *J Dent Res* 1973, 52:1228-1232
48. Macko JD, Rutberg M: Pulpal response to the aplication of phosphoric acid to dentin. *Oral Surg* 1978; 45:930-946
49. Lopes GC, Baratieri LN, Caldeira de Andrada MA, Vieira LC. Dental adhesion: Present state of the art and future perspectives, *Quintessence Int* 2002; 33:213-224
50. Ikemura K, Tay FR, Hironaka T, Endo T, Pashley DH. Bonding mechanism and ultrastructural interfacial analysis of a single-step adhesive to dentin. *Dent Mater* 2003; 19: 707-715
51. Mc Innes PM, Wendt Jr SL, Retief DH, Weinberg R. Effect of dentin surface roughness od shear bond strength. *Dent Mater*,1990; 6:204-207
52. Finger WJ, Alker B. Dentin surface roughness vs. bond strength of dentin adhesives. *Dent Mater* 1989; 5:319-323
53. Tao L, Pashley DH, Boyd L. Effect of different types of smear layers on dentin and enamel shear bond strengths. *Dent Mater* 1988; 4:208-216
54. Fusayama A, Kohno A. Marginal slosure of composite restorations with the gingival wall in cementum/dentin. *J Prosthet Dent* 1989; 61- 293-296
55. Pashley DH, Dekson GD, Tao L, Derkson M, Kalathoor S. The effects of a multi step dentin bonding system on dentin permeability. *Dent Mater*; 1988; 4:60-63

56. Pashley DH. Consideration of dentine permeability in cytotoxicity testing. *International Endodontic J* 1988; 21:143-154
57. Eriksen MN. Pulpal responses to composite dental materials lined with Tubulitec or Dropsin. *Scand J Dent Res* 1973; 81: 285-291
58. Bitter NC. Tannic acid for smear layer removal: pilot study with SEM. *J Prosthet Dent* 1999; 61:503-505
59. Branstrom M. Smear layer. Pathological and treatment considerations. *Oper Dent* 1984; 9 (Suppl 3): 35-42
60. Duke ES, Phillips RW et al. Effects of various agents in cleaning cut dentine. *J Oral Rehabil* 1985; 12:295-302
61. Venz S, Dickens B. Effect of primers and adhesives on micromorphology and strength of adhesive/dentin bond. *J Dent Res* 1985; Spes Iss 552-554
62. Nakabayashi N, Saimi Y. Bonding to intact dentin. *J Dent Res* 1996; 75:1706-1715
63. Tay FR, Pashley DH. Aggressiveness of contemporary self-etching systems. Depth of penetration beyond dentin smear layers. *Dent Mater* 2001; 17:122-126
64. Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N. Bonding to dentin with a self-etching primer: the effect of smear layer. *Dent Mater* 2001; 17:122-126
65. Ogata M, Harada N, Yamaguchi S, Nakajima M, Pereira PN, Tagami J. Effects of different burs on dentin bond strengths of self-etching primer bonding systems. *Oper Dent* 2001; 26:375-382
66. Van Meerbeek B, Peumans M, Gladys S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Clinical status of ten adhesives systems. *J Dent Res* 1994; 73:1690-1700
67. Fasayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res* 1979; 58:1364-1370
68. Branstrom M, Johnson G. Effects of various conditioners and cleaning agents on prepared dentin surface: A SEM investigation. *J Prosthet Dent* 1974; 31:422-430
69. Van Meerbeek B, Inokoshi S, Braem M, Lambrechts P, Vanherle G. Morphological aspects of the resin-dentin interdiffusion zone with different dentin adhesive systems. *J Dent Res* 1992; 71:1530-1540
70. Perdigao J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Tome AR, Vanherle G, Lopes ALB. A morphological field emission SEM of the effect of six phosphoric acid etching agents on human dentin. *Dent Mater* 1996; 12:262-271
71. Perdigao J, May KN, Wilder AD, Lopes M. The effect of depth of dentin demineralization on bond strength and morphology of the hybrid layer. *Oper Dent* 2000; 25:186-194
72. Nakabayashi N. Adhesive bonding with 4-META. *Oper Dent* 1992; Suppl 5:125-130
73. Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE. SEM of cut tooth surfaces and identification of debris by use of the electron microprobe. *J Dent Res* 1970; 49:1359-1368
74. Gwinnet AJ, Kanca J. Micromorphology of the bonded dentin interface and its relationship to bond strength. *Am J Dent* 1992; 5:73-77
75. Perdigao J, Swift EJ, Lopes GC. Effects of repeated use on bond strengths of one bottle adhesives. *Quintessence Int* 1993; 30:819-823
76. Franckenberger R, Kramer N, Petschelt A. Technique sensitivity of dentin bonding: Effect of application mistakes on bond strength and marginal adaptation. *Oper Dent* 2000; 25: 324-330
77. Hayakawa T, Kikutake K, Nemoto K. Efficacy of self-etching primers containing carboxylic acid monomers on the adhesion between composite resin and dentin. *J Oral Sci*, 1998; 40:9-16
78. Yoshiyama M, Matsuo T, Ebisu S, Pashley DH. Regional bond strength of self-etching/self priming adhesive systems. *J Dent* 1998; 26:609-616
79. Tay FR, Gwinnet AJ, Wei SHY. Micromorphological spectrum from over-drying to over-wetting acid conditioned dentin in water-free acetone-based, single bottle primer/adhesives. *Dent Mater* 1996; 12:236-244
80. Opdam NJM, Roeters FJM, Kuys R, Burgasdijk RCW. Marginal integrity and postrestorative sensitivity in class II resin composite restoration in vivo. *J Dent* 1998; 26:555-562
81. Pereira PN, Okuda M, Sano H, Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. *Dent Mater* 1999; 15:46-53
82. Rosa BT, Perdigao J. Bond strength of nonrinsing adhesives. *Quintessence Int* 2000; 31:353-358
83. Tay FR, Sano H, Carvalho R, Pashley EL, Pashley DH. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. *J Adhesive Dent* 2000; 2:83-89
84. Haller B. Recent developments in dentin bonding. *Am J Dent* 2000; 13:44-50
85. Yu XY, Davis EL, Join RB, Witekowski G. Bond strength evaluation of class V composite resin restoration. *Quintessence Int* 1991; 22:391-396
86. Retief DH, Gross JD, Bradley EL. Tensile strength of dentine bonding agents to dentin. *Dent Mater* 1986; 2:72-77

SMEAR LAYER ON DENTIN IN RESTORATIVE DENTISTRY

SUMMARY

Adhesion to enamel has become a routine technique in restorative dentistry. Adhesion to dentin, however, is still under investigation. Except structural elements of the dentin, smear layer has been one of the reasons that the interaction between the adhesive system and this tissue is difficult. The smear layer tissue created by cutting a tooth. It varies in thickness, roughness, density and degree of attachment and occludes tubules and reduces the dental permeability. Dentin adhesive systems can react with intertubular and peritubular dentin only when this smear layer is removed or when the adhesive system is capable of diffusion through layer of debris. As part of restorative procedures required by adhesive dentistry, the smear layer must be removed, modified or impregnated by the resin to allow for bonding between the tooth and the restorative material. For removal and dissolution of smear layer acid conditioners on total etch and self-etching primers were used. Self-etching primer systems are undergoing rapid evolution; their results are not yet sufficiently predictable overall, but some systems have achieved positive results in both enamel and dentin bonding. Further studies are necessary to confirm the long-term efficiency of these self-etching primers.

Key words: dentin bonding, smear layer, acid etching, self-etching primers

Slavoljub Živković, Mila Kolar,
Larisa Blažić, Mirjana Vučetić, Goran Tošić

Address for correspondence

Slavoljub Živković
School of Dentistry
Dept. of conservative dentistry and endodontics
Rankeova 4
11000 Belgrade
Serbia

ALZOVEDO D.O.O. BEOGRAD

Obraćamo Vam se sa željom da Vam pomognemo da opremite Vašu Kliniku - Ordinaciju tehnološki najmodernijom i najsavršenijom opremom. To će nesumnjivo povećati efikasnost i kvalitet Vaših medicinskih usluga uz smanjenje troškova.

Štedite novac i vreme.

Preporučujemo Vam



1.



2.



3.



4.

1. **STATIM 2000 i STATIM 5000** Brzi Kasetni Autoklav Sterilizatori sa kojima za samo **6(9)** minuta imate sterilan pribor, spreman za upotrebu.
- 2.3 **GENIUS i AQUASTAT** Destilatori za medicinski čistu vodu, ispod 10 S, autonomnog kapaciteta 3 lit. i 6 lit.
4. **HYDRIM** Uređaj za pranje pribora koji treba sterilisati.

Alzovedo D.O.O Beograd Ovlašćeni Uvoznik, Distributer, Serviser za Srbiju i Crnu Goru.
Masarikova 5/15 tel/fax: 361 4558 : 361 3492 : 753 462, e-mail: office@alzovedo.co.yu