

EVALUACIJA EFIKASNOSTI JEDNOKOMPONENTNIH DENTIN ADHEZIVA

Mubera Sarajlija

Katedra za dentalnu patologiju
Stomatološki fakultet
Univerziteta u Sarajevu

Sažetak:

Cilj ovog istraživanja bio je da se ispita efekt tretmana dentina solucijom na bazi 0,2% EDTA na snagu vezivanja tri jednokomponentnih adheziva na dentinu. Poprečnim presjecima krunica intaktnih humanih premolara i molara izrezani su dentinski diskovi prosječne debljine $2,2 \pm 0,1$ mm. Na eksponiranoj dentinskoj površini urađene su cilindrične perforacije prečnika 2,3 mm. Sedamdeset dva uzorka randomski su razvrstana u tri eksperimentalne i tri uporedne kontrolne skupine s jednakim brojem uzoraka ($N=12$). Za ispunje su korišteni sljedeći adhezijski restorativni sistemi: Syntac Single Component / Tetric Cerom, Syntac Sprint / Tetric Cerom i Optibond Solo / Prodigy. Dok je dentin uzoraka eksperimentalnih skupina tretiran antibakterijskom solucijom na bazi 0,2% EDTA, u kontrolnim skupinama vršeno je jetkanje dentina 37%-tnom ortofosfomom kiselinom. Svi uzorci su termociklirani (2×500) između 5 i 50°C . Nakon 30 dana čuvanja uzoraka u fiziološkoj soluciji na 37°C pristupilo se određivanju otpornosti na smicanje testiranih dentin-adheziva pomoću uređaja ZW!CK Universal Testing Machine. Za evaluaciju spoja kompozita i dentina postaću skening elektronskog mikroskopa pripremljena su četiri uzorka replike. Vrijednosti otpornosti na smicanje (srednja vrijednost, SD, MPa) kretale su se u rasponu $25,55 \pm 8,89$ za Optibond Solo (sa jetkanjem dentina) do $55,80 \pm 22,13$ sa Syntac Single Component (bez jetkanja). T-testom je utvrđeno da je Syntac Single Component ispoljio signifikantno veću snagu veze ($p < 0,05$) od Syntac Sprinta i Optibond Solo. Između Syntac Sprinta i Optibond Solo nije nađena statistički značajna razlika ($p > 0,05$). Tretman dentina imao je signifikantnog utjecaja samo kod Syntac Single Componenta ($p < 0,05$). SEM evaluacijaje pokazala veću efikasnost Syntac Single Componenta i Optibond Solo u formiranju kontinuiranoga spoja kompozita i dentina u poređenju sa Syntac Sprintom.

Ključne riječi; jednokomponentni dentin adhezivi, dentin, otpornost na smicanje, SEM

Adresa za dopisivanje:

Ass. dr. Mubera Sarajlija
Katedra za dentalnu patologiju
Stomatološki fakultet
Bolnička 4a
71 000 Sarajevo Bosna i
Hercegovina

Skraćeni naslov:

Jednokomponentni dentin adhezivi

Uvod

Poznato je da kompozitne smole zbog izražene viskoznosti nemaju sposobnost izravnoga adhezijskog spajanja s tvrdim zubnim tkivima. Drugo negativno svojstvo kompozita je volumetrijska kontrakcija, koja nastaje kao rezultat približavanja molekula monomera u toku vezivanja organske smolaste matrice.

Adhezija između kompozitnih materijala i mineraliziranih zubnih tkiva postiže se upotrebom dentin adheziva, koji se stalno usavršavaju. Uspješno vezivanje na gleđi uz eliminaciju rubne pukotine postignuto je relativno lahko tehnikom kiselinskog nagrizanja zakošenog glednog ruba (1). Dok je vezivanje na gleđi pokazalo veliki uspjeh, kako u laboratorijskim istraživanjima, tako i u kliničkom tretmanu (2, 3), hemijska obrada dentina i vezivanje kompozita na dentin-skom supstratu pokazali su se težom i složenijom zadaćom (4). Poteškoće kod vezivanja kompozita na dentinu rezultat su kompleksne histološke građe dentina, prisutnosti organske komponente (5), hidrofiliteta i složene fiziologije pulpo-dentinskoga kompleksa (6).

Adhezija na dentinu dodatno se komplicira prisustvom strugotinastoga sloja, koji se nalazi na površini mehanički obrađenog dentina u debljini 0,5-5 μ m. Svaki adhezijski restorativni postupak počinje manipulacijom na ovom sloju, koji se može odnositi na njegovo parcijalno ili totalno uklanjanje ili pak modifikaciju. Prema Van Meerbeeku (7), kondicioniranje dentina se može definirati kao bilo koja hemijska alteracija površine dentina kiselinama ili, rjeđe, Ca-chelatorima (EDTA) s ciljem odstranjivanja razmaznoga sloja i istovremene demineralizacije dentinske površine.

Iako su japanski istraživači, predvođeni Fusavomom, uveli 37%-tnu ortofosornu kiselinu u postupku jetkanja gleđi i dentina još 1978. godine, jetkanje dentina nije šire prihvaćeno u svijetu sve do ranih 90-tih godina (8). Iako je jetkanjem dentina omogućeno direktno vezivanje na dentin-skom supstratu uz znatno poboljšanje adhezijskog učinka, mnogi autori smatraju da direktno jetkanje dentina kiselinama nema biološko opravdanje. Fortin (6) naglašava da se u postupku kondicioniranja gleđi i dentina ne mogu primijeniti ista sredstva, pošto između ovih tkiva postoji evidentna histološka i fiziološka razlika.

Jetkanjem dentina 37%-tnom ortofosornom kiselinom u potpunosti se uklanja razmazni sloj, povećava dentinska permeabilnost (7), a visokim aciditetom ortofosorne kiseline mogu iritirati odontoblastični produžeci (9). Neki autori predlažu da se u hemijskoj obradi dentina koriste blaže kiseline u kraćem trajanju aplikacije (1, 9, 10, 11).

Mnogi autori smatraju da strugotinasti sloj ne treba u cijelosti uklanjati, jer igra ulogu prirodnog lajnara u slučaju pojave mikropropustljivosti (12). Brannstrom i

Johnson su uspjeli primjenom antibakterijske solucije: Tubulicid ukloniti samo površni dio razmaznoga sloja ostavljajući dentinske kanaliće okludirane dentin-skom strugotinom (8). Derhami, Coli i Brannstrom su u laboratorijskoj evaluaciji dentin adheziva koristili ovaj modificirani tretman dentina solucijom na bazi 0,2% EDTA (12).

Kao rezultat nastojanja brojnih istraživača za postizanjem što boljeg adhezijskog učinka u što jednostavnijem načinu aplikacije, 1995. godine pojavila se peta generacija tzv. jednokomponentnih dentin adheziva s objedinjenim komponentama primera i adhezijske smole u jednoj soluciji. U dostupnoj literaturi nailazimo na različite rezultate snage vezivanja jednokomponentnih adheziva na dentinu. Finger i Fritz (13) su u svom radu dobili snagu vezivanja adheziva pete generacije na dentinu 3,5-25 MPa; Vargas i sar. (14) 7,6-22,3 MPa; Wakefield i sar. (15) 2,8-23,9 MPa, dok je Swift (16) dobio snagu adhezije 20-35 MPa.

U ovom radu je postavljena hipoteza da bi otpornost na smicanje jednokomponentnih adheziva na dentinu bila veća ukoliko se umjesto 37%-tne ortofosorne kiseline u postupku hemijske obrade dentina upotrijebi solucija na bazi 0,2% EDTA (Tubulicid Blue Label).

Postavljene su sljedeći ciljevi istraživanja:

1. da se odredi otpornost na smicanje tri dentin adheziva pete generacije (Syntac Single Componenta, Syntac Sprinta i Optibond Solo) na dentinu tretiranom antibakterijskom solucijom na bazi 0,2% EDTA (Tubulicid Blue Label)
2. da se odredi otpornost na smicanje spomenutih jednokomponentnih adheziva na dentinu nakon jetkanja 37%-tnom ortofosornom kiselinom
3. da se upoređivanjem dobivenih rezultata ispita efekt dva različita tretmana dentina na čvrstoću spoja između kompozita i dentina
4. da se izvrši analiza spoja između kompozitnog ispuna i dentina pomoću SEM

Materijal i metode

U eksperimentu su korišteni intaktni humani premo-lari i molari ekstrahirani iz ortodontskih razloga, koji su uz pomoć plastičnih kalupa cilindričnog oblika uloženi u samovezujući akrilat (Paladur, cold-curing, Kulzer, Hereaus). Iz središnjega dijela zubne krunice, korištenjem mikrotoma (Conrad, D-3392, Clausthal-Zellerfeld { WOCO}), izrezivani su dentinski diskovi prosječne ; debljine $2,2 \pm 0,1$ mm. Poprečni presjeci su dobiveni usmjeravanjem dijamantske pile okomito na aksijalnu osovinu zubne krune. Na ravnoj površini eksponiranog dentina urađene su standardizirane cilindrične per-

foracije promjera 2,3 mm primjenom bušilice (Metabo, T-6 Electronic). U tu svrhu sukcesivno su korištena tri svrdla, jedno čelično cilindrično i dva okrugla dija-mantska pri brzini od 3600 obr./min. i uz hlađenje iz šprice. Odabrana su 72 uzorka s potpuno ravnim ivicama perforacija, što je pregledano binokularnim mikroskopom. Dentinski diskovi su odvojeni od akrila-ta klijestima i randomski razvrstani u 6 skupina (n=12). Za svaki adhezijski restorativni sistem formirane su 2 skupine: eksperimentalna i uporedna kontrolna skupina.

U narednoj fazi eksperimenta korištena su 3 gotovo identična čelična modela s udubljenjem na gornjoj strani. U to udubljenje postavljen je čelični nastavak s prominentnim dijelom u sredini. Na taj nastavak stavljen je perforirani dentinski disk, fiksiran samovezujućim akrilatom, skinut s modela i numeriran. Zatim je izvršena zamjena metalnoga dijela sa prominentnim dijelom u sredini tankim metalnim pločicama, na koje je postavljen komadić poliestarske trake. Ispuni su rađeni sljedećim kombinacijama kompozita i dentin adheziva:

1. Syntac Single Component / Tetric Ceram
2. Syntac Sprint / Tetric Ceram
3. Optibond Solo / Prodigv

Kod eksperimentalnih skupina dentin je tretiran antibakterijskom solucijom na bazi 0,2% EDTA i ben-zalkonij-hlorida Tubulicid Blue Label (Dental Therapeutics AB, Nacka, Sweden) pomoću aplikatora u trajanju od 15 sekundi. Slijedilo je ispiranje vodenim sprejem 15 sekundi.

Dentin uzoraka kontrolnih skupina jetkan je gelom 37%-tne (za Optibond Solo 37,5%) ortofosforne kiseline u trajanju od 15 sec, nakon čega je vršeno ispiranje vodenim sprejem 15 sekundi.

Adhezivi su aplicirani i polimerizirani shodno uputama njihovih proizvođača. Sastav dentin adheziva ispitivanih u ovom radu prikazan je u tabeli 1.

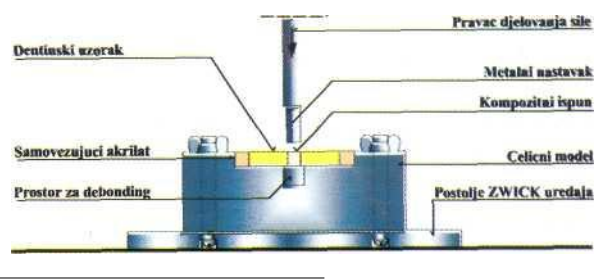
Tabela 1. Sastav dentin adheziva korištenih u radu

Dentin adheziv	Proizvođač	Sastav
1 Syntac Single Component	Vivadent (Schaan, Liechtenstein)	malcinska kiselina, HEMA, MMPAA, voda
2 Syntac Sprint	Vivadent (Schaan, Liechtenstein)	malcinska kiselina, HEMA, MMPAA, voda, organski rastvarač
3 Optibond Solo	Kerr Corp. (Orange, CA, USA)	HEMA, GPDM, PAMM, etanol, voda, Bis-GMA, Ba-staklo, glicerol dimetakrilat, silicij dioksid

Kompatibilni hibridni svjetlosopolimerizirajući kompoziti postavljeni su dvoslojnom inkrementalnom tehnikom uz odvojenu fotopolimerizaciju svakoga sloja (Spectrum Curing Light Dentsply) u trajanju od 40 sekundi. Gornji sloj kompozita je polimeriziran preko staklene pločice, kojom je izvršen ravnomjeran pritisak na ispun kako bi se dobila ravna površina.

Uzorci su ručno polirani na ovlaženom abrazivnom papiru na ravnoj podlozi. Narednih 30 dana čuvani su u termostatu na 37°C uronjeni u fiziološki rastvor. Svaka skupina uzoraka podvrgnuta je termalnoj obradi (MGW Lauda, RM-6) kroz 2500 ciklusa između 5°C i 50°C sa trajanjem svakog ciklusa od 30 sekundi.

Debljina svakoga kompozitnog valjka precizno je izmjerena mikrometrom (Mehr, GmbH, Esslinger 55721). Za kvantifikaciju vezujuće snage ispitivanih dentin adheziva odabrali smo metodu primjene kontinuiranog pritiska na ispun (engl. push-out method), koja je shematski predstavljena na slici 1. U primjeni metode slijedile su se preporuke Dherta i sar. (17), koji su decidirano odredili uvjete pod kojima se vrše ovakva mjerenja. Patierno i sar. (18), kao i Wakefield i sar. (15) koristili su ovu metodu u kvantitativnoj evaluaciji čvrstoće veze između kompozita i dentina kod primjene različitih dentin adhezivn.



Sliku 1. Shematski prikaz metode primjene kontinuiranoga pritiska

Na postolju uređaja kojim se standardno vrše mjerenja otpornosti na smicanje dentin adheziva (Zwick Materials Testing Machine L 445, Germanv) fiksiranje uzorak, pravilno postavljen na čeličnom modelu. Metalnim nastavkom, pozicioniranim tačno iznad kompozitnoga valjka vršen je kontinuirani pritisak do momenta frakture spoja između dentina i kompozita. Brzina kretanja sile iznosila je 0,5 mm/min. Jačina sile (N) u momentu frakture očitavana je na monitoru Zwick uređaja. Pojedinačne vrijednosti otpornosti na smicanje testiranih adheziva izračunate su kao količnik vrijednosti sile i veličine kontaktne površine.

Rezultati su statistički obrađeni primjenom Microstat kompjuterskog programa. Za svaku skupinu određena je srednja vrijednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije. Studentovim t-testom testirane su razlike između srednjih vrijednosti u odnosu na aplicirani adheziv i prema načinu tretmana dentinske površine. Za statistički signifikantne razlike uzeli smo vrijednosti $p < 0,05$. Neposredno prije kvantitativne analize, od četiri uzorka urađene su replike za potrebe skening elektronsko-mikroskopske evaluacije granične spojne zone između kompozitnog ispuna i dentina. Rubna adaptacija kompozitnog ispuna i dentina posma-trana je pod različitim uvećanjima, a karakteristične mikrografije su urađene na uvećanju 500x.

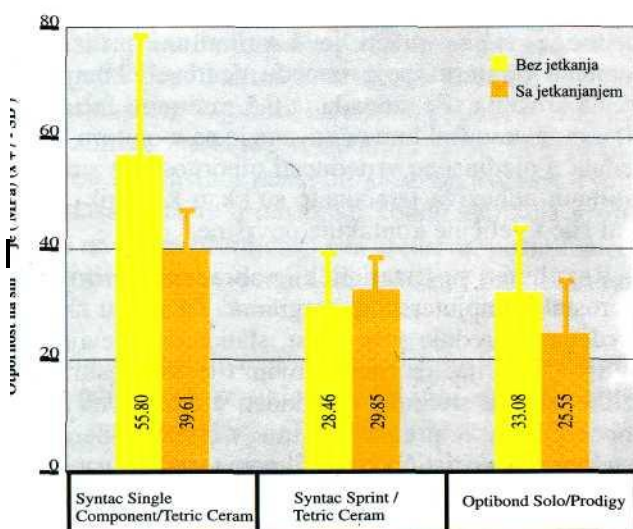
Rezultati istraživanja

Srednje vrijednosti otpornosti na smicanje sa standardnim devijacijama za sve ispitivane skupine predstavljene su u tabeli 2. i na grafikonu 1. Rezultati su se kretali u rasponu 25,55 ± 8,89 MPa za Optibond Solo (sa jetkanjem dentina) do 55,80 ± 22,13 MPa za Syntac Single Component (bez jetkanja dentina). Statističkom analizom rezultata eksperimentalnih skupina utvrđeno je da je Syntac Single Component pokazao signifikantno veću snagu vezivanja (55,80 ± 22,13 MPa) u poređenju sa Syntac Sprintom (28,46±10,08 MPa) i Optibond Solo (33,08 ± 10,88 MPa) na nivou vjerovatnoće od 95% (p<0,05). Između Optibond Solo i Syntac Sprinta nije nađena statistički značajna razlika (p>0,05).

Tabela 2. Rezultati otpornosti na smicanje jednokomponent-nih adheziva na dentinu

Adheziv/Kompozit	n	Tretman dentina	sr. vr.+/-SD (MPa)	KV(%)	Grup.
Syntac Single Component/Tetric Ceram	12	bez jetkanja	55,80+/-22,13	39,65	
Syntac Sprint/Tetric Ceram	12	bez jetkanja	28,46+/-10,08	35,44	A
Optibond Solo/Prodigy	12	bez jetkanja	33,08+/-10,88	32,89	A
Syntac Single Component/Tetric Ceram	12	37% ortofosf. kiselina	39,61+/-7,67	19,37	
Syntac Sprint/Tetric Ceram	12	37% ortofosf. kiselina	29,85+/-6,97	23,36	B
Optibond Solo/Prodigy	12	37,5% ortofosf. kiselina	25,55+/-8,89	34,82	B

Ista slova pokazuju da nema signifikantne razlike (p>0,05).



Grafikon 1. Grafički prikaz srednjih vrijednosti otpornosti na smicanje. Vertikalne linije predstavljaju standardne devijacije srednjih vrijednosti

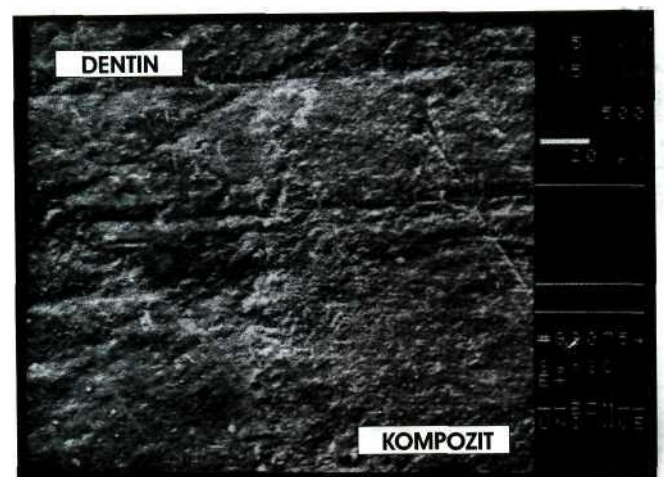
Syntac Single Component je i među kontrolnim skupinama ispoljio najveću snagu vezivanja (39,61 ± 7,67 MPa) u odnosu na druga dva testirana adheziva. Iako je za Syntac Sprint dobivena veća srednja vrijednost otpornosti na smicanje (29,85±6,97 MPa) od Optibond Solo (25,55 ± 8,89 MPa), statistički se ova dva adheziva nisu razlikovala (p>0,05).

Iz grafičkog prikaza se može vidjeti da su za Syntac Single Component i Optibond Solo dobivene veće vrijednosti vezivanja bez jetkanja dentina, dok je kod Syntac Sprinta ostvarena snažnija veza na dentinu tretiranim tehnikom kiselinskog nagrizanja. Upoređivanjem srednjih vrijednosti otpornosti na smicanje između eksperimentalnih i kontrolnih skupina za svaki adheziv posebno (tabela 3) nađeno je da je predtretman dentina imao signifikantan utjecaj na snagu vezivanja na dentinu samo kod Syntac Single Componenta (p<0,05), dok kod Syntac Sprinta i Optibond Solo nije nađena signifikantna razlika u odnosu na tretman dentina (p>0,05).

Tabela 3. Signifikantnost razlika otpornosti na smicanje između eksperimentalnih i kontrolnih skupina

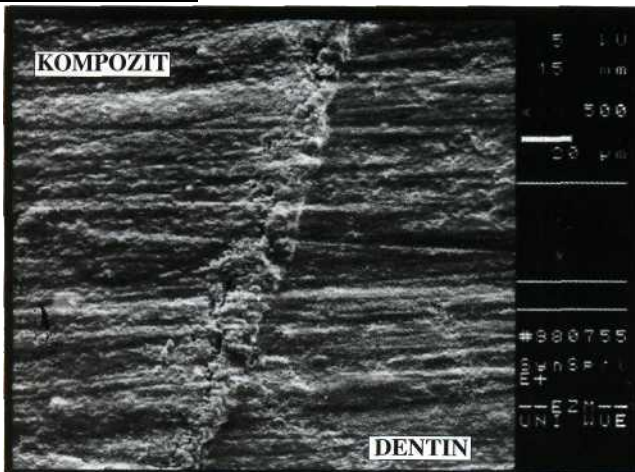
Dentin-adheziv	sr. vr.+/- SD (MPa) bez jetkanja dentina	sr. vr. +/-SD (MPa) sa jetkanjem dentina	t-test	Signifikantnost
Syntac Single Component	55,80+/-22,13	39,61+/-7,67	2,3947	0,02<p<0,05 S.
Syntac Sprint	28,46+/-10,08	29,85+/-6,97	0,3939	0,6<p<0,7 NS.
Optibond Solo	33,08+/-10,88	25,55+/-8,89	1,8569	0,05<p<0,1 NS.

Rezultati ultramikroskopskih ispitivanja dodirne spojne zone između kompozita i dentina predstavljeni su skeniranjem elektronskim mikrofografijama (slike 2-5).



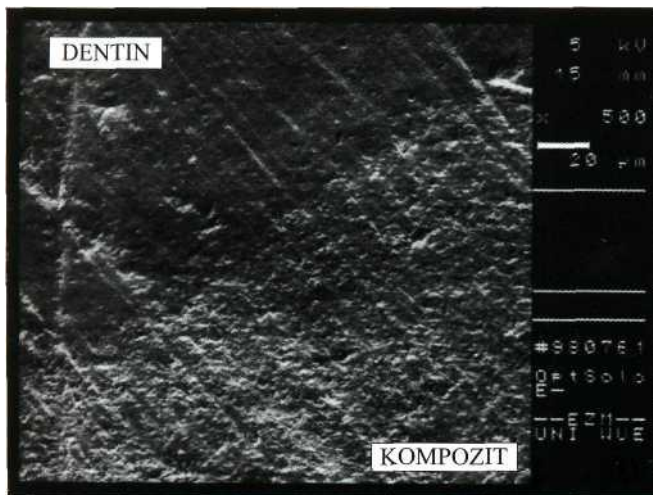
Slika 2. SEM mikrografija predočava izvanrednu rubnu prilagodbu kompozitnog ispuna ijetkanog dentina, koji su povezani Syntac Single Component adhezivom.

Figure 2. SEM micrograph showing perfect marginal adaptation of composite filling to etched dentin, which were bonded with Syntac Single Component adhesive. There is no gap formation between the resin and dentin. /Magnification X500/



Slika 3. SEM mikrografija spoja kompozita i dentina ostvarena sa Syntac Sprintom. Između kompozita i adheziva vidi se prekid spoja (uvećanje x 500).

Figure 3. SEM micrograph of the bond between composite and dentin obtained with Syntac Sprint. There is a gap formation between composite and adhesive. /Magnification X500/

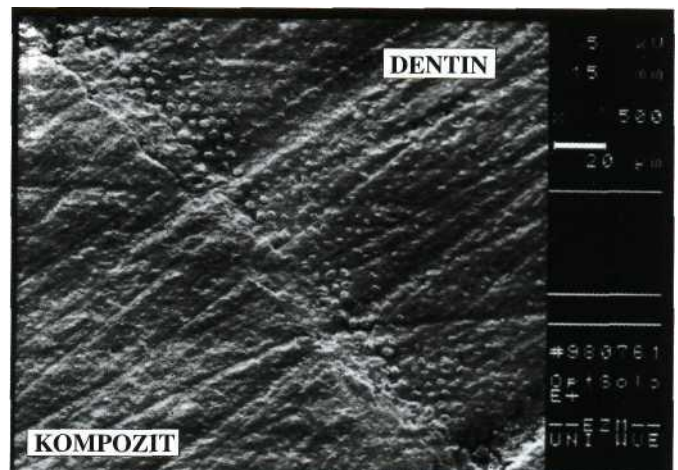


Slika 4. SEM mikrografija pokazuje kompletno rubno zatvaranje dentina i kompozita. Kompozitni ispun je vezan Optibond Solo adhezivom. Dentin je tretiran solucijom na bazi 0,2% EDTA (uvećanje x 500).

Figure 4. SEM micrograph showing complete marginal seal-ing of resin/dentin interface. Composite filling was bonded with Optibond solo adhesive. Dentin was treated with solution based on 0,2% EDTA solution. /Magnification X500/

Kompozitni ispun povezan Syntac Single Componentom na jetkanom dentinu pokazao je izvanrednu rubnu prilagodbu, bez ikakvih naznaka mikropukotine, što je ilustrirano na slici 2. Na slici 3. uočava se prekid kontinuiteta spoja kompozitnog ispuna i dentina. Kod ovoga uzorka, koji je randomski odabran iz kontrolne skupine Syntac Sprint / Tetric Ceram, polimerizacijska kontrakcija je nadvladala snagu vezivanja apliciranoga adheziva.

Primjenom Optibond Solo adheziva kod oba načina kondicioniranja dentina formirana je čvrsta, kontinuirana veza ispun i dentina (slika 4 i 5). Na uzorku sajtkanjem dentina jasno je izražen hibridni i adhezijski sloj. Slika 4. pokazuje da se aplikacijom Optibond Solo adheziva može postići potpuno vezivanje na dentinu i bez konvencionalnoga kiselinskog nagrizanja dentinske površine. Ovaj SEM nalaz je vrlo sličan onom kojeg smo dobili sa Syntac Single Componentom (slika 2 i slika 4).



Slika 5. SEM mikrografija spoja kompozita i dentina ostvarena Optibond Solo adhezivom ijetkanjem dentina 37,5%-tnom ortofosfomom kiselinom. Pukotina nije prisutna. Može se vidjeti dobro izražen adhezijski sloj (uvećanje x500).

Figure 5. SEM micrograph of resin/dentin interface achieved with Optibond Solo adhesive and etching the dentin with 37% phosphoric acid. There is no gap formation. Thick adhesive layer can be seen. /Magnification X500/

Diskusija

Savremeni dentin adhezivi, zasnovani na konceptu totalnog jetkanja i tehnici mokroga vezivanja, ostvaruju vezivanje s dentinom putem smolaste infiltracije demineralizirane zone dentina. Hibridni sloj i smolasti produžeci, kao osnova mikromehaničkog spajanja s dentinom dokazani su u mikroskopskim analizama i kod primjene jednokomponentnih dentin adheziva (13, 16). Čvrstoća stvorene veze zavisi od strukture dentin-skog supstrata (odnos intertubularnoga i peritubularnog dentina, broj i orijentacija dentinskih kanalića, stepen mineralizacije), dubine demineralizirane zone i stepena njene smolaste infiltracije. Osim spomenutih faktora, na jačinu i kvalitet formiranog spoja utječu sastav dentin-adheziva, te svojstva kompozitnog restorativnog materijala. Veći sadržaj punila u kompozitnom materijalu rezultira manjim stepenom polimerizacijske kontrakcije.

Pošto svi savremeni kompozitori materijali pokazuju polimerizacijsko skupljanje (6), potrebno je osigurati snagu adhezijskoga spoja od 17 do 24 MPa (15, 16) kako bi se nadvladao kontrakcioni stres i preveniralo nastajanje rubne pukotine. Otpornost na smicanje koja je postignuta u ovom istraživanju (25,55 - 55,80 MPa), a koja je dobivena nakon termocikliranja i izlaganja uzoraka uvjetima vlage i temperature od 37°C u trajanju od 30 dana, govori u prilog efikasnosti Syntac Single Componenta, Syntac Sprinta i Optibond Solo u preveniranju rubne propustljivosti.

Dobivene vrijednosti vezivanja na dentinu u ovoj studiji su konzistentnije u komparaciji s vrijednostima vezivanja jednokomponentnih dentin adheziva na dentinu kod drugih autora (13, 14, 15).

Najveću snagu vezivanja u ovoj studiji pokazao je Syntac Single Component, što možemo objasniti sastavom ovoga adheziva (tabela 1) s hidrofilnim svojstvima. HEMA kao izrazito hidrofilni monomer lahko penetrira u ekspaniranu kolagenu mrežu, MMPAA vrši smolastu infiltraciju demineralizirane zone dentina, a voda prevenira kolaps kolagenih vlakana. Aplikacija adheziva u dva sloja sa odvojenom fotopolimerizacijom doprinosi povećanju koncentracije smolastih monomera i učvršćenju hibridne zone. Interesantno je da smo značajno veću snagu vezivanja dobili bez jetkanja dentina (55,80 MPa). Mehanizam vezivanja Syntac Single Componenta u eksperimentalnoj skupini zasnovan je na parcijalnom uklanjanju i inkorporaciji preostalog razmaznog sloja u dentinskim tubulima u proces vezivanja. Dok je solucijom na bazi 0,2% EDTA uklonjen površni dio razmaznoga sloja, djelovanjem maleinske kiseline iz adhezijske solucije površinski je demineraliziran intertubularni dentin. Dentinska struktura u tubulima i površinski demineralizirani dentin prožeti su smolastim monomerima (HEMA i MMPAA). Dok je SEM nalaz za Syntac Single Component podudaran s onim koji je objavio Vargas sa sar. 1997. (14), rezultati otpornosti na smicanje se razlikuju. Iako je Vargas sa sar. (14) dobio snagu vezivanja Syntac Single Componenta na dentinu od samo 7,6 MPa, on je SEM-om dokazao kompletnu smolastu infiltraciju demineralizirane zone.

Iako je Syntac Sprint principijelno istoga hemijskog sastava kao Syntac Single Component (jedina je razlika prisutnost organskog rastvarača), on je u našoj studiji pokazao značajno manje vrijednosti vezivanja na dentinu u odnosu na Syntac Single Component. Razlika je vjerovatno posljedica načina aplikacije (nanesen je u jednom sloju i polimeriziran s prvim slojem kompozita).

SEM nalaz za Optibond Solo je podudaran sa SEM nalazom Vargasa i sar. (14), koji je pokazao kontinuiran

spoj na dentinu s jasno izraženim adhezijskim slojem debljine 50 μm. Visoke vrijednosti vezivanja u obje skupine sa Optibond Solo rezultat su sastava ovoga adheziva (tabela 1) sa dobro izbalansiranim hidrofilnim (voda, HEMA) i hidrofobnim (Bis-GMA) komponentama i prisutnim česticama anorganskog punila. Zbog prisutnosti etanola, koji je prema Rumphostu i Gianasmidisu (19) najprikladniji rastvarač monomera, olakšana je smolasta infiltracija demineraliziranoga dentina. Prisutnost anorganskoga punila doprinosi učvršćenju hibridnog i adhezijskog sloja, koji po konceptu elastičnog vezivanja (7) bolje kompenzira sile polimerizacijske kontrakcije kompozita, što iznosi 13-17 MPa (21).

Iz literature se može vidjeti da mnogi istraživači koji se kritički odnose prema postupku jetkanja dentina nastoje modificirati adhezijski restorativni postupak u segmentu hemijske obrade dentina (9, 11, 12, 20). Pashlev (9), Kato i Nakabavashi (11) smatraju da se jetkanjem dentina 37%-tnom orto fosfornom kiselinom dobiva dubina demineralizacije dentina (5-15μm), koju je teško kompletno impregnirati smolastim monomerima. Sano i sar. (20) su dokazali prisutnost mikro-porozne zone na bazi hibridnog sloja bez evidentne pukotine, koja nastaje kao rezultat nedovoljne smolaste impregnacije u dubljim dijelovima demineralizirane zone dentina.

Zaključci

Na osnovu dobivenih vrijednosti vezivanja i ultra-mikroskopskoga ispitivanja spoja između dentina i kompozita može se zaključiti da je od jednokomponentnih adheziva ispitivanih u ovom radu najveću efikasnost pokazao Syntac Single Component. Syntac Sprint i Optibond Solo su statistički pokazali podjednaku efikasnost, s tim što je mikroskopski nalaz za Optibond Solo dao bolje rezultate. Rezultati kvantitativne analize ukazuju da se primjenom Syntac Single Componenta, Syntac Sprinta i Optibond Solo može postići visoka vrijednost vezivanja na dentinu i bez konvencionalne tehnike kiselinskog nagrizanja 37%-tnom ortofos-fornom kiselinom.

LITERATURA

1. Retief DH. Do adhesives prevent microleakage? *Int Dent-J* 1994;44:19-26.
2. Barkmeier WW, Erickson RL. Shear bond strength of composite to enamel and dentin using Scotchbond Multipurpose. *Ara J Dent* 1994; 7: 175-9.

3. Perdigao J, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Braem M, Yildiz E, Yucel T et al. The interaction of adhesive system with human dentin. *Ani J Dent* 1996; 9: 167-73.
4. Azinović Z, Galić N, Lazić B, Keros J, Buković D, Jorgić-Srdjak K. Pregled strategije adhezije na caklinu i dentin. *Acta Somatol Croat* 1998; 32: 323-30.
5. Pashley DH, Ciucchi B, Sano H. Dentin as a bonding substrate. *Dtsch Zahnarztl Z* 1994; 49: 760-3.
6. Fortin D, Swift EJ, Denehy GE, Reinhardt JW. Bond strength and microleakage of current dentin adhesives. *Dent Mater* 1994; 10:253-8.
7. Van Meerbeek B, Perdigao J, Gladys S, Lambrechts P, Vanherle G. Enamel and dentin adhesion. In: Schvartz R, Şumfflit Jg, Mb\w JW.. *FHndamngtals of opgratiyg dentistry. A contemporary approach*. Chicago: Quintessence Pub.; 1996. p. 141-73.
8. Anusavice KJ. Restorative Resins. In: Phillips Science of Dental Materials. 10th ed. Philadelphia: WB Saunders; 1996. p. 273-99.
9. Pashley DH. Effect of acid etching on the pulpodentin complex. *OperDent* 1992; 17: 229-42.
10. Holton JR, Nystrom GP, Phelps RA, Anderson TB, Becker WS. Influence of different etchants and etching times on shear bond strength. *Oper Dent* 1995; 20: 94-9.
11. Kato G, Nakabayashi N. Effect of phosphoric acid concentration on wet-bonding to etched dentin. *Dent Mater* 1996; 12: 250-5.
12. Derhami K, Coli P, Brannstrom M. Microleakage in class 2 composite resin restorations. *Oper Dent* 1995; 20: 100-5.
13. Finger WJ, Fritz U. Laboratory evaluation of the one-component enamel/dentin bonding agents. *Am J Dent* 1996; 9: 206-10.
14. Vargas MA, Deborah SC, Denehy GE. Interfacial micro-morphology and shear bond strength of single-bottle primer/adhesives. *Dent Mater* 1997; 13: 316-24.
15. Wakefield CW, Draughn RA, Sneed WD, Davis TN. Shear bond strength of six bonding systems using the pushout method of in vitro testing. *Oper Dent* 1998; 23: 69-76.
16. Swift EJ. A Summary Report of Evaluations of a Single-Component Adhesive System. *Signature International* 1999; 4 (2): 4-6.
17. Dhert WJA, Verheyen CCPM, Braak LH, de Wijn JR, Klein CFAT, de Groot K et al. A finite element analysis of the push-out test: influence of test conditions. *J Biomed Mater Res* 1992; 26: 119-30.
18. Patierno JM, Rueggeberg FA, Anderson RW, Weller RN, Pashley DH. Push-out strength and SEM evaluation of resin composite bonded to internal cervical dentin. *Endod Dent Traumatol* 1996; 12: 227-36.
19. Rumphost A, Gianasmidis A. Examination of the Formulation of a Innovative Single-Component Bonding System. *Signature International* 1999; 4(2): 1-3.
20. Sano H, Shono T, Takatsu T, Hosoda H. Microporous dentin zone beneath resin-impregnated layer. *Oper Dent* 1994; 19: 59-64.
21. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M, Pashley DH. A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent* 1996; 21:21-4.