

Kvaliteta adhezivne sveze na caklinu univerzalnih naspram klasičnih jetkajuće ispirajućih adhezijskih sustava

Polona Žagar, dr. med.dent.¹
 izv. prof. dr. sc. Bernard Janković²

[1] Privatna ordinacija dentalne medicine, diplomirala u akad. godini 2016./2017.
 [2] Zavod za endodonciju i restaurativnu stomatologiju, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Kompozitni materijali se vrlo intenzivno razvijaju posljednjih nekoliko desetljeća, tako da su gotovo u potpunosti zamijenili amalgamske ispune. Problem je to što se kompozitni materijali ne mogu direktno svezivati za tvrda zubna tkiva, nego zahtijevaju spojni međusloj u obliku dentalnih adhezijskih sustava koji omogućavaju tu svezu. Ti sustavi djeluju kao posrednici u retenciji i vezanju kompozitnih materijala uz tvrde strukture zuba. Zamjena uklonjenih minerala iz zuba je osnova adhezije. U svakodnevnom kliničkom radu se najčešće koriste tzv. jetkajuće ispirući i samojetkajući adhezijski sustavi koji se međusobno razlikuju po interakciji sa tvrdim zubnim tkivima (1). U posljednje vrijeme pojavljuju se i tzv. univerzalni adhezijski sustavi koji objedinjuju svojstva jetkajuće ispirućih i samojetkajućih adheziva.

Jetkajuće ispirajući adhezijski sustavi

Ovaj adhezijski sustav zahtijeva aplikaciju kiseline ili kondicionirajuće otopine na površini tvrdog zubnog tkiva. Nakon propisanog vremena, po uputama proizvođača, kiselina se ispiri, a struktura se zuba osuši komprimiranim zrakom. Slijedi premazivanje temeljnim premazom - *primerom* i konačnim premazom - adhezivnom smolom (2). Na taj način se demineralizacijom uklonjeni anorganski dijelovi cakline i dentina nadomjesti smolom iz adhezijskog sustava, te se stvara spojni međusloj između kompozita i zubnih tkiva koji se zove hibridni sloj. Ukoliko se ne pridržavamo uputa za rad, može doći do pogrešaka koje mogu više ili manje utjecati na kvalitetu sveze između kompozita i tvrdih zubnih tkiva. Faza jetkanja je najosjetljivija i ako predugo traje dolazi do preduboke demineralizacije. Posljedica je

da adhezijski sustav ne prodire do najdubljih dijelova demineralizirane cakline i, osobito, dentina. Dolazi do hidrolize kolagenih vlakana i slabljenja adhezivne sveze.

Samojetkajući adhezijski sustav (SAS)

Ovi adhezijski sustavi ne zahtijevaju aplikaciju kiseline ili kondicionirajuće otopine na tvrdo zubno tkivo, što ne samo da skraćuje vrijeme kliničke primjene nego i značajno smanjuje osjetljivost tehnike i rizik pogreške pri manipulaciji tim adhezijskim sustavom. Oni sadržavaju kisele monomere koji istovremeno demineraliziraju i impregniraju površinu pri čemu rizik je neusklađenosti između oba procesa – dubine demineralizacije i infiltracije smolom – smanjen na minimum (3).

SAS se može primijeniti u jednom ili u dva koraka. Dvije faze mogu biti spojene zbog primjene samojetkajućih primera. Osnova SAS-a su fosfatni (PENTA, HEMA-fosfat, diHEMA-fosfat) ili polikarboksilni monomeri i kiseline (maleična, itakonična, metakrilatna polialkenoična kiselina) (4). Ti adhezivi otapaju te djelomice demineraliziraju zaostadni sloj koji se ne ispiri nego samo ispuhuje zrakom te se time ugrađuje u novonastali hibridni sloj s kristalima hidroksilapatita (5). Hibridni sloj je tanji ali i homogeniji zbog jednolične demineralizacije tvrdog zubnog tkiva i infiltracije smolom (3). Kako se u hibridni sloj ugrađuje zaostadni sloj, u SAS su dodane antibakterijske komponente kao što je MDPB.

Podjela SAS-a:

- jaki
- umjereno jaki
- blagi

Jaki SAS

Jaki SAS su vrlo slični jetkajuće ispirajućim sustavima. Njihov je pH 1 ili niži. Jaka kiselost rezultira opsežnom demineralizacijom, hibridni sloj je debljine oko 4 μm, smolasti se zupci proširuju u dentalne tubuse te u njihove zidove. Retencija je temeljena na izloženim kolagenim vlaknima i temeljnom dentinu adhezivnom smolom. Jakim SAS-om se postiže jako dobra veza s caklinom ali slabija s dentinom u usporedbi s blagim adhezivima (2,6).

Umjereno jaki SAS

pH umjereno jakih SAS-om iznosi oko 1,5, a debljina hibridnog sloja leži između 1 i 2 μm (1).

Blagi SAS

Blagi SAS imaju pH oko 2 pa demineraliziraju dentin samo površinski (1 μm). Djelomično demineralizirana površina sadržava ostatak hidroksilapatita koji je vezan za kolagena vlakna i može tvoriti stabilnu svezu kalcij-karboksilata i kalcij-fosfata koje su otporne na hidrolizu i degradaciju, a nastaju na molekularnoj razini. Debljina hibridnog sloja je manja, nego kod sloja proizvedenog jakim SAS-om ili jetkajuće ispirajućim adhezijskim sustavima (7).

Univerzalni adhezivi

Da bi uštedjeli vrijeme i broj koraka u aplikaciji adheziva, došlo je do napretka adhezivnih sustava tijekom protekla tri desetljeća (8). Univerzalni adhezivi su najnovija generacija adheziva na tržištu. Predstavljaju korak dalje u olakšavanju postupka aplikacije adheziva na površinu kaviteta, značajno smanjujući mogućnost pogreške tijekom rada. Naime, prema navodima proizvođača,

ne pokazuju osjetljivost na pogreške tijekom pripreme kaviteta za nanošenje adheziva kao što su presušeni ili vlažni dentin. Mogu se koristiti i kao jetkajuće ispirajući i samojetkajući adhezivi (3).

Univerzalni adhezivi se sastoje od kiselih monomera, smole i otapala. Kiseli monomeri su modificirane akrilne smole fosforne kiseline PENTA i MDP. Njihova je koncentracija od velike važnosti zbog pH vrijednosti, koja kod univerzalnog adheziv Prime&Bond Universal™ iznosi oko 2,5 i osigurava kompatibilnost s kompozitima i cementima koji se stvrdnjavaju kemijski (*engl. self cure*) te kemijski i pomoću polimerizacijskog svjetla (*engl. dual cure*). Pomoću kiselih monomera iz tvrdog se zubnog tkiva oslobađaju ioni kalcija koji zaostaju u hibridnom sloju i tu formiraju kalcijev fosfat (9).

Uobičajeno se smola sastoji od oligomerne matrice, kao što su bisGMA ili UDMA, i nisko molekularne HEMA ili visoko fleksibilne TEGDMA. Univerzalnim adhezivima može biti dodan bifunkcionalni umrežavajući N-alil.

Svi samojetkajući adhezivi, uključujući najnovije univerzalne adhezive, imaju u sastavu vodu koja je potrebna za ionizaciju hidrofilnih kiselih monomera (10). Otapalo može biti voda ili alkohol. Kao dodatno otapalo može se koristiti izopropanol koji je potpuno topljiv u vodi u svim omjerima. Izopropanol nudi najbolju ravnotežu između polariteta i svojstava površinskog vlaženja kod različitih količina preostale vlage (8).

Materijali

U ovom radu će biti ispitana kvaliteta sveze na caklinu univerzalnog adhezijskog sustava (Prime&Bond Universal™, Dentsply Caulk, Dentsply Int. Inc., Milford, DE) u jetkajuće-ispirajućem i samojetkajućem protokolu radavi klasičnog jetkajuće-ispirajućeg adhezijskog sustava (Prime&Bond NT™, Dentsply Caulk, Dentsply Int. Inc., Milford, DE). Za jetkanje kiseline u istraživanju se koristila 35% kiselina Ultra-Etch[®], (Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT). Za polimerizaciju je korištena bežična Blue-phase Style polimerizacijska lampa Ivoclar Vivadent.

2.2. Zubi

U istraživanju su iskorišteni premolari koji su bili izvađeni iz ortodontskih razloga te molari odnosno umnjaci. Zubi, njih ukupno 23, nisu bili zahvaćeni karijesom, nisu bili sanirani ispunom niti su bili endodontsko liječeni. Nakon ekstrakcije su očišćeni vodom i gazom, te pohranjeni u 1%-tnoj otopini kloramina najduže mjesec dana na temperaturi 4 ± 4 °C. Pripremljeni su tako da su prepolovljeni u mezio-distalnom smjeru, a polovice su uronjene u akrilat tako da je bukalna odnosno palatinalna/lingvalna strana zuba bila iznad površine akrilata.

Površina cakline tih zuba je minimalno obrađena crvenim polirnim svrdlom (Kom-et, Brasseler, Njemačka) uz vodeno hlađenje, tako da smo odstranili površinski sloj cakline.

Površina cakline tih zuba je minimalno obrađena crvenim polirnim svrdlom (Kom-et, Brasseler, Njemačka) uz vodeno hlađenje, tako da smo odstranili površinski sloj cakline. Ukupno je pripremljeno 45 uzoraka koji su podijeljeni u 3 skupine. U svakoj je skupini bilo po 15 uzoraka. U dvjema skupinama (Prime&Bond[®] NT™ i Prime&Bond Universal™) je površina cakline jetkana, isprana te je površina osušena po uputama proizvođača, dok treća skupina nije jetkana (Prime&Bond Universal™). Nakon toga su uzorci stavljeni u metalni kalup u kojem se zub učvrsti tako da dodiruje plastičnu pločicu u kojoj se na sredini nalazi valjak promjera 3,17 mm te visine 0,79 mm. Taj otvor služi kao kalup gdje se aplicira adheziv i kasnije stavlja kompozit.

Na zubima je u svakoj skupini apliciran odgovarajući adheziv te je polimeriziran u skladu s uputama proizvođača. Nakon toga je u kalup stavljen tekući kompozit Tetric EvoFlow[®], koji je polimeriziran svjetlom polimerizacijske lampe u trajanju 20s.

2.3. Postupak ispitivanja

Nakon pripreme, uzorci su stavljeni u uređaj za mjerenje jačine adhezijske sveze (UltraTester, Bond Strength Testing Machine, Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT, USA). Testiranje je bilo provedeno na brzini od 1 mm/min, dok adhezijska veza nije pukla. Za opis jačine sveze izračunate su srednja vrijednost i standardna devijacija. Za analizu i usporedbu podataka između grupa korišten je ANOVA-test s Welchovom korekcijom za nehomogenost varijanci. Normalnost podataka testirana je

Shapiro-Wilkovim testom, a homogenost varijanci Leveneovim testom. Za višestruku usporedbu jačine sveze između skupina (metoda) korišten je Tukeyev test.

Analiza je napravljena pomoću statističkog paketa SAS System na Windows platformi. Svi testovi su rađeni na razini značajnosti $\alpha=0.05$.

Rezultati

Deskriptivna statistika za jačinu sveze za svaku analiziranu metodu prikazana je u tablici 1. i na slici 1. Distribucija jačina sveze u svakoj grupi odgovara normalnoj distribuciji (tablica 1., Shapiro-Wilkov test; $p>0,05$).

Napomena: Sa 'S' su označene grupe između kojih postoji razlika.

Rasprava

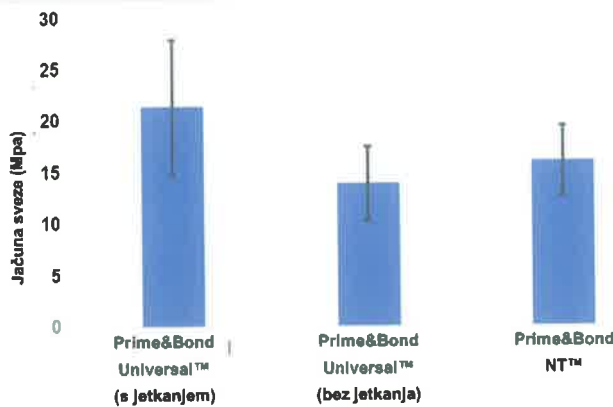
Kao što se može zaključiti iz rezultata (Tablica 1.), svaka je grupa povezana s velikom devijacijom odnosno odstupanjem. Razlog tome su pogreške koje nastaju tijekom aplikacije. Prvenstveno, pogreške mogu nastati prilikom aplikacije kiseline; ukoliko kiselina dugo djeluje na površinu cakline, ukoliko nakon djelovanja nije dobro isprana te ako je površina tvrdog zubnog tkiva presušena ili je ostala prevlažna, te ako je došlo do onečišćenja slinom (11). Slijedi aplikacija adheziva. Prema uputama proizvođača treba ga ostaviti određeno vrijeme da se infiltrira u pore cakline. Ako ga ostavimo kraće vrijeme, mikro-zupci će biti kraći pa će i veza biti slabija. Ovisi i o trajanju polimerizacije te o udaljenosti polimerizacijskog svjetla od površine koju želimo polimerizirati.

Na temelju dobivenih rezultata jačine sveze možemo zaključiti da dodatno jetkanje površine cakline prije nanošenja Prime&Bond Universal™ adheziva povećava čvrstoću sveze u odnosu na druge dvije skupine. Jedan od razloga boljih vrijednosti može biti, osim novije formule samog sustava, i manja osjetljivost na pogreške tijekom postupka pripreme površine kaviteta. Slične rezultate vezane uz jačinu sveze su dobili i Manuja i sur koji su dodatno jetkali caklinu prije aplikacije samojetkajućeg adhezijskog sustava Xeno III (12).

Jačina adhezijske sveze univerzalnih adheziva ovisi kojom je tehnikom univerzalni adheziv primijenjen; samojetkajućom tehni-

Tablica 1: Jačina sveze (MPa) (veličina uzorka, srednja vrijednost i standardna devijacija, p-vrijednost za test o normalnosti uzorka)

Metoda	N	Sr.vr.	St.dev.	W	p
Prime & Bond Universal (s jetkanjem)	15	21,3	6,5	0,94	0,43
Prime & Bond Universal (bez jetkanja)	14	13,8	3,6	0,97	0,87
Prime & Bond NT	15	16,0	3,4	0,97	0,87



Slika 1. Usporedba jačine sveze (srednja vrijednost i standardna devijacija za tri metode)

Tablica 2: Rezultati ANOVA testa

Factor	Levene-ov test P	ANOVA		
		DF	F	P
Metoda	0,0122	2	7,4	0,0028

Tablica 3: Višestruka usporedba (Tukeyev test)

	Prime & Bond Universal™ (jetkajuće ispirajuća tehnika)	Prime & Bond Universal™ (samojetkajuća tehnika)	Prime & Bond Universal™ NT®
Prime & Bond Universal™ (jetkajuće ispirajuća tehnika)		S	S
Prime & Bond Universal™ (samojetkajuća tehnika)	S		
Prime & Bond Universal NT®	S		

kom ili jetkajuće ispirajućom. Važna i temeljna razlika je primjena faze jetkanja (13). Iz rezultata je razvidno da je jačina sveze veća kod jetkajuće ispirajućeg adheziva Prime&Bond® NT™, a još je veća jačina veze postignuta kod univerzalnog adheziva Prime&Bond Universal™ predtretmanom jetkanja. Posebnom fazom jetkanja uklanja se zaostatni sloj, a kod samojetkajućih adheziva on ostaje ugrađen u veznom sloju.

Van Meerbeek sa suradnicima u svom

istraživanju navodi da jetkajuće ispirajući adhezivi tvore najbolju mikromehaničku vezu s caklinom što je razvidno i iz naših rezultata (14). Također Erikson i suradnici u svom istraživanju potvrđuju da je adhezijska sveza jača ako je caklina prije aplikacije adheziva tretirana kiselinom (13).

Rezultati ovog istraživanja su također u skladu s istraživanjem kojeg su proveli McLean i suradnici gdje je bio testiran univerzalni adheziv Scotchbond Universal™ (3M

Usporedba varijanci između grupa pokazala je da varijance nisu homogene (tablica 2., Levene-ov test; $p=0,0122$). Stoga je jačina sveza unutar grupa uspoređena pomoću Welchovog ANOVA testa.

Test je pokazao da između tri grupe postoji statistički značajna razlika u jačini sveze (tablica 2, ANOVA test; $p=0,0028$).

Da bi se ustanovilo između kojih grupa/metoda postoji razlika, primijenjen je Tukeyev test za višestruku usporedbu. Rezultati testa su prikazani u tablici 3. Jačina sveze u grupi Prime & Bond Universal (s jetkanjem) značajno se razlikuje od jačine sveze u grupama Prime & Bond Universal (bez jetkanja) i Prime & Bond NT, dok između grupa Prime & Bond Universal (bez jetkanja) i Prime & Bond NT ne postoji statistički značajna razlika.

ESPE, St Paul, MN, USA), čiji je pH 2,7, pa se rezultati mogu usporediti s Prime&Bond Universal™ kojem pH iznosi 2,5 (15).

Univerzalni adheziv Prime&Bond Universal™ imaju pH 2,5 što znači da spadaju u "blage" adhezive. Poboļjšana je mikromehanička veza s dodatnom obradom površine jetkanjem, nakon koje slijedi ispiranje koje je odgovorno za uklanjanje zaostatnog sloja i selektivnog otapanja caklinskih prizmi. Tako se stvara potpuna infiltracija nenapunjenih

pora smolom (6). Nakon polimerizacije mikromehaničko povezivanje smole unutar cakline stvara snažnu svezu što objašnjava zašto je u našem istraživanju jačina adhezijske sveze jača kod primjene univerzalnog adheziva Prime&Bond Universal™ jetkajuće ispirajućom tehnikom od jetkajuće ispirajućeg adheziva Prime&Bond® NT™ koji ima viši pH.

Istraživanje je provedeno in vitro, što znači da tijekom rada nisu bili prisutni uvjeti koje imamo u usnoj šupljini. U obzir treba uzeti sve vrste kemijskih i mehaničkih utjecaja kao što su vlaga, žvačne sile, promjene temperature, pH te prehrambene navike (14).

Broj uzoraka je bio mali. Veći broj bi mogao pokazati manje promjene i pokazati veće razlike.

Zaključak

Iz provedenog istraživanja možemo zaključiti da jačina adhezijske sveze univerzalnih adheziva ovisi kako je adheziv primijenjen. Za veću jačinu sveze potrebno je caklinu jetkati, bilo da se radi o samojetkajućem ili univerzalnom adhezijskom sustavu. ①



Slika 2. Kiselina Ultra-Etch®, Ultradent. (Preuzeto s dopuštenjem poduzeća Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT)



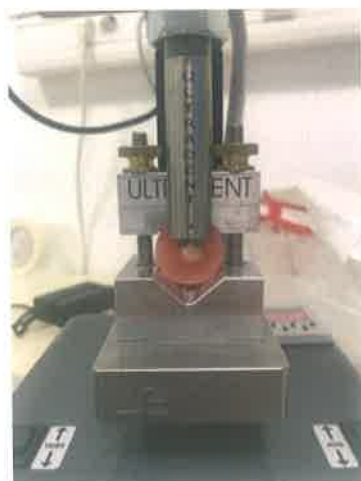
Slika 3. Univerzalni adheziv Prime&Bond Universal™. (Preuzeto s dopuštenjem poduzeća Dentsply Caulk, Dentsply Int. Inc., Milford, DE)



Slika 4. Jetkajuće ispirajuć adheziv Prime&Bond® NT™. (Preuzeto s dopuštenjem poduzeća Dentsply Caulk, Dentsply Int. Inc., Milford, DE)



Slika 5. Uređaj za mjerenje jačine adhezijske sveze (Ultra Tester, Bond Strength Testing Machine, Ultradent Products, Inc., South Jordan, UT, USA)



Slika 6. Uzorak u uređaju za mjerenje jačine adhezijske sveze.

LITERATURA

- Mehulić K, Alar Ž, Anić I, Bergman L, Carek A, Čimić S, et al. Dentalni materijali. Zagreb: Medicinska naklada; 2017. 109-119, 120-7.
- Mitchell CA. Dental materials in operative dentistry. London: Quintessence Pub Co; 2008. 1-21, 33-49.
- Zhang ZY, Tian FC, Niu LN, Ochala K, Chen C, Fu BP, et al. Defying ageing: An expectation for dentine bonding with universal adhesives. Journal of dentistry. 2016;45:43
- Tarle Z, Knežević A. Podjela caklinskih dentinskih adhezijskih sustava. Sonda, 2004;6(11):31-4.
- Tsujimoto A, Barkmeier WW, Takamizawa T, Watanabe H, Johnson WW, Latta MA, et

al. Comparison between universal adhesives and two-step self-etch adhesives in terms of dentin bond fatigue durability in self-etch mode. European Journal of Oral Sciences, 2017;00:1-8.

- Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. Dent Mater. 2011 Jan;27(1):17-28.
- Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. Oper Dent 2003;28:3:215-35
- Huth S. Adhe SE® Universal – univerzalni adheziv. Dental Tribune. 2014;2:20-1.
- The dental solutions company™. Prime&Bond universal™: Universal adhesive, Sci-

entific compendium, 2016;1:43p.

- Luque-Martinez IS, Perdigao J, Munoz MA, Sezinando A, Reis A, Logurcio AD. Effects of solvent evaporation time on immediate adhesive properties of universal adhesives to dentin. Dental materials, 2014;30(10):1126-35.
- Farnoosh Fallahzadeh, Mohammad Atai, Shirin Ghasemi, Ailin Mahdikhah, Effect of rinsing time and surface contamination on the bond strength of silorane-based and dimethacrylate-based composites to enamel. J Clin Exp Dent. 2018;10(11):e1115-22.
- Manuja N, Nagpal R, Chaudhary S. Bonding efficacy of 1-step self-etch adhesives: effect of additional enamel etching and hydrophobic layer application. J Dent Child (Chic). 2012 Jan-Apr;79(1):3-8.
- Erickson RL, Barkmeier WW, Latta MA. The role of etching in bonding to enamel: A comparison of self-etching and etch-and-rinse adhesive systems. Dental materials. 2009;25(11):1459-67.
- Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. Dental materials. 2010;26(2):e100-21.
- McLean DE, Meyers EJ, Guillery VL, Vandewalle KS. Enamel bond strength of new universal adhesive bonding agents. Operative dentistry. 2015;40(2):1-8.