

Univerzalni adhezivi - napredak u tehnologiji adhezijskih sustava

Klara Parić¹, Gabriela Bavrka¹,
doc. dr. sc. Danijela Marović²

[1] Studentice pete godine

[2] Zavod za endodonciju i restaurativnu stomatologiju, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Caklinsko-dentinski adhezivni sustavi omogućuju ostvarivanje veze između kompozitnih materijala i tvrdog zubnog tkiva (1). S obzirom na to da kompozitni materijali nemaju svojstvo vezivanja za tvrda zubna tkiva, adhezivni sustavi djeluju kao posrednici u vezivanju i ostvarivanju retencije hidrofobne smole kompozitnog materijala i hidrofilnog dentina. Osnovni princip adhezije temelji se na izmjeni anorganskog materijala uklonjenog iz zuba sa smolastim monomerima koji se mehanički uklješćuju u pore stvorene tijekom jetkanja (2). Razvoj adhezivnih sustava omogućio je maksimalnu uštedu tvrdih zubnih tkiva te osiguravanje estetski optimalnih rješenja (3, 4). S napredovanjem u tehnologiji došlo je do razvoja dentinskih adhezivnih sustava. Danas je njihova primjena jednostavnija te je time reducirano vrijeme trajanja zahvata.

Postoje brojne podjele adhezivnih sustava: prema generacijama, prema vrsti otapala, prema broju komponenti, prema preobrazbi zaostatnog sloja te

prema interakciji sa tvrdim zubnim tkivom. Podjela po generacijama predstavlja kronološki slijed pojavljivanja na tržištu, gdje je najnovija 8. generacija. Prema otapalu razlikujemo adhezivne sustave koji u sebi sadrže alkohol, aceton ili vodu. Prema broju komponenti dijelimo ih na četvero-, tro-, dvo- te jednokomponentne sustave. S obzirom na obradu zaostatnog sloja razlikujemo sustave koji ga uklanjaju te one koji ga otapaju. Adhezivne sustave prema interakciji s tvrdim zubnim tkivom možemo podijeliti na jetkajuće-ispirujuće (engl. Total-etch/etch-and-rinse), samojetkajuće (engl. Self etch) i staklenoionomerne sustave (Slika 1). Nedavno su na tržištu dostupni i novi adhezivni sustavi koji mogu biti korišteni i kao jetkajuće-ispirujući i samojetkajući adhezivi.

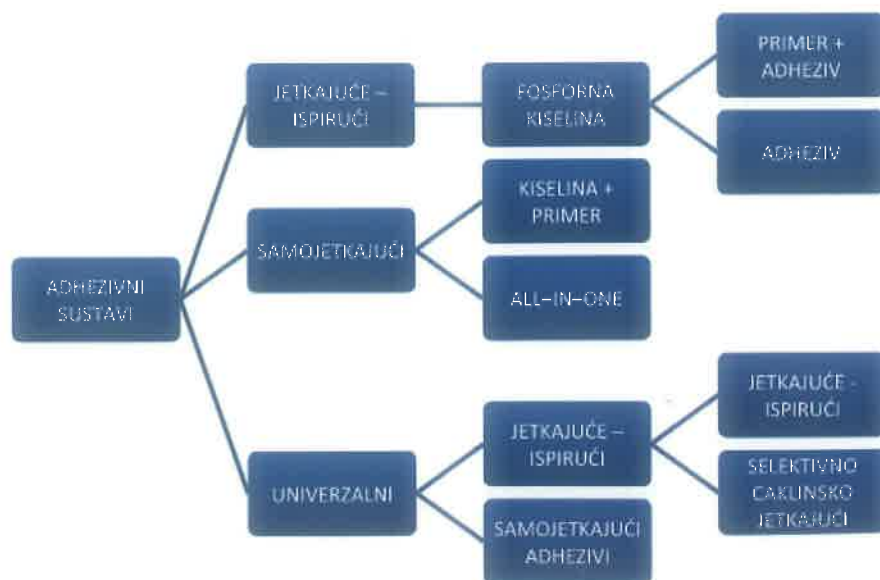
Od 4. generacije do univerzalnih adhezivnih sustava

Četvrta generacija adhezivnih sustava (total-etch) se na tržištu pojavila početkom 1990-ih, a prva je koja je omogućila

la potpuno uklanjanje zaostatnog sloja. Time je postignuta bolja penetracija adheziva u dentin, snaga vezivanja od oko 20 MPa i značajno smanjeno rubno propuštanje. To predstavlja veliki napredak u odnosu na prošle generacije. Tri glavne komponente adhezivnog sustava (kiselina, primer i adheziv) se nalaze u odvojenim pakiranjima što im značajno otežava aplikaciju, zahtjeva veću spretnost te oduzima više vremena. Svaki od koraka aplikacije te vrste adhezivnih sustava nosi mogućnost pogreške. Upravo se zato počelo tragati za jednostavnijim adhezivnim sustavom. Unatoč svemu, 4. generacija se smatra zlatnim standardom jer kad se pravilno koristi, postiže najviše snage sveze kompozita i tvrdih zubnih tkiva te najdugotrajnije rezultate.

U nastojanju da se skрати vrijeme trajanja zahvata, a zadrži kvaliteta hibridizacije, razvijena je 5. generacija adhezivnih sustava. S obzirom na interakciju sa tvrdim zubnim tkivom također spada u total-etch sustave. Primer i adheziv se nalaze u jednoj bočici te se nanose na prethodno jetkanu caklinu i dentin. Zbog otopine u kojoj se nalaze primer i adheziv, polimerizirani primer pokazuje povećanu hidrofilnost. Ona s vremenom uzrokuje veću sklonost razgradnji adheziva pete od četvrte generacije.

Pojavom šeste generacije adhezivnih sustava na tržištu se po prvi puta našao samojetkajući primer. S obzirom da većina problema jetkajuće-ispirujućih sustava nastaje zbog prekratkog ili predugog jetkanja, u želji da se izbjegne taj korak, još više olakša aplikacija i skрати vrijeme postupka nastali su adhezivni sustavi koji su eliminirali jetkanje. Sustav se sastoji od samojetkajućeg primera nakon kojeg se nanosi adheziv.



Slika 1. Shematski prikaz adhezivnih sustava

Sedma generacija također spada u self-etch skupinu adhezivnih sustava, a od šeste je razlikuje to što se sve tri komponente nalaze u jednom pakiranju. Njihova uporaba je jednostavnija te se smanjuje mogućnost pogreške. Jedno pakiranje ima svoje prednosti, ali i mane pa su tako neka svojstva adheziva slabija od prijašnjih generacija. Nakon polimerizacije su hidrofilniji nego dvokomponentni samojetkajući sustavi te se raspadaju mnogo brže. Imaju najslabiju inicijalnu i dugoročnu snagu svezivanja što predstavlja veliki nedostatak.

Univerzalni adhezivni sustavi

Pojednostavljena samojetkajuća tehnika smanjila je mogućnost jatrogene postterapijske senzibilnosti koja nastaje kao posljedica kondicioniranja, ispiranja i sušenja kod jetkajuće-ispirućih sustava. Snaga sveze materijala i tvrdih zubnih tkiva ovisi o kvaliteti adhezije, a samim time i klinički uspjeh terapije. Unatoč tome što je 7. generacija adhezivnih sustava značajno unaprijedila sustave, kao glavni problem nameće se nedovoljna sveza adheziva i tvrdog zubnog tkiva (5). Nemogućnost dovoljnog jetkanja cakline rezultira nedovoljnom snagom svezivanja adheziva, a time i većom mogućnošću rubnog obojenja cakline. Kako bi se nadoknadili nedostaci prethodne generacije razvijeni su univerzalni adhezivi koji prema dosadašnjim istraživanjima omogućuju dugotrajniju vezu za caklinu (6, 7). Njihov sastav omogućuje, osim mikromehaničke veze, ostvarivanje i kemijske veze za tvrda zubna tkiva (8).

Univerzalni adhezivni sustavi (Tablica 1.) mogu biti korišteni kao samojetkajući sustavi, jetkajuće-ispirujući ili samojetkajući za dentin, a jetkajuće-ispirujući, odnosno selektivno-jetkajući za caklinu (9). Kao potpuno jetkajuće-ispirujući sustave, univer-

zalne adhezive najčešće rabimo kod izrade ispuna koji su kompletno ili većinom u caklini, recimo za kompozitne fasete na prednjim zubima. Selektivno jetkanje koristimo kod klasičnih ispuna I, II, III ili V razreda po Blacku gdje se jetkanjem cakline pojačava snaga sveze, dok se kao samojetkajući sustavi mogu rabiti u situacijama kad je zubni supstrat isključivo ili gotovo isključivo dentin, kao što su zubi izbrušeni za krunice, mostove ili indirektno ispune.

Sastav univerzalnih adhezivnih sustava

Univerzalni adhezivni sustavi se sastoje od otapala, smole i kiselih monomera. Svi sadrže vodu koja je potrebna za ionizaciju hidrofobnih kiselih monomera. Kao dodatno otapalo koristi se etanol ili aceton. Oni povećavaju infiltraciju smola u zubno tkivo, a tijekom procesa sušenja isparavaju iz vode. Izopropanol se može isto tako koristiti kao dodatno otapalo, a njegova je prednost to što je u vodi topljiv u svim omjerima (10).

Smola se sastoji od oligomerne matrice, a čine ju hidrofilna HEMA (2-hidroksietil metakrilat) i hidrofobni dekandiol dime-takrilat (D3MA) i neutralna bis-GMA (bisfenol A diglicidil metakrilat). Gotovo svi adhezijski sustavi u svom sastavu sadrže HEMA. HEMA ima malu molekularnu masu što omogućuje njenu infiltraciju u dentin, a time i njegovo vlaženje. Negativna strana HEMA je apsorpcija vode što uzrokuje diskoloraciju i doprinosi hidrolizi samog adheziva. Neki univerzalni adhezivi u sastavu mogu sadržavati i silan koji eliminira silanizaciju kod vezivanja staklokeramike ili kompozita.

Univerzalni adhezivi se od prethodnih generacija razlikuju po tome što sadrže

kisele monomere. Pozitivne strane kiselih monomera navode se mogućnost ostvarivanja kemijske veze te jetkanje i demineralizacija tvrdih zubnih tkiva. Tvrtka Kuraray (Osaka, Japan) prva je početkom 1980. sintetizirala kiselu monomer dipentaeritrol pentakrilat fosfat (MDP). Kiselu monomeri su modificirane akrilatne smole fosforne kiseline koji s jedne strane molekule sadrže metakrilatnu hidrofobnu grupu (omogućuje vezanje za kompozitni materijal), dok se sa druge strane nalazi hidrofilna fosfatna grupa (ostvaruje kemijsku vezu sa tvrdim zubnim tkivima) (4).

Yoshida i sur. su dobivenim rezultatima dokazali da MDP stvara kemijsku vezu s ionima kalcija (Ca^{2+}) koji se nalaze u hidroksiapatitu. Kao rezultat te reakcije nastaju MDP-Ca soli koje se talože u samosvezujući nano sloj. Nanošenjem adheziva na dentin, koji je prekriven zaostatnim slojem, dolazi do djelomične demineralizacije površine dentina do jedan nanometar u dubinu. Ca^{2+} ioni nastali djelomičnom demineralizacijom dentina, prodiru u hibridni sloj i oblikuju MDP-Ca u samo-vezujuće nano slojeve (11). Osim MDP kiselih monomera u univerzalnim adhezivima nalaze se još i dipentaeritrol pentakrilat fosfat (PENTA), bifenol metakrilat (BPDM) te glicerol-fosfat dimetilakrilat (GPDM) (12).

Osim što sadrže kisele monomere, univerzalni adhezivni sustavi se od ostalih razlikuju i po nano česticama, odnosno smolama čija je prosječna veličina oko 12 nm. Za razliku od većih čestica (15-20 nm) koje uzrokuju povećanu viskoznost adheziva što uzrokuje smanjenu snagu vezivanja, manje čestice omogućuju dublju penetraciju monomera i povećanje debljine hibridnog sloja, a samim time i poboljšanu jačinu vezanja za tvrda zubna tkiva i apsorpciju stresa (1).

pH vrijednost univerzalnih adheziva se kreće u rasponu od 2.2 do 3.2 ovisno o proizvodu. Posljedica takve pH vrijednosti je dobro vezanje adheziva za dentin, ali i smanjena snaga sveze sa caklinom zbog njenog nedostatnog jetkanja. Upravo je zato preporučeno koristiti selektivno jetkajuću tehniku (13).


Tablica 1. Popis dostupnih univerzalnih adhezivnih sustava na tržištu

Generacija	Ime proizvoda	Proizvođač
Univerzalni adhezijski sustavi	Futurabond U	Voco, Cuxhaven, Njemačka
	Scotchbond Universal Adhesive	3M ESPE, St. Paul, SAD
	Clearfil Universal Bond	Kuraray, Tokyo, Japan
	AdheSE Universal	Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenštajn
	Xeno Select	Dentasply Caulk, Milford, SAD
	Prime&Bond Elect	Dentasply Caulk, Milford, SAD
	All-Bond Universal	Risco Inc., Schaumburg, SAD
	G-aenial Bond	GC America, Alsip, SAD
	Peak Universal Adhesive	Ultradent, South Jordan, SAD
	G-Bond Plus	GC, Tokyo, Japan

Zaključak

Prednosti univerzalnih adheziva su njihova mogućnost da smanje ili uklone postterapijsku osjetljivost, poboljšaju rubno zatvaranje, reduciraju mikropropuštanje i naravno, skrate vrijeme trajanja zahvata. Mogu se koristiti kao samojetkajući ili jetkajuće-ispirujući sustavi, a preporučuje ih se koristiti selektivno-jetkajućom tehnikom. Selektivno-jetkajuća tehnika kombinira prednosti jetkajuće-ispirujuće tehnike na

caklinu te pojednostavljenu samojetkajuću tehniku na dentin s dodatnim ostvarivanjem kemijske veze s kristalima hidroksiapatita. Zbog ostvarivanja kemijske veze imaju širu upotrebu nego 7. generacija adhezivnih sustava. Iako pokazuju manju snagu vezanja od jetkajuće-ispirujućih sustava, ona je gotovo jednaka samojetkajućim adhezijskim sustavima. Kao i prethodne generacije adhezijskih sustava njihovo pojednostavljanje je povezano sa smanje-

nom učinkovitošću, tj. s gubitkom snage vezivanja (12). Kao nedostaci navode se još i visoka količina hidrofilnih monomera koji uzrokuju apsorpciju vode iz dentina, povećavajući permabilnost hibridnog sloja, nanopropuštanje te ograničena debljina samog adhezivnog sloja koja može povećati inhibiciju polimerizacije zbog prisutnosti kisika (14). 

LITERATURA

1. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G, Umberto Romeo U, Migliau G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol*. 2017;8:1-17.
2. Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent*. 2001;6:119-24.
3. Vaidyanathan TK, Vaidyanathan J. Recent advances in the theory and mechanism of adhesive resin bonding to dentin: a critical review. *Inc J Biomed Master Res part B:App Biomater*. 2009;88:558-557
4. Manuja N, Nagpal R, Pandit IK. Dental Adhesion: Mechanism, Techniques and Durability. *J Clin Pediatr Dent*. 2012;36:223-34.
5. Kallenos TN, Al-Badawai E, White GE. An in vitro evaluation of microleakage in class I preparations using 5th, 6th and 7th generation composite bonding agents. *J Clin Pediatr Dent*. 2005;29:323-8.
6. Meerbeek B, De Munck J. Bonding effectiveness of a new "multi-mode" adhesive to enamel and dentine. *J Dent*. 2012;40:475-84.
7. Munoz MA, Luque-Martinez I, Malaquias P, Hass V. In vitro longevity of bonding properties of Universal Adhesives to dentin. *Oper Dent*. 2015;40:1,84,85,-87
8. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, De Munck J. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. *J Dent*. 2012;40:475-84.
9. Ana S. Looking for ideal adhesive – A review. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac*. 2014;55:194-206
10. 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. *Dent Mater J*. 2014;30(10):1126-35.
11. Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, et al. Adhesion to and decalcification of hydroxyapatite by carboxylic acids. *J Dent Res*. 2001;80:1565-9.
12. Nicola Scotti N, Massimo Gagliani M, Giorgio Vogel G, Lorenzo Breschi L. New adhesives and bonding techniques. Why and when? *Int J Estet Dent*. 2017;12:1-13.
13. Universal Adhesives: The Next Evolution in Adhesive Dentistry? *Compend Cont Educ Dent*. 2015;36:15-26.