

nekim je slučajevima potrebno savjetovanje sa specijalistom. Ukoliko se pravilno postupa sve diskoloracije koje su podložne izbjeljivanju mogu se učinkovito ukloniti odgovarajućom tehnikom izbjeljivanja.

Tablica 1.

### PROGNOZA ISHODA TERAPIJE IZBJELJIVANJA ZUBI

#### IZVRSNA

- Zubi su bili mnogo svjetliji u mladosti
- Žuta nijansa
- Ekstrinzične pigmentacije
- Zdravi, lijepo oblikovani, intaktni prednji zubi
- Pacijent želi umjerene promjene
- Pacijent ima realistična očekivanja i želje
- Popustljiv i odgovoran pacijent

#### DOBRA

- Zubi su bili malo svjetliji u mladosti
- Smeđa nijansa
- Eksterne i interne pigmentacije
- Neki dobro izrađeni ispuni na prednjim zubima i neznatni defekti oblika zubi
- Pacijent želi svijetle zube
- Pacijent ima realistična očekivanja i velike želje
- Umjereno odgovoran pacijent

#### LOŠA

- Zubi su oduvijek bili tamni
- Siva nijansa
- Intrinzične pigmentacije
- Mnogo ispuna, kariozni zubi, frakture u caklini, oštećenja gingive
- Pacijent želi bijele zube
- Pacijent ima nerealistična očekivanja
- Nepopustljiv i neodgovoran pacijent

Ivica Pelivan  
Renata Vidaković

# PODJELA ADHEZIJSKIH SUSTAVA

Ivica Pelivan

**Z**bog nemogućnosti kompozitnih materijala da se direktno vežu za tvrda zubna tkiva, nužna je uporaba adhezijskih sustava, odnosno adheziva, kao posredujućih međuslojnih sredstava. Prvi adhezivi pojavili su se na tržištu 1965. godine i od tada se stalno radi na poboljšanju njihovih svojstava. Značajan napredak u kliničkim svojstvima adheziva postignut je početkom 90-ih godina. Posljedica tehnološkog napretka je stalna pojava novih adhezijskih sustava.

Najčešće rabljen sustav klasifikacije adheziva utemeljen je kronološki, uglavnom prema vremenu njihova pojavljivanja na tržištu. Prema tom se kriteriju adhezijski sustavi dijele u pet, odnosno šest generacija. Međutim, takva podjela nema znanstvenu osnovu i kao takva ne dopušta da se adhezivi klasificiraju prema objektivnim kriterijima. Uslijed toga, predlagana je podjela adheziva prema broju koraka u njihovoj kliničkoj primjeni ("one-step", "two-step" i "three-step" adhezijski sustavi), te još važnije, prema njihovom učinku na dentinski supstrat, odnosno zaostatni sloj na njegovoj površini.

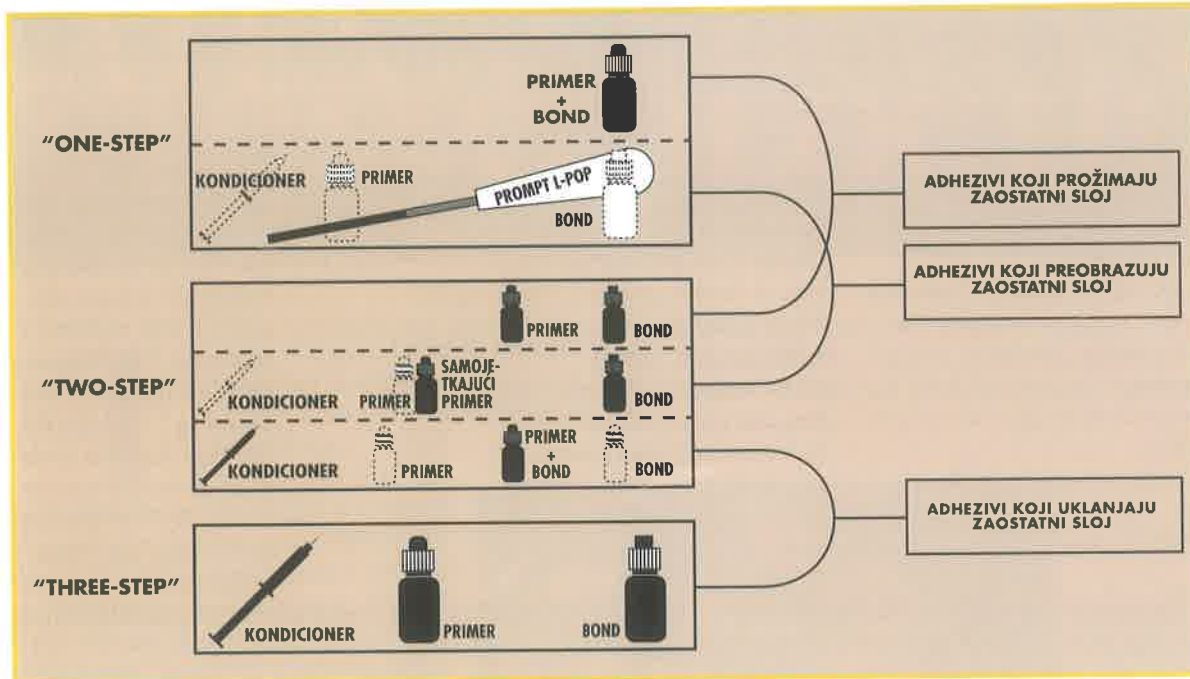
Ovisno o učinku na zaostatni sloj ("smear layer") nastao tijekom preparacije kaviteta, mogu se razlikovati tri mehanizma adhezije suvremenih adhezijskih sustava (Shema 1).

Jedna skupina adheziva nastoji prožeti zaostatni sloj i uključiti ga u proces svezivanja. Među njima se mogu razlikovati "one-step" i "two-step" adhezivi koji prožimaju zaostatni sloj, ovisno o tome da li sadrže samo bond (niskoviskoznu smolu) ili i primer i bond. Druga skupina adhezijskih sustava u cjelosti uklanja zaostatni sloj i može se nadalje podijeliti na "two-step" i "three-step" adhezive koji uklanjaju zaostatni sloj, odnosno, ovisno o tome da li se primer i bond primjenjuju zajedno ili zasebno. Treći mehanizam adhezije nalazimo kod adheziva koji preobrazuju zaostatni sloj ne uklanjajući ga time u cjelosti. Mogu se podijeliti na "one-step" i "two-step" adhezive koji preobrazuju zaostatni sloj.

#### Adhezijski sustavi koji prožimaju zaostatni sloj

Razvijeni su na temelju pretpostavke da zaostatni sloj pruža prirodnu zapreku prema pulpi, štiteći je od prodora bakterija i smanjujući istjecanje pulpne tekućine koja bi mogla smanjiti učinkovitost svezivanja. Za očekivati je da će učinkovito vlaženje i in-situ polimerizacija monomera koji su proželi zaostatni sloj, pojačati svezu zaostatnog sloja s podležecom dentinskom





Shema 1. Shematski prikaz klasifikacije adhezijskih sustava na osnovi broja koraka u njihovoj kliničkoj primjeni, te njihovog učinka na zaostatni sloj.

površinom, tvoreći mikromehaničku svezu s dentinom. Ova skupina adheziva uglavnom uključuje ranije adhezijske sustave koji zahtijevaju odvojeno jetkanje cakline. Većina njih se danas ne koristi zbog nezadovoljavajuće kliničke učinkovitosti. Međutim, neki se od današnjih adheziva mogu svrstati u ovu skupinu, što se odnosi na primere koji se primjenjuju prije unošenja kompozita ili kompomera. Njihova plitka, submikro-ronska interakcija s dentinom, bez znatnijeg izlaganja kolagenih vlakana, svrstava ih u ovu skupinu.

Čestice zaostatnog sloja održavaju dentinske tubule začepljenima i u najboljem slučaju bivaju obuhvaćene smolom, tvoreći tzv.

primjenjuju se u tri uzastopna koraka. Prvi je površinska demineralizacija dentina kiselinom koja izlaže 3-5  $\mu\text{m}$  kolagene mreže. Drugi korak je primjena *primera* koji sadrži hidrofilne monomere otopljene u acetonu, etanolu i/ili vodi, i prodiru u kolagenu mrežu. Treći korak predstavlja primjena hidrofobne, niskoviskozne, svezujuće smole (*bonda*) kako bi se osiguralo da svi interkolageni prostori budu što je više moguće prožeti smolom. Rezultat djelovanja sva tri koraka je stvaranje hibridnog sloja ili tzv. hibridizacija. Osim toga, nastaju i zubi niskoviskozne smole u dentinskim tubulima koji doprinose povećanju snage svezivanja. Prednosti i nedostaci "three-step" adheziva koji uklanjaju zaostatni sloj navedeni su u Tablici 1.

#### Prednosti

- Zasebna primjena kiseline, primera i bonda
- Niska osjetljivost postupka
- In-vitro i in-vivo dokazana učinkovitost adhezije na caklinu i dentin
- Uglavnom učinkoviti i postojani rezultati
- Mogućnost proizvodnje predpunjenih adheziva ("stres apsorber")

#### Nedostaci

- Rizik od predugog jetkanja dentina (visokokonzentrirana ortofosforna kiselina)
- Veliki utrošak vremena tijekom primjene
- Potrebno ispiranje kiseline nakon jetkanja
- Osjetljivost postupka na prevlažan i presuh dentin

Tablica 1. Prednosti i nedostaci "three-step" adhezijskih sustava koji uklanjaju zaostatni sloj.

smolom prožeti zaostatni čep.

#### Adhezijski sustavi koji uklanjaju zaostatni sloj

Većina današnjih adheziva zahtijeva prethodno uklanjanje zaostatnog sloja "total-etch" postupkom. U svom izvornom sastavu,

S najnovijom generacijom tzv. "one-bottle" adheziva, klasična "three-step" primjena adheziva koji uklanjaju zaostatni sloj svedena je na dva koraka kombiniranjem *primera* i *bonda* u jednoj otopini (bočici). U osnovi se mehanizmi adhezije ovih sustava ne razlikuju od mehanizama

njihovih "three-step" prethodnika. Iako je klinički postupak njihove primjene pojednostavljen, to još uvijek ne dovodi do značajnije uštede vremena, budući da se moraju primijeniti u više slojeva (Tablica 2.).

Prednosti	Nedostaci
Temeljna svojstva "three-step" sustava (Tablica 1.)	Beznačajno brža primjena (više slojeva)
"Jednostavniji" postupak primjene	Osjetljiviji postupak (više slojeva)
Mogućnost ekonomičnog ("single-bottle") pakiranja	Rizik od nastanka pretankog svezujućeg sloja (nema "glossy" filma na površini kaviteta, niti pouzdanog "stress apsorber" učinka)
Trajan i postojan sustav	Učinci "total-etch" postupka (Tablica 1.)
Higijenska primjena (smanjena mogućnost nastanka unakrsnih infekcija)	Rizik od predugog jetkanja dentina
Mogućnost proizvodnje predpunjenih adheziva ("stress apsorber")	Nužno ispiranje nakon jetkanja
	Osjetljivost glede vlažnosti dentina
	Nedostatni dugoročni klinički rezultati

Tablica 2. Prednosti i nedostaci "two-step" adhezijskih sustava koji uklanjaju zaostatni sloj.

U smislu koncepcije "elastičnog svezivanja" takav je način primjene nužan kako bi se dobio dovoljno debeli smolasti svezujući sloj na površini hibridnog sloja, koji djeluje kao fleksibilni, međuslojni "stres apsorber", štiteći adhezivnu vezu od ranih učinaka kontrakcije kompozitnih materijala tijekom polimerizacije. Tzv. nano-punila koja se dodaju nekim adhezivima, mogu pomoći u uspostavi jedinstvenog smolastog filma koji stabilizira hibridni sloj. Ne postoje dokazi koji bi upućivali na to da čestice nano-punila penetriraju i ugrađuju se u hibridni sloj čineći tako vezu jačom.

kaviteta nakon toga, značajno je pojednostavljena njihova uporaba (Tablica 3.)

Zbog svega toga, čini se da su samojetkajući *primeri* pouzdana sredstva za izbjegavanje klinički važnih problema kao što su kolabiranje kolagenih vlakana zbog presušivanja dentina, ili fenomen prevlažnog dentina tijekom "wet-bonding" postupka. Njihova najveća prednost je ta da istovremeno demineraliziraju dentinsku površinu i infiltriraju se u mrežu

kolagenih vlakana kroz cijelu zonu demineraliziranog dentina.

Mogu se podijeliti na "one-step" ili "all-in-one" sustave kod kojih su sva tri koraka u kliničkoj primjeni ujedinjena u jedan, te na "two-step" sustave kod kojih se *bond* primjenjuje odvojeno, nakon samojetkajućeg *primera*. Uglavnom sadrže HEMA i vodu. Usprkos svom alergijskom potencijalu HEMA je nužan kao sredstvo za vlaženje s visokom difuzibilnošću u vlažnom mediju, te kao pomoćno otapalo za ostale monomere koji su slabo topivi u vodi. Voda koju sadrže omogućava pojavu samojetkajućeg učinka.

Za očekivati je da će tehnološki napredak iz dana u dan izbacivati nove proizvode i nove adhezijske sustave na tržište. S vremenom će se kroz eksperimentalna i klinička istraživanja pokazati koja skupina adhezijskih sustava ima optimalna svojstva sa što je moguće manje nedostataka.

Prednosti	Nedostaci
Istovremena demineralizacija i infiltracija smolom	Nedostatni dugoročni klinički rezultati
Nepotrebno ispiranje nakon jetkanja	Sposobnost adhezije na caklinu mora se klinički dokazati
Neosjetljivost na različite uvjete vlažnosti dentina	
Ušteda vremena	
Niska osjetljivost postupka	
Mogućnost "single-dose" pakiranja	
Trajan i stabilan sastav	
Higijenska primjena (smanjena mogućnost nastanka unakrsnih infekcija)	
Mogućnost proizvodnje predpunjenih adheziva	
Učinkovito sredstvo za desenzibilizaciju dentina	

Tablica 3. Prednosti i nedostaci samojetkajućih adhezijskih sustava

### Adhezijski sustavi koji preobrazuju zaostatni sloj

Sadrže blago kisele (pH 1-4) *primere*, tzv. "samojetkajuće primere" ("self-etching primers"). Oni otapaju zaostatni sloj i djelomično demineraliziraju površinu dentina. Budući da se ne ispiru iz kaviteta, već samo raspuhuju mlazom stlačenog zraka, otopljeni zaostatni sloj biva ugrađen u proces svezivanja. Raniji sustavi koji sadrže samojetkajuće *primere*, poput Scotchbond (3M) i Syntac (Vivadent), zahtijevali su odvojeno jetkanje cakline. Suvremeni adhezijski sustavi sadrže samojetkajuće *primere* koji istovremeno kondicioniraju i caklinu i dentin. Skraćivanjem postupka njihove kliničke primjene na "one-step", te nepostojanjem potrebe za ispiranjem

#### Literatura:

- Inoue S, Van Meerbeek B, Vargas M, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G (1999) Adhesion mechanism of self-etching adhesives. *Advanced Adhesive Dentistry, 3rd International Kuraray Symposium*, ISBN 88-87961-00-X, 131-149
- Nakabayashi N, Pashley DH (1998) Hybridization of dental hard tissues. Chicago: Quintessence Publishing, ISBN 4-87417-575-9
- Van Meerbeek, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G (1998) The clinical performance of adhesives. *J Dent* 26:1-20
- Yoshida Y, Van Meerbeek B, Nakayama Y, Snauwaert J, Hellemans L, Lambrechts P, Vanherle G, Wakasa K (2000) Evidence of chemical bonding at biomaterial-hard tissue interfaces. *J Dent Res* 79:709-714

