

# Ispitivanje kvaliteta rubnog zaptivanja adhezivnih amalgamskih restauracija

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

## Marginal seal evaluation of adhesive amalgam restorations

### KRATAK SADRŽAJ

Dentalni amalgam je još uvek materijal koji se najčešće koristi za restauracije bočnih zuba u mnogim zemljama. Amalgam je veoma popularan s obzirom na dobre mehaničke osobine, dugotrajnost, nisku cenu i relativnu lakoću rukovanja u poređenju sa drugim materijalima. Dva važna nedostatka amalgamskih restauracija su gubitak adhezije za zubne strukture i marginalno curenje. **Cilj:** Cilj ovog rada je bio da se u laboratorijskim uslovima ispita rubno zaptivanje amalgamskih restauracija uz primenu dentin adhezivnih sistema metodom difuzije bojenog rastvora. **Materijal i metode:** U radu je korišćeno 50 ekstrahovanih zuba. Na svim zubima su urađene preparacije kaviteta II klase. Zubi su podeljeni u pet grupa i aplikovani su preparati prema uputstvu proizvođača: Gamabond, Optibond Solo, OptiGuard, Ionosit – Base Liner i kontrolna grupa. Svi zubi su termociklirani 200 puta, na  $t^{\circ} 5 - 7^{\circ} C$ ,  $37^{\circ} C$  i  $57 - 59^{\circ} C$ . Metodom difuzije bojenog rastvora proveren je kvalitet rubnog zatvaranja amalgamskih restauracija. Svi uzorci su uronjeni u 50 % rastvor srebrno – nitrata, a zatim u 10 % rastvor foto – razvijaa. Nakon ispiranja, zubi su sečeni dijamantskom separir šajbnom u mezio – distalnom pravcu. Očitavanje prodora boje vršeno je pomoću svetlosne lupe, sa umetnutim mikrometarskim razmernikom, sa uvećanjem 25 puta. Rezultati su statistički obrađeni primenom Student – ovog t – testa. **Rezultati:** Najmanji prodor boje ostvaren je u grupi rebondiranih amalgamskih restauracija primenom OptiGuarda. Veći prodor boje ostvaren je kod adhezivnih amalgamskih restauracija, sa nešto nižim prodorom boje kod Gamabonda u odnosu na Optibond Solo. Prodor boje u grupi Ionosit – Base Linera je veći u odnosu na druge adhezivne amalgamske restauracije: na okluzalnom zidu, prodor boje u poređenju sa Gamabondom pokazuje statistički značajnu razliku ( $p < 0,5$ ), dok u poređenju sa Optibond Solo statistički značajnih razlika nije bilo. Na gingivalnom zidu, prodor boje u poređenju sa dentin adhezivnim sistemima – Gamabond i Optibond Solo bio je statistički značajno veći ( $p < 0,01$ ). **Zaključak:** Najbolje rubno zaptivanje amalgamskih restauracija postignuto je primenom OptiGuarda, potom kod Gamabonda i Optibond Solo sistema, a najveći prodor boje uočen je posle primene Ionosit – Base Linera.

**Ključne reči:** amalgam, dentin adhezivni sistemi, mikrocurenje, rubno zatvaranje

Vesna Vučković<sup>1</sup>, Ankica Jakovljević<sup>2</sup>,  
Vladimir Ivanović<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Stomatološki fakultet, Klinika za bolesti zuba

<sup>2</sup> Stomatološki fakultet, Pančevo

**ORIGINALNI RAD (OR)**  
Stom Glas S, 2004; 51:194-202

Iako tržište danas nudi veliki broj različitih materijala, amalgam se više od 200 godina koristi kao restaurativni materijal u stomatologiji. Popularnost amalgama proizilazi zbog njegovih dominantnih fizičkih osobina, kliničke dugotrajnosti (posebno kod visoko – bakarnih amalgama), relativno lakog manipulisanja i ekonomski prihvatljivih razloga za masovno korišćenje<sup>1,2,3,4,5,6</sup>.

Jedan od značajnih nedostataka amalgamskih restauracija je estetska komponenta i slaba adhezija za zubne strukture. Neadekvatna adhezija uzrokuje marginalno curenje, koje u in vivo uslovima može dovesti do prodora

mikroorganizama, oboljenja pulpe ili rekurentnog karijesa<sup>7,8,9</sup>. Zbog problema mikrocurenja i neadekvatne adhezije amalgama za tvrda zubna tkiva, činjeni su mnogi pokušaju da se ovaj problem reši. Savremena literatura rezultatima brojnih studija ukazuje da ni lakovi ni korozija ne mogu da eliminišu međuprostor između zuba i restauracije, niti mogu uticati na redukciju karijesa<sup>3,4,10</sup>.

Mnogobrojne savremene studije ukazuju da se veza amalgamske restauracije sa tvrdim zubnim tkivima može ostvariti samo savremenim dentin adhezivnim sistemima, koji posreduju u vezi i ispunjavaju međuprostor zub –

amalgamska restauracija. Međutim, svedoci smo činjenice da primena dentin adhezivnih sistema kod amalgamskih restauracija za zub još uvek nije zaživela u stomatološkoj praksi u onoj meri u kojoj to ova tehnika zaslužuje. Da li će amalgamska legura kao restaurativni materijal doživeti procenjeni vek trajanja od oko 8 godina kod tradicionalnih odnosno 25 godina kod visoko – bakarne legure amalgama zavisi od brojnih faktora koji se inkorporiraju u postavljanju same restauracije. Sigurno je jedino da je tehnolog u procesu proizvodnje najodgovorniji za kvalitet legure amalgama, a stomatolog – kliničar za kvalitet restauracije i njenu dugotrajnost<sup>4</sup>.

Cilj ovog istraživanja je bio da se ispita kvalitet rubnog zaptivanja adhezivnih amalgamskih restauracija primenom metode difuzije bojenog rastvora.

## Materijal i metode rada

U radu je korišćeno 50 ekstrahovanih humanih zuba. Svi zubi su očišćeni od tvrdih i mekih naslaga i ostataka parodontalnog tkiva, i do početka ekperimenta su čuvani u fiziološkom rastvoru na temperaturi + 4 °C. Na svim zubima su uradjene preparacije kaviteta II klase, prema Black – ovim principima.

U odnosu na korišćena sredstva za adheziju amalgama, zubi su podeljeni u 5 grupa: grupa 1. – Gamabond, grupa 2. – Optibond Solo, grupa 3. – OptiGuard, grupa 4. – Ionosit – Base Liner i grupa 5. – Kontrolna grupa. Korišćeni materijali predstavljeni su u Tabeli 1.

Tabela 1. Korišćeni materijal

Table 1. The used materials

Redni broj	Materijal	Proizvođač
1.	Gammabond –amalgamski adhezivni sistem	Promedica, Germany
2.	Optibond Solo - univerzalni dentin adhezivni sistem	Kerr Co. USA
3.	OptiGuard - Kompozitni silan za rebondiranje ispuna	Kerr Co., USA
4.	Ionosit – Base Liner - hibridni glas – jonomer cement	DMG, Germany
5.	Amalgam, ARDENT NG – 2, NON GAMMA 2 - ALLOY	Sweden

## Restaurativna procedura

Restaurativna procedura je obuhvatila restauraciju preparisanih kaviteta II klase amalgamskim ispunima, uz primenu odgovarajućih adhezivnih sistema. Na svakom

zubu je prethodno postavljena odgovarajuća metalna matrica.

Grupa 1. - Kavitet je posušen mlazom vazduha. Gamabond je četkicom nanesen na dno i na bočne zidove do ruba kaviteta, posušen vazduhom 30 sekundi, a zatim kondenzovan amalgam.

Grupa 2. - Posle sušenja kaviteta 37,5 % ortofosforna kiselina je aplikovana na gleđ i dentin tokom 15 sekundi. Kavitet je ispran i posušen, a potom četkicom aplikovan Optibond Solo na gleđ i dentin tokom 15 sekundi. Polimerizacija je postignuta halogenim svetlom u trajanju od 20 sekundi, a potom je aplikovan i kondenzovan amalgam.

Grupa 3. - Rebondirane su adhezivne amalgamske restauracije kod kojih je kao dentin adhezivni sistem korišćen Optibond Solo. Ortofosforna kiselina 37,5 % je aplikovana na površinu amalgama i na 2 mm gledji dalje oko ivice ispuna tokom 15 sekundi, a zatim nanešen tanak sloj OptiGuarda. Polimerizacija je postignuta halogenim svetlom tokom 20 sekundi.

Grupa 4. - Kavitet je ispran i posušen. Odgovarajućim instrumentom, Ionosit - Base Liner je nanet preko cele površine dentina u debljini oko 1mm. Polimerizacija je ostvarena halogenom svetlošću u trajanju od 20 sekundi, a zatim je aplikovan amalgamski ispun.

Grupa 5. - U kontrolnoj grupi, u preparisane kavitete je direktno kondenzovan amalgam. Svi kaviteti su rekonstruisani visoko – bakarnim amalgamom ARDENT NG-2 (non gamma 2 alloy).

Uzorci zuba su potom podvrgnuti termocikliranju. Zubi sa amalgamskim restauracijama su naizmenično potapani u vodena kupatila, sa temperaturama 5 – 7 °C, 37 °C, 57 – 59 °C, tokom 200 termičkih ciklusa. Vreme izlaganja svakoj temperaturi je iznosilo 20 sekundi.

Priprema uzoraka za test difuzije bojenog rastvora se sastojala od premazivanja cele površine krunice i korena zuba sa 2 sloja laka za nokte, celom površinom, izuzev 1 mm oko ivica restauracije.

Uzorci su uronjeni u 50% rastvor srebro – nitrata tokom 390 minuta, a nakon ispiranja, uronjeni su u 10 % rastvor foto – razvijача tokom 120 minuta.

Nakon ispiranja uzoraka u mlazu tekuće vode i uklanjanja laka za nokte, svi uzorci su sečeni dijamantskom separir šajbom u mezio – distalnom pravcu.

Posmatranje prodora boje je vršeno uz pomoć binokularne lupe sa uveličanjem 25 puta, sa umetnutim mikrometarskim razmernikom. Prodor boje procenjen je na okluzalnom i gingivalnom zidu kaviteta, a vrednosti su izražene u mikrometrima.

Svi podaci su statistički obrađeni, primenom Student – ovog t – testa

## Rezultati

Dobijeni rezultati prikazani su u Tabelama 2 – 7, Grafikonima 1 i 2 i Fotografiji 1 (a, b, c, d, e).

Tabela 2. Srednje vrednosti vrednosti penetracije boje kod testiranih materijala na okluzalnom zidu

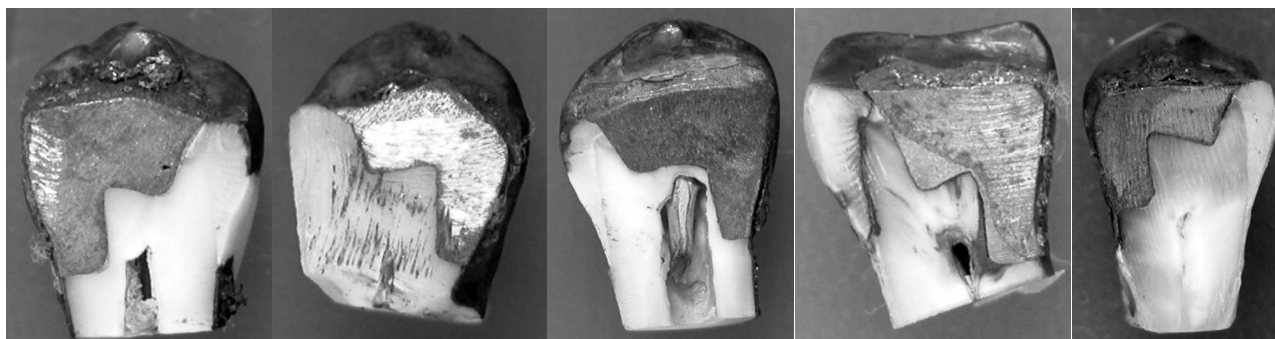
Table 2. Comparative show of values penetration dye on the occlusal wall

Ispitivane grupe	X (mm)	X min (mm)	X max (mm)	SD (mm)	KV (%)	SE (mm)
Gamabond	490,00	284,00	880,00	205,915	42,0234	65,116
Optibond solo	607,60	476,00	1036,00	185,668	30,5577	58,7135
Optiguard	134,40	84,00	184,00	40,8009	30,3578	12,9024
Ionosit –base Liner	697,20	364,00	980,00	212,482	30,4765	67,1927
Kontrolna grupa	1845,20	1600,00	2320,00	283,64	15,3718	89,6949

Najveći prodor boje na okluzalnom zidu uočen je u kontrolnoj grupi (skoro duž čitavog okluzalnog zida) (1845,20 mm) (Slika 1. e).

Najmanji prodor boje na okluzalnom zidu ostvaren je kod amalgamskih restauracija primenom dentin adhezivnog sistema – Optibond Solo i dodatnim zalivanjem ivica kaviteta OptiGuardom (134,40 mm) (Slika 1. c). Veći prodor boje na istom zidu uočen je kod adhezivnih amalgamskih restauracija, sa Gamabondom (490,00 mm) (Slika 1 a) i Optibond Solo sistemom (607,60 mm) (Slika 1. b). Najveći prodor boje duž okluzalnog zida ostvaren je kod podloženih amalgamskih restauracija primenom Ionosit – Base Linera (697,20 mm) (Slika 1. d).

Slika 1. Amalgamske restauracije  
Figure 1. Amalgam restoration



a) Adhezivna amalgamska restauracija uz primenu GAMABONDA  
a) Adhesive amalgam restoration with use GAMABOND

b) Adhezivna amalgamska restauracija uz primenu OPTIBOND SOLO  
b) Adhesive amalgam restoration with use OPTIBOND SOLO

c) Rebondirana amalgamska restauracija uz primenu OPTIGUARDA  
c) Rebonded amalgam restoration with use OPTIGUARD

d) Podložene amalgamske restauracije uz primenu IONOSIT – BASE LINERA  
d) Lined amalgam restoration with use IONOSIT – BASE LINER

e) Amalgamske restauracije – KONTROLNA GRUPA  
e) Unlined amalgam restoration – CONTROL GROUP

Tabela 3. Vrednosti Student – ovog t - testa penetracije boje na OKLUZALNOM ZIDU.

Table 3. Values of Student t – test of penetration dye on the occlusal wall

Vrednosti Studentovog t – testa		OPTIGUARD	GAMABOND	OPTIBOND SOLO	IONOSIT-BASE LINER	Kontrolna grupa	Prosečna dužina zida
		134,00	490,00	607,60	697,20	1845,20	2000,00
Prosečna dužina zida	2000,00	1865,60 **	1510,00 **	1392,40 **	1302,80 **	154,80 NZ	
Kontrolna grupa	1845,20	1710,80 **	1355,20 **	1237,60 **	1148,00 **		
IONOSIT - BASE LINER	697,20	562,80 **	207,20 *	89,60 NZ			
OPTIBOND SOLO	607,60	473,20 **	117,60 *				
GAMABOND	490,00	355,60 **					
OPTIGUARD	134,00						

Statistička analiza je pokazala da zalivanje ivica kaviteta OptiGuardom obezbeđuje najmanji prodor boje, a razlika je bila statistički značajna u odnosu na Optibond Solo, Gamabond i Ionosit - Base Liner, na nivou  $p < 0,01$

Razlika je bila statistički značajna i između Gamabonda, kontrolne grupe i OptiGuarda ( $p < 0,01$ ), odnosno u odnosu na Ionosit –Base Liner i Optibond Solo, na nivou  $p < 0,5$ .

Optibond Solo je u odnosu na kontrolnu grupu i OptiGuard pokazao značajnu statističku razliku na nivou  $p < 0,01$ , u odnosu na Gamabond na nivou  $p < 0,5$ , dok u odnosu na Ionosit –Base Liner razlika nije bila statistički značajna.

Ionosit - Base Liner je takođe pokazao značajnu statističku razliku u odnosu na kontrolnu grupu i OptiGuard, na nivou  $p < 0,01$ , u odnosu na Gamabond statističku

razliku na nivou  $p < 0,5$ , a u odnosu na Optibond Solo nije bilo statistički značajnih razlika. Da bi se sagledao stepen prodora boje u odnosu na kontrolnu grupu i ukupnu dužinu okluzalnog zida, u Tabeli 4. su date procentualne vrednosti penetracije boje u odnosu na kontrolnu

grupu i ukupnu dužinu okluzalnog zida. Na osnovu ovih vrednosti, može se izračunati stepen redukcije mikroturenja primenom odgovarajućeg dentin adhezivnog sistema ili podloge ispod restauracije.

Tabela 4.: Uporedni pregled prodora boje i redukcije mikroturenja u odnosu na kontrolnu grupu i prosečnu dužinu okluzalnog zida (2 mm)

Table 4.: Comparative show of penetration dye and reduce microleakage in comparison with control group and average value length of occlusal wall

Ispitivane grupe	Prodor boje (mm) X	Prodor boje u odnosu na kontrolnu grupu (%)	Redukcija mikroturenja u odnosu na kontrolnu grupu (%)	Prodor boje u odnosu na prosečnu dužinu okluzalnog zida (%)	Redukcija mikroturenja u odnosu na prosečnu dužinu okluzalnog zida (%)
		X / X <sub>C.G.</sub>	Red.X / X <sub>C.G.</sub>	X / X <sub>L-O.W.</sub>	Red.X / X <sub>L-O.W.</sub>
GAMABOND	490,00	26,60	73,40	24,50	75,50
OPTIBOND SOLO	607,60	32,90	67,10	30,40	69,60
OPTIGUARD	134,40	7,30	92,70	6,72	93,28
IONOSIT -BASE LINER	697,20	37,80	62,20	34,90	65,10
Kontrolna grupa	1845,20	/	/	92,30	7,70

Najveća redukcija mikroturenja u odnosu na kontrolnu grupu ostvarena je kod zalivanja amalgamskih restauracija OptiGuradom (92,70 %). Nešto manja redukcija mikro-

turenja ostvarena je kod Gamabonda (73,40 %) i Optibond Solo sistema (67,10 %), dok je kod Ionosit – Base Linera stepen redukcije mikroturenja iznosio 62,20 %.

Tabela 5. Srednje vrednosti penetracije boje kod testiranih materijala na GINGIVALNOM ZIDU

Table 5.: Comparative show values of penetration dye on the gingival wall.

Ispitivane grupe	X (mm)	X min (mm)	X max (mm)	SD (mm)	KV (%)	SE (mm)
GAMABOND	518,00	224,00	1020,00	266,488	51,4456	84,271
OPTIBOND SOLO	610,40	336,00	1040,00	227,92	37,3394	72,0745
OPTIGUARD	190,40	84,00	300,00	76,7611	40,3157	24,274
IONOSIT - BASE LINER	963,20	640,00	1380,00	220,438	22,886	69,7087
Kontrolna grupa	1260,00	560,00	1680,00	353,175	28,0297	111,684

Najveći prodor boje na gingivalnom zidu uočen je u kontrolnoj grupi (1260,00). Najmanji prodor boje na gingivalnom zidu ostvaren kod zalivanja ivica kaviteta OptiGu-

ardom (190,40 mm), potom kod Gamabonda (518,99 mm) i Optibond Solo sistema (610,40 mm), a najveći prodor boje je registrovan kod Ionosit – Base Linera (963,20 mm).

Tabela 6. Vrednosti Student – ovog t - testa penetracije boje na GINGIVALNOM ZIDU

Table 6. Values of Student t – test of penetration dye on the gingival wall

Vrednosti Studentovog t - testa	OPTIGUARD	GAMABOND	OPTIBOND SOLO	IONOSIT - BASE LINER	Kontrolna grupa	Prosečna dužina zida
	190,40	518,00	610,40	963,20	1260,00	1500,00
Prosečna dužina zida	1500,00	1309,60**	982,00**	889,60 **	536,80 **	240,00*
Kontrolna grupa	1260,00	1069,60**	742,00**	649,60 **	296,80 **	
IONOSIT - BASE LINER	963,20	772,80**	445,20**	352,80 **		
OPTIBOND SOLO	610,40	420,00**	92,40*			
GAMABOND	518,00	327,60**				
OPTIGUARD	190,40					

Statistički značajne razlike u prodoru boje na gingivalnom zidu uočene su između ispuna zalivenih OptiGuardom u odnosu na Gamabond, Optibond Solo i Ionosit – Base Liner, na nivou  $p < 0,01$ .

Gamabond je ostvario značajnu statističku razliku u odnosu na kontrolnu grupu, Ionosit – Base Liner i OptiGuard, na nivou  $p < 0,01$ , a u odnosu na Optibond Solo na nivou  $p < 0,5$ .

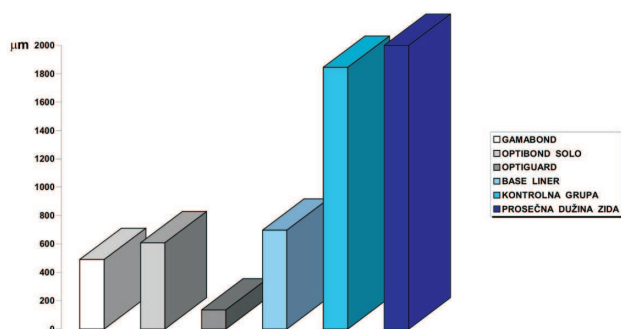
Optibond Solo je ostvario statistički značajnu razliku u odnosu na kontrolnu grupu, Ionosit – Base Liner i OptiGuard, na nivou  $p < 0,01$ , a u odnosu na Gamabond na nivou  $p < 0,5$ .

Glas - jonomer cement – Ionosit – Base Liner je ostvario statistički značajnu razliku u odnosu na kontrolnu grupu, Gamabond, Optibond Solo, i OptiGuard, na nivou  $p < 0,01$ .

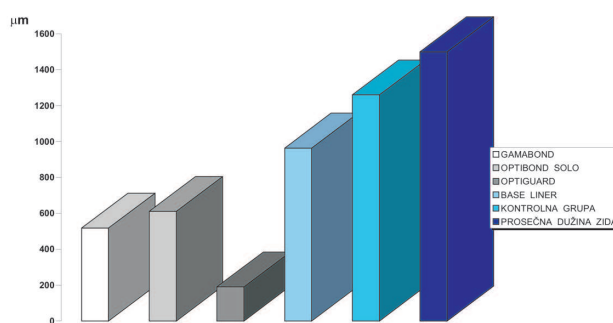
Tabela 7. Uporedni pregled prodora boje i redukcije mikrocurenja u odnosu na prosečnu dužinu gingivalnog zida (1,5 mm)

Table 7. Comparative show of penetration dye and reduce microleakage in comparison with control group and average value length of gingival wall.

Ispitivane grupe	Prodor boje (mm) X	Prodor boje u odnosu na kontrolnu grupu (%) $X / X_{C.G.}$	Redukcija mikrocurenja u odnosu na kontrolnu grupu (%) $Red.X / X_{C.G.}$	Prodor boje u odnosu na prosečnu dužinu gingivalnog zida (%) $X / X_{L-G.W.}$	Redukcija mikrocurenja u odnosu na prosečnu dužinu gingivalnog zida (%) $Red.X / X_{L-G.W.}$
GAMABOND	518,00	41,10	58,90	34,53	65,47
OPTIBOND SOLO	610,40	48,40	51,60	40,70	59,30
OPTIGUARD	190,40	15,10	84,90	12,70	87,30
IONOSIT –BASE LINER	963,20	76,40	23,60	64,20	35,80
Kontrolna grupa	1260,00	/	/	84,00	16,00



Grafikon 1. Dubina prodora boje na okluzalnom zidu  
Graph 1. Penetration due on the occlusal wall



Grafikon 2. Dubina prodora boje na gingivalnom zidu  
Graph 2. Penetration due on the gingival wall

Najveća redukcija mikrocurenja u odnosu na kontrolnu grupu duž gingivalnog zida ostvarena je kod zalivanja amalgamskih restauracija OptiGuardom (84,90 %), potom primenom Gamabonda (58,90 %) i Optibond Solo sistema (51,60 %).

Najmanja redukcija mikrocurenja ostvarena je primenom Ionosit – Base Linera (23,60 %) u odnosu na kontrolnu grupu.

## Diskusija

Ispitivanje rubnog zatvaranja ispuna merenjem propustljivosti može se izvesti primenom radioakti-

vnih izotopa, elektrohemijomskom metodom, metodom mikroskopiranja i metodom bojenja. Najčešće korišćeni metodi u in vitro ispitivanjima su oni sa bojenim rastvorima – metilen plavilom, srebrnim nitratom, baznim fuksinom<sup>5,6,10,11,12,13,14,15,16,17,23,24,28,29</sup>.

Prednost ove metode je preciznost u proceni rubnog zatvaranja restauracije. Pored dobijanja preciznih rezultata o linearnom prodoru i mogućnosti direktnog očitavanja difundovanog markera na mikroskopu, glavni kvalitet metode je jednostavnost primene i mogućnost izvođenja u svakoj, čak i u manjoj laboratoriji, bez posebnih aparatura<sup>22</sup>.

Metodom difuzije bojenog rastvora u ovom istraživanju evidentiran je prodor boje na međupovršini između amalgama i zida kaviteta. Vrednosti mikrocurenja primenom

savremenih dentin adhezivnih sistema sa amalgamskim restauracijama ostvarene su na približno istom nivou kao i vrednosti mikrocurenja primenom sličnih dentin adhezivnih sistema u istraživanjima drugih autora<sup>5,6,11-18,23,24,28</sup>.

Primenom Optibond Solo adhezivnog sistema uočen je prodor boje 0,60 mm na okluzalnom zidu i 0,61 mm na gingivalnom zidu, dok je primenom Gamabonda prodor iznosio 0,49 mm na okluzalnom zidu i 0,51 mm na gingivalnom zidu.

U ovom radu prodor boje je bio vrlo sličan na okluzalnom i gingivalnom zidu. S obzirom da se od savremenih dentin adhezivnih sistema očekuje da ostvare istu jačinu veze sa dentinom kao i sa gleđi, rezultati ove studije su takođe u skladu sa rezultatima drugih autora, koji su u svojim istraživanjima takođe koristili savremene dentin adhezivne sisteme<sup>11,12,13</sup>.

Međutim, vrednosti rezultata primenom metode difuzije bojenog rastvora često se ne mogu međusobno upoređivati zbog različitog načina njihovog iskazivanja, kao što su: milimetri odnosno mikrometri<sup>11,12,13</sup> ili skala sa različitim gradacijama u prodoru boje (0 – 3, 0 – 4 ili 0 – 5)<sup>6,14,15</sup>.

Da bi se realno sagledali rezultati izraženi različitim kvantifikacijama, u ovom radu su korišćene realne kvantifikacije (%), odnosno redukcija mikrocurenja duž zidova kaviteta izražena je u procentima u odnosu na kontrolni materijal.

Rezultati su pokazali da je redukcija mikrocurenja na okluzalnom zidu ostvarena kod Optibond Solo 67,10 %, a kod Gamabonda 73,40 %. Kod Ionosit – Base Linera redukcija mikrocurenja je najniža - 62,20 %, dok je kod OptiGuarda najviša – 92,70 %.

Rezultati drugih autora pokazali su slične vrednosti redukcije mikrocurenja duž okluzalnog zida u odnosu na kontrolnu grupu, i to: Amalgam Liner koji je po svom hemijskom sastavu sličan Gamabondu sa redukcijom od 78,20 %<sup>16</sup>, dok je One Step sa Resinomerom ostvario redukciju sa 66 %, a High – Q – Bond sa 71 %<sup>14</sup>.

Redukcija mikrocurenja na gingivalnom zidu u odnosu na kontrolnu grupu ostvarena je na približno istom nivou kao i kod okluzalnog zida, osim Ionosit – Base Linera, i to: Optibond Solo – 51,60 %, Gamabond – 58,90 %, OptiGuard – 84,90 % i Ionosit – Base Linera značajno niže - 23,60 %.

Slične rezultate ostvarili su i dentin adhezivni sistemi u studijama drugih autora i to: Amalgam Liner – 62,60%<sup>16</sup>, One Step – 53,40 %<sup>14</sup> i High – Q – Bond – 61,70 %<sup>14</sup>.

Značajno je da je redukcija mikrocurenja primenom savremenih dentin adhezivnih sistema sa amalgamskim restauracijama je na približno istom nivou i na okluzalnom i na gingivalnom zidu. Moguće objašnjenje bi se moglo potražiti u činjenici da savremeni dentin adhezivni sistemi zahvaljujući svom hemijskom sastavu obezbeđuju hemijsko i mikromehaničko vezivanje sa dentinom na približno istom nivou kao i sa gleđi.

Značajno je da su amalgamski adhezivni sistemi - Gamabond i Amalgam Liner, koji su namenjeni isključivo za vezivanje amalgama, pokazali uspešnije rezultate u redukciji mikrocurenja u odnosu na univerzalne dentin adhezivne sisteme (i duž okluzalnog i duž gingivalnog zida). Ovo se može delimično objasniti srodnim hemijskim sastavom između amalgamskog adhezivnog sistema i amalgama. Međutim, kod univerzalnih dentin adhezivnih sistema kao što je Optibond Solo i High – Q – Bond, ostvarena je nešto niža redukcija mikrocurenja u odnosu na Gamabond i Amalgam Liner, a što se može objasniti slabijom vezom između amalgama i adheziva, zbog različitih hemijskog sastava ovih materijala. Međutim, veza između zubne strukture i adheziva kod univerzalnih dentin adhezivnih sistema slična je kao i kod kompozitnih restauracija. U literaturi se iznose podaci da je ova veza čak i jača u odnosu na kompozitne restauracije zbog manje kontrakcije amalgama u odnosu na kompozite.

Optibond Solo je kao univerzalni dentin adhezivni sistem pokazao veoma uspešnu redukciju mikrocurenja kod amalgamskih restauracija u odnosu na druge dentin adhezivne sisteme. U studiji Groblera i sar.<sup>17</sup> - Ispitivanje jačina veze na smicanje, mikrocurenje i konfokalne studije četiri amalgamska dentin adhezivna sistema, gde je Optibond Solo ostvario značajno veću redukciju mikrocurenja u odnosu na druge dentin adhezivne sisteme sa amalgamskim restauracijama (za 50 % više u odnosu na Amalgam Bond Plus i 100 % više u odnosu na Amalgam Bond Plus + HPA) u odnosu na kontrolnu grupu. I pored toga što Amalgambond Plus + HPA sadrži dodatnu supstancu koja obezbeđuje vlaženje kaviteta i omogućava kondenzaciju amalgama u vlažnoj sredini, mikromehaničko vezivanje između adheziva i amalgama se samo delimično ostvaruje.

Iako Optibond Solo sadrži u svom sastavu organsku komponentu koja ne može da obezbedi hemijsku vezu sa amalgamom zbog različitosti u hemijskom sastavu, prisustvo nisko – viskozne Bis – GMA smole omogućava dobro adaptiranje za amalgam. Na ovaj način se može delimično objasniti veća redukcija mikrocurenja u odnosu na druge amalgamske dentin adhezivne sisteme<sup>17</sup>.

Najuspešnije marginalno zatvaranje ostvareno je kod zalivanja amalgamskih restauracija, kojim se dodatno obezbeđuje zaptivanje koristeći tehniku kiselinskog nagrizanja gleđi, a potom aplikovanje silana – OptiGuarda na rubove ispuna. Rezultati su veoma uspešni u laboratorijskim uslovima i oni su u skladu sa rezultatima drugih autora koji su ispitivali rebondirane amalgamske restauracije. U kliničkim uslovima kada su zubi izloženi uticaju oralne sredine, delovanje mastikatornih sila u toku akta žvakanja može da dovede do mehaničkih oštećenja zalivene površine<sup>19</sup>.

Kod glas – jonomer cementa ostvaren je nešto veći prodor boje duž okluzalnog i gingivalnog zida u odnosu na Optibond Solo i Gamabond. Prodor boje na gingivalnom zidu je značajno veći u odnosu na okluzalni zid.

Primenom glas - jonomer cementa obezbeđuje se mikroretencija, hemijsko vezivanje između zubne strukture i glas jonomer cementa, naročito sa gleđi zbog većeg učešća neorganske materije – hidroksiapatita<sup>20</sup>. Međutim, podlaganjem amalgamskih restauracija glas – jonomer cementom ne može da se obezbedi i značajna adhezija sa dentinom zbog povećanog učešća organske materije u dentinu u odnosu na gleđ. Poliakrilna kiselina sadržana u glas – jonomer cementu zahvaljujući svojoj hemijskoj strukturi gradi najveći broj jonskih veza sa hidroksiapatitom<sup>21,22</sup>. U laboratorijskim uslovima nanošenje glas jonomer cementa na suv dentin ekstrahovanog humanog zuba, smanjuje otpornost i mogućnost dobre veze sa zubnim strukturama. Pretpostavlja se da je i to jedan od razloga veće propustljivosti duž gingivalnog zida u laboratorijskim uslovima<sup>21</sup>.

Na bazi rezultata istraživanja, uglavnom u in vitro uslovima, zaključeno je da se postavljanjem dentin adhezivnih sistema ispod amalgamskih restauracija značajno redukuje ili prevenira marginalno curenje i značajno poboljšava marginalni integritet restauracija u odnosu

na podložene amalgamske restauracije copal lakom ili u odnosu na ne podložene<sup>16,3,6,9</sup>.

## Zaključak

Na osnovu rezultata ispitivanja može se zaključiti da:

- Korišćena metoda difuzije bojenog rastvora za ispitivanje marginalnog curenja amalgamskih restauracija nije evidentirala potpuno rubno zaptivanje ni kod jednog adhezivnog sistema i duž okluzalnog i duž gingivalnog zida.
- Najbolje rubno zatvaranje ostvareno je primenom OptiGuarda, materijala za zalivanje ivica kaviteta, potom primenom Gamabonda i Optibond Solo adhezivnih sistema, a najveći prodor boje ostvaren je posle primene Ionosit – Base Linera.
- Na bazi ovih rezultata može se zaključiti da korišćenje dentin adhezivnih sistema u restaurativnoj proceduri amalgamskim ispunima značajno utiče na kvalitet adhezivne veze i time na dugotrajnost ispuna.

## Literatura

1. Glamočak D.: Amalgam: pro and contra, *Stom. Glas. S.*, vol. 43, 165 – 172, 1996
2. Helvatjoglou – Antoniadis M.: Current Status of Amalgam and Amalgam Restorations, *Balk J Stom*, 4 ; 69 – 75, 2000
3. Marchiori S., Baratieri N. L., Mauro A. C. de A., Sylvio M., Andre V. R.: The use of liners under amalgam restorations: An in vitro study on marginal leakage, *Quintessence International*, Volume 29, Number 10, 637 – 642, 1998
4. O'Brien J. W.: Dental Amalgams, Dental materials and their selection / [edited by] William J. O'Brien – 2 nd. ed. © by Quintessence Publishing Co, Inc, 187 – 201, 1997
5. Staninec M.: Bonded amalgam restorations: Laboratory and clinical studies, Doctoral dissertation, December 1999
6. Staninec M., Holt M.: Bonding of amalgam to tooth structure: Tensile adhesion and microleakage tests, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Volume 59, Number 4, 397 – 402, April 1988
7. Morrow LA, Wilson NHF: The Effectiveness of Four – Cavity Treatment Systems in Sealing Amalgam Restorations, *Operative Dentistry*, 27, 549 – 556, 2002
8. Staninec Michal, Artiga Nelson, Gansky A. Stuart, Marshall W. Grayson, Eakle W. Stephan: Bonded amalgam sealants and adhesive sealants: Five – year clinical results, *Quintessence International*, Volume 35, Number 5, 2004
9. Staninec M., Marshall W. G., Lowe A., Ruzickova T.: Clinical research on bonded amalgam restorations, *General Dent*, 45 (4): 356 – 362, 1997
10. Živković S.: Quality assessment of marginal sealing using 7 dentin adhesive systems, *Quintessence International*, Volume 31, Number 6, 2000
11. Ziskind Daniel, Venetia Ezal, Kreisman Irit, Mass Eliahu: Amalgam type, adhesive system, and storage period as influencing factors on microleakage of amalgam restorations, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Volume 90, Number 3, 2003
12. Torii Y., Staninec M., Kawakami M., Imazato S., Torii M, Tsuchitani Y.: Inhibition in vitro of caries around amalgam restorations by bonding amalgam to tooth structure, *Oper Dent* 14, 142 – 148, 1989
13. Staninec M., Jow W. R., Kircos T. L., Hoover I. C.: In vitro caries induction at the tooth – amalgam interface, *Dent Mater*, 4: 72 – 76, 1988
14. Myaki S. I., Rodrigues C. R. M. D., Raggio D. P., Flores T. A. D., Matson M.R., Microleakage in Primary Teeth Restored by Conventional or Bonded Amalgam Technique, *Braz Dent J*, 12 (3): 197 – 200, 2001
15. Marchiori S., Baratieri N. L., Mauro A. C. de A., Sylvio M., Andre V. R.: The use of liners under amalgam restorations: An in vitro study on marginal leakage, *Quintessence International*, Volume 29, Number 10, 637 – 642, 1998
16. Brkanić T.: Uticaj podlaganja kaviteta na kvalitet amalgamskih ispuna, Magistarski rad, Novi Sad, 1997
17. Grobler R.S., Oberholzer G. T., Rossouw J. R., Rabie G. – A., Kotze T. J. V. W.: Shear bond strength, microleakage, and confocal studies of 4 amalgam alloy bonding agents, *Quintessence International*, Volume 31, Number 7, 501 – 508, 2000
18. Torii Y., Staninec M., Kawakami M., Imazato S., Torii M, Tsuchitani Y.: Inhibition in vitro of caries around amalgam restorations by bonding amalgam to tooth structure, *Oper Dent* 14, 142 – 148, 1989
19. Staninec M., Eakle W.S., Silverstein S., Marshall G.W., Artiga N., Bonded amalgam sealants: Two year clinical results., *J Am Dent Assoc* 1998; 129: 323 – 329.
20. Vulićević Z., Pajić M., Vojinović J.: Glas – jonomer cementi, *Stom. Glas. S.*, Vol. 40; Suppl. 1., 1993.
21. Dorđević M.: Ispitivanje mehaničkih i funkcionalnih svojstava materijala za podloge, Magistarski rad, Beograd, 1997
22. Živković S, Ivanović S, Kvalitet rubnog zaptivanja adhezivnih kompozitnih sistema, *Stom. Glas. S.*, 1996: 43: 225 - 230

23. Vojinović J.: Glas – jonomer cementi u stomatologiji, "Nauka", Beograd, 1996
24. Živković S., Petrović Lj., Todorović A.: In vitro ispitivanja ivične mikropropustljivosti materijala u kaviteta II klase, *Stom. Glas.* S, 48: 51 – 56, 2001.
25. Cooley L. R., Tseng Y. E., Barkmeier W. W.: Dentinal bond strengths and microleakage of a 4 – META adhesive to amalgam and composite resin, *Quintessence International*, Volume 22, Number 12, 979 – 983, 1991
26. Eakle W. S., Staninec M., and Lacy M. A.: Effect of bonded amalgam on the fracture resistance of teeth, *J Prosthet Dent*, 68: 257 – 60, 1992
27. Eakle W. S., Staninec M., Tip L. R., Chavez A. M.: Mechanical retention versus bonding of amalgam and gallium alloy restorations, *J Prosthet Dent*, 72: 351 – 4, 1994
28. El Kalla H.I., Garcia G.-F.: Bond strength and interfacial micromorphology of four adhesive systems in primary and permanent molars, *Journal of Dentistry for children*, 169 – 176, May – June, 1998
29. Fortin D., Swift J. E., Denehy E. G., Reinhardt W. J.: Bond strength and microleakage of current dentin adhesives, *Dent Mater*, 10: 253 – 258, July, 1994
30. Hallett K.B., Godoy-Garcia F.: Microleakage of resin-modified glass ionomer cement restorations: an in vitro study, *Dent Mater*, 9: 306 – 311, September, 1993
31. Harnirattisai C., Inokoshi S., Hosoda H., Shimada Y.: Interfacial Morphology of an Adhesive Composite Resin and Etched Caries-affected Dentin, *Operative Dentistry*, Volume 17, Number 6, 222 – 228, November-December 1992
32. Harnirattisai C., Inokoshi S., Shimada Y., Hosoda H.: Adhesive Interface between Resin and etched Dentin of Cervical Erosion / Abrasion Lesions, *Operative Dentistry*, Volume 18, Number 4, 138 – 143, July-August 1993
33. Hasegawa T., Retief D.H.: Quantitative microleakage of some dentinal bonding restorative systems, *Dent Mater*, 9: 114 – 117, March, 1993
34. Ivanović V., Biofizičke karakteristike adhezivnih sistema, *Stom. Glas.*, Vol. 40, Suppl. 1, 1993
35. Ivanović V., Živković S., Pajić M., Adhezivni sistemi u restaurativnoj stomatologiji – sadašnjost I budućnost, *Stom. Glas.* S., Vol. 42, 1995.
36. Morrow LA, Wilson NHF: The Effectiveness of Four – Cavity Treatment Systems in Sealing Amalgam Restorations, *Operative Dentistry*, 27, 549 – 556, 2002
37. Nakabayashi N., Ashizawa M., Nakamura M.: Identification of a resin-dentin hybrid layer in vital human dentin created in vivo: durable bonding to vital dentin, *Quintessence International* Volume 23, Number 2, 135 – 141, 1992
38. Olmez A., Uluşu T.: Bond strength and clinical evaluation of a new dentinal bonding agent to amalgam and resin composite, *Quintessence International*, Volume 26, Number 11, 785 – 793, 1995
39. Prati C., Nucci C., and Montanari G.: Shear bond strength and microleakage of dentin bonding systems, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, Volume 65, Number 3, March, 401 – 406, 1991
40. Ružičkova T., Staninec M., Grayson W. M., John E. H.: Bond strength of the adhesive resin-amalgam interface, *American Journal of Dentistry*, Vol. 10, No. 4, 192 – 194, August 1997
41. Staninec M.: Retention of amalgam restoration: undercuts versus bonding, *Quintessence Int*, 20: 347 – 351, 1989
42. Staninec M., Marshall W. G., Lowe A. and Ruzickova T.: Clinical research on bonded amalgam restorations, *General Dent*, 45 (4): 356 – 362, 1997

## MARGINAL SEAL EVALUATION OF ADHESIVE AMALGAM RESTAURATIONS

Vesna Vučković

### SUMMARY

Dental amalgam is still the material most commonly used to restore posterior teeth in many countries. Amalgam is very popular because of its strength, longevity, low cost, and relative ease of handling compared to other direct restorative materials. Two important disadvantages of amalgam restorations are lack of adhesion to tooth structure and marginal leakage. Introduction of dentin adhesive systems enabled better marginal seal between amalgam and tooth structure. **Aim:** The aim of this study was to estimate, in vitro conditions, the marginal seal of amalgam restorations with dentin adhesive systems using the method of diffusion dye. **Material and methods:** In this study 50 extracted human teeth were used. Class II cavities were prepared on all the teeth. The teeth were divided in five groups and materials applied according to manufacturer's instructions: Gamabond, Optibond Solo, OptiGuard, Ionosit – Base Liner and control group. All the teeth were thermocycled 200 times, at temperatures: 5 – 7°C, 37°C and 57 – 59°C. Method of diffusion dye was used to estimate the quality of marginal seal of amalgam restorations. All teeth were immersed into 50% solution of silver nitrate, and then into 10% developing solution. All teeth were cut with a diamond disc in the meso – distal plane. Penetration dye was estimated using binocular magnifying glass that magnifies 25 times, with inserted micrometar scale. Results were statistically analysed with Student *t* – test.

**Results:** The least penetration dye was recorded in the group of amalgam restorations rebonded with OptiGuard. Higher penetration dye was noted in the groups of adhesive amalgam restorations, where Gamabond showed lower penetration dye in comparison with Optibond Solo. Penetration dye in the group Ionosit – Base Liner was higher than in the groups where dentin adhesive systems were used: on the occlusal wall, penetration dye in comparison with Gamabond showed statistically significant difference, ( $p < 0,5$ ) while penetration dye in comparison with Optibond Solo showed no statistically significant difference. On the gingival wall, penetration dye in comparison with dentin adhesive systems – Gamabond and Optibond Solo, showed a statistically significant difference, ( $p < 0,01$ ). The highest penetration dye was in the control group. **Conclusion:** The best marginal seal of amalgam restorations was achieved with OptiGuard. Use of dentin adhesive systems also provided good marginal seal, with better results from Gamabond compared to Optibond Solo. Using Ionosit – Base Liner good marginal seal on the occlusal wall was also accomplished, while penetration dye on the gingival wall showed a statistically significant difference in comparison with adhesive and rebonding amalgam restorations.

**Key words:** amalgam, dentin adhesive systems, microleakage, marginal seal

### Address for correspondence

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