

## Утицај различитих адхезивних средстава на квалитет рубног заптивања амалгамских рестаурација

Анкица Јаковљевић, Драгана Пешић, Милица Поповић, Ирена Мелих

Клиника за денталну патологију и ендодонцију, Стоматолошки факултет, Панчево, Србија

### КРАТАК САДРЖАЈ

**Увод** И поред примене најсавременијих адхезивних материјала, маргинално микроцурење је један од највећих проблема савремене рестауративне стоматологије.

**Циљ рада** Циљ овог истраживања *in vitro* био је да се испита утицај различитих адхезивних средстава на квалитет рубног заптивања амалгамских рестаурација II класе.

**Методе рада** Четрдесет свеже екстрахованих интактних хуманих премолара и молара подељено је у четири групе од по 10 зуба. Након препарације кавитета II класе примењена су адхезивна средства према упутству произвођача: прва група – *Amalgam Liner® (Voco)*, друга група – *ONE-STEP® PLUS (Bisco)*, трећа група – *PQ1 (Ultradent)*; у четвртој (контролној) групи није употребљено адхезивно средство. Амалгам (*Cavex Non Gamma 2, Cavex*) је ручно кондензован у кавитету. Узорци су термоциклирани 200 пута на температурама од 5-7°C, 37°C и 57-59°C, а затим потопљени у једнопроцентни раствор генцијане виолет током наредна 72 сата. Узорци су потом исецани лонгитудинално, а микроцурење је мерено у пределу гингивалне и оклузалне ивице кавитета помоћу бинокуларне лупе са микрометарским размерником и увеличањем од 25 пута.

**Резултати** Највеће микроцурење је установљено код узорака зуба прве групе: 1526,0  $\mu\text{m}$  на гингивалном зиду и 694,5  $\mu\text{m}$  на оклузалном зиду. Најмањи продор боје уочен је код узорака треће групе: 589,5  $\mu\text{m}$  у пределу гингивалног и 599,9  $\mu\text{m}$  у пределу оклузалног зида. Применом ANOVA теста између свих испитиваних група установљена је статистички значајна разлика у продору боје на гингивалном зиду ( $p < 0,01$ ). Разлике у микроцурењу нису биле статистички значајне у пределу оклузалног зида.

**Закључак** Резултати истраживања показују да је најбоље маргинално заптивање остварено применом адхезивног средства PQ1.

**Кључне речи:** амалгам; микроцурење; адхезивна средства

### УВОД

Амалгам, материјал за коначне испуне, и данас се примењује у клиничкој пракси с обзиром на његове добре физичке особине, дуготрајност, једноставно руковање и економичност [1-6]. Један од основних недостатака амалгама као примарног директног рестауративног материјала намењеног за рестаурацију бочних зуба јесте немогућност остваривања адхезивне везе са чврстим зубним ткивима [7]. Недостатак адхезије доводи до микропукотине и повећаног продора микроорганизама, а самим тим и до појаве секундарног каријеса, иритације пулподентинског комплекса и маргинална дисколорације зуба, што угрожава опстанак и смањује век трајања испуна [8, 9, 10]. Све ово је последица недостатка хемијске адхезије и лошег ивичног заптивања.

Иако амалгам може да створи корозивне продукте и на тај начин затвори микропростор између зуба и испуна, смањујући микроцурење, корозивни процеси се дешавају сувише споро и могу да изазову дисколорацију зуба [11]. Стога се, ради обезбеђења што боље адхезије између зубних ткива и испуна, користе савремена адхезивна средства. Захваљујући честим питањима која се

постављају у вези с овим бондираним рестаурацијама, у пракси се наставља с унапређењем адхезивних система у рестауративној стоматологији. У настојањима да се споји ефикасност нових адхезивних материјала са доказаним резултатима примене амалгама, касних осамдесетих година двадесетог века у пракси су почеле да се примењују бондиране амалгамске рестаурације, чији је напредак несумњив у последњој деценији. Многе студије потврђују да адхезивни системи коришћени као лајнери у кавитетима обезбеђују адхезију преко микромеханичке и хемијске везе, бољу ретенцију амалгамске легуре и смањење микроцурења на површини зуба и испуна [5, 12]. Код амалгама најновије генерације, због непостојања гама 2 фазе, корозивни процеси су одложени на период од најмање годину дана. Још једна предност адхезивних амалгамских рестаурација је минимализација смањења зубног ткива и ојачање амалгама, односно самог зуба. Ово је и разлог више да се савремени адхезивни системи примењују у свакодневној стоматолошкој пракси.

Истраживања адхезивних система за везивање амалгамских испуна уследила су после развоја савремених везујућих средстава за композитне материјале. Многи произво-

### Correspondence to:

Dragana PEŠIĆ  
Stomatološki fakultet  
Žarka Zrenjanina 179  
26000 Pančevo  
Srbija  
pesicd111@gmail.com

Ђачи су представили адхезивне препарате који се могу користити само са композитним материјалима, са амалгамима, али и универзалне адхезиве који се могу примењивати код оба наведена материјала.

## ЦИЉ РАДА

Циљ истраживања био је да се испита и међусобно упореди у експерименталним условима утицај различитих адхезивних средстава на маргинално микроцурење код амалгамских рестаурација II класе применом методе бојеног раствора.

## МЕТОДЕ РАДА

Истраживањем је обухваћено 40 свеже екстрахованих интактних хуманих премолара и молара. Зуби су очишћени од остатака органског ткива и до почетка експеримента држани у физиолошком раствору на температури од +4°C. На зубима су урађене препарације кавитета II класе, при чему је препарација у глеђи обављана финим фисурним цилиндричним дијамантским сврдлом (*NTI Kahla GmbH*, Немачка) бр. 010, са великим бројем обртаја и уз коришћење воденог спреја. У дентину је препарација завршена фисурним цилиндричним и обрнуто коничним челичним сврдлима (*NTI Kahla GmbH*, Немачка). Кавитети су потом посушени ваздухом и сувим куглицама вате, пазећи да не дође до пресушивања кавитета. Тоалета кавитета је извршена једнопроцентним раствором натријум-хипохлорита (*NaOCl*).

Зуби су подељени у четири групе од по 10 узорака (три експерименталне групе и једну контролну групу) у зависности од примењеног адхезивног система. Сви испитивани материјали припремљени су и примењени према упутствима произвођача. У експерименту су коришћена следећа адхезивна средства: прва група – амалгам-адхезивни систем *Amalgam Liner*<sup>®</sup> (*Voco*); друга група – универзални дентални адхезив пете генерације *ONE-STEP<sup>®</sup> PLUS* (*Bisco*); трећа група – универзални адхезив на бази раствора етил алкохола *PQ1* (*Ultradent*). У четвртој (контролној) групи није употребљено ниједно адхезивно средство. Сви узорци зуба су рестаурирани високобакарним амалгамом (*Cavex Non Gamma 2*, *Cavex*, Холандија), уз примену одговарајуће металне матрице.

У првој групи зуба кавитети су испрани и посушени кратким ударима ваздуха и сувим куглицама вате. Бочица са адхезивним средством *Amalgam Liner*<sup>®</sup> је пре употребе промућкана ради адекватне дисперзије сребрних честица у раствору. Кавитети су потом премазани адхезивним средством четкицама приложеним у прибору и сушени ваздухом 30 секунди, а потом је амалгам ручно кондензован.

У другој групи узорци зуба су, по завршетку препарације кавитета, испрани водом и посушени куглицама вате, тако да је површина кавитета остала сјај-

на и благо влажна. Кавитети су нагризани киселином *ETCH-37<sup>TM</sup>* (37%  $H_3PO_4$ ) 15 секунди, а затим испирани и посушени ваздухом две-три секунде. Сушење је довршено куглицом вате, тако да је површина глеђи и дентина остала видно влажна. Бочица са адхезивним средством *ONE-STEP<sup>®</sup> PLUS* је пре употребе промућкана неколико секунди. Два слоја адхезива је нането на препарисане површине у трајању од 10 до 15 секунди с обавезним влажењем четкице између слојева. Након нежног сушења кавитети су остали сјајни, с јасно видљивим нанетим адхезивним средством које је полимеризовано 20 секунди, након чега је амалгам ручно кондензован у кавитету.

У трећој групи узорака зуба препарисане површине кавитета су нагризане у трајању од 15 секунди средством *Ultra-Etch<sup>®</sup>* (35% фосфорна киселина) према препоруци произвођача. Дентин и глеђ су детаљно испирани пет секунди јаким спрејом воде и ваздуха. Кратким ударима ваздуха и сувим куглицама вате посушен је кавитет и на све површине препарације нанесен адхезив *PQ1*. Са два-три ваздушна удара постигнуто је да смола изгуби свој млечни изглед. Потом је смола пажљиво сушена ваздухом 5-10 секунди и полимеризована 20 секунди. По постављању матрице зуби су рестаурирани амалгамом.

У четвртој (контролној) групи узорака зуба амалгам је директно кондензован у препарисани кавитет без примене адхезивног средства.

Узорци су чувани у дестилованој води на собној температури 24 сата, а потом су рестаурације финиране и полиране помоћу одговарајућих каменчића и гумица (*KENDA Dental Polishers*, Лихтенштајн) уз хлађење водом. Узорци су затим подвргнути термоциклирању, при чему су наизменично потапани у водена купатила различите температуре (5-7°C, 37°C и 57-59°C) током 20 циклуса. Излагање узорака свакој температури трајало је по 20 секунди. Све површине испитиваних узорака, изузев амалгамског испуна и површине од 1 mm око ивице испуна, премазане су са два слоја безбојног лака за нокте. Врхови коренова зуба запечаћени су розе воском. Зуби су потом потопљени у једнопроцентни раствор генцијане виолет током 72 сата. Узорци су испирани под млазом текуће воде два минута. Након сушења газом и уклањања лака за нокте и розе воска, зуби су сечени по уздужној оси у мезиодисталном правцу помоћу дијамантске шајбне (*Edenta AG*, Швајцарска). Потом су фискирани лепљивим воском за стаклену плочицу ради лакше анализе микроцурења.

Маргинално микроцурење је анализирано посматрањем узорака помоћу бинокуларне лупе с увеличањем од 25 пута, при чему је продор боје мерен у пределу цервикалне и оклузалне ивице кавитета микрометарским размерником.

Истраживање је обављено у лабораторији Стоматолошког факултету у Панчеву.

У анализи прикупљених података коришћени су следећи статистички параметри: аритметичка средина ( $\bar{X}$ ), стандардна девијација (*SD*), коефицијент ва-

ријације (*CV*), стандардна грешка оцењеног просека (*CE*), интервал поузданости за вероватноћу (95% *CI*) и *ANOVA* тест на нивоу значајности од  $p < 0,01$ .

## РЕЗУЛТАТИ

Највећи продор боје, како у пределу гингивалног, тако и у пределу оклузалног зида кавитета II класе, забележен је у контролној групи, где су зуби реставрирани амалгамом без примене адхезивног система.

Најмањи продор боје у пределу гингивалног зида кавитета (589,5  $\mu\text{m}$ ) утврђен је у трећој групи узорака, где је примењен адхезивни систем *PQ1*. Веће микроцуруење уочено је у другој групи узорака (1326,1  $\mu\text{m}$ ) код адхезивних амалгамских испуна са адхезивом *ONE-STEP® PLUS*, док је највећи продор боје забележен код зуба прве групе (1526,0  $\mu\text{m}$ ), где је примењен *Amalgam Liner®* (Табела 1).

Применом *ANOVA* теста установљен је најмањи продор бојеног раствора у пределу гингивалног зида зуба експерименталне групе са постављеним адхезивним средством *PQ1*. Утврђена је статистички значајна разлика у вредностима продора боје на гингивалном зиду кавитета где је коришћен овај адхезив у односу на остале три групе на нивоу значајности од  $p < 0,01$ .

**Табела 1.** Средње вредности продора боје у пределу гингивалног зида кавитета ( $\mu\text{m}$ )

**Table 1.** Dye penetration mean values in the region of the gingival wall cavity (in  $\mu\text{m}$ )

Статистички параметри Statistical parameters		Група Group			
		I	II	III	Контролна Controls
$\bar{X}$		1526.00	1326.00	589.50	1820.70
Min		947.00	737.00	158.00	210.00
Max		2632.00	2316.00	1368.00	2105.00
SD		432.23	570.23	386.56	757.34
SE		136.68	180.32	122.24	338.69
95% CI	Доња граница Lower limit	1511.50	918.18	312.97	585.64
	Горња граница Upper limit	2129.90	1734.02	866.03	2466.36

$\bar{X}$  – средња вредност; Min – најмања вредност; Max – највећа вредност; SD – стандардна девијација; SE – стандардна грешка; 95% CI – интервал поузданости за вероватноћу  $p=0,95$

X – mean value; Min – minimum value; Max – maximum value; SD – standard deviation; SE – standard error; 95% CI – 95% confidence interval

**Табела 2.** Резултати *ANOVA* теста – гингивални зид

**Table 2.** Values of *ANOVA* test – gingival wall

Параметар Parameter		Група Group			
		Контролна Controls	III	II	I
Групе Groups	I	0.3050	0.0000	0.0400	-
	II	0.4840	0.0030	-	0.0400
	III	0.0020	-	0.0030	0.0000
	Контролна Controls	-	0.0020	0.4840	0.3050

Вредности продора боје код узорака прве групе статистички се значајно разликују од вредности забележених код узорака треће групе на нивоу значајности од  $p < 0,05$  (Табела 2).

Процентуалне вредности степена продирања боје у односу на контролну групу, у којој није примењен адхезив, дате су у табели 3. На основу ових резултата омогућен је јасан преглед степена смањења микроцуруења које се постиже применом одређеног адхезивног система (Табела 3).

Највеће микроцуруење у пределу оклузалног зида кавитета уочено је у контролној групи узорака – 926,6  $\mu\text{m}$ . Најмањи продор боје у пределу оклузалног зида установљен је код зуба код којих је примењен *PQ1* – 599,9  $\mu\text{m}$ ; следе узорци друге групе, где је средња вредност продора боје била 615,7  $\mu\text{m}$ , док је најслабија адхезија добијена применом адхезивног средства *Amalgam Liner®* – 694,5  $\mu\text{m}$  (Табела 4).

Применом *ANOVA* теста установљено је да разлике у микроцуруењу нису биле статистички значајне када је реч о различитим адхезивним средствима примењеним у пределу оклузалног зида (Табела 5).

Највеће смањење микроцуруења у поређењу с узорцима контролне групе у пределу оклузалног зида постигнуто је код узорака треће групе, док је најмање смањење продора боје остварено код зуба прве групе (Табела 6).

**Табела 3.** Поређење продора боје и смањења микроцуруења у пределу гингивалног зида у односу на контролну групу (КГ)

**Table 3.** Comparison of dye penetration and microleakage reduction in the region of the gingival wall in relation to control group (CG) values

Група Group	Продор боје ( $\mu\text{m}$ ) Dye penetration ( $\mu\text{m}$ )	Продор боје у односу на КГ Dye penetration compared to CG	Смањење микроцуруења у односу на КГ Microleakage reduction compared to CG
I	1526.00	83.81%	16.19%
II	1326.10	72.83%	27.17%
III	589.50	32.38%	67.62%
Контролна Controls	1820.70	-	-

**Табела 4.** Средње вредности продора боје у пределу оклузалног зида кавитета ( $\mu\text{m}$ )

**Table 4.** Dye penetration mean values in the region of the occlusal wall cavity ( $\mu\text{m}$ )

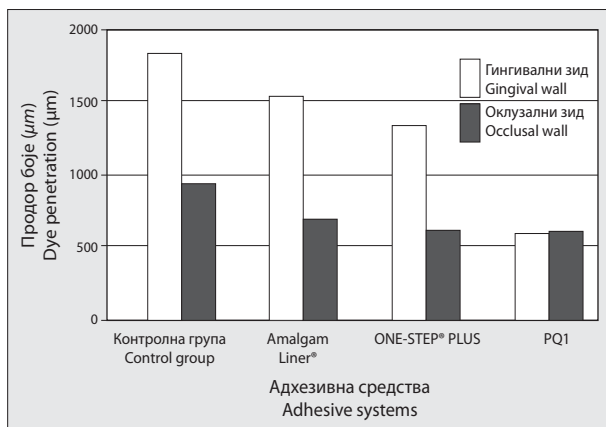
Статистички параметри Statistical parameters		Група Group			
		I	II	III	Контролна Controls
$\bar{X}$		694.50	615.70	599.90	926.60
Min		368.00	368.00	210.00	632.00
Max		1158.00	1158.00	1158.00	1474.00
SD		227.15	285.27	343.23	352.26
SE		71.83	90.12	108.54	157.54
95% CI	Доња граница Lower limit	532.01	411.63	354.37	489.21
	Горња граница Upper limit	856.99	819.77	845.43	1363.99

**Табела 5.** Резултати ANOVA теста – оклузални зид**Table 5.** Values of ANOVA test – occlusal wall

Параметар Parameter		Група Group			
		Контролна Controls	III	II	I
Групе Groups	I	0.1650	0.4830	0.5590	-
	II	0.0660	0.9060	-	0.5590
	III	0.0540	-	0.9060	0.4830
	Контролна Controls	-	0.0540	0.0660	0.1650

**Табела 6.** Поређење продора боје и смањења микроцурења у пределу оклузалног зида у односу на контролну групу (КГ)**Table 6.** Comparison of dye penetration and microleakage reduction in the region of the occlusal wall in relation to control group (CG) values

Група Group	Продор боје ( $\mu\text{m}$ ) Dye penetration ( $\mu\text{m}$ )	Продор боје у односу на КГ Dye penetration compared to CG	Смањење микроцурења у односу на КГ Microleakage reduction compared to CG
I	694.5	44.46%	55.54%
II	615.7	39.42%	60.58%
III	599.9	38.41%	61.59%
Контролна Controls	926.6	-	-

**Графикон 1.** Продор боје**Graph 1.** Dye penetration

Из упоредних резултата продирања бојеног раствора у микрометрима на гингивалном и оклузалном зиду уочено је веће микроцурење у пределу гингивалног зида у свим групама, изузев у групи узорака код којих је примењен адхезив PQ1 (Графикон 1).

## ДИСКУСИЈА

Један од циљева рестауративне стоматологије је побољшање клиничких особина испуна. Ово подразумева, између осталог, и потребу за повећаном отпорношћу испуна на микроорганизме којима су непрекидно изложени у усној дупљи. Велики број студија *in vitro* показује предности бондираних амалгамских рестаурација, као што су боља ретенција амалгама, ојачање зуба и смањено микроцурење [13].

Квалитет рубног заптивања амалгама и других рестауративних материјала за зубна ткива може се ис-

питати коришћењем различитих метода, као што су: електрохемијска метода, примена радиоактивних изотопа, испитивања скенинг-електронским микроскопом, примена ауторадиографије, семиквантитативна метода са бојеним растворима итд. Најчешће примењивана метода за испитивање микроцурења је она где се користе бојени раствори: метилен плаво, генцијана виолет, сребро-нитрат, базни фуксин [4, 5, 7, 14]. Разлог за ову чињеницу лежи у предностима ове методе, која је једноставна, релативно економична, квалитативна и компарабилна код различитих техника [15].

Поред једноставности примене бојених раствора и могућности извођења у свакој лабораторији без посебних апарата [14], предност ове методе је у прецизности добијених резултата о линеарном продору и могућности директног читавања дифундованог маркера на микроскопу [7, 14]. Могућност директног поређења резултата различитих аутора је, међутим, отежано зато што на њих утичу бројни фактори. Један од њих је начин изражавања налаза, који се разликује у студијама (милиметри, микрометри, скала са градијацијама у продору боје и сл.) [7, 11, 14, 16]. Осим тога, постоје и разлике у методологијама студија: врста зуба која је коришћена у истраживању, постојање каријеса, старост зуба, начин чувања зуба, припрема узорака, начин термоциклирања и време протекло до читања резултата [14]. Други недостаци оваквог испитивања су и мала тежина молекула боје, при чему су ови молекули мањи од бактеријских. Истраживања која користе бојене растворе у испитивању микроцурења могу да открију цурење и тамо где бактерије не могу да продру.

У нашем истраживању испитиван је утицај адхезивних средстава на квалитет заптивања амалгамских рестаурација методом дифузије бојеног раствора. Вредности микроцурења читаване су на споју зуба и испуна. Коришћени су савремени адхезивни системи, а уочена микроцурења су на приближно истом нивоу као и вредности микроцурења које су забележили други аутори који су користили сличне везујуће агенсе у својим истраживањима [4, 5, 16].

Најбољи резултати у нашем истраживању, у пределу оба испитивана зида, остварен је након примене адхезивног средства PQ1. Просечне вредности биле су веома сличне: 589,5  $\mu\text{m}$  у пределу гингивалног зида и 599,9  $\mu\text{m}$  у пределу оклузалног зида. Ови налази су у складу с резултатима истраживања других аутора [17]. Они су показали да адхезив PQ1 остварује највећу јачину везе и, у односу на друге испитиване адхезивне системе, најмању микропропустљивост. Познато је да на јачину везе адхезивног система са зубним ткивима (а самим тим и на микроцурење) утиче влага из дентинских тубула или влага преостала након испирања киселином. Анализирајући резултате микроцурења које су остварене након примене PQ1, намеће се објашњење које би требало потражити у самом хемијском саставу тог адхезива. Наиме, PQ1 је адхезив на бази етанола, а како се природа алкохола огледа у његовом брзом испаравању, то може да помогне у смањењу влаге на месту везивања и побољша ква-



литет везе овог адхезивног средства. Резултати студије Пурка (*Purk*) и сарадника [17] подржавају ово објашњење и сматрају да овај адхезив може да инкапсулира колаген који је нагрисан киселином, те да на тај начин директно повећа снагу везивања за зубна ткива.

У једној студији *in vitro* упоређивана је јачина везе различитих амалгамских легура (сферичних или мешаних) с различитим адхезивним системима (с више или мање пунилаца) [18]. Резултати тих истраживања су показали да адхезивни системи са више пунилаца у комбинацији са сферичном легуром амалгама обезбеђују најјачу снагу везе, која се кретала чак до 14 МПа. То значи да, што је снага везе јача, то је боље маргинално заптивање, а резултати микроцурења су знатно мањи. Резултати нашег истраживања су потврдили ове налазе. У нашој студији коришћени су сферични тип амалгама и везујући систем који у свом саставу има чак 40% пунилаца (*PQ1*), па је мање микроцурење резултат највероватније остварене јаче снаге везе испитиваног адхезива.

Као што је раније поменуто, резултате различитих истраживања је тешко поредити због разлике у очитавању и изражавању резултата. Ипак, ради бољег поређења налаза, у овом раду су, по узору на друге ауторе, коришћена процентуално изражена смањења микроцурења дуж зидова кавитета у односу на контролну групу [7, 19, 20]. Резултати су показали да је највеће смањење микроцурења постигнуто код узорака код којих је примењен адхезив *PQ1*, и то 67,62% у пределу гингивалног, а 61,59% у пределу оклузалног зида. У пределу оклузалног зида и други адхезиви су остварили сличне вредности смањења микроцурења у односу на контролну групу (*Amalgam Liner*<sup>®</sup> 55,54%; *ONE-STEP*<sup>®</sup> *PLUS* 60,58%). Ови налази су у складу с резултатима других аутора: *ONE-STEP*<sup>®</sup> са резиномером је остварио смањење од 66% [19], *High-Q-Bond* смањење од 71% [19], *Optibond Solo* 67,1% [7], *Gamabond* 73,4% [7], а *Ionosit Base-Liner* смањење од 62,2% [7].

Резултати нашег истраживања су показали разлике у смањењу микроцурења у пределу гингивалног и оклузалног зида. Већи продор боје у пределу гингивалног зида у односу на оклузални зид у складу је с резултатима других аутора [7, 14, 16, 21, 22, 23]. Испитујући микропропустљивост оклузалног и гингивалног зида обрађених са три основне групе инструмената који се могу користити за завршну обраду кавитета (дијамантски финирери, волфрам-карбидни финирери и класично дијамантско сврдло), Поповић [24] у свом истраживању наводи да су вредности продора бојеног раствора веће у пределу гингивалног зида у односу на оклузални. Иако постоје разлике, оне су најмање по примени класичног дијамантског сврдла, које ствара својим кретњама по површини већу храпавост и бољу адхеренцију материјала, па и боље рубно затварање, те самим тим и ниже вредности продора бојеног раствора. Како су за завршну обраду препарације рубова кавитета у овим истраживањима коришћена класична дијамантска сврдла, смањен продор бојеног раствора дуж оба зида се може приписа-

ти и избору одговарајућег ротирајућег инструмента. Разлика у продору боја између гингивалног и оклузалног зида се не може приписати инструментима за обраду, већ само различитој морфолошкој и хемијској грађи чврстих зубних ткива, кроз које дифундују молекули бојеног раствора. Наиме, цемент и дентин су мање минерализована ткива него што је глеђ. Дентински тубули и њихово влажно ткиво чине адхезију мање стабилном, а мали молекули бојеног раствора могу више продрети у пределу цемента, односно дентина, који чине основу гингивалног зида. На ивицама глеђи већа је поузданост резултата због релативне непропустљивости овог ткива.

Још један од значајнијих фактора који утиче на адаптацију амалгамске легуре за зидове кавитета јесте сила кондензације. Јаче кондензационе силе узрокују бољу адаптацију за све типове амалгамске легуре, посебно када се кондензују мали инкременти с одговарајућом величином инструмената за кондензацију [24]. Већи продор боје дуж гингивалног зида можда би се могао објаснити недовољном или неадекватном кондензацијом амалгама у апроксималним кавитетима.

Постоје све веће интересовање и докази који указују на све чешћи избор адхезивних амалгамских рестаурација, посебно када је реч о екстензивним препарацијама кавитета. Док су ојачање зуба и очување зубне супстанце предности, бондирана амалгамска рестаурација може пружити додатну предност због побољшаног маргиналног заптивања. Лабораторијска истраживања и њихова значајност су и даље потребна за примену у клиничкој пракси. Смањење микроцурења и повећање квалитета рубног заптивања доводи до мање осетљивости након операције и мање стопе секундарног каријеса. Бондиране амалгамске рестаурације се ослањају на јаку, трајну везу између површине зуба, адхезива и амалгама.

## ЗАКЉУЧАК

Истраживање је показало да сви коришћени адхезивни системи утичу на смањење микроцурења код амалгамских рестаурација II класе. Међутим, ниједан адхезивни систем није могао потпуно да спречи продор бојеног раствора и омогући потпуно маргинално заптивање у пределу оклузалног и гингивалног зида. Најбоље рубно заптивање у пределу оклузалног и гингивалног зида постигнуто је применом *PQ1*, адхезивног система на бази етил алкохола. Веће микроцурење добијено је након примене адхезива *ONE-STEP*<sup>®</sup> *PLUS*, а највеће када је коришћен *Amalgam Liner*<sup>®</sup>.

На основу резултата истраживања може се закључити да примена адхезивних система у рестауративној процедури амалгамских испуна значајно утиче на квалитет рубног припоја и на смањење микроцурења. На тај начин се могу компензовати одложена корозија и смањена својства самозаптивања амалгама, који директно утичу на дуготрајност и квалитет амалгамских рестаурација.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Helvatjoglou-Antoniades M. Current status of amalgam and amalgam restorations. *Balkan Journal of Stomatology*. 2000; 4:69-75.
2. Marchiori S, Baratieri LN, de Andrada MA, Monteiro Júnior S, Ritter AV. The use of liners under amalgam restorations: an in vitro study on marginal leakage. *Quintessence Int*. 1998; 29(10):637-42.
3. O'Brien JW, editor. *Dental Amalgams, Dental Materials and Their Selection*. 2nd ed. London, England: Quintessence Publishing Co. Inc; 1997.
4. Staninec M. Bonded amalgam restorations: laboratory and clinical studies [doctoral dissertation]. Nijmegen: University of Nijmegen; Holland; 1999.
5. Staninec M, Holt M. Bonding of amalgam to tooth structure: tensile adhesion and microleakage tests. *J Prosthet Dent*. 1988; 59(4):397-402.
6. Mjör IA. Placement and replacement of restorations. *Oper Dent*. 1981; 6:49-54.
7. Vučković V, Jakovljević A, Ivanović V. Ispitivanje kvaliteta rubnog zaptivanja adhezivnih amalgamskih restauracija. *Stomatološki glasnik Srbije*. 2004; 51(4):194-202.
8. Morrow LA, Wilson NH. The effectiveness of four-cavity treatment systems in sealing amalgam restorations. *Oper Dent*. 2002; 27:549-56.
9. Staninec M, Artiga N, Gansky AS, Marshall WG, Eakle WS. Bonded amalgam sealants and adhesive sealants: five-year clinical results. *Quintessence Int*. 2004; 35(5):351-7.
10. Staninec M, Marshall WG, Lowe A, Ruzickova T. Clinical research on bonded amalgam restorations. *General Dent*. 1997; 45(4):356-62.
11. Belli S, Ünlü N, Özer F. Effect of cavity varnish, amalgam liner or dentin bonding agents on the marginal leakage of amalgam restorations. *J Oral Rehab*. 2001; 28:492-6.
12. Ben-Amar A, Nordenberg D, Liberman R, Fisher J, Gorfil C. The control of marginal microleakage in amalgam restorations using a dentin adhesive: a pilot study. *Dent Mater*. 1987; 3(2):94-6.
13. Setcos JC, Staninec M, Wilson NH. Bonding of amalgam restorations: existing knowledge and future prospects. *Oper Dent*. 2000; 25:121-9.
14. Živković S, Ivanović S. Kvalitet rubnog zaptivanja adhezivnih kompozitnih sistema. *Stomatološki glasnik Srbije*. 1996; 43:225-30.
15. Yap AU, Mok BY, Pearson G. An in vitro microleakage study of the 'bonded-base' restorative technique. *J Oral Rehabil*. 1997; 24(3):230-6.
16. Cenci MS, Piva E, Potrich F, Formolo E, Demarco FF, Powers JM. Microleakage in bonded amalgam restorations using different adhesive materials. *Braz Dent J*. 2004; 15(1):13-8.
17. Purk JH, Healy M, Dusevich V, Glaros A, Eick JD. In vitro microtensile bond strength of four adhesives tested at the gingival and pulpal walls of class II restorations. *J Am Dent Assoc*. 2006; 137(10):1414-8.
18. Diefenderfer KE, Reinhardt JW. Shear bond strengths of 10 adhesive resin/amalgam combinations. *Oper Dent*. 1997; 22:50-6.
19. Myaki SI, Rodrigues CRMD, Raggio DP, Flores TAD, Matson MR. Microleakage in primary teeth restored by conventional or bonded amalgam technique. *Braz Dent J*. 2001; 12(3):197-200.
20. Brkanić T. Uticaj podlaganja kaviteta na kvalitet amalgamskih ispuna [magistarski rad]. Novi Sad: Medicinski fakultet Univerziteta u Novom Sadu; 1997.
21. Moosavi H, Sadeghi S. Short-term evaluation of resin sealing and rebonding on amalgam microleakage: an SEM observation. *J Contemp Dent Pract*. 2008; 9(3):32-9.
22. Popović M. Uticaj završne obrade gleđnih rubova kaviteta na kvalitet veze gleđ – kompozitni materijal [doktorska disertacija]. Stomatološki fakultet, Univerzitet u Beogradu; 2006.
23. Vučković V. Ispitivanje adhezivnih sistema za amalgamske restauracije [magistarski rad]. Beograd: Stomatološki fakultet, Univerzitet u Beogradu; 2004.
24. Tanriverdi F, Belli S, Alptekin T. The evaluation of marginal leakage of two dentinal bonding systems: a comparison of two different methods. *Ankara Üniv Dişhek Fak Derg*. 1995; 22(1):1-6.

## Influence of Different Bonding Agents on Marginal Sealing Quality of Amalgam Restorations

Ankica Jakovljević, Dragana Pešić, Milica Popović, Irena Melih

Department of Dental Pathology and Endodontics, Faculty of Stomatology, Pančevo, Serbia

### SUMMARY

**Introduction** Although advanced adhesive systems are in use, marginal microleakage is one of the greatest problems of contemporary restorative dentistry.

**Objective** The aim of this in vitro study was to evaluate the influence of different bonding agents on the marginal sealing quality of class II amalgam restorations.

**Methods** Forty freshly extracted human premolar and molar teeth were divided into four groups with 10 teeth in each one. Class II preparations were prepared and different adhesives were applied as follows: group I – Amalgam Liner® (Voco); group II – ONE-STEP® PLUS (Bisco); group III – PQ 1 (Ultradent). Group IV was used as a control, without any bonding agent. Amalgam (Cavex Non Gamma 2, Cavex) was hand-condensed into each preparation. Specimens were thermocycled 200 times at the following temperatures: 5-7°C, 37°C and 57-59°C, and were

then immersed into 1% solution of gentian violet for 72 hours. The teeth were sectioned longitudinally and microleakage was graded in the area of the gingival and occlusal quantity rim using a binocular magnifying glass with 25 times magnification.

**Results** The highest microleakage was recorded in the Amalgam Liner group; 1526.0 µm at the gingival wall and 694.5 µm at the occlusal cavity wall. The lowest dye penetration was observed in the PQ1 group; 589.5 µm at the gingival wall, and 599.9 µm at the occlusal wall of the restoration. ANOVA test showed that there was a statistically significant difference of dye penetration values at the gingival wall among all examination groups ( $p < 0.01$ ). No statistically significant differences were found comparing microleakage values at the occlusal wall.

**Conclusion** Results of this study showed that the best marginal sealing was accomplished by using the PQ1 bonding agent.

**Keywords:** amalgam; microleakage; bonding agents