

# Propusnost rubne pukotine amalgamskog ispuna in vitro s amalgam linerom i bez njega

Dubravka Knezović  
Ivica Anić

Zavod za bolesti zubi  
Stomatološki fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu

## Marginal Microleakage in Amalgam Fillings With and Without Amalgam Liner in Vitro

### Sažetak

U radu je na 24 ekstrahirana humana treća molara ispitivana rubna propusnost amalgamskih ispuna s amalgam linerom i bez njega. Na okluzijskim plohama izrađeni su kaviteti I. razreda do ispod caklinsko-dentinskog spojišta. Nakon toga, zubi su nasumce podijeljeni u dvije skupine. Prije unosa amalgama, dentinske stijenke jedne skupine premazane su s dva sloja amalgam liner. Kaviteti druge skupine napunjeni su samo amalgamom. Nakon sedam dana u 0,9%-tnoj fiziološkoj otopini na 37°C zubi su termociklirani naizmjenice u kupkama pri temperaturi od 0°C i 55°C. Propusnost rubne pukotine kontrolirana je mjerenjem prodora 1%-tne vodene otopine metilenskog modrila nakon sedam dana. Kaviteti ispunjeni amalgamom i amalgam linerom pokazali su statistički vjerodostojno manji prodor boje u rubnu pukotinu u usporedbi s amalgamskim ispunima bez liner (p<0,05).

Ključne riječi: amalgam liner, amalgam, rubna pukotina

Acta Stomatol. Croat.  
1995; 30:113—118

IZVORNI  
ZNANSTVENI RAD

Primljeno: 22. svibnja 1995.  
Received: May 22, 1995

### Uvod

Amalgam se rabi u stomatologiji za izradbu trajnih ispuna već više od 150 godina (1). Kao trajni restorativni materijal amalgam treba ispunjavati funkcijske, estetske i biološke zahtjeve. Osim brojnih prednosti kao što su čvrstoća, tvrdoća, elastičnost, iznimno lako rukovanje, dug klinički vijek i pristupačna cijena (1), amalgam također posjeduje i loša svojstva. Naime, nepotpuno prilijeganje amalgamske smjese na zubna tkiva i nepostojanje kemijske sveze između restorativnog materijala i zubne supstance, omogućuju prodor sline i plaka u rubnu pukotinu. Zadržavanje bakterija i bakterijskih metaboličkih proizvoda u rubnoj pukotini izaziva sekundarni karijes, lom rubova ispuna, dislokaci-

ju zuba, osjetljivost dentina, iritaciju zubne pulpe te koroziju (2). Neposredno nakon unošenja amalgama u kavitet rubna pukotina je široka oko 40 µm (3). Dentalni amalgami svojim korozivskim produktima mogu sami donekle smanjiti protežnosti rubne pukotine (4), ali još uvijek ostaje zjap širok prosječno 20 µm. Takva pukotina smatrala se klinički prihvatljivom. U želji da se smanji sljubnica, u početku su rabljeni razni lakovi za premazivanje stijenki kaviteta temeljeni na kalcijevom hidroksidu i cink-oksidi eugenolu.

U posljednje vrijeme razvijeni su brojni dentinski adhezivi kojima se postiže kemijska sveza kompozitnog materijala i tvrdog zubnog tkiva (5), te kemijska sveza amalgama i dentina (6)

u svrhu smanjenja rubnog propuštanja. Ben-Amar i sur. (7) izvijestili su da dva sloja Copalite laka za kavitete znatno smanjuju propusnost sljubnice između zubnog tkiva i svježeg amalgama s visokim udjelom bakra (kuglaste čestice) kao i konvencionalnog amalgama (strugotinaste čestice). Značajno smanjenje rubne pukotine amalgamskog ispuna postignuto je i uporabom dentinskih adheziva (Amalgambonda) IV. generacije adhezijskih sustava (2, 6). Amalgambond (Parkell) je autopolimerizirajući adheziv koji se temelji na metakriloksietil trimetilat anhidridu (4-META) i osigurava čvrstu svezu svih tipova amalgama i dentina (6, 8).

Svrha ovoga rada bila je ispitivanje i usporedba propusnosti rubne pukotine amalgamskih ispuna bez amalgam liner i onih s amalgam linerom.

### Materijali i postupak

Istraživanje je provedeno na 24 ekstrahirana humana trajna treća molara donje čeljusti dobivena s Klinike za kirurgiju čeljusti i lica Stomatološkog fakulteta u Zagrebu. Zubi su bili bez karijesa i sa završenim rastom korijena. Prije vađenja, zubi su dijelom krune bili izloženi usnoj šupljini u trajanju od jedne do četiri godine. Nakon vađenja zubi su pohranjeni u 10%-tni formalin kroz 10 do 30 dana. Prije pokusa, organsko tkivo uklonjeno je mehanički i uranjanjem zuba u 5%-tnu otopinu NaOCl kroz 60 minuta. Uzorci su potom pohranjeni u fiziološku otopinu u termostat na temperaturu od 37°C kroz 24 sata.

Kaviteti I. razreda izrađeni su na okluzijskim plohama zuba do dubine 5 mm. Dubina prodiranja dijamantnog brusila kontrolirana je jednostavnom oznakom na držalu svrdla načinjenom vodootpornom bojom. Protežnost svih ispuna bila je podjednaka (do 2 mm od središnje fisure) koliko je to moguće postići ručnom izradbom. Dno kaviteta izrađeno je ispod caklinsko-dentinskog spojišta u dentinu. Caklinski rubovi dodatno su obrađeni caklinskim dljetom, a kaviteti su očišćeni 3%-tnom otopinom H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> i 2,5%-tnom NaOCl.

Prije punjenja kaviteta, zubi su nasumce podijeljeni u dvije skupine (svaka s po 12 uzoraka). Po dva zuba svake skupine rabljena su kao pozitivna i negativna kontrola. Kaviteti prve skupine (A) ispunjeni su samo Amalcap SAS

(Vivadent, Schann, Liechtenstein) non-gama<sub>2</sub> kapsuliranim dentalnim amalgamom (omjer praha i žive 1:1,13). Kaviteti druge skupine (B) premazani su s dva sloja amalgam liner (Voco, Cuxhaven, Njemačka) prema uputama proizvođača. Nakon toga, kaviteti su ispunjeni amalgamom. Površine amalgamskih ispuna obiju skupina modelirane su prema pravilima struke. Uzorci su potom vraćeni u fiziološku otopinu u termostat na 37°C. Nakon 24 sata, ispuni su polirani arkanzas kamenčićima, četkicama uz dodatak polirne paste (Purodent) te polirnim gumicama uz vodeno hlađenje. Nakon poliranja uzorci su ponovo vraćeni u fiziološku otopinu na 37°C. Nakon sedam dana podvrgnuti su (uključujući i kontrolne uzorke) termocikliranju na 300 okretaja u trajanju od četiri sata, u dvjema kupkama s temperaturom od 0°C i 55°C. Uzorci su ručno prenošeni iz tekućine u tekućinu, a vrijeme boravka u svakoj kupki iznosilo je 30 sekundi.

Korijenska i okluzijska površina zuba A i B skupine pokrivene su lakom za nokte u dva tanka sloja izuzevši 1 mm zubne površine uz rub ispuna. Drugi sloj laka nanesen je 60 minuta nakon prvog sloja. Površine prekrivene lakom presvučene su potom stomatološkim ružičastim voskom. Dva uzorka iz obje skupine u cijelosti su pokrivena lakom i voskom (pozitivna kontrola). Preostala dva uzorka nisu premazana lakom i voskom (negativna kontrola).

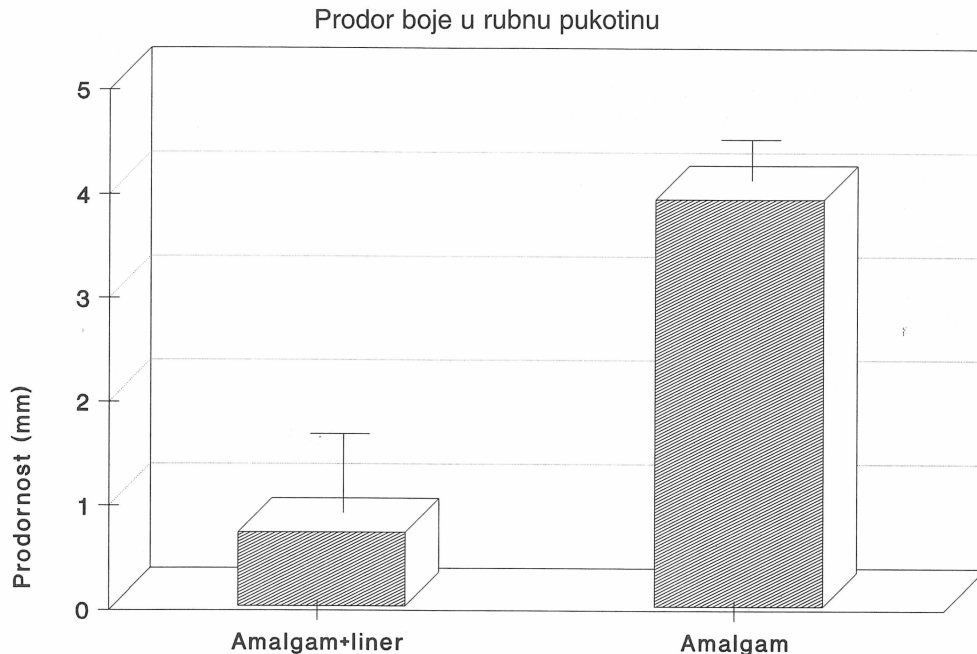
Radi procjene rubnog propuštanja zubi su uronjeni u 1%-tnu otopinu metilenskog modrila u trajanju od sedam dana u termostatu na 37°C. Nakon sedam dana, uzorci su tri minute ispirani tekućom vodom, a višak boje očišćen je laganim pokretima mekom četkicom. Očišćeni uzorci ostavljeni su preko noći na sobnoj temperaturi. Zubi su potom, kroz amalgamski ispun, dijamantnim fisurnim brusilom izrezani u buko-palatinalnom smjeru u tri kriške. Površina svake kriške ručno je polirana uz vodeno hlađenje i osušena mlazom stlačenog zraka.

Prodor boje na bukalnoj i lingvalnoj stijenci kroz rubnu pukotinu mjerila su stereomikroskopom (x 100) (Opton, Njemačka) dva neovisna ispitivača do najbližih 0,01 mm. Statistička obradba rezultata učinjena je Studentovim t-testom s pomoću kompjutorskog programa SPSS/PC+ (Microsoft Corp. Redmond, WA, USA). Kontrolni su uzorci isključeni iz statističke obradbe.

## Rezultati

Rezultati prodora boje kroz rubnu pukotinu u obje skupine prikazani su na slici 1. Studentov t-test pokazao je statistički vjerodostojnu ra-

zliku između prosječnih rezultata prodora boje u rubnu pukotinu ispuna s amalgam linerom ( $x = 0,707$  mm SD 0,786) i bez njega ( $x = 3,921$  mm SD 0,429) u oba očitavanja ( $p < 0,05$ ).

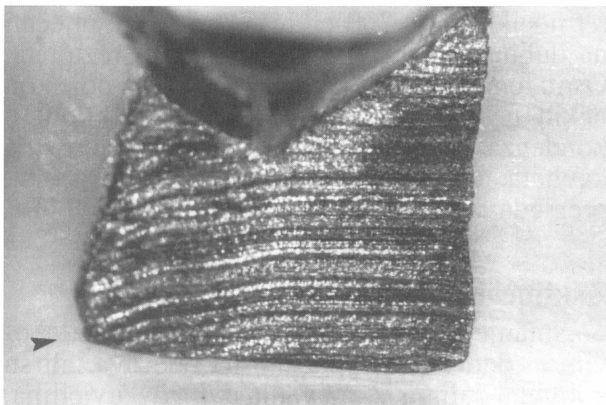


Slika 1. Srednje vrijednosti i standardne devijacije prodora boje između amalgamskih ispuna s amalgamlinerom i bez njega i stijenke kaviteta

Figure 1. Mean values and standard deviations of marginal microleakage in amalgam fillings with and without amalgam liner

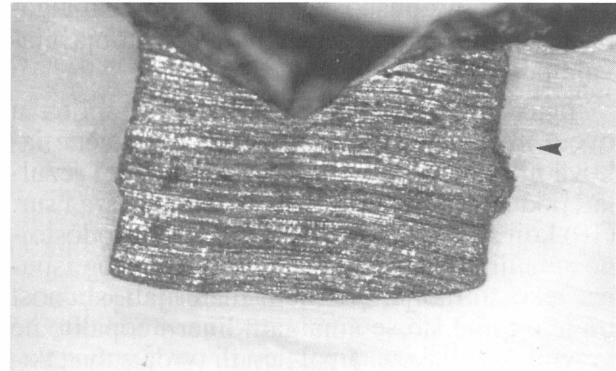
Obostrani prodor boje po stijenci kaviteta do dna pulpne komorice (amalgam bez linera) prikazan je na slici 2. Prodor boje iznosio je najmanje 3,4 mm i najviše 5,0 mm. Jednostrani, djelomični prodor boje između dentinske stijenk-

ke i amalgamskog ispuna (amalgam + liner) prikazan je na slici 3. Prodor boje iznosio je najmanje 0,0 mm i najviše 2,8 mm. Slika 4 prikazuje mikroskopsku sliku rubne pukotine bez prodora boje kod uzorka s amalgam linerom.



Slika 2. Prodor boje duž cijele sljubnice između amalgamskog ispuna i stijenke kaviteta do dna kaviteta (strjelica)

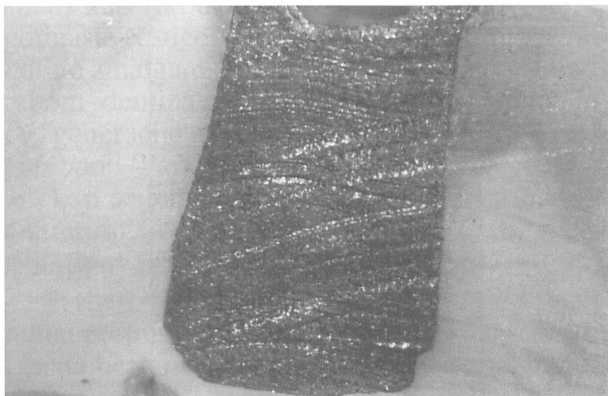
Figure 2. Dye penetration from occlusal surface of the amalgam filling to the bottom (arrow) of the cavity



Slika 3. Jednostrani, djelomični prodor boje između amalgamskog ispuna s amalgamlinerom i stijenke kaviteta. Strjelica označava dubinu prodora boje

Figure 3. One-sided, partial marginal leakage in varnished amalgam restorations (amalgam + Amalgamliner). Arrow indicates the range of dye penetration

Prodor boje nije zabilježen kod pozitivne kontrole. Nezaštićeni uzorci (negativna kontrola) bili su potpuno prožeti bojom, uključujući i dentinske tubuluse.



Slika 4. Amalgamski ispun s amalgamlinerom bez prodora boje

Figure 4. No dye penetration recorded in varnished amalgam restorations (amalgam + Amalgam liner)

## Rasprava

Zbog dobrih svojstava danas se sve više rabe amalgami s visokim udjelom bakra, ali tijekom vremena rubna pukotina takvih amalgama znatno se manje smanjuje u usporedbi s amalgamima s niskim udjelom bakra (9). To se može objasniti stvaranjem manje količine korozivskih produkata. Rubna pukotina svježeg amalgama i zubnog tkiva veća je u usporedbi s ispunima gdje je rabljen jedan od lakova, ali se, s vremenom, propusnost pukotine samih amalgama smanjuje. Grossman i sur. (9) to objašnjavaju postojanjem gama<sub>2</sub> faze.

Iako se materijal amalgam liner rabljen u ovom radu ne može svrstati niti u klasične lakove niti u dentinske adhezive, dobiveni rezultati podudarni su s rezultatima Ben-Amara i sur. (10) koji su uporabom copalite laka vjerodostojno smanjili rubnu pukotinu amalgamskog ispuna. Iako su rabljeni različiti materijali, sličnost im je u tome što se amalgam liner i copalite ne svezuju kemijski na amalgam ili tvrda zubna tkiva. Sastav amalgam liner (srebrne čestice, NaF) pokazuje da se smanjenje rubne pukotine želi postići samo mehaničkim zapunjenjem (srebrni prah), a prevencija sekundarnog karijesa postiže se otpuštanjem fluora. Zanimljivo je da tijekom vremena lakovi mogu biti zamijenjeni ko-

rozijskim produktima amalgama (11). Uspjesi lineri temeljenih na kalcij hidroksidu  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  različito su opisani u literaturi. Finnessey i sur. (12) su izvijestili o smanjenju rubne pukotine, za razliku od Silve i sur. (13) koji nalaze povećanje rubne pukotine kod lakova temeljenih na  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ili cink-oksidi eugenolu.

Većina objavljenih radova opisuje učinak dentinskih adheziva na rubnu pukotinu, ali rezultati usporedbe propusnosti između adheziva i lakova ponovo nisu jednoznačni. Staninec i Holt (14) nalaze manje rubno propuštanje kod dentinskih adheziva u usporedbi s lakovima, ali razlika nije bila statistički vjerodostojna. Suprotno tome, Cooley i sur. (15) nalaze vjerodostojnu razliku u korist dentinskih adheziva. Iako studije pokazuju da smolasti lakovi imaju bolja svojstva u usporedbi s adhezivima, čini se da u *in vivo* uvjetima i na duži rok, ta razlika ne mora biti značajna zbog svojstva amalgama da s vremenom smanji rubnu pukotinu (16). Nadalje, Charlton i sur. (17) smatraju da smolasti lak (Panavia) inkorporiran u amalgam znatno smanjuje njegovu tlačnu čvrstoću. Amalgam liner rabljen u ovom radu ne sadržava organske dodatke, a dodatak srebrnih čestica u materijalu može donekle nadoknaditi manju tlačnu čvrstoću materijala, što s vremenom, zbog žvačnih sila, može biti slabo mjesto na ispunu.

Relativno velike standardne devijacije izračunate kod uzoraka u ovom radu djelomično su povezane i s tehnikom obradbe. Pronađeno je da mikropukotina uokrug amalgamskog ispuna ostaje nepromijenjena kad su uzorci podvrgnuti termocikliranju do 50 ciklusa, ali raste kada broj prelazi 500 ciklusa (18). U ovom radu uzorci su termociklirani s 300 ciklusa, što može utjecati na dubinu prodora boje i veći rasap rezultata. Osim toga, nalaz jednostranog prodora boje kod nekih uzoraka možemo objasniti razlikom u kondenzaciji amalgama u pojedinim dijelovima kaviteta, ali i činjenicom da su za svaki uzorak pregledavane samo tri kriške.

## Zaključak

Smanjenje propusnosti rubne pukotine lakovima i dentinskim adhezivima obećava, ali su potrebna daljnja istraživanja u *in vivo* uvjetima. Pri tome posebnu pažnju treba skrenuti na mogućnost otapanja adheziva djelovanjem usne šupljine, kao i na moguće promjene u rubnoj pukotini nastale djelovanjem žvačnih sila i starenjem ispuna.



## MARGINAL MICROLEAKAGE IN AMALGAM FILLINGS WITH AND WITHOUT AMALGAM LINER IN VITRO

Adresa za korespondenciju:  
Adress for correspondence:

### Summary

*This in vitro study evaluated the ability of a commercial amalgam bond liner to reduce microleakage between amalgam restorations and tooth structure. On the occlusal surface of 24 extracted human third molars, a conventional class I cavity was prepared. The teeth were randomly divided into two groups. Cavity walls of the samples in the first group were covered with two layers of Amalgam liner before the amalgam was packed into the cavity. In the second group, the cavities were filled with amalgam alone. After 7 days in 0.9% saline at 37 °C, the samples were subjected to thermal stress of 300 thermocycles in a bath between 0 °C and 55 °C. Then the teeth were immersed into 1% methylene blue for 7 days. The teeth were sectioned in a bucco-lingual direction through restorations and examined by direct measurement of methylene blue penetration between the amalgam and cavity walls. Amalgam fillings prepared with the amalgam liner showed statistically significantly less dye penetration ( $p < 0.05$ ) as compared to those without the liner.*

**Key words:** amalgam liner, amalgam, microleakage

Ivica Anić  
Zavod za bolesti zubi  
Stomatološki fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu  
Gundulićeva 5, Zagreb

### Literatura

1. CHARLTON D G, MOORE B K, SWARTZ M L. In vitro evaluation of the use of resin liners to reduce microleakage and improve retention of amalgam restorations. *Oper Dent* 1992; 17:112-9.
2. SAIKU J M, GERMAIN H A St, MEIERS J C. Microleakage of a dental amalgam alloy bonding agent. *Oper Dent* 1993; 18:172-8.
3. MERTZ-FAIRHURST E J, NEWCOMER A P. Interface gap at amalgam margins. *Dent Mater* 1988; 4:122-8.
4. GROSSMAN E S, WITCOMB M J, JODAIKIN A. Elements in marginal seals at amalgam-tooth interfaces. *J Dent Res* 1986; 65:998-1000.
5. CRIM G A, CHAPMAN K W. Reducing microleakage in class II: an in vitro study. *Quintessence Int* 1994; 25:781-5.
6. COOLEY R L, TSENG E Y, BARKMEIER W W. Dental bond strengths and microleakage of a 4-META adhesive to amalgam and composite resin. *Quintessence Int* 1991; 22:979:83.
7. BEN-AMAR A, LIBERMAN R, BAR D, GORDON M, JUDES F. Marginal microleakage: The effect of the number of cavity varnish layers and the type of amalgam used. *Dent Mater* 1986; 2:45-7.
8. LEDIĆ B. Određivanje stupnja rubnog propuštanja kompozitnih ispuna pri različitom predtretmanu kaviteta. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1994. Magistrski rad.
9. GROSSMAN E S, ED H D, MATEJKA J M. In vitro marginal leakage in varnished and lined amalgam restorations. *J Prosthet Dent* 1993; 69:469-74.
10. BEN-AMAR A, NORDENBERG D, LIBERMAN R, FISCHER J, GORFIL C. The control of marginal microleakage in amalgam restorations using a dentin adhesive: a pilot study. *Dent Mater* 1987; 3:94-6.
11. BAUMGARTNER W J, BUSTARD R E, FERARABEND R I. Marginal leakage of amalgam restorations. *J Prosthet Dent* 1963; 13:346-8.
12. FINNESSEY J J, SUMMITT J B, ROBISON S F, DUKE E S, ROBBINS J W, NORLING B K. Comparison of two cavity varnishes on microleakage with amalgam. *J Dent Res* 1986; 65:193, Abstr 212.
13. SILVA M, MESSER L B, DOUGLAS W, WEINBERG R. Base-varnish interactions around amalgam restorations: spectrophotometric and microscopic assessment of leakage. *Aust Dent J* 1985; 30:89-95.
14. CHAN M F W-Y, JONES J C G. Significance of thermal cycling in microleakage analysis of root restorations. *J Dent* 1994; 22:292-5.
15. STANINEC M, HOLT M. Bonding of amalgam to tooth structure: tensile adhesion and microleakage test. *J Prosthet Dent* 1988; 59:397-402.
16. CHAN A R. The bonded amalgam restorations. *Univ Toronto Dent J* 1994; 8:11-7.

17. CHARLTON D G, MURCHISON D F, MOORE B K. Incorporation of adhesive liners in amalgam: effect on compressive strength and creep. *Am J Dent* 1991; 4:184-8.
18. COOLEY R L, TSENG E Y, BARKMEIER W W. Dentine bond strengths and microleakage of a 4-META adhesive to amalgam and composite resin. *Quintessence Int* 1991; 22:979-83.