

## STAKLENO — IONOMERNI CEMENTI

**Katica Prskalo, Jasna Pandurić,\* Jozo Šutalo, Stanko Vukovojac\*\*, Andrej Meniga\*\*\***

Zavod za Dentalnu patologiju, Stomatološki fakultet u Zagrebu

\* Stomatološka klinika KBC u Zagrebu

\*\* Zavod za mobilnu protetiku, Stomatološki fakultet u Zagrebu

\*\*\* Zavod za dječju i preventivnu stomatologiju, Stomatološki fakultet u Zagrebu

### Sažetak

Stakleno ionomerni cementi su noviji tip dentalnih materijala koji sve više nalaze kliničku primjenu zahvaljujući dobroj adheziji na zubno tkivo karijes protektivnom učinku, biokompatibilnosti i jednostavnom rukovanju.

To su dvokomponentni materijali koji u promet dolaze u obliku praška i tekućine. Mješanjem ovih komponenti ručno ili automatski u vibratoru, nastaje jedinstvena masa. Pored kemijskih postoje i svjetlosnopolimerizirajući hibridni stakleno ionomerni cementi.

U radu je prikazan pregled fizičkih i kemijskih osobina materijala, klasifikacija, te način primjene u pojedinim kliničkim slučajevima.

**Ključne riječi:** stakleno i ionomerni cementi.

## UVOD

Prošlo desetljeće obilježeno je radikalnim promjenama u restorativnim postupcima. Do ovih promjena došlo je u prvom redu zbog poboljšanja dentalnih materijala. Adhezijski postupak i kompozitni materijali, te inlay sustavi omogućavaju kvalitetniji, racionalniji i znatno estetskiji dentalni tretman.

U novije vrijeme pojavili su se stakleno ionomerni cementi (SIC u daljnjem tekstu).

Wilson i Kent 1972. godine ih predstavljaju u dentalnoj literaturi (1), a 1976. godine na tržištu se pojavljuje prvi preparat pod imenom ASPA.

SIC nastaju kombinacijom silikatnog staklenog praška koji posjeduje čvrstoću, tvrdoću, sposobnost otpuštanja fluorida i poliakrilne kiseline koja posjeduje adhezijsku sposobnost i biokompatibilnost. Rezultat ove kombinacije je biokompatibilan, adhezivan i antikarijesogen cement (2).

U početku je upotreba SIC bila ograničena na naknadu erozivnih defekata, a nakon poboljšanja osobina originalnog materijala područje kliničke primjene je prošireno.

Danas se SIC koristi kao sredstvo za podloge ispod kompozitnih i amalgamskih ispuna, za cementiranje krunica, mostova i lijevanih inaya, za izradu zubnih bataljaka, za ispune erozivnih defekata, V, I, II i III klase po Blacku, kao ispun tunnel preparacija, sredstvo za pečačenje fisura, te za ispune mlječnih zubi (3, 4).

## SASTAV MATERIJALA

SIC su dvokomponentni materijali koji u promet dolaze u obliku praška i tekućine. Miješanjem ovih komponenata ručno ili automatski u vibratoru, nastaje jedinstvena masa. Osim ovih postoje i svjetlosnopolimerizirajući hibridni SIC (Vitrabond/base-liner 3M Co, XR ionomer-KERR).

## PRAŠAK

Prašak SIC čine čestice stakla. Kemijski sastav čestice je  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaF}_2\text{-AlPO}_4\text{-Na}_3\text{AlF}_6$ . Prema Wilsonu i McLeanu (5) omjer  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{/SiO}_2$  treba iznositi 1:2 ili više, a sadržaj fluorida do 23% (2).

Zavisno o sastavu čestice stakla mogu biti translucetne ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) ili neprozirne ( $\text{CaF}_2$ ). Radiokontrastnost se postiže dodavanjem stroncija (Sr), barija (Ba) ili lantana (La), fuzijom srebra na staklo ili miješanjem u cinkovom ili cirkonijevom oksidu.

Produženo vrijeme rada i smanjena osjetljivost na vodu već stvrdnutog cementa, postiže se oslobađanjem Ca iz 10—100 nm vanjske površine djelovanjem klorovodične kiseline (6).

Stakleni prah se može izmješati ili stopiti (fuzija) s metalnim prahom kao što su srebro, legure srebra, zlato, platina ili paladij, što ima za posljedicu povećanje mehaničke otpornosti materijala (7).

## TEKUĆINA

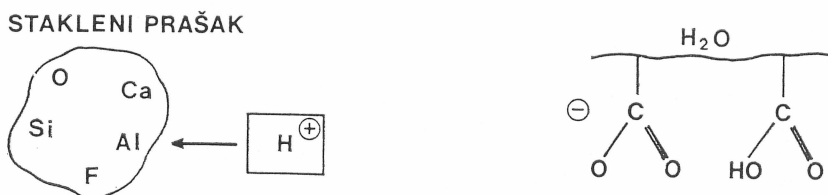
Tekuća komponenta izvornog SIC bila je vodena otopina poliakrilne kiseline. Da bi se spriječilo stvaranje gela bila je neophodna kiselina niske molekulske težine i visoke koncentracije, što je stvaralo velike poteškoće. Problem je riješen upotrebom kopolimera akrilno-itakonične kiseline. Neki cementi sadrže kopolimer akrilne i maleične kiseline (8, 9), odnosno akrilnu kiselinu-3-buten 1, 2, 3, trikarbonsku kiselinu (10). Dikarbonska ili trikarbonska kiselina imaju dvojaki utjecaj. Zbog povećanog broja karboksilinskih skupina po jedinici polimernog lanca i veće kiselosti sprečavaju gelaciju tekućine i povećavaju reaktivnost.

Veća molekulska težina kopolimera poboljšava fizikalne osobine cementa, a ograničenje viskoznosti postiže se djelomično uključivanjem suhe poliakrilne kiseline ili kopolimernog praha sa staklom. Tako se dobije materijal koji se miješa s vodom ili tartaričnom kiselinom (11, 12).

## MEHANIZAM STVARANJA STAKLENO IONOMERNOG CEMENTA

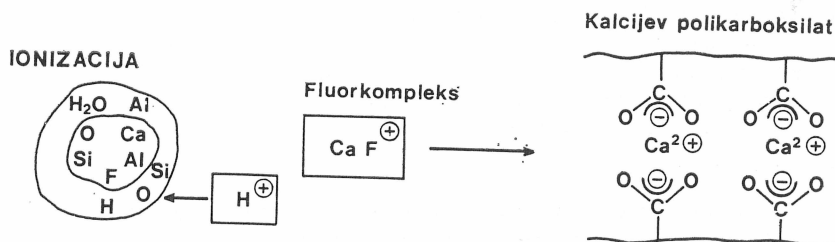
SIC nastaje kao posljedica složene kemijske reakcije koja zavisi o sastavu i veličini staklenih čestica, te sastavu, molekulskoj težini i koncentraciji kiseline.

Djelovanjem kiseline, odnosno vodika ( $H^+$ ), na površinu staklenih čestica oslobađaju se ioni aluminija i kalcija i formira se silicijev hidrogel (slika 1).



Slika 1. Djelovanje vodika na površinu staklenih čestica  
Figure 1. Effect of hydrogen on the surface of glass particles.

Ioni kalcija koji se oslobađaju prvi, formiraju kalcijeve poliakrilatne soli (odnosno polikarboksilatne soli) (slika 2). One uzrokuju gelaciju i početno vezanje cementa.

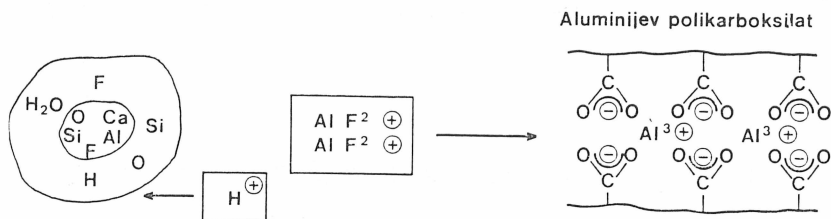


Slika 2. Formiranje kalcijevih polikarboksilatnih soli.  
Figure 2. Formation of calcium polycarboxylate salts.

Aluminijeve poliakrilatne soli nastaju znatno sporije (slika 3), a odgovorne su za konačno stvrdnjavanje materijala (13, 14).

Nastale soli formiraju matriks u kojeg su uložene čestice stakla obavijene silicijevim hidrogelom.

Konačan produkt je kompleks sastavljen od originalnih čestica stakla, koje su obavijene silicijevim hidrogelom i ugrađene u matriks, kojeg čine kalcijeve i aluminijeve poliakrilatne soli (15).



Slika 3. Formiranje aluminijevih polikarboksilatnih soli.  
Figure 3. Formation of aluminum polycarboxylate salts.

## KLASIFIKACIJA STAKLENO IONOMERNIH CEMENTATA

prema Wilsonu i McLeanu, 1988 (16)

### TIP I Cementi za cementiranje

- Za cementiranje krunica, mostova i inlay-a
- Omjer prah/tekućina približno 1,5:1
- Brzo vežu— rano su otporni na apsorpciju vode
- Konačna debljina 25 nm ili manje
- Radiokontrastni

### TIP II Cementi za ispune

#### II 1. Estetski

- Za bilo koju estetsku rekonstrukciju koja nije izložena okluzijskom opterećenju
- Omjer prah/tekućina 2.5:1 do 6.8:1
- Dobar izbor nijansi
- Produžena reakcija vezanja. Najmanje 24 sata osjetljivi na poremećaj vode (apsorpciju i dehidraciju).  
Zahtijevaju neposrednu zaštitu.

#### II 2. Pojačani

- Za slučajeve gdje estetska komponenta nije značajna, a potrebno je brzo vezanje i visoke fizikalne osobine
- Omjer prah/tekućina 3:1 do 4:1
- Brzo vezanje i rana otpornost na apsorpciju vode. Mogu se polirati neposredno nakon postavljanja. Ostaju osjetljivi na dehidraciju do 2 tjedna od početka vezanja.
- Radiokontrastni

### TIP III Cementi za podlaganje— lining

- Za podlaganje ispod svih restorativnih materijala. Zbog adhezije na dentin prikladni su za kompozitne ispune.
- Omjer prah/tekućina 1,5:1 do 4:1

- Fizikalne osobine rastu proporcionalno s porastom količine praha
- Loše estetske osobine
- Radiokontrastni

### TIP I STAKLENO IONOMERNI CEMENTI ZA CEMENTIRANJE (LUTING)

Za cementiranje krunica i inlaya danas se uglavnom koriste stakleno ionomerni, cinkofosfatni, polikarboksilatni i cementi na bazi smola.

U literaturi se navode suprotna mišljenja o stakleno ionomernom cementu kao sredstvu za cementiranje. Jedni ga smatraju pouzdanim i izvrsnim sredstvom, a drugi ga odbacuju zbog učestale postoperativne preosjetljivosti i složenosti kliničkog postupka (17).

Kemijski su isti kao i drugi SIC, međutim oni sadrže finije čestice stakla, što omogućava odgovarajuću debljinu materijala, a ubrzava stvrdnjavanje i skraćuje vrijeme rada. Dovoljno su tekući da olakšavaju rukovanje prilikom cementiranja.

Cementi koji se miješaju s vodom su prikladniji, jer se lakše miješaju, a početna viskoznost im je vrlo niska (16).

**Prednosti:**

**Karijes protektivni učinak:** Kontinuirano otpuštanje fluorida poznata je osobina SIC (18, 19, 20, 21) zbog čega su oni osobito prikladni u slučajevima kada se fiksni nadomjesci izrađuju zbog visoke incidencije sekundarnog karijesa.

**Mehaničke osobine:** U odnosu na cinkofosfatni cement otporniji su na tlak i rastezanje, a modul elastičnosti im je nešto manji (22).

**Ekspanzija-kontrakcija:** Za razliku od drugih cemenata SIC posjeduju ekspanziju i kontrakciju sličnu onoj koju imaju zubna tkiva.

**Spajanje sa zubnim tkivom:** Ako je zubno tkivo odgovarajuće pripremljeno SIC se kemijski vežu s dentinom i caklinom (23).

**Nedostaci:**

**Postoperativna preosjetljivost:** Zagonetan je problem jer se ne pojavljuje tako često kod drugih tipova SIC. Kao moguće uzroke Gordon (24) navodi slijedeće:

- Povišenje hidrauličkog tlaka u dentinskim tubulusima tijekom cementiranja. (Izgleda nelogično da uzrokuju veći tlak od drugih cemenata, jer imaju dobro tekuće svojstvo).
- Kiseline podražuju pulpno tkivo. (Također nelogično jer se pH ne razlikuje značajno od pH polikarboksilatnih cemenata koji su poznati kao neiritirajući.)
- Pretjerana dehidracija zuba. (Ova teorija ima podlogu jer su SIC vrlo tekući. Ukoliko su dentinski tubulusi dehidrirani i široko otvoreni moguće je da cement podražuje pulpu.)

— Topljivost u vodi tijekom cementiranja. (Neposredno nakon miješanja osjetljivi su na vodu. Ukoliko je radno polje vlažno cement će se otopiti na rubovima ispuna ili će značajno degenerirati prije nego li se stvrdne.)

Topljivost u vodi u ranim fazama vezanja: Tijekom miješanja i kratko vrijeme nakon toga cca 5 minuta vrlo su topljivi u vodi, zbog toga zahtijevaju kontrolu suhoće radnog polja. Zahtijevaju točan omjer prah/tekućina i odgovarajuće miješanje: Ispravno su zamješani kada se pri odizanju špatule od pločice materijal razvlači u nit dugu 3—4 cm.

## KLINIČKI POSTUPAK

### Vitalan zub

Ukloniti privremeni rad i preostali cement sa zuba. Zub isprati vodenim sprejom i nježno osušiti. Ne dehidrirati. Nije potrebno nikakvo daljnje čišćenje, niti uklanjanje smrvljenog ostatka dentina nakon preparacije (smear layer).

### Nevitalan zub

Nakon uklanjanja privremenog rada i ostatka cementa, dentin prepariranog zuba kondicionirati 15 sekundi 10% poliakrilnom kiselinom, zatim isprati vodom i osušiti. Ne dopustiti bilo kakav kontakt sa slinom, krvlju ili vodom.

Na klasičan način očistiti unutrašnjost krunice. Ispuniti krunicu cementom, adaptirati na zub i pritisnuti dok krunica ne sjedne. Daljnji pritisak nije potreban. Potrebno je samo održavati suhim radno polje dok cement potpuno ne stvrdne. Ukloniti višak cementa, a rub ukoliko je vidljiv zaštititi vodootpornim sredstvom.

Važno je istaknuti da je odlučujuća prednost SIC-a za cementiranje pred ostalim cementima, karijesprotektivni učinak zbog trajnog otpuštanja fluorida. Indiciran je u osoba koje imaju visoku incidenciju karijesa, a kontraindiciran u osoba koje pokazuju hipersenzitivnost tijekom preparacije, te kod osoba koje inače imaju niski prag podražljivosti i u područjima gdje se ne može dostatno kontrolirati suhoća radnog polja.

Gordon (24) ističe zadovoljstvo u radu sa SIC za cementiranje, što potvrđuje s 4000 svojih radova.

## TIP II STAKLENO IONOMERNI CEMENTI ZA ISPUNE

### Tip II 1. Eestetski

Indikacije:

- Lingvalno smješteni kaviteti klase III
- Klase I i II mliječnih zubi
- Privremeno prekrivanje frakturiranih zubi
- Cerviksne lezije uzrokovane karijesom, erozijom ili abrazijom.

Za naknade cerviksne lezije SIC su zbog adhezije i estetskog izgleda, smanjenja preosjetljivosti i prevencije daljnjeg gubitka tkiva, materijali izbora (25, 26, 27).

Cerviksne lezije su čest nalaz u ustima s dobrom oralnom higijenom. Mogu biti u svezi s učestalim konzumiranjem hrane i pića niskog pH. Zahtijevaju obradu zbog jake osjetljivosti na mehaničke, termičke i kemijske podražaje, kao i zbog sprječavanja daljnjeg gubitka tkiva i afekcije pulpe.

Primjena adhezijske tehnike otvorila je nove mogućnosti i olakšala rješavanje ove problematike.

Mehanička sveza između kompozitne smole i jetkane cakline je najbolji mogući tip sveze koja se može ostvariti između zubnog tkiva i restorativnog materijala, ali trajnost sveze na dentin još uvijek je dvojben.

Pokusima in vitro dokazano je da snaga sveze između SIC i cakline nije tako visoka kao snaga sveze cakline i kompozitne smole, ali trajnost in vivo zadovoljava (28).

Znanost o adheziji kaže da se najbolje jedinstvo između dviju površina postiže ukoliko su površine besprijekorno glatke. Površina erodiranog dentina obično je vrlo glatka pa nije potrebna preparacija. McLean i Wilson (29) preporučuju da se kod plitkih erozija u području caklinskog zuba kavitet produbi na dubinu od 0,5—1 mm. Ako se međutim omogući ispravna maturacija cementa preparacija nije neophodna.

Klinički postupak započinje pripremom kaviteta. S površine kaviteta odstrane se naslage plaka i smear layer kako bismo omogućili ionsku izmjenu između zubnog tkiva i SIC. Slijedi kondicioniranje dentina s 10% poliakrilnom kiselinom ili nekim drugim sredstvom. Powis i sur. (27) preporučuju sredstva visoke molekulske težine. Takva sredstva sadrže taninsku kiselinu (25%) i poliakrilnu kiselinu (25%), odnosno jednake dijelove vode i Durelon tekućine ili antiseptički detergent dodicini. Prilikom jetkanja treba biti vrlo oprezan, jer pretjerano jetkanje uzrokuje brojne poteškoće. Osim što se odstrani smear layer, otvore se i ušća dentinskih tubulusa i mobiliziraju površinski ioni neophodni za odgovarajuću kemijsku reakciju (30). Istejanje pulpo-dentinskog fluida iz otvorenih tubulusa umanjuje adheziju. Mount (25) preporuča kratkotrajnu aplikaciju 10% poliakrilne kiseline 10—15 sekundi, nakon čega slijedi ispiranje vodom i sušenje toplim zrakom. Budući da je voda bitan sastojak cementa i važna komponenta kod izmjene iona, zub se ne smije pretjerano sušiti.

Kod pripreme cementa treba strogo slijediti upute proizvođača. Vrijeme rada se može ograničeno produžiti miješanjem na ohlađenoj pločici ili držanjem praha u hladnjaku. Kiselina se ne smije čuvati u hladnjaku, jer se na niskoj temperaturi pretvara u gel i postaje neupotreblija.

Za konačnu kvalitetu ispuna pogodniji su kapsularni sustavi koji eliminiraju varijacije u omjeru prah/tekućina, skraćuju vrijeme miješanja, smanjuju značaj temperaturnih kolebanja prostora i konačno, olakšano je postavljanje materijala u kavitet.

Prije postavljanja cementa priredi se obuhvatna matrica: Cement se postavlja pod umjerenim tlakom, kako bi se optimalno adaptirao kavitetu.

U ranim fazama reakcije vezanja, kod svih SIC dolazi do rapidnog oslobađanja kalcijevih iona i formiranja kalcijevih poliakrilatnih prstenova. Prstenovi su relativno slabi i topljivi u vodi.

U slijedećoj fazi trovalentni aluminijski ioni formiraju aluminijsko poliakrilatne prstenove, koji su netopljivi i znatno otporniji.

SIC su hidrofilni cementi, a voda je njihov važan sastavni dio. Nastaje kao rezultat kemijske reakcije prilikom formiranja cementa. Voda je važna za izmjenu iona i za formiranje matriksa. Tijekom formiranja cementa istodobno postoji i vezanje i oslobađanje vode. Vrlo je važno da se ova ravnoteža ne poremeti.

Za vrijeme orijentacije polimernih lanaca u reakciju se uključuju kalcijevi i fosfatni ioni iz zubnog tkiva. Postupno voda biva čvrsto vezana unutar cementa. Cement i kemijska sveza sa zubnim tkivom postupno sazrijeva. Taj proces maturacije traje 2 tjedna i tek nakon toga cement je potpuno otporan na gubitak vode.

Zbog toga je potrebno neposredno poslije uklanjanja matrice i odstranjivanja viška cementa cjelokupnu površinu prekriti vodootpornim sredstvom.

Za prekrivanje površine cementnog ispuna najbolje rezultate su pokazali jednokomponentni fotopolimerizirajući niskoviskozni preparati, koji sprječavaju izmjenu vode.

Dok je zaštitni preparat još tekući, preko njega se uz pomoć oštrog instrumenta odstrani preostali višak cementa. Nakon toga se nanese novi sloj preparata i tek tada polimerizira.

Prije nego se u cijelosti ne završi kemijska aktivnost i dimenzijske promjene ispuna nije poželjno izvoditi definitivnu mehančku obradu površine.

Oblikovanje i poliranje površine ispuna mora se odložiti najmanje za 24 sata, a najbolji rezultati postižu se nakon tjedan dana. Kroz cijeli taj period mora se održati ravnoteža vode kako bi se dobile odgovarajuće fizičke osobine i zadržala transparentija ispuna. Obrada se izvodi finim dijamantnim brusnim tijelima, gumicama i sofleks diskovima u vodenom mlazu.

## TIP II 2. POJAČANI RESTORATIVNI STAKLENO IONOMERNI CEMENTI

Restorativni SIC su podložni pucanju ukoliko se izlože žvačnom tlaku, što ograničava njihovu širu primjenu. Umjesto njih proizvedeni su tzv. pojačani restorativni materijali poboljšanih fizičkih osobina.



Poseban tip je tzv. »srebrni cement« cement kod kojeg su mikrofine čestice srebra veličine 3.5 nm spojene s česticama stakla. Na taj način se postiže jaka veza između metalnog punila i stakleno ionomernog praha (31). Jednaka količina metalnog i stakleno ionomernog praha najprije se dobro izmješa i stlači pod tlakom od 350 MPa. Stapanje metala i staklenih čestica odvija se pri temperaturi od oko 800°C. Dobiva se tzv. »cermet« (keramika metal) oblik u kojem je metal dio staklenog praha (32).

Otpornost na abraziju cementa može se uspoređivati s amalgamom i kompozitnim smolama (33).

Otpornost na pucanje, odnosno tlak, također je poboljšana ali ne do te mjere da se mogu nadomjestiti kvržice i veliki defekti u području visokog žvačnog tlaka (31).

Zbog prisustva srebra adhezija na dentin i caklinu je nešto smanjena u usporedbi s klasičnim SIC.

Unatoč ovim ograničenjima cermet cement ima mnogostruku primjenu zahvaljujući brzom vezanju, rapidnoj otpornosti na apsorpciju vode kao i radiokontrastnosti.

Glavna primjena cermet cementa jest nadomjestak za dentin u slijedećim slučajevima:

- izrada bataljaka
- prekrivanje velikih kaviteta kod pripreme za inlaye, amalgamske i kompozitne ispune stražnjih zubi
- ispune fisura
- za ispune tunel preparacija
- tretman korjenskog karijesa.

Drugi tip je normalan tip II restorativni estetski cement u kojeg je uključena sferična amalgamska legura (34). Nedostatak mu je boja zbog čega se mora prekriti ili obložiti drugim restorativnim materijalom.

Prilikom pripreme materijala u svrhu postizanja odgovarajućih fizičkih osobina, važan faktor je omjer praha i tekućine. Općenito, veći sadržaj praha poboljšava fizičke osobine, međutim, ukoliko nema dovoljno tekućine da ovlaži staklene čestice smanjuje se transparentcija, jer postoje čestice koje još nisu reagirale.

U odnosu na standardne SIC kemijska adhezija na caklinu i dentin je nešto manja i kadikad je potrebno izraditi i mehaničku retenciju.

Preporuča se površinu kaviteta kondicionirati s 10% poliakrilnom kiselinom, osušiti i isprati. McLean (32) preporuča 25% poliakrilnu kiselinu kroz 10 sekundi za nevitale zube i malu površinu eksponiranog dentina. Za veliku površinu dentina vitalnog zuba 25% taničnu kiselinu.

Mehanička obrada ispuna, oblikovanje i poliranje, može se izvesti 6 minuta nakon početka miješanja. Na apsorpciju vode otporni su nakon 5 minuta (od početka miješanja). Ovi cementi ne zahtijevaju zaštitu površine

dok su izloženi oralnom miljeu. Ipak oni ostaju dva tjedna osjetljivi na gubitak vode (dehidriraju). Ukoliko se u tom periodu izoliraju od oralnog miljea više od 10 sekundi, npr. zbog obrade susjednog zuba, potrebno ih je prekriti vodootpornim sredstvom.

### TIP III. STAKLENO IONOMERNI CEMENTI ZA PODLAGANJE (LINING)

SIC za podlaganje su u upotrebi od 1984. godine. Kao i ostali SIC vežu se na dentin fizičko-kemijskom adhezijom, koja se ostvaruje polar-nim i ionskim vezama.

Radiokontrastni su, brzo vezujući i jednostavni za korištenje.

Prilikom rada sa stakleno ionomernim ili konvencionalnim cementima različiti faktori, kao što su višak kiseline, manjak praška, povećani kontakt nedovoljno izmiješane mase, veći hidraulički tlak i zatvaranje pulpe, povećavaju mogućnost reakcije od strane pulpe kao i dentinsku preosjetljivost (35). Svi ovi faktori moraju se uzeti u obzir prilikom kliničke upotrebe SIC.

Preporuča se zaštita pulpe preparatom na bazi kalcijevog hidroksida (36)

SIC za podlaganje naročito su korisni za kompozitne ispune stražnjih zubi. Znatno smanjuju učestalost postoperativne preosjetljivosti, jer oklu-diraju dentinske tubuluse i otporni su na djelovanje kiseline.

Za kompozitne ispune preporuča se tehnika spajanja sa bazom, »bonded base« tehnika (37) ili »sandwich« tehnika (38).

Površina SIC jetka se 37% fosfornom kiselinom. Djelovanjem kiseline otapa se matriks, površina cementa postaje hrapava i porozna, što omogućava da vezujuće sredstvo penetrira u cement (39). Vrijeme jetkanja ne smije biti duže od 30 sekundi. U protivnom dolazi do slabljenja cementa a time i do smanjenja snage veze. Izvrsna mikromehanička sveza između kompozitne smole i jetkane cakline, kemijska sveza između SIC i dentina, sposobnost otpuštanja fluorida kao i mala topljivost SIC čine kombinaciju ovih dvaju materijala logičnim korakom ka kliničkom uspjehu (21, 40).

Uspješnost kombinacije ovih dvaju materijala ovisi o snazi sveze između SIC i dentina, te o snazi sveze između SIC za podlaganje i kompo-zitne smole (41), osobito u slučajevima kada rubovi kaviteta završavaju u dentinu ili cementu.

Tehnikom spajanja na bazu smanjuje se mikropukotina (42).

#### GLASS-IONOMER CEMENTS

##### Summary

Glass-ionomer cements represent a new type of dental materials widely clinically applied owing to their good adhesion to dental tissue, caries-protective effects, biocompatibility and simple handling.

They are two-component materials commercially available in forms of powder or liquid. The two components are mixed manually or automatically in a vibrator to produce a compact mixture. In addition to chemical, light-polymerizing hybrid glass-ionomer cements are also available.

A description is given of physical and chemical features of these materials, their classification and use in particular clinical cases.

**Key words:** cements, glass-ionomer cements.

### Literatura

1. WILSON AD, KENT BE. A new translucent cement for dentistry: the glass ionomer cement. *Br Dent J* 1972; 132: 133—5.
2. SMITH DC. Composition and characteristics of glass ionomer cements. *J Am Dent Assoc* 1990; 120:20—2.
3. McLEAN JW. Status report on the glass ionomer cements. *J Am Dent Assoc* 1979; 99:222—6.
4. MOUNT GJ. Restoration with glass ionomer cements: requirements for clinical success. *Oper Dent* 1981; 6: 59—65.
5. WILSON AD, McLEAN JW. Glass ionomer cement. Chicago: Quintessence 1988.
6. SCHMITT W, PURRMANN R, JOCHUM P, ZAHLER WD, GRIMM-LRNZ R. Mixing liquid for silicate cements. U. S. Patent no. 3, 906, 998, 1976.
7. McLEAN JW, GASSER O. Powdered dental material and process for the preparation thereof. U. S. Patent no. 4, 527, 979, 1985.
8. TEZUKA C, KARASAVA. Setting solution for dental glass ionomer cements. U. S. Patent no. 4,089, 830, 1978.
9. SCHNITT W, PURRMANN R, JOCHUM P, GASSER O. Mixing component for dental glass ionomer cements. U. S. Patent no. 4,360, 605, 1982.
10. SUZUKI N. Dental cement composition. U. S. Patent no. 3,962, 267, 1976.
11. PROSSER HJ, POWIS DR, WILSON AD. Glass ionomer cements of improved flexural strength. *J Dent Res* 1986; 65:146—8.
12. WILSON AD, PROSSER HJ. Aluminosilicate dental cements. In: Smith DC, Williams DF, eds. *Biocompatibility of dental materials*. Boca Raton, Fla. CRC 1981; 41—77.
13. CRIPS S, WILSON AD. Reactions in glass ionomer cements: I Decomposition of the powder. *J Dent Res* 1974; 53:1408—13.
14. CRISP S, PRINGUER MA, WARDLE-WORTH D i sur. Reactions in glass ionomer cements: II. An infrared spectroscopic study. *J Dent Res* 1974; 53:1414—19.
15. CRISP S, WILSON AD. Reactions in glass ionomer cements: III The precipitation reaction. *J Dent Res* 1974; 53:1420—24.
16. MOUNT GJ. An atlas of glass ionomer cements. A clinical guide London 1990.
17. CRISTENSEN GJ, CHRISTENSEN RP. Sensitivity related to glass ionomer cements. *CRA Newsletter* 1984; 8:2.
18. MALDONADO A, SWARTZ ML, PHILLIPS RW. An in vitro study of certain properties of a glass ionomer cements. *J Am Dent Assoc* 1978; 96:785—91.
19. FORSTEN L. Fluoride release from a glass ionomer cement. *Scand J Dent Res* 1977; 85:503—4.
20. CRANFIELD M, KUHN AT, WINTER GB. Factors relating to the rate of fluoride-ion release from glass ionomer cement. *J Dent* 1982; 10:333—41.
21. SWARTZ ML, PHILLIPS RW, CLARK HE. Long-term fluoride release from glass ionomer cements. *J Dent Res* 1984; 63:158—60.
22. McCOMB D. Retention of castings with glass ionomer cements. *J Prost Dent* 1982; 48:285—8.
23. WILSON AD, PROSSER HJ, POWIS DR. Mechanism of adhesion of polyelectrolyte cements to hydroxylapatite. *J Dent Res* 1983; 63:590—2.
24. GORDON JC. Glass ionomer as luting material. *J Am Dent Assoc* 1990; 120: 59—62.

25. MOUNT GJ. Restorations of eroded areas. *J Am Dent Assoc* 1990; 120: 31—5.
26. PHILLIPS RW. The restoration of cervical areas. *CDS Review* 1980; 73: 31—4.
27. POWIS DR, FOLLERAS T, MERSOM SA, WILSON AD. Improved adhesion of a glass ionomer cements to dentin and anamel. *J Dent Res* 1982; 61: 1416—22.
28. KINLOCH AJ. The science of adhesion, part I. Surface and interfacial aspects. *J Mater Sci* 1980; 15:2141—66.
29. McLEAN JW, WILSON AD. The clinical development of the glass ionomer cements: III. The erosion lesion. *Aust Dent J* 1977; 22:190—5.
30. HOTZ P, McLEAN JW, SCED J, WILSON AD. The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *Br Dent J* 1977; 142:41—7.
31. McLEAN JW, GASSER O. Glass cermet cement. *Quintessence* 1985; 16: 333—43.
32. McLEAN JW. Cermet cements. *J Am Dent Assoc* 1990; 120:43—7.
33. MOORE BK, SWARTZ ML, PHILLIPS RW. Abrasion resistance of metal reinforced glassionomer cements. *J Dent Res (Abstract No. 1766)* 1985; 64—371.
34. SIMONS JJ. Silver-alloy powder and glass ionomer cement. *J Am Dent Assoc* 1990; 120:49—52.
35. STAINLEY HR. Pulpal responses to ionomer cements-biological characteristics. *J Am Dent Assoc* 1990; 120:25—3.
36. MÜLLER J, HORTZ W, BRUCKER G, KRAFT E. An experimental study on the biocompatibility of linings cements based on glass ionomer as compared with calcium hydroxide. *Dent Mat* 1990; 6:35—40.
37. McLEAN JW. The use of glass ionomer cements in bonding composite resins to dentine. *Br Dent J* 1985; 158:410—14.
38. SUZUKI M. Glass ionomer-composite sandwich technique. *J Am Dent Assoc* 1990; 120:55—7.
39. HINOURA KO, PHILLIPS RW. Effect of the bonding agent on the bond strength between glass ionomer cement and composite resin. *Quintessence Int* 1989; 20:31—5.
40. THORNTON JB, RETEIF DH, BRADLEY EL. Fluoride release from and tensile bond strength of Ketac-Fil and Ketac-Silver to anamel and dentine. *Dent Mater* 1986; 2:241—5.
41. HINOURA K, MOORE KB, PHILLIPS RW. Tensile bond strength between glass ionomer cements and composite resins. *J Am Dent Assoc* 1987; 114: 167—72.
42. GORDON M, PLASSCHAERT AJM, SOELBERG KB. Microleakage of four composite resins over a glass ionomer base in class V restorations. *Quintessence Int* 1985; 16:817—20.