

# Konvencionalno vs. adhezivno cementiranje fiknoprotetskih nadomjestaka

---

Zelić, Matea

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Dental Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:127:631131>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported / Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerađivanja 3.0](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-12**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb School of Dental Medicine Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Matea Zelić

**KONVENCIONALNO VS. ADHEZIVNO  
CEMENTIRANJE FIKSNOPROTETSKIH  
NADOMJESTAKA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2016.

Rad je ostvaren na Zavodu za fiksnu protetiku Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Voditeljica rada:

Doc.dr.sc. Andreja Carek, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Lektor hrvatskoga jezika: Mirna Franc, profesor hrvatskog i talijanskog jezika i književnosti

Lektor engleskoga jezika: Ivana Maglica, magistra edukacije engleskoga i hrvatskoga jezika

Rad sadrži: 53 stranice

7 slika

3 tablice

1 CD

## ZAHVALA

*Zahvaljujem se mentorici doc.dr.sc. Andreji Carek na iznimnoj susretljivosti, ljubaznosti te stručnom vodstvu tijekom izrade ovoga rada i kliničkih vježbi.*

*Želim zahvaliti svojoj obitelji za svu podršku, koja me gurala i još uvijek gura naprijed, prijateljima, te svima onima koji su ovo željeli jednako koliko i ja, ali i onima koji su to manje željeli, a time doprinijeli.*

*Ovaj rad posvećujem Marku. Hvala ti za svu ljubav i strpljenje, hvala što me uspijevaš pratiti, a u isto vrijeme voditi.*

*„Dvije stvari opisuju čovjeka:  
strpljenje kad nema ništa i  
ponašanje kad ima sve.“*

*Ivo Andrić*

## SADRŽAJ:

1. UVOD .....	1
2. SVRHA RADA.....	2
3. CEMENTI.....	3
3.1. Mehanizmi fiksacije nadomjestka .....	3
3.2. Svojstva i zahtjevi koje mora ispunjavati dobar cement .....	5
3.3. Podjela cemenata .....	7
3.3.1. Privremeni cementi .....	8
3.3.2. Trajni cementi .....	9
3.4. Podjela cemenata prema kemijskom sastavu .....	10
3.4.1. Cinkoksifosfatni cement .....	11
3.4.2. Silikatni cement .....	13
3.4.3. Silikofosfatni cement .....	13
3.4.4. Cinkoksidgeugenol cement (ZOE) .....	13
3.4.5. Etoksibenzojev cement (EBA).....	14
3.4.6. Polikarboksilatni cement.....	14
3.4.7. Staklenoionomerni cementi .....	15
3.4.8. Akrilatni cementi .....	17
3.4.9. Kompozitni cementi.....	18
3.4.10. Hibridni cementi .....	22
4. KONVENCIONALNA TEHNIKA CEMENTIRANJA.....	23
4.1. Priprema zuba i nadomjestka za konvencionalno cementiranje.....	23
4.2. Tehnika cementiranja cinkoksifosfatnim cementom.....	24
4.3. Komplikacije kod konvencionalne tehnike .....	25
5. ADHEZIVNA TEHNIKA CEMENTIRANJA.....	27
5.1. Priprema zuba za adhezivno cementiranje .....	28
5.2. Adhezivni sustavi i nanošenje adheziva .....	30
5.3. Tehnika cementiranja kompozitnim smolama .....	32
5.4. Tehnika cementiranja staklenoionomernim cementima.....	34
5.5. Posebnosti u cementiranju s obzirom na gradivni materijal.....	35
5.6. Priprema nadomjestka za adhezivno cementiranje .....	38
5.7. Komplikacije kod adhezivnog cementiranja .....	40

6. RASPRAVA .....	43
7. ZAKLJUČAK .....	45
8. SAŽETAK .....	46
9. SUMMARY .....	47
10. LITERATURA.....	48
11. ŽIVOTOPIS .....	53

## **1. UVOD**

Cementi su materijali koji se koriste u više grana dentalne medicine, posebno u preventivnoj i restaurativnoj stomatologiji te fiksnoj protetici. Od iznimne je važnosti za doktora dentalne medicine poznavanje svakog materijala kojim rukuje i djeluje u svom svakodnevnom radu. Cementi kao dentalni materijali bit će u ovom radu prvenstveno prikazani kao materijali korišteni u domeni fiksne protetike. To su materijali koji se koriste u posljednjoj fazi izrade fiksno protetskog nadomjestka, a to je faza cementiranja. Osim za fiksaciju nadomjestka na brušeni zub, cementi se rabe i u svrhu zaštite zuba nosača (1). Uzevši u obzir samu definiciju fiksne protetike, koja kaže da je to dio stomatološke protetike koja se u užem terapijskom smislu bavi izradom krunica i mostova (fiksno protetskih radova), dolazimo do zaključka da je postupak cementiranja neizostavan dio fiksne protetike (2).

## **2. SVRHA RADA**

U radu će se obratiti pozornost na važnost poznavanja svojstava i vrsta dentalnih cemenata, pravilan način primjene i razumijevanje faza rada pri korištenju cemenata. Cementiranje predstavlja posljednju fazu u izradi fiksno protetskog nadomjestka. Mnogima naizgled jednostavan postupak može uslijed neznanja o cementu koji primjenjuje, bilo da je riječ o dužini vremena vezanja, debljine sloja, otapanja i prijanjanja na zubni bataljak, prouzročiti prerani prekid funkcijske trajnosti. Svrha struke sastoji se u prepoznavanju i otklanjanju patoloških stanja u području stomatognatog sustava. Cement je oduvijek bio najslabija karika u sistemu zub-cement-fiksno protetski rad. Poznavanje kemijskih, fizikalnih i bioloških osobitosti pojedinih vrsta cemenata od osobitog je značaja. Postignuće svakog doktora dentalne medicine je kvalitetan rad, a time sretan i zadovoljan pacijent, do kojeg je moguće doći samo i jedino znanjem.



### **3. CEMENTI**

Cementi pripadaju skupini materijala koji se u fiksnoj protetici rabe za fiksaciju nadomjestka na brušeni zub radi zaštite zuba nosača i pridržavanja nadomjestka. Cementiranje je posljednja faza u izradi fiksnoprotetskih radova. Pukotina između fiksnoprotetskog nadomjestka i brušenog zuba popunjava se cementom ili sredstvom za fiksaciju (1). Koriste se kao podloge i premazi ispod neposrednih restorativnih uradaka te kao materijali za privremene i trajne ispune. Također se primjenjuju za punjenje korijenskih kanala, kao toplinski i kemijski izolator ispod kompozitnih i amalgamskih ispuna, za prekrivanje pulpe te kod terapije trauma mliječnih zubi. Cementi su materijali ili mješavine materijala, gdje se u pravilu miješa prašak i tekućina, a konačno se dobije pasti slična masa, koja nastaje reakcijom obiju komponenata. Dakle, u pravilu su to dvokomponentni sustavi, kombinacija tekućine i prašaka ili paste i paste (2). Prašak se sastoji od metalnih oksida (glavni sastojak klasičnih cemenata za pričvršćivanje je cink oksid - ZnO), dok je tekućina obično pogodna kiselina, pretežno u vodenoj otopini. Kod reakcije se stvaraju soli koje stvrdnjavaju u čisto amorfni matriks (3).

#### **3.1. Mehanizmi fiksacije nadomjestka**

Brušenjem zubi preoblikujemo i smanjujemo kliničku krunu zuba, čime se ostvaruje prostor koji je potreban za smještaj fiksno protetskog nadomjestka, koji će svojim oblikom, veličinom, bojom i funkcijom nadomjestiti izgubljeno ili uklonjeno tvrdo zubno tkivo, s ciljem da se poboljša prijašnja estetika i nadomjesti izgubljena funkcija. Da bi takav nadomjestak mogao stajati na izbrušenom i modificiranom zubu-bataljku, koristimo se mehanizmima fiksacije nadomjestaka na brušenom zubu.

To su mehanička (neadhezivna) fiksacija, mikromehaničko lijepljenje i adhezija na molekularnoj razini (Slika 1).



Slika 1. Prikaz vrsta mehanizama fiksacije nadomjestka

Mehanička fiksacija način je na koji se retiniraju klasični, konvencionalni cementi. Riječ je o neadhezivnoj vezi, odnosno između zuba i nadomjestka nema kemijskog ni fizikalnog međudjelovanja. Osnova pridržavanja je dizajn preparacije koji osigurava retenciju i rezistenciju (1). Cement koristi zaostale utore na površini brušenog zuba za retenciju i mehaničku fiksaciju. Sama preparacija bataljka je izravan čimbenik i uvjet kvalitetne mehaničke fiksacije. Važno je da preparacija bataljka ima paralelne stijenke brušenog zuba te mali iznos konus kuta. Najčešće korišteni cement koji koristi isključivo mehaničku fiksaciju je cinkoksifosfatni cement (4). Mikromehaničko lijepljenje veza je koja se zasniva na aktivaciji površina koje dolaze u kontakt. Svrha je povećanje ukupne površine koja dolazi u kontakt i stvaranje mikrostruktura kojima se postiže mehanička retencija. Mikropukotine mogu nastati nekim od postupaka pripreme površine, jetkanjem dentina i cakline ortofosfornom kiselinom, pjeskarenjem kovine, kemijsko i elektrokemijsko nagrizanje keramike, kemijsko nagrizanje keramike fluorovodičnom kiselinom. Razlika ovakve vrste retencije s mehaničkom fiksacijom je u vlačnoj čvrstoći. Vlačna čvrstoća za

cinkfosfatni cement iznosi 8,2 MPa, a cemenata na bazi smola između 30 i 40 MPa, što je 4-5 puta više (4). Adhezija na molekularnoj razini, odnosno cementiranje ostvareno adhezivnom vezom, uključuje kemijsko i fizikalno međudjelovanje između bataljka i nadomjestka. Ostvaruju se fizikalne sile, bipolarne i Van der Waalsove, a od kemijskih veza ionske i kovalentne veze (1). Molekule u sastavu cementa povezuju se s molekulama tvrdih zubnih tkiva, točnije sa hidroksiapatitom. Vezu je moguće ostvariti i s metalnim i bezmetalnim materijalima nadomjestaka. Sustavi koji koriste ovu vrstu fiksacije su polikarboksilatni cementi, staklenoionomerni cementi i kompozitne smole. Posebnim postupcima pripreme (silanizacija) omogućuje se adhezija i fiksacija nadomjestka. Adhezivna veza je unapređenje mehaničke i mikromehaničke sveze te smanjenje rubnog propuštanja (4). Vlačna čvrstoća ovih sustava varira ovisno o tome koji cement se koristi. Minimalno je dva puta jača vlačna čvrstoća adhezivne veze od mehaničke fiksacije, a jačina može doseći pet puta veće vrijednosti.

### **3.2. Svojstva i zahtjevi koje mora ispunjavati dobar cement**

Cementi moraju udovoljiti biološkim, fizikalnim, mehaničkim i estetskim zahtjevima. U kliničkom radu važno je poznavati i obratiti pozornost na svojstva koja određuju strukturu i ponašanje cementa. Kao jednostavan vodič pri izboru najboljeg cementa za cementiranje u svakoj kliničkoj situaciji su retencija, estetski zahtjevi i jednostavnost uporabe. Ovi zahtjevi zapravo obuhvaćaju nekoliko odgovora na pitanja je li preparacija dovoljna za retenciju, kada se odlučiti za konvencionalno ili adhezivno cementiranje, kako će cement utjecati s estetskog gledišta na završni rezultat rada i u konačnici, koliko vremena je potrebno odvojiti za kvalitetno i

sigurno cementiranje, a da je u isto vrijeme jednostavno (5). Cement prije svega mora biti biokompatibilan, odnosno ne smije biti štetan za živo tkivo. Cement dolazi u doticaj s tvrdim zubnim tkivima, caklinom i dentinom. Ulazno mjesto za prodor iritansa do pulpe čine najčešće eksponirani dentinski tubulusi kao posljedica nedostatka cakline. Agensi mogu uzrokovati alergijske i upalne procese. Osim na cement, pulpa također može reagirati na mehaničku i termičku iritaciju uzrokovanu prilikom preparacije i brušenja bataljka. Brušenjem ostavljamo dentinsku ranu, stoga će niske vrijednosti pH cemenata dovesti do ireverzibilnih oštećenja. U ovom slučaju cement može biti idealno sredstvo koje će štititi pulpu od vanjskih štetnih utjecaja, uključujući termičku izolaciju, zaštitu od kemijskih agenasa iz materijala od kojeg je načinjen nadomjestak te elektroizolaciju. Također bi trebao djelovati bakteriostatski. Cement mora biti netopljiv u slini i drugim tekućinama u usnoj šupljini. Uzevši u obzir da cement ispunjava vrlo važan prostor između zuba i nadomjestka, njegova topljivost može dovesti do slobodnog prostora za naseljavanje bakterija zajedno sa zadržavanjem hrane, što stvara idealne uvjete za nastanak teško vidljivog i dostupnog karijesa. Topljivost ovisi o rubnoj mikropukotini između protetskog rada i zuba. Što je veća mikropukotina, cement je podložniji slini i povećava se topljivost. Deblji slojevi cementa pokazuju manju topljivost, ali takav zaključak iziskuje više prostora, time i više brušenja zuba (3). Debljina cementnog sloja ovisi o preparaciji zuba i preciznosti izrađenog nadomjestka, zatim o svojstvima cementa, veličini čestica praška, omjeru praška i tekućine, načinu mješanja te vlažnosti radnog polja. Iz navedenoga shvaćamo da su reološke osobine smjernice u odabiru cementa. To je nizak viskozitet, da bi se stvorio što tanji sloj na mjestu primjene, kako pri sobnoj temperaturi tako i temperaturi usne šupljine, ali i dovoljno vrijeme za obradu (2).

Vrijeme rada treba biti dovoljno dugo, a vrijeme vezivanja omogućiti postavljanje materijala u nadomjestak dok je još u fazi optimalne konzistencije. Korisno je da cement daje dovoljno vremena za manipulaciju, dakle duže radno vrijeme, ali da uz to ima kratko vrijeme stvrdnjavanja (6). Kod protetskih radova kod kojih postoji mogućnost prosijavanja boje cementa kroz stijenku, npr. akrilat ili staklokeramika, potrebno je individualno uskladiti boju cementa boji zuba putem ključa boja. Istovremeno se uzima u obzir i stupanj transparentije i translucencije materijala nadomjestka. Cement direktno utječe na estetiku kompletnog rada te njegova dobra estetska svojstva čine nezaobilazan korak prema idealnom protetskom radu (3). Na slici 2 prikazana su svojstva nabrojana u tekstu.



Slika 2. Prikaz svojstava koja čine idealan cement

### 3.3. Podjela cemenata

Cementi se dijele prema nekoliko kriterija. Za praktični rad jedna od najvažnijih podjela je prema načinu primjene, zatim prema kemijskom sastavu te prema stupnju

prianjanja na zubna tkiva. U daljnjem tekstu bit će opisana samo podjela prema načinu primjene, a ostale podjele u drugim poglavljima ovoga rada. Jasniji pregled dan je u tablici 1.

Tablica 1. Podjela cemenata

<b>PODJELA CEMENATA</b>		
<b>PREMA TRAJNOSTI</b>	<b>PREMA SASTAVU</b>	<b>PREMA NAČINU CEMENTIRANJA</b>
1. Privremeni 2. Trajni	1. Cinkoksifosfatni 2. Silikatni 3. Silikofosfatni 4. Cinkoksieugenol 5. Etoksibenzojev 6. Polikarboksilatni 7. Staklenoionomerni 8. Akrilatni cementi 9. Kompozitni 10. Hibridni	1. Konvencionalno (klasično) 2. Adhezivno

### 3.3.1. Privremeni cementi

Privremeni cementi pripadaju skupini materijala za koje se odlučujemo onda kada želimo cementirati nadomjestak na određeno vrijeme. Privremeno cementiranje koristimo kako bismo procijenili funkciju i estetiku rada. Za privremeno cementiranje koriste se cementi bazirani na cinkokisdu i eugenolu. Novije generacije privremenih cemenata u pravilu se proizvode bez komponente eugenola (engl. „eugenol free“ ili „no eugenol“). Razlog izbjegavanja korištenja eugenola njegovo je sedirajuće djelovanje te omekšavanje sintetskih materijala, što dovodi do promjene boje i svojstava materijala fiksno protetskog nadomjestka (4). Upotreba cemenata bez eugenola obavezna je i onda kada se planira adhezivno cementiranje definitivnog nadomjestka. Eugenol, naime, spriječava potpunu polimerizaciju kompozitnog cementa (7). Razdoblje od 1-2 tjedna obično je dovoljno da se učini procjena nakon

čega slijedi trajno cementiranje. Ukoliko privremeni cementi ostanu dulje vremena u usnoj šupljini, povećava se šansa njihovog otapanja, prodora bakterija i hrane u prostor koji su popunjavali. Da bi se to izbjeglo, danas se na tržištu mogu naći cementi za privremeno cementiranje s naglaskom na kratkotrajno (tvornički naziv Freegenol) i dugotrajno (tvornički naziv Fuji Temp LT). Bilo da je riječ o privremenom nadomjestku ili trajnom, privremeno cementiranje je jedan od ključeva uspjeha definitivnog fiksno protetskog rada. (8). Jedan od važnijih kriterija je mogućnost laganog i potpunog uklanjanja s bataljka, ali i iz nadomjestka. Poželjno je radove ukloniti instrumentom ili čak prstima, ali da je skidanje otežano u parafunkcijama i funkcijskim kretnjama stomatognatog sustava. Druge važne karakteristike su biokompatibilnost, prihvaljiva debljina sloja i kratko vrijeme stvrdnjavanja (4). Najčešće korišteni cementi su tvorničkog nazivlja Freegenol Temporary Pack (GC), RelyX Temp NE Temporary Cement (3M ESPE), Temposil 2 Intro Kit (Coltene), TempBond (Kerr) koji je na bazi od eugenola i drugi.

### **3.3.2. Trajni cementi**

Nakon što se ustanovi da je fiksno protetski rad zadovoljio sve uvjete stomatognatog sustava, odlučujemo se za konačno cementiranje trajnim cementom. Cement doprinosi sveukupnoj trajnosti rada, kvalitetnoj fiksaciji i retenciji te shodno tomu i funkciji u usnoj šupljini. Ovisno o gradivnom materijalu nadomjestka odabire se i cement. Materijali od kojih se fiksno protetski radovi izrađuju mogu se podijeliti na estetske i neestetske, odnosno nemetalne i metalne. Razvojem dentalne medicine i dentalnih materijala, izbacuje se iz upotrebe potpuna kovinska krunica i uvodi metal keramička krunica. Sastoji se od metalne baze na koju se u posebnim laboratorijskim

uvjetima nanosi keramika (1). Daljnji razvoj keramike dovodi u upotrebu radove bez metalne baze, jer se osim estetike, keramikom ostvarila i otpornost na mehaničko trošenje i lom. Razvojem silikatne kemije dobivena je staklo-keramika. Unošenjem različitih oksida u staklenu talinu na tržište dolazi i oksidna keramika, odnosno aluminijska oksidna keramika i cirkonij-oksidna keramika (1). Materijali za pričvršćenje nadomjestka mogu biti pasivni (koji samo ispunjavaju prostor između zuba i nadomjestka) ili aktivni (koji stvaraju mehaničku i kemijsku vezu između zuba i nadomjestka). Izbor će prije svega ovisiti o materijalu, odnosno radi li se o konvencionalnom kovinskom ili nekovinskom adhezijskom radu. Fiksno protetski radovi od slitine cementiraju se klasičnim postupkom, konvencionalnim cementiranjem, koji koristi cinkoksifosfatni, polikarboksilatni, staklenoionomerni cement, ali je moguće odraditi fiksaciju i adhezivnim cementiranjem, kompozitnim cementima. Detaljan opis konvencionalnog i adhezivnog cementiranja bit će opisani u drugim poglavljima ovog rada.

### **3.4. Podjela cemenata prema kemijskom sastavu**

Materijali za cementiranje razlikuju se po kemijskom sastavu, imaju različite fizičke, mehaničke i biološke osobine. Da bi bio idealan, cement mora ispunjavati nekoliko zahtjeva. Za trajno cementiranje trebao bi imati dovoljno dugo radno vrijeme, da se lijepi samo za površinu zuba i nadomjestka, da nije toksičan za pulpu, ima zadovoljavajuću mehaničku otpornost, da se višak može istisnuti kako bi se formirao što je moguće tanji sloj, ali uz to da ima malu viskoznost, bude netopljiv i da ima optimalno vrijeme vezivanja. Pored toga, višak vezanog cementa nakon stvrdnjavanja trebao bi se lako uklanjati. Svi navedeni zahtjevi i svojstva cementa



proizilaze iz kemijskog sastava cementa. U većini slučajeva, prah čine ili cink oksid ili aluminosilikatno staklo, dok je tekući dio fosforna kiselina, poliakrilna kiselina ili eugenol (10). Najčešće korišteni cementi u kliničkoj praksi su cinkoksifosfatni, staklenoionomerni i kompozitni cement (10).

#### **3.4.1. Cinkoksifosfatni cement**

Cinkoksifosfatni cement u uporabi je od 1879. godine, koristi se više od stoljeća za cementiranje radova s metalnom osnovom. Veza koju uspostavlja između zuba i nadomjestka je mehanička. Vezivanje se ostvaruje isključivo na principu mehaničkog uklještenja cementa na površini brušenog zuba, s jedne, odnosno unutrašnje površine nadomjestka, s druge strane. Retencija i stabilizacija izravno ovise o preparaciji zuba i kontaktnoj površini nadomjestka. Duga uporaba čine ga klasikom u današnjoj rekonstruktivnoj stomatologiji. U promet dolazi kao dvokomponentni sustav, zasebno pakirani prašak i tekućina. Prašak se sastoji od 80-90% cinkova oksida, 10% magnezijeva oksida te 10% silicijeva dioksida, aluminijska trioksida i kalcijeva fluorida. Tekućina se sastoji od 52-56% fosforne kiseline, 36% vode i 2% aluminijska. Vezivanje nastaje acido-baznom reakcijom (1). Proces vezivanja započinje mješanjem dviju komponenti uz oslobađanje topline koja može senzibilizirati zub. Ručno miješanje provodi se na hladnoj i suhoj pločici, a iznosi oko 60-90 sekundi. Dobro ohlađena pločica pridonosi duljem radnom vremenu i vremenu vezanja cementa. Fosforna kiselina može utjecati na zub jer zbog hidrauličkog tlaka prodire u dentinske tubuluse. PH vrijednost iznosi 3,5 u vrijeme cementiranja, a nakon 7 dana iznosi 6,9 što znači da zadržava kiselost koja predstavlja stalnu opasnost za pulpu (3). Cinkoksifosfatni cement ima mnoge

prednosti i nedostatke. Kao slabosti i svojstvene probleme prije svega treba spomenuti visoku topljivost ovih cemenata. Tekući dio sastoji se od fosforne kiseline koja može uzrokovati osjetljivost pulpe nakon tretmana. Cinkoksifosfatni cement nema svojstvo pečaćenja, ne otpušta fluoride i nije translucentan. Da vrijeme „gazi“ ovaj cement najviše je zaslužna adhezivna era i spajanje materijala kemijskom vezom za tvrda zubna tkiva (11). Pripravljavanje cementa vrlo je osjetljiv korak u fazi cementiranja. Cementna prašina podijeli se u nekoliko dijelova te se svaki dio pojedinačno umiješa u tekućinu. U usporedbi s modernijim cementima, klinički rad s cinkoksifosfatnim cementom je izazov (12). Prednosti ovog materijala su ekonomičnost, jednostavnost rukovanja, predvidljivo ponašanje u raznim situacijama te lako uklanjanje stvrdnutog cementa. Koristi se za cementiranje kovinskih i estetskih nadomjestaka s metalnom osnovom, te kod potpuno keramičkih radova (aluminijeva i cirkon-oksida keramika) (1). Najpoznatiji tvornički naziv je Harvard cement (Richter & Hoffmann, Njemačka).



Slika 3. Cinkoksifosfatni cement. Preuzeto iz: (13)

### **3.4.2. Silikatni cement**

Cement koji se u današnje vrijeme gotovo pa i ne koristi, prije svoga zbog svog toksičnog ponašanja. Zabilježeno je njegovo djelovanje u obliku nekroze pulpe. Razlog njegove uporabe je boja cementa koja se, u to vrijeme, približila estetskim zahtjevima. Danas su u potpunosti zamijenjeni kompozitnim materijalima (3).

### **3.4.3. Silikofosfatni cement**

Silikofosfatni cement datira iz vremena cinkoksifosfatnog cementa te se danas više ne koristi. Opisuju se i kao „kameni cementi“ jer nastaju kombinacijom mješavine prvih dviju cementnih sorti. Posjeduje toksičnost silikatnih cemenata te višu topljivost od cinkoksifosfatnog cementa (3).

### **3.4.4. Cinkoksidgeugenol cement (ZOE)**

Cinkoksidgeugenol cement pripada skupini privremenih cemenata. Miješanjem dviju komponenti, praška i tekućine ili paste i paste, nastaje cement. Tekućina se sastoji 85% eugenolata i 15% ulja. Prah u većininskom udjelu (70%) sadrži cinkov oksid, zatim oko 25-30% smola te manji postotak čine magnezijev oksid, cinkov stearat, cinkov propionat i sukcinat. Vezivanje se ostvaruje kemijskom reakcijom pri kojoj nastaje cinkov hidroksid koji reagira s eugenolatom te u konačnici nastaje cinkov eugenolat (1). Cinkov eugenolat podložan je rastapanju u usnoj šupljini (2). Biološka svojstva vezana za kiselost su dobra, pH varira od 6,6 do 8, međutim eugenol djeluje na paratubularni dentin, širi otvor kanalića i može izazvati oštećenje pulpe. Eugenol također može djelovati i remetiti vezanje definitivnog cementa. Iz ovih razloga sve više se koriste materijali bez eugenola (1).

### **3.4.5. Etoksibenzojev cement (EBA)**

Uzevši u obzir loše osobine cinkokisdeugenol cementa, topljivost u dodiru s tekućinama usne šupljine, slaba tlačna čvrstoća te toksičnost eugenola, razvoj je tekao u smjeru etoksibenzojevog cementa. Količina eugenola svedena je na minimalnu razinu, a dodatkom oroetoksibenzojeve kiseline poboljšavaju se mehanička svojstva. Svoju indikaciju zadržava kao privremeni cement, ali s oprezom kod cementiranja nadomjestaka načinjenih od akrilata jer eugenol djeluje kao omekšivač na sintetske materijale (3).

### **3.4.6. Polikarboksilatni cement**

Još jedan cement na bazi cink oksida je i polikarboksilatni cement. U stomatološkoj upotrebi je od 1968. godine. Ovaj cement pripada skupini adhezivnih cemenata (4). Tekući dio sastoji se od poliakrilne kiseline i vode u približno podjenakim odnosima. Prah se sastoji od cink oksida, magnezij oksida, aluminij oksida i drugih primjesa (2). Dugi lanci poliakrilne kiseline spajaju se međusobno pomoću cinka, koji reagira s karboksilnim grupama poliakrilne kiseline i stvara cinkov polikarboksilat. Osim s atomima cinka, karboksilne grupe poliakrilne kiseline vežu se s kalcijem iz cakline i dentina te stvaraju poliakrilni kalcijev kompleks (3). Kao rezultat nastaju kelati preko kojih se ostvaruje adhezija, kemijska veza cementa s tvrdim zubnim tkivom. Smanjena je toksičnost jer su molekule poliakrilne kiseline veće od dentinskih tubulusa te otežano dopiru do pulpe zuba. PH vrijednost je 4,8 što je također razlog smanjenoj osjetljivosti bataljaka. U prilog ovomu ide i stvaranje male količine temperature prilikom vezivanja komponenti (12). U odnosu na cinkoksifosfatne cemente pokazuju veću tlačnu i vlačnu čvrstoću (2). Nedostatci polikarboksilatnih

cemenata su njegova izrazita osjetljivost na slinu, nemogućnost sveze za zlatnim legurama te velika kontrakcija koja može dovesti do nastanka mikropukotina (4). Ovaj cement se otežano čisti s bilo kojih površina. Ako se koristi, polikarboksilat je najpogodniji za cementiranje pojedinačnih metalnih radova u područjima bez opterećenja i radovima koji nisu velikog raspona. Nadomjesci koji su cementirani polikarboksilatnim cementom na duži vremenski period, mogu se olavabiti i odvojiti od bataljka prije nego je to očekivano, što ga zapravo čini idealnim cementom za dugoročno privremeno cementiranje (12).

#### **3.4.7. Staklenoionomerni cementi**

Staklenoionomerni cementi (SIC) razvili su se kao rezultat traženja zamjene za silikatne cemente koji su se koristili u stomatologiji preko stotinu godina. SIC su materijali koji su od uvođenja u svakodnevni rad prije četrdeset godina pa sve do danas doživjeli mnoge preinake. Zbog dobrih svojstava koje posjeduju našli su široku primjenu u mnogim granama dentalne medicine, preventivnoj i restaurativnoj stomatologiji, ali i u fiksnoj protetici. Važno svojstvo je njihov preventivni učinak, mogućnost dobre adhezije na stijenke kaviteta, dobro rubno zatvaranje, neosjetljivost na vlagu i svakako najvažnije svojstvo, biokompatibilnost. SIC posjeduju dobra karijes protektivna svojstva jer otpuštaju fluor. Otpuštanje fluora naglo se povećava u kariogenim uvjetima, s čime se podržava precipitacijska faza koja zaustavlja progresiju karijesa. Adhezija se postiže pomoću kemijske veze između karboksilnih skupina poliakrilne kiseline i kalcij hidroksilapatita iz cakline (14). Na tržištu se nalaze sustavi prašak i tekućina, pasta i pasta te kapsule za miješanje u silamatu. Prah se sastoji od kalcij-fluor-aluminijeva silikatnoga stakla, odnosno 30% silicijeva

dioksida, 35% kalcijeva fluorida, 20% aluminijska trioksida, 4% natrijeva fluorida, 2,5% aluminijska fluorida te 10% aluminijska fosfata (1). U nekih SIC tekući dio čini vodena otopina kopolimera poliakrilne kiseline i dodataka, dok je kod drugih tekući dio samo voda, a kopolimer je u obliku praha dodan praškastoj komponenti (4). Dodani su kopolimeri koji uglavnom sadrže akrilnu, itakonsku i maleinsku kiselinu. Dodavanjem itakonske kiseline poboljšala se stabilnost i dugotrajnost otopine poliakrilne kiseline. U svrhu poboljšanja određenih svojstava mogu biti dodane ostale kiseline kao što su: tartarna, salicilna, limunska, octena (6). Razlika između kompozita i SIC je metoda adhezije sa zubnim tkivom. Kompozit iziskuje pripremu zuba jetkanjem te se veže mikromehanički za caklinu ili dentin, dok staklenoionomerni cement kao predtretman ne traži jetkanje i uklanjanje anorganskih tvari strukture tvrdih tkiva, već ih koristi za nastanak prave kemijske veze. Ova veza prvenstveno nastaje zbog poliakrilne kiseline, koja kao bioaktivna kiselina, dovodi do izmjene iona između cementa i zubnog tkiva. Poliakrilna kiselina omekšava i prodire u površinski sloj zuba, pomičući fosfatne ione. Zbog održavanja elektrolitske ravnoteže, potrebno je da svaki fosfani ion sa sobom povuče i ion kalcija. Zajedno ulaze u nestvrdnuti cement, koji kad se stvrdne, ostaje čvrsto vezan na zub preko ionskog sloja nastalog izmjenom atoma (15). Podjela SIC prema kliničkoj primjeni čini osnovnu podjelu koju su dali Wilson i McLean 1988. godine dijeleći ih u tri osnovne skupine: tip 1, tip 2, tip 3. Tip 1 cementi predstavljaju materijale za učvršćivanje fiksnih protetskih nadomjestaka (krunice, mostovi, inleji, onleji) i ortodontskih bravica. Odnos praha i tekućine kreće se u odnosu 1,5:1. Cement će tada imati manju viskoznost nakon miješanja i omogućiti lakše postavljanje. Tip 2 cementi obuhvaćaju restaurativne estetske i pojačane cemente. Dodana je

maksimalna količina praha i poboljšana su mehanička svojstva. Tip 3 cementi ovisno o odnosu praha i tekućine mogu se podijeliti na dvije podskupine. Skupina za podloge („lineri“) koja ima malu količinu praha, time i smanjena mehanička svojstva. Dizajnirani su kao podloga definitivnim materijalima. Drugu podskupinu čine SIC-i koji se koriste kao baze ili zamjena za dentin. Potrebna su dobra mehanička svojstva, time je dodana velika količina praha u omjeru 3:1 naspram tekućem dijelu (16). Staklenoionomerni cementi se još dijele prema kemijskom sastavu i načinu stvrdnjavanja. Razlikujemo konvencionalne samostvrdnjavajuće, akrilatom pojačane svjetlosnopolimerizirajuće, akrilatom pojačani samostvrdnjavajući te svjetlom aktivirani samostvrdnjavajući cementi (15). Komercijalni nazivi SIC cemenata su Glasionomer Tip 1 (Shofu), Ketac-bond (Espe), Ketac-fill (Espe), GC Fuji 1 (G.C.), GC Fuji PLUS 1-1 (G.C.).



Slika 4. Akrilatom pojačani staklenoionomerni cement za cementiranje. Preuzeto iz:  
(17)

#### **3.4.8. Akrilatni cementi**

Akrilatni cementi su kopolimeri hladno-polimerizirajućih sintetskih materijala s velikom sposobnošću adhezije kao i dobrom tvrdoćom i čvrstoćom. Koriste se za

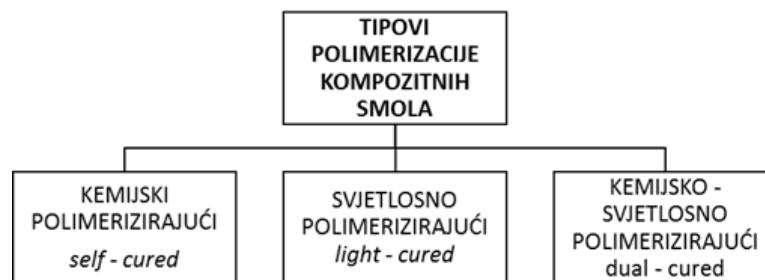
reparaturu akrilatnih krunica i mostova, učvršćivanje akrilatnih faseta te trajno cementiranje protetskih nadomjestaka na bataljke. Akrilati su esteri akrilatne kiseline po kemijskom sastavu. Akrilatni cementi sačinjeni su od praška, PMMA-polimetilmetakrilat uz punilo i tekućine, metilmetakrilni monomer (3). Ovi cementi su jači i manje topljivi od ostalih vrsta cemenata, ali imaju malu krutost. Prednosti ovih cemenata su niska topljivost i velika čvrstoća, a nedostaci su kratko radno vrijeme, osjetljivost pulpe i teško uklanjanje cementa na rubovima nadomjestka (18).

#### **3.4.9. Kompozitni cementi**

U skupini cemenata građenih na bazi polimera pripadaju akrilatni cementi i kompozitni cementi. Prva skupina je na bazi metil metakrilata, a druga na bazi aromatskih dimetakrilata tipa Bis-GMA (18). Kompozit se definira kao kombinacija dvaju ili više kemijski različitih materijala s jasnim graničnim spojem između komponenti i svojstvima boljim od pojedinačnih komponenti. Kompozitni materijali sastoje se od tri dijela: organska smolasta matrica, anorganskih čestica punila i svezujućeg sredstva (19). Kemijski sastav kompozitnih smola za lijepljenje fiksnoprotetskih nadomjestaka čini oligomerna matrica (Bis-GMA ili uretan dimetakrilat), finoizrnatno anorgansko punilo i spojni međusloj. Gotovo su identični kompozitnim materijalima koji se koriste u restaurativnoj stomatologiji za ispune. Razlikuju se po manjoj količini punila i shodno tomu posjeduju nižu viskoznost (4). Bis-GMA je aromatski metakrilat kojeg je prvi put otkrio Rafael Bowen u ranim 60-tim godinama. Dva su nedostatka Bis-GMA: upitna stabilnost boje i visoka viskoznost. Visoka viskoznost rezultat je –OH grupa i vodikove veze. Za smanjenje viskoznosti dodaju se niskomolekulski monomeri kao što je trietilenglikol



dimetakrilat (TEGDMA) i etilenglikol dimetakrilat (EDMA). Anorgansko punilo razlikuje se od materijala do materijala po veličini čestica i sastavu. Mogu biti koloidna silica, barij-silikat, stroncij ili borosilikatno staklo, kvarc, cink silikat, litij aluminij silikat, itrijev i iterbijev trifluorid. Fizička svojstva određena su anorganskim punilom. Veći udio pridonosi porastu modula elastičnosti, tlačne i vlačne snage. Polimerizacijsko skupljanje, koeficijent toplinske ekspanzije i apsorpcija vode u izravnom su odnosu sa količinom organske smole u sastavu kompozita. Sredstvo koje povezuje organsku i anorgansku komponentu čini bifunkcijska molekula, silanizirajući agens-organosilani (19). Klasični adhezivni kompozitni cementi imaju posebna sredstva za spajanje i zahtijevaju nekoliko adhezivnih koraka prije samog cementiranja. Novom generacijom samoadhezivnih kompozitnih cemenata ispunjavaju se estetska i adhezivna svojstva, bez potrebe za dugotrajnim složenim koracima (5). Kompozitni cementi ne ostvaruju pravu kemijsku vezu s tvrdim zubnim tkivom, kao kod SIC. Mehanizam fiksacije kompozitnih smola je mikromehaničko lijepljenje. Njihova primjena zahtijeva predtretman pripreme zuba i nadomjestka. Jetkanjem površine cakline ostvaruje jaču vezu nego s dentinom. Uz mikromehaničku vezu, ostvaruju adhezivnu svezu na molekularnoj razini između adheziva (ljepila) i adherenta (bataljka i nadomjestka) (4). Kompozitne smole mogu se podijeliti prema mehanizmu polimerizacije u tri skupine. Raspođjeljuju se na kemijsko polimerizirajuće (engl. „self-cured“), svjetlosno polimerizirajuće (engl. „light-cured“) i kemijsko-svjetlosno polimerizirajući sustavi (engl. „dual-cured“) (Slika 5).



Slika 5. Prikaz načina polimerizacije kompozitnih smola

Prvu skupinu čine smole koje se polimeriziraju kemijski aktiviranim molekulama. Autopolimerizacija započinje kontaktom jedne komponente, koja sadrži tercijarni amin kao aktivator i druge komponente, koja sadrži inicijator benzoil peroksid (19). Obično je riječ o pasta-pasta sustavima koji se koriste kod nadomjestaka načinjenih od neprozirnih materijala (metali i keramika s metalnom bazom). Drugi način stvrdnjavanja je fotopolimerizacija. Pod utjecajem izvora svjetlosti pokreću se fotoinicijatori. Najčešće je to kamforkinon s maksimumom apsorpcije na 470 nanometara (nm). Za osvjetljenje se koriste konvencionalni uređaji s halogenim žaruljama koji proizvode prvotno bijelo svjetlo. Filtracijom bijelog svjetla dobije se plavo svjetlo, valne duljine 400-540 nm. Razvojem tehnologije proizvedeno je nekoliko soft-start sustava polimerizacije, halogene žarulje visokog intenziteta, argonski laseri, pulsni laseri. Najnovija dostignuća predstavljaju uređaji temeljeni na plavim diodama, LED (light emitting diode). Treći način kombinacija je kemijske i svjetlosne polimerizacije. Riječ je o dvostrukoj polimerizaciji (engl. „dual cure“) (4). Prvotna je reakcija potaknuta svjetlom. Kamforkinon započinje proces stvrdnjavanja, a kada prestane faza osvjetljenja, kemijski inicijator (benzoil peroksid) nastavlja polimerizaciju u tamnoj fazi (19). Ovakav način polimerizacije koriste cementi namijenjeni translucenim i prozirnim materijalima koji propuštaju svjetlo, kao što

su to keramika i indirektne kompozitne restauracije (18). Vrijedna karakteristika kompozitnih cemenata mogućnost je odabira boje. U kliničkoj situaciji nadomjestak nije samo zaseban sloj materijala već tvori cjelinu s dentinom ili caklinom brušenog zuba i sustavom za pričvršćenje, odnosno cementom. Boja nadomjestka nije određena samo odabirom boje materijala od kojeg je načinjen, nego zajednički na boju utječe debljina nadomjestka, boja i debljina cementa te boja bataljka. U nekim slučajevima i pravilno odabrana boja nadomjestka u konačnici ne mora rezultirati željenom bojom jer ista nije usklađena s bojom podložećeg zubnog tkiva i sustavom za cementiranje (20). Na tržištu je moguće pronaći veliki spektar boja od prozirnih, bijelih do osnovnih ili opaknih boja (Tablica 2). Pravilnim odabirom cementa može se modificirati boja nadomjestka i postići bolja usklađenost nadomjestka s bataljkom.

Tablica 2. Primjeri raspoloživih boja kompozitnih cemenata različitih proizvođača.  
Preuzeto iz: (20)

<b>NAZIV CEMENTA</b>	<b>PROIZVOĐAČ</b>	<b>RASPOLOŽIVE BOJE</b>
Calibra	Dentsply, Konstanz, Njemačka	svijetla, srednja, tamna, opakna i transparentna
Nexus Universal Luting system	Kerr Dental, Rastatt, Njemačka	svijetla, tamna i neutralna
RelyX-Unicem Veneer	3M Espe, Seefeld, Njemačka	transluentna, opakna/žutoopakna, bijelo opakna, A5 opakna/tamna, A1/svijetlo žuta i B0.5/bijela
Variolink II	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	transparentna, bijela, žuta, smeđa, opakno bijela, bleach
Multilink Automix	Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein	transparentna, žuta i bijela

Kontroverzne su rasprave oko stvarnog utjecaja cementa na boju potpuno keramičkog nadomjestka i jesu li uočene razlike klinički relevantne. Sloj cementa u kliničkim je uvjetima vrlo tanak te u idealnim uvjetima nije deblji od 120  $\mu\text{m}$ .

Dovodi se u pitanje u kolikoj se mjeri tanak sloj odražava na boju keramike. Podebljavanje sloja cementa rezultira beživotnim dojmom nadomjestka zbog gubitka osjećaja dubine. S obzirom na mnoštvo keramičkih materijala na tržištu i rezultate istraživanja, nameće se pitanje je li svrsishodno i u kojim situacijama koristiti različite boje kompozitnih cemenata (20). Ispravna uporaba kompozitnih cemenata zahtijeva mnoge tehnički osjetljive korake i uporaba višefaznog sredstva za spajanje čini ih vrlo skupima. Nema značajnog otpuštanja fluora i budući da je potrebna stroga kontrola vlage, postoji rizik mikropukotina, što može dovesti do sekundarnog karijesa (11). U tablici 2 nadeveni su neki dostupni kompozitni cementi na tržištu.

#### **3.4.10. Hibridni cementi**

Izraz hibrid koristi se za mješavinu ili kombinaciju dva različita proizvoda ili procesa. Hibridni cementi označavaju spoj kompozitnih smola i staklenoionomernih cemenata. Posebnost se sastoji u tome da elementi koji se spajaju već predstavljaju, svako za sebe, dovršeno rješenje, ali njihovim spajanjem dobivaju se nova poželjna svojstva. (4). Kompomeri su se na tržištu pojavili 1994. godine. Označavali su materijale koji su obuhvatili dobra svojstva kompozitnih smola i staklenoionomernih cemenata. Njihovo ime izvedenica je iz obje riječi: kompozita i ionomera (kompomer). Prednost kompomera pred SIC su bolja mehanička svojstva (veća otpornost na abraziju, veća čvrstoća), te bolja estetika, što su svojstva koja karakteriziraju kompozitne smole. Manji sadržaj vode im daje stabilnost boje i manje dimenzijske promjene. Izlučuju manju količinu fluora u odnosu sa SIC (3). Adhezija na zubne strukture ostvaruje se preko poliakrilnih veza te je potreban tretman pripreme zuba (2).

## **4. KONVENCIONALNA TEHNIKA CEMENTIRANJA**

Cinkoksifosfatni cement primjenjuje se od 1879. godine u dentalnoj medicini, a zajedno s njim predstavljen je i konvencionalni postupak cementiranja (3). Najvažniji preduvjet za konvencionalno cementiranje je oblik preparacije koji sam po sebi osigurava primarnu retenciju. Kako bi se to postiglo često je potrebno žrtvovati veliku količinu zubnog tkiva. Cementi koji se koriste za konvencionalno cementiranje su klasični cementi: cinkoksifosfatni, polikarboksilatni i staklenoionomerni cementi. Cinkoksifosfatni i polikarboksilatni cementi nadomjeske za tvrda zubna tkiva vežu mehanički, dok SIC i adhezijom. Tehnika cementiranja SIC bit će opisana u poglavlju o adhezivnom cementiranju isključivo zbog didaktičkih razloga, jer su to materijali koji stvaraju kemijsku vezu s površinom zuba i zahtijevaju pripremu površine prije nanošenja (kondicioniranje). Glavni retentivni čimbenici su oblik bataljka i trenje između unutrašnje površine krunice i vanjske površine bataljka. Konvencionalni cementi se danas u pravilu ne koriste za cementiranje estetskih nadomjestaka zbog nedostatka estetike i slabije snage svezivanja. U fiksnoj protetici koriste se za cementiranje potpuno kovinskih i metal-keramičkih radova.

### **4.1. Priprema zuba i nadomjestka za konvencionalno cementiranje**

Tijekom postavljanja nadomjestka na bataljak potrebno je osigurati suho radno polje. Kvadrant čeljusti u kojem se obavlja cementiranje izolira se svicima staničevine ili koferdamom, uz stalno korištenje sisaljke. Suho radno polje potrebno je nadgledati i zadržati sve do kraja stvrdnjavanja cementa jer je učinak svakog veznog sredstva upitan ako su površine kontaminirane vodom, krvlju ili slinom. Slina dopire i iz

gingivnog sulkusa pa je potrebno postaviti retrakcijski konac. On također sprječava utiskivanje cementa u područje parodontnog ligamenta. Nakon posljednje probe nadomjestak se čisti parom, ultrazvukom i organskim otapalima u laboratoriju. Unutrašnjost nadomjestka može se pjeskariti radi postizanja bolje retencije. Dodatno se prije cementiranja u ordinaciji čisti alkoholom. Zub se čisti plovućem i rotirajućom četkicom. Ispire se mlazom vode i dezinficira klorheksidinom (1). Ako se krunica cementira na vitalnom zubu, moguće ga je premazati zaštitnim lakom. Djelomičnu zaštitu pulpe nanošenjem kavitetnog laka (Copalite, Cooley and Cooley, Houston, TX) na suhu površinu zuba moguće je zbog zatvaranja dentinskih tubulusa. Prije cementiranja potrebno je anestetizirati zub jer pacijent osjeća bol na postavljanje cementa ukoliko je zub vitalan. U ovu svrhu mogu se koristiti i adhezivi (21).

#### **4.2. Tehnika cementiranja cinkoksifosfatnim cementom**

Cinkoksifosfatni cement desetljećima je u upotrebi. Dobro su poznata njegova svojstva i način primjene. Ovaj cement iskorištava neravnine, udubljenja i podminirana mjesta na bataljku i na unutrašnjoj površini nadomjestka za bolju fiksaciju i jačanje sveze. Unosi se u tekućem stanju što omogućuje prodiranje u ta mjesta, gdje ostaje blokiran nakon stvrdnjavanja (1). Na taj način fiksnoprotetski rad postaje jedinstven sa zubom nosačem. Da bismo dobili cement u konačnom obliku, potrebno je zamiješati dvije komponente tj. prah i tekućinu. Prah se postavlja na suhu staklenu pločicu koja je prethodno ohlađena. Koju količina i omjer je potrebno odvojiti ovisi o proizvođaču i materijalu. Sastav tekućine može se promijeniti ukoliko se predugo izloži djelovanju zraka, stoga je potrebno spremnik (bočicu) držati zatvorenom, a postupak miješanja ne treba predugo čekati na staklenoj pločici.

Prah se postavlja u nekoliko mjerica razmaknutih barem 3 mm jedna od druge. Miješanjem prve mjerice 20 sekundi dodaju se sljedeće, koje se dodatno miješaju oko 20 sekundi, razvlačeći mješavinu na veću površinu podloge (21). Tijekom miješanja oslobađa se toplina koja može ubrzati stvrdnjavanje cementa. Iz tog razloga miješanje treba provoditi sporo, preko velike i rashlađene površine te se u mješavinu dodaje sve veća količina praha. Što je dodano više praha, cement će biti čvršći i slabije kisel. Pozornost treba obratiti da smjesa ne bude pregusta, jer će onemogućiti pravilan dosjed nadomjestka. Kontrolu je moguće napraviti odizanjem špatule i praćenjem rastezanja smjese. Na pripremljen, suh i očišćen nadomjestak, cement se nanosi podjednako na sve unutarnje plohe. Nakon postavljanja nadomjestka na bataljak potrebno ga je zadržati u pravilnom dosjedu. Za zube u stražnjem segmentu moguće je jednostavno dovesti pacijenta u okluziju s postavljanjem plastične zagrizne pločice ili svitak staničevine. U prednjim segmentima ovakav način može dovesti do izvrtanja i fiksacije u krivom položaju, stoga se nadomjestak pridržava prstima do kraja stvrdnjavanja. Nakon potpunog dosjeda nadomjestka, radno polje se održava i dalje suhim, sve dok se ne završi stvrdnjavanje u potpunosti. Višak cementa se ne uklanja odmah nakon postavljanja nadomjestka na bataljak, jer taj višak zapravo štiti rubove tijekom stvrdnjavanja. Nakon potpunog stvrdnjavanja preostali cement uklanja se strugačem, sondom i zubnim koncem. Cementu je potrebno 24 sata za potpuno svezivanje (21).

### **4.3. Komplikacije kod konvencionalne tehnike**

Postupak cementiranja zahtijeva posebnu pozornost i pažnju. Jednako kao i svi drugi postupci, utječe na konačan rezultat i kvalitetu fiksoprotetskog rada. Komplikacije

se mogu manifestirati kompromitiranim zdravljem usne šupljine ili zuba nosača, a i tehničkim komplikacijama vezanim za nadomjestak. Cementi koji se koriste u svrhe konvencionalnog cementiranja, najčešće biološki, ne zadovoljavaju jer stvaraju kiselu reakciju prilikom miješanja komponenti iz kojih nastaje. U prilog ovom ide i to da je riječ o egzotermnoj reakciji koja dodatno senzibilizira zub. Ovi cementi nisu dimenzionalno stabilni u vlažnoj sredini (1). Većina problema nastaje zbog tehničkih razloga tj. nepravilnog ili nepotpunog dosjeda. Čimbenici koji mogu utjecati na nepotpun dosjed je viskoznost cementa i nedovoljna sila dosjeda. Na viskoznost može utjecati nepravilnost u postupku pripreme i miješanja cementa, a nedostatan pritisak prilikom postavljanja nadomjestka na bataljak rezultira krivim položajem (21).



## **5. ADHEZIVNA TEHNIKA CEMENTIRANJA**

Težnja za izradom estetski i funkcijski savršenih dentalnih nadomjestaka zahtjevala je i usavršavanje dentalnih cemenata. Zbog potrebe za što jačom svezom između tvrdog tkiva krune zuba i nadomjestka nastalo je uz klasično i adhezijsko cementiranje. Za razliku od klasičnog, konvencionalnog cementiranja kad koristimo konvencionalne cemente, za adhezijsko cementiranje rabimo polimerizirajuće kompozitne cemente. Revolucionarna otkrića u povijesti adhezivnih cemenata su postupak jetkanja cakline kojeg je opisao dr. Michael Buonocore (1955.), razvoj dentinskih adheziva u kasnim 1950-tim godinama, razvoj kompozitnih materijala (Bowen 1962.) i njihova svjetlosna polimerizacija (1973.: UV polimerizacija, 1978.: polimerizacija vidljivim svjetlom). Iznimno važan preduvjet za adhezivno cementiranje je apsolutno suho radno polje koje je omogućeno još 1864. kada je Sanford Barnum izmislio koferdam (22). Također za važno otkriće u kasnijem radu i istraživanju te jačanju adhezijske veze zaslužan je Nobuo Nakabayashi, koji je predložio hibridizaciju dentinskog supstrata i tako ostvario promociju adhezije pomoću infiltracije monomera u zubnu strukturu (3). Najveća prednost adhezivne u usporedbi s konvencionalnom tehnikom cementiranja mogućnost je poštedne preparacije u skladu s oblikom i veličinom defekta (takozvana minimalno invazivna terapija) s obzirom na to da nije nužno paziti na retenciju (22). Minimalno invazivna tehnika ne odlikuje se samo primjenom adhezivnih sustava već i upotrebom keramike kao materijala kojeg je moguće koristiti u tankom sloju sa zadržavanjem svojstva velike tvrdoće i male abrazivnosti. Adhezijsko svezivanje moguće je uslijed razlike u površinskoj energiji između dviju tvari koje su u tijesnom međusobnom kontaktu. Adhezija je skup tri različita mehanima: kemijske adhezije (kovalentne,

ionske ili metalne veze), fizikalne adhezije (sekundarne sile svezivanja) te mehaničke adhezije (prodiranje jednog materijala u drugi). Čvrstoća veze adhezivnog sustava ovisi o dentinskom tkivu, zubu, terapeutu, materijalu i pacijentu (23). Dakle, bataljak se priprema za primjenu adhezivnog sustava, koji je potreban za stvaranje adhezivne veze između tvrdog zubnog tkiva i kompozitnog cementa. Kompozitni cement kemijski se veže s nadomjestkom. Adhezijski sustavi i adhezijsko cementiranje su materijali i metoda izbora za suvremene direktne i indirektne estetske ispune te fiksno protetske radove od estetskih materijala.

### **5.1. Priprema zuba za adhezivno cementiranje**

Kako bi se adhezija između cementa i tvrdih zubnih tkiva uspješno ostvarila, potreban je predtretman bataljka. Sredstva kojima se priprema površina za svezivanje različito utječu na zaostatni (strugotinasti) sloj. Zaostatni sloj (engl. „smear layer“) posljedica je mehaničko-toplinske obrade zuba. Sastoji se od 1-2 mikrometra debelih nakupina čestica anorganskog tkiva, organskih sastojaka, sline i vode. Primjenom različitih adhezijskih postupaka potrebno ga je ukloniti ili modificiranog uklopiti u budući hibridni sloj (24). Zbog razlike u građi cakline i dentina postoji i razlika u načinu svezivanja materijala za ta tkiva. Priprema zuba za adhezivno cementiranje obuhvaća izolaciju radnog polja, čišćenje bataljka, jetkanje i nanošenje adhezivnog sustava. Osnovni uvjet za adhezivno cementiranje je suho radno polje koje se ostvaruje koferdamom i svicima staničevine. Razlog izolacije nije samo zbog uklanjanja dotoka sline u područje rada, već zaštita svih struktura s kojima cement može doći u kontakt jer se kasnije teško uklanja, što otežava i odugovlači cijelokupni rad. U gingivni sulkus potrebno je staviti konac, koji će spriječiti prolazak cementu u

dublja područja parodontnog ligamenta, ali i zaustaviti dotok tekućine iz gingivnog sulkusa. Čišćenje bataljka obuhvaća dezinfekciju te odabir sredstva može utjecati na snagu veze. Prije jetkanja važno je mehanički ili kemijski očistiti bataljak, što pridonosi kvalitetnijem djelovanju jetkajućeg sredstva, a time i stvaranju veće površine potrebne za nastanak prijeko potrebnih adhezivnih veza. Kemijsko čišćenje provodi se natrij hipokloritom, vodikovim peroksidom i alkoholom (25). Čišćenjem vodikovim peroksidom ili natrijevim hipokloritom smanjuje se snaga adhezivne veze, a sredstva na bazi alkohola također moraju biti korištena s oprezom kod vitalnih zubi zbog moguće reakcije preosjetljivosti (26). Natrij hipoklorit posjeduje antimikrobno djelovanje jer oksidira i hidrolizira stanične proteine, a njegovo dugoročno djelovanje očituje se u osmotskom izvlačenju tekućine iz stanica. Nespecifično djeluje i na organske sastojke dentina, posebice na kolagen i zaostatni sloj te tako mijenja kemijski sastav zuba, ostavljajući izložene kristale hidroksiapatita. Studije pokazuju da natrij hipoklorit ima prednost pred korištenjem vodikova peroksida. Malo se zna o učincima ovih sredstava na konačnu vezu sa zubom (25). U nekim radovima navodi se da je upotreba vodikovog peroksida kontraindicirana jer smanjuje snagu sveza. Najbolje je koristiti alkohol (ako je zub avitalan) ili klorheksidinske preparate (27). Jetkanje dentina i cakline predstavlja posljednju fazu u pripremi bataljka prije nanošenja adhezivnog sustava. Jetkanje može biti zaseban tretman ukoliko se koriste sustavi adheziva koji pripadaju jetkajuće-ispirućim sustavima (engl. „Etch & Rinse“) ili je to postupak uklopljen zajedno s nanošenjem adhezivnog sustava koji pripada samojetkajućem sustavu (engl. „Self Etch“). Svrha jetkanja je povećanje površine energije potrebne za

vlaženje i adheziju, kemijsko čišćenje koje pridonosi adheziji te stvaranje mikropora za mehaničku retenciju (19).

## **5.2. Adhezivni sustavi i nanošenje adheziva**

Adhezivni sustavi omogućuju svezu hidrofobnih kompozitnih smola s hidrofilnim površinama tvrdog zubnog tkiva. Kompoziti nemaju svojstvo vezanja za caklinu i dentin, stoga im je potrebno posredno svezujuće sredstvo (28). Površina kompozitnih materijala i površina cakline te dentina razlikuju se po kemijsko-fizikalnim svojstvima, što otežava uspostavu veze između tih površina. To je razlog uvođenja adheziva u kliničku primjenu: omogućavaju povezivanje površina različitih kemijsko-fizikalnih svojstava (29). U sklopu svakog adhezivnog sustava nalaze se tri komponente: jetkajuća otopina, primer te adheziv ili bond. Ortofosforna kiselina najčešći je odabir jetkajućeg sredstva. Primer je smjesa monomera u određenom otapalu. Osigurava prodor u demineralizirani dentin i kvalitetnije svezivanje adheziva na pripremljenu površinu dentina. Ovisno o vrsti otapala (voda, alkohol ili aceton) adhezivni sustavi nanose se na suhu površinu dentina (voda) ili vlažnu (aceton). Etanol kao otapalo u sastavu primera, može se nanositi i na vlažan i suh dentin. Treća komponenta adhezivnog sustava je pravi adheziv, bond. Ta niskoviskozna smola infiltrira intratubularni i intertubularni dentin i omogućava mikromehaničko svezivanje za dentin i caklinu, odnosno formiranje kemijske veze (30). Adhezivni sustavi mogu se podijeliti prema nekoliko kriterija: prema generacijama, broju komponenti u sastavu, broju faza rada, vrsti otapala, načinu jetkanja i preobrazbi zaostatnog sloja. Suvremene tehnike ostvarivanja adhezije prema interakciji sa zubnim tkivom možemo podijeliti na: jetkajuće-ispirajući sustav,

samojetkajući sustavi i pristup po principu staklenoionomernog cementa (Slika 6). Jetkajuće-ispiruće adhezive karakterizira postupak jetkanja površine tvrdih zubnih tkiva 35% ortofosfornom kiselinom u trajanju od 20-30 sekundi, nakon čega slijedi postupak ispiranja i sušenja površine. Nakon ovih postupaka slijedi aplikacija primera i bonda na demineraliziranu caklinu i dentin koji nema zaostatnog sloja. Samojetkajući adhezijski sustav povezuje dvije komponente u jednu odnosno jetkajuću otopinu i primer. Nakon aplikacije jetkajuće otopine i primera u istoj komponenti, primjenjuje se bond na demineraliziranu caklinu i dentin sa zaostatnim slojem. Postupak demineralizacije cakline i penetracija smole odvija se simultano, neovisno o broju koraka u kliničkoj primjeni. Vrlo važna prednost je manji rizik za stvaranje pogrešaka tijekom primjene i manipulacije te manje postoperativne osjetljivosti (31). Glavna razlika samojetkajućih adhezijskih sustava u odnosu na jetkajuće-ispiruće adhezijske sustave različiti je odnos prema zaostatnom sloju. Jetkajuće-ispiruća sustava ga uklanja, dok ga samojetkajući adhezijski sustav modificira: zaostatni sloj će se uklopiti u budući hibridni sloj koji predstavlja interdifuzijsko područje smole, kolagenih niti i djelomično demineraliziranog dentina (30). Staklenoionomerni cementi, klasični i ojačani smolama, također se svezuju adhezijski, ali izmjenom iona tj. kemijskom adhezijom. Svezivanje staklenoionomernog cementa za caklinu i dentin zuba zahtijeva jetkanje ili kondicioniranje i primjenu adhezijske tehnike (23). Razlika je što za staklenoionomerne cimente dentin treba tretirati kondicioniranjem prije nanošenja cementa, a ako se služimo kompozitnim cementima tvrda tkiva zuba ćemo tretirati jetkanjem te sveza nastaje i mehaničkom adhezijom.



Slika 6. Klasifikacija adhezivnih sustava prema interakciji sa zubnim tkivom.  
Preuzeto iz: (32)

Dakle, nakon pripreme površine zuba nanosi se adheziv na bataljak. Adheziv se ne polimerizira kao kod postupka izrade ispuna. Takav nepolimeriziran adheziv zadržava svojstvo bolje impregnacije s cementom te bolje integriraju jedan s drugim. Kada se nanaese adheziv, pažljivo se ispuhivanjem stanji sloj. Pozornost treba obratiti i na jakost osvjetljenja jedinice, da se spriječi prijevremena polimerizacija adheziva i cementa (27). Nakon ovog postupka slijedi priprema cementa, nanošenje cementa na bataljak i u nadomjestak te fiksiranje.

### 5.3. Tehnika cementiranja kompozitnim smolama

Kompozitnim smolama indicirano je cementiranje estetskih nadomjestaka izrađenih od keramike i kompozita. Također je moguće cementiranje i nadomjestaka s kovinskom osnovom (1). Zajednički uvjet svim materijalima je osigurati suho radno polje i izolaciju, što je najbolje učiniti postavljanjem koferdama. Postupak pripreme zuba opisan je u prethodnom dijelu ovog rada. Korišteno jetkajuće sredstvo može

utjecati na konačnu čvrstoću adhezivne veze cementa sa zubom. U jednom istraživanju uspoređena je jakost veze kod samojetkajućih adhezivnih cementa RelyX Unicem 2 Automix (3M ESPE) nakon primjene fosforne kiseline, poliakrilne kiseline i etilen-diamino-tetraoctene kiseline (EDTA). Rezultat je podjednak za korištenje 35% fosforne kiseline i 25% poliakrilne kiseline, dok 17% EDTA pokazuje najmanje vrijednosti (33). Nakon postupka pripreme zuba i nanošenja adheziva, slijedi priprema cementa. Između adheziva i kompozitnog cementa ostvaruje se kemijska veza putem metakrilatnih skupina. Preporuka je kratkotrajno osvjetljavanje kako bi se započelo vezanje i promjena konzistencije cementa. Višak cementa lakše se odstranjuje prijelazom u plastičnu fazu. Kada se odstrani veći dio cementa, nadomjestak se do kraja izloži djelovanju svjetla, što dovodi do potpune polimerizacije cementa. Ukoliko se koriste nadomjestci izrađeni s kovinskom osnovom, potrebno je koristiti kompozitne smole koje se polimeriziraju kemijskom reakcijom bez potrebe osvjetljenja. Dualni cementi korišteni ispod tankih ljuski ne polimeriziraju u potpunosti i s vremenom mogu biti podložni promjenama boje (1). Vrijeme stvrdnjavanja strogo je kontrolirano. Ukoliko se kompozitni cement stvrdne prije nego se nadomjestak postavio u ispravnom položaju, potrebno je nadomjestak raspiliti i cement burusiti kako bi se uklonio s površine bataljka. Kompozitni materijali isprva su bili materijali izbora za ispune u frontalnom segmentu jer su nudili prije svega estetiku. Kasnijim razvojem i ulaganjem u fizičko-mehanička svojstva, svoju primjenu pronalaze i u distalnom segmentu. Danas se kompozitne smole sličnog sastava koriste za iznimno puno indikacija: pečačenje fisura, lijepljenje bravica, izrada privremenih krunica i mostova te adhezijsko cementiranje keramičkih i indirektnih kompozitnih restauracija (31). Neki od korištenih kompozitnih

cemenata su: Panavia F (Kuraray Dental), Variolink Veneer, Variolink Esthetic, Multilink Automix, SpeedCEM Plus (Ivoclar Vivadent), RelyX™ (3M Espe).



Slika 7. Samoadhezivni cement na bazi smole. Preuzeto iz: (33)

#### **5.4. Tehnika cementiranja staklenoionomernim cementima**

SIC pojavili su se na tržištu 1970-tih godina. Ubrzo nakon toga postaju materijal izbora za brojne postupke, za cementiranje i ispune. Glavne prednosti koje ih svrstavaju u vrh primjene svojstvo je kemijskog vezivanja za zubna tkiva, zadržavaju veliku toleranciju u vlažnom području te oslobađanje fluorida iz cementa koji služi kao spremnik fluora (34). Prije primjene SIC za cementiranje, bataljak je potrebno kondicionirati. Predtretman površine zuba važan je postupak koji pridonosi adheziji i fiksaciji. Fosforna kiselina postala je standardno sredstvo kod jetkajuće-ispirućih sustava, a preporučuje se i korištenje kod blagih samojetkajućih sustava, što pridonosi poboljšanju adhezivne veze (35). Predtretman selektivnim jetkanjem fosfornom kiselinom prije korištenja SIC nije adekvatno istražen jer se ovi materijali mogu svezivati za tvrda tkiva zuba preko kemijske veze (36). Za bolju i kvalitetniju vezu površina se čisti od zaostatnog sloja 10-25% poliakrilnom kiselinom u trajanju 10-20 sekundi. Površina nije osiromašena molekulama kao što je to slučaj kod



korištenja ortofosforne kiseline. Površina je omekšala i stvoreni prostor služi za izmjenu iona preko kojih se odvija kemijsko svezivanje poliakrilne kiseline i kalcij-hidroksiapatita (37). Neka istraživanja pokazuju da se SIC vežu za strukturu zuba i onda kada nije proveden postupak jetkanja ili kondicioniranja. Smatralo se da demineralizirajuća sredstva uklanjaju molekule koje bi bile korisne u ostvarivanju većeg broja veza između zuba i SIC. Međutim, rezultati nakon primjene postupaka jetkanja ili kondicioniranja zapravo pokazuju poboljšanu vezu (36). SIC dolazi u obliku praha i tekućine koji se miješaju ručno, pasta i pasta sustav te kapsulirani SIC. Omjer praha i tekućine zadan je u uputstvima svakog pojedinačnog materijala i proizvođača. Za primjer Ketac Cem (ESPE-Premier) ide u omjeru praha i tekućine iznosi 3,4:1 težinski, odnosno jedna mjerica praha i dvije kapljice tekućine. Cement se miješa što je brže moguće unutar 60 sekundi dok se ne postigne kremasta tekstura. Zamiješani cement u nadomjestak se unosi s kistom ili u praksi češće Heidemanovim instrument (češće korišteni naziv 5/6). Radno vrijeme, od početka miješanja SIC u prosjeku iznosi 3 minute. Brzina prijeko potrebna i utječe na rezultat cementiranja. Višak cementa koji je iscurio izvan pravilno postavljenog nadomjestka na zub nosač, potrebno je ukloniti na vrijeme, odnosno kad on postane krt i ne potpuno stvrdnut (21). Bitna karakteristika SIC je period sazrijevanja koji može iznositi od 24-48 sati nakon cementiranja. Za to vrijeme, cement je osjetljiv na vlagu te je potrebno isti zaštititi posebnim lakom (engl. „Varnish“) (4).

### **5.5. Posebnosti u cementiranju s obzirom na gradivni materijal**

Za uspješno provedenu fiksno protetsku terapiju važno je pravilno odabrati vrstu protetskog rada za svaki pojedini klinički slučaj u što ulazi i vrsta gradivnog

materijala. Odabir gradivnog materijala ovisi o indikacijama, znanju i iskustvu terapeuta, pacijentovim željama, financijskim mogućnostima, ali i vještini zubnog tehničara. Fiksnoprotetski radovi mogu biti izrađeni od samo jednog materijala ili biti dvoslojni, gdje osnovnu konstrukciju čini metalna osnova, a drugi, vanjski sloj, čini estetski materijal. Vrste legura koje se koriste za izradu su visoko plemenite (kombinacije sa zlatom, platinom, paladijem i srebrom), plemenite (paladij i srebro) i neplemenite (nikal-krom legure, kobalt-krom legure) (21). Stomatološka protetika sve je više okrenuta estetskim materijalima koji nude veliku moć oponašanja prirodnog izgleda zubi. Razvojem estetskih materijala moguća je izrada potpuno keramičkih radova koji osim vrhunske estetike nude i odlična mehanička i kemijska svojstva. Manji radovi u prednjem segmentu indiciraju primjenu glinične, aluminij oksidne i staklokeramike. Poboljšana mehanička svojstva cirkonij-oksidne keramike zadovoljavaju izradu većih potpuno keramičkih nadomjestaka, također i u stražnjim segmentima (38). Za potpuno kovinske krunice i fasetirane krunice materijal izbora je cinkoksifosfatni cement. Konvencionalna tehnika cementiranja osigurava dovoljnu retenciju krunice na bataljku. Alternativno je moguće koristiti SIC i kompozitne cimente. Za cementiranje metal-keramičke krunice rabi se cinkoksifosfatni cement, polikarboksilatni i SIC (4). U pričvršćavanju estetskih nadomjestaka prvi izbor je adhezivno cementiranje. U estetske materijale ubrajamo radove izrađene od kompozita i keramike. Kompozit također može biti gradivni materijal indirektnih ispuna, u koje spadaju inlay, onlay i overlay. Za razliku od direktnih kompozitnih ispuna kod kojih se materijal unosi u kavitet u plastičnom stanju i u kavitetu se polimerizira, indirektni kompozitni ispuni unose se u kavitet u već polimeriziranom stanju. Metoda izbora za cementiranje indirektnih kompozitnih ispuna je adhezijsko

cementiranje kompozitnim cementima (39). Stvara se kemijska veza kopolimerizacijom monomera kompozitnog cementa s nereagiranim dvostrukim vezama polimera na površini ispuna. Neizravna kompozitna faseta također se cementira adhezijski, kompozitnim cementima (40). Fiksno protetski radovi načinjeni potpuno od keramike mogu biti pojedinačne krunice, indirektni ispuni, tročlani mostovi, privjesni, ali i mostovi dužeg raspona. Široko polje indikacije rezultat je višegodišnjeg tehnološkog razvoja keramike. Postoje brojne podjele prema različitim kriterijima. Način cementiranja ovisi o vrsti keramike, odnosno kemijskom sastavu i savojnoj čvrstoći. Prema sastavu razlikujemo aluminijoksidnu keramiku, staklokeramiku i cirkonijoksidnu keramiku (1). Savojna čvrstoća mjeri se u MPa (megapaskal). Granica iznad koje je moguće i konvencionalno cementiranje je 400 MPa. Keramike koje imaju manje vrijednosti savojne čvrstoće zahtijevaju adhezivno cementiranje kojim se ojačava keramika, točnije, keramika se rasterećuje boljim prijenosom mehaničkih sila na zub (26). Keramika velike čvrstoće (iznad 350 MPa) može se cementirati i konvencionalnim cementima (SIC) i adhezivno kompozitnim cementima (1) (Tablica 3). Izuzetak je staklokeramika koja, bez obzira na visoku vrijednost savojne čvrstoće, zahtjeva cementiranje adhezivnom tehnikom. Nadomjestke od cirkonijevog dioksida nije potrebno isključivo cementirati adhezivno. Odabiremo adhezivno cementiranje onda kada želimo poboljšati svojstva samog materijala, što cirkonijevom dioksidu nije potreba. Cirkonij dioskid nema staklenu fazu, stoga je ostvarenje kemijske veze teško moguće. Ovakvi radovi trebaju se cementirati klasičnim cementima (38).

Tablica 3. Pregled keramičkih sustava s indikacijama i načinom cementiranja.  
Preuzeto iz: (26)

Vrsta keramike	GLINIČKA KERAMIKA	KERAMIKE S UDJELOM STAKLA					POLIKRISTALINIČNE/OKSIDNE KERAMIKE	
		STAKLOKERAMIKA		INFILTRACIJSKA KERAMIKA			ALUMINIJ OKSID	CIRKONIJ OKSID
		Leucitima ojačana	Litij-disilikatna	Al-Mg spinel	Aluminijev oksid	Aluminijev oksid ojačan cirkonijem		
<b>Savojna čvrstoća (MPa)</b>	Do 120	250 - 300	350	220	450	600 - 700	600	1000
<b>Indikacije</b>	Obložna keramika, inleji/onleji, ljuskica, krunice	Ljuskice inleji/onleji, krunice	Inleji/onleji, krunice, prednji mostovi do 3 člana	Krunice, prednji mostovi do 3 člana, jezgre za krunice, osnovna konstrukcija za prednji most do 3 člana	Krunice, prednji mostovi do 3 člana, jezgre za krunice, osnovna konstrukcija za prednji most do 3 člana	Krunice, prednji i stražnji mostovi do 3 člana, jezgre za krunice, osnovna konstrukcija za prednji most do 3 člana	Jezgre za krunice, osnovne konstrukcije za mostove do 3 člana	Jezgre za krunice, osnovne konstrukcije za mostove do 4 člana
<b>Cementiranje</b>								
<b>Adhezivno</b>	+	+	+	+	+	+	+	+
<b>Samojetkajuć i cement</b>	-	-	-	+	+	+	+	+
<b>Konvencionalno</b>	-	-	-	-	+	+	+	+

## 5.6. Priprema nadomjestka za adhezivno cementiranje

Postupak adhezivnog cementiranja obuhvaća pripremu fiksnoprotetskog rada. Priprema je nešto zahtjevnija nego kod konvencionalnog cementiranja. Prije cementiranja keramičke nadomjestke potrebno je očistiti i odmastiti, alkoholom ili benzinom. Kod keramike s većim udjelom stakla (staklokeramika) nakon čišćenja slijedi pjeskarenje i nanošenje 10% fluorovodnične kiseline tijekom 20-90 sekundi (što ovisi o koncentraciji kiseline) nakon čega je kiselinu potrebno isprati (26). Ovim postupkom se unutrašnja površina nadomjestka otapa i ostavlja retencijske prostore i tunele između kristala koji su otporni na kiselinu. Mikroretentivna površina omogućava prodiranje cementa i poboljšanje veze s nadomjestkom (1). Nakon ispiranja kiseline, rad se uranja u 95% alkohol ili destiliranu vodu da bi se uklonili

zaostaci koji su nastali djelovanjem fluorovodične kiseline. U tu svrhu može se koristiti ultrazvučna kadica u trajanju 5 minuta. Slobodne čestice keramike i remineralizirane soli mogu se ukloniti i nanošenjem 35% ortofosforne kiseline u trajanju 15 sekundi (27). Da bi se pojačala kemijska veza između keramike i adhezivnog cementa, nadomjestak se premazuje slojem silana. Ovi „organofunkcijski“ silani svezuju anorganske supstrate s organskim polimerima. Kod keramika s manjim udjelom stakla (infiltracijske i cirkonijoksidne keramike) preporučuje se samo pjeskariti unutrašnju površinu jer su otporne na djelovanje kiseline. Silan je kod ovih vrsta keramike beznačajan. Umjesto silana za to se mogu koristiti predviđeni primeri (npr. Zirconia Primer, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) ili univerzalni promotori veze (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent, Lichtenstein) koji imaju mogućnost ojačati vezu s bilo kojim restaurativnim materijalom, od metala do keramike (26). Jednako je važno osigurati kvalitetnu pripremu nadomjestka kao i površinu zuba nosača fiksno-protetskog rada. Postoje dvokomponentni sustavi koji koriste gore navedene kiselinu i silan ili kiselinu s univerzalnim adhezivom. Danas je na tržištu dostupan i jednokomponentni sustav „Monobond Etch & Prime“ (Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) To je keramički prajmer koji omogućuje jetkanje i silaniziranje površine staklokeramike u jednom koraku. Ovaj postupak pripreme površine keramike indiciran je prije adhezivnog svezivanja s kompozitnim cementom. Doprinosi jačanju adhezivne sveze, smanjuje broj koraka u fazi rada i time vremenski skraćuje postupak. Nanosi se na unutrašnjost površine nadomjestka s mikro-četkicom u trajanju 20 sekundi, nakon čega se 40 sekundi prajmer ostavlja da djeluje na površini. Nadomjestak se nakon tog vremena ispire vodom i ispuhuje u trajanju od 10 sekundi (41). „Monobond Etch & Prime“

samojetkajući je sustav koji omogućava pripremu staklokeramike bez korištenja fluorovodične kiseline. Fluorovodična kiselina stvara sigurnosne probleme u stomatologiji te sve više do izražaja dolazi njezin toksični učinak. U dodiru sa sluznicom ili kožom vrlo brzo ulazi u tijelo gdje ometa metabolizam kalcija, uzrokuje teške opekline mekih tkiva, a ponekad dopire i u dubinu sve do kosti. Navedeno do sada ide u prilog traženju novih načina i alternativa fluorovodičnoj kiselini. Stoga se početkom 2015. godine na tržištu pojavio gore navedeni „Monobond Etch & Prime“ (Ivoclar Vivadent) koji nudi znatno sigurniji postupak pripreme bez fluorovodične kiseline. Osim toga, ovaj sustav nudi prednost i u broju koraka. Naime, „Monobond Etch & Prime“ uključuje samo jedan materijal iz jedne boce i tri tretmana u koracima, dok uobičajeni postupci zahtijevaju dva materijala iz dvije boce (HF-gel, silan prajmer) i pet koraka (42). Priprema površine cirkonijoksidne keramike nije potrebna jer pjeskarenje krunica uzrokuje transformaciju iz tetragonske u monoklinsku fazu, koja može uzrokovati starenje restauracije i njezine funkcijske trajnosti (43). Završna priprema unutrašnje površine nadomjestka nanošenje je adhezivnog sloja i ispuhivanje. U ovako pripremljen keramički nadomjestak unosi se kompozitni cement i on se spaja s pripremljenim bataljkom (1).

### **5.7. Komplikacije kod adhezivnog cementiranja**

Adhezivno cementiranje tehnički je zahtjevniji način cementiranja od konvencionalnog, odnosno cementiranja cinkoksifosfatnim i stakloionomernim cementom. Potrebno je pripremiti dodirne površine s kojima cement dolazi u kontakt, bataljak i unutrašnjost nadomjestka. Stroga procedura i pridržavanje uputstava

imperativ je uspjeha. Velik broj koraka povećava šansu za pogreškom. Komplikacije vezane uz ovu tehniku fiksacije su gubitak sveze s bataljkom ili nadomjeskom, fiksacija nadomjestka u pogrešnom položaju dosjeda na bataljak, upalne reakcije pulpe brušenog zuba. Nepoštivanje pravila postupka koji nalaže proizvođač materijala može rezultirati stvaranjem slabe veze, koja posljedično može dovesti do gubitka ili odcementiranja nadomjestka. Ukoliko se nadomjestak cementirao u krivom položaju ili nije cementiran u dobrom dosjedu, rad je potrebno ponoviti. Važno je obratiti pozornost na radno vrijeme i vrijeme stvrdnjavanja svakog pojedinog cementa, što je opisano u poglavljima prije. Kemijska sredstva koja se koriste prilikom pripreme površine zuba za cementiranje mogu senzibilizirati pulpu prolaskom kroz dentinske tubuluse. Upalne reakcije pulpe ne moraju biti isključivo komplikacija uzrokovana adhezivnim načinom cementiranja. Pulpa reagira i na termička i mehanička opterećenja prilikom preparacije zuba. Ova komplikacija može rezultirati endodontskom terapijom vitalnog zuba. U svakoj fazi rada moguće je učiniti nekoliko pogrešaka koje će u konačnici kompromitirati postojanost cementa. Prekratko ili predugo jetkanje također utječe na jačinu veze. Ukoliko nismo dovoljno dugo jetkali ili je premala koncentracija kiseline, neće se postići dostatna demineralizacija površine zuba, a samim time je smanjen i prodor monomera adheziva. Predugim djelovanjem kiseline doći će do ekscesivne demineralizacije. Monomeri ne prodiru tako duboko te će ispod hibridnog sloja nastati hibridoidni sloj tj. područje demineraliziranog dentina i ekspaniranih kolagenskih vlakana koja se nisu povezala s monomerom. Hibridoidni sloj može dovesti do povećanog nanopropuštanja i smanjenja snage sveze. Za dentin je važan odabir otapala u prajmeru i treba izbjeći kolaps kolagene mreže, koja može spriječiti nastanak

kvalitetnog hibridnog sloja. Dentin ne smije biti ni presuh niti prevlažan, jer u oba slučaja je onemogućen prodor monomerima u dubinu (44). Osim složenosti izrade i pripreme, kompozitni materijali podliježu skupljanju tijekom polimerizacije što posljedično dovodi do rubne pukotine. Također podliježu inhibiciji polimerizacije kisikom, što znači da površinski sloj koji je u kontaktu s kisikom iz zraka ostaje nepolimeriziran. Kisikovi atomi reagiraju s monomerima i takav sloj adheziva svojom funkcijom ne može zadovoljiti. Kako bi se to spriječilo, preporuka je premazati područje uz rub nadomjestka glicerinskim gelom (npr. Liquid Strip, Ivoclar Vivadent, Liechtenstein) koji blokira pristup kisiku dok se u potpunosti cement stvrdne (26). Da bismo smanjili mogućnost komplikacija, potreba je pridržavati se svih pravila održavanja suhog radnog polja, procedure koja je zadana od strane proizvođača, upoznati se s materijalima i biti vođeni sukladno indikacijama.



## 6. RASPRAVA

Cementiranje je posljednja faza u izradi fiksnoprotetskog rada. Na raspolaganju stoji veliki broj cemenata dostupnih na tržištu te nema univerzalnog niti jedinstvenog proizvoda, koji bi uvelike olakšao odabir i postupak cementiranja. Nadomjesci se mogu cementirati na dva načina, konvencionalno ili adhezivno. Konvencionalni cementi su cinkoksifosfatni, polikarboksilatni i stakloionomerni cement. Adhezivni cementi su kompozitni i hibridni cementi. Koji cement će se koristiti, ovisi o vrsti nadomjestka, tj. vrsti građivnog materijala. Kako bismo pravilno odabrali cement i sigurno proveli postupak, potrebno je poznavati svojstva i sastav cementa, no prije svega pravilno odrediti indikacije, kako građivnog materijala nadomjestka tako i vrstu cementa. Najpoznatiji, a pod time se misli najduže i najšire u upotrebi, je cinkoksifosfatni cement. Uzevši u obzir da ovaj materijal datira iz vremena 1879. godine i današnje sveprisutno korištenje, dolazi se do zaključka da je ovo dobro poznavan materijal što ga čini klasikom u rekonstruktivnoj stomatologiji (3). Ovaj cement jedan je od glavnih zastupnika konvencionalnog načina cementiranja, stoga se sve dobre i loše osobine cinkoksifosfatnog cementa poistovjećuju s manama i vrlinama konvencionalnog cementiranja. Konvencionalni cementi danas se u pravilu ne koriste za cementiranje estetskih nadomjestaka zbog nedostatka estetike, točnije bolju estetiku nude adhezivni cementi, te slabija snaga svezivanja naspram adhezivne veze. U fiksnoj protetici koriste se za cementiranje potpuno kovinskih i metal-keramičkih radova. Konvencionalni cementi zahtjevaju veće uklanjanje tvrdog zubnog tkiva i pravilnu preparaciju, koja će omogućiti primarnu retenciju. U današnje vrijeme stomatologija teži očuvanju zubnog tkiva i minimalnoj korekciji koja je potrebna da bi se postigao maksimalan učinak. Estetska komponenta

nadomjestka značajan je segment koji utječe na zadovoljstvo pacijenta, a prije svega utječe na pacijentovu odluku i potrebe za određeni fiksno protetski rad. Najveća prednost adhezivne tehnike u usporedbi s konvencionalnom mogućnošću je poštudne preparacije (minimalno invazivna terapija) (22). Međutim, adhezivna tehnika za svoju primjenu zahtjeva strogo suho radno polje i provođenje faza rada koje su osjetljive i na najmanju izmjenu. Kada se ne može ostvariti dobra izolacija radnog polja, bolji odabir cementiranja je konvencionalna tehnika, čak i kada su nadomjestci izrađeni od estetskih materijala. Potpune keramike sa svojom čvrstoćom većom od 350 MPa mogu se pričvrstiti konvencionalno ili adhezivno. Izuzetak čini staklokeramika, kojoj svoja čvrstoća prelazi granicu od 350 MPa, ali zahtjeva adhezivno cementiranje. Konvencionalni cementi su kontraindicirani kod nadomjestaka izrađenih od staklokeramike (45). Komplikacije koje se javljaju u oba načina cementiranja ponekad nisu direktno vezane za tehniku cementiranja, ali se najčešće povezuju s odabirom cementa. Upalne reakcije pulpe zuba moguća je posljedica brušenja zuba, ali isto tako je moguća senzibilizacija cementom. Konvencionalni cementi najčešće biološki ne zadovoljavaju jer stvaraju kiselu reakciju pri miješanju, dok adhezivna tehnika u složenom postupku koristi kiseline koje pripremaju površinu zuba prije nanošenja cementa, koje prolaskom kroz tubuluse mogu utjecati na zdravlje zuba.

## **7. ZAKLJUČAK**

Poznavanje svojstava pojedinih cemenata kao i tehnike cementiranja od velike je važnosti. Nepravilno odabran cement i neadekvatno rukovanje cementom mogu utjecati na ishod terapije. Kako ćemo se odlučiti koji cement odabrati, potrebno je odrediti indikacije. U obzir uzimamo preparaciju zuba kao primarnu retenciju, hoće li biti ostvarena dovoljna retencija, procijeniti koliko je estetika ključna, a u isto vrijeme uzeti u obzir ekonomičnost, jednostavnost upotrebe, dobro podnošenje vlage te da cement pruža izvrsno rubno pečaćenje i pouzdane kliničke rezultate. Konvencionalni cementi u uporabi su duži vremenski period te su time i bolje poznavani materijali od novih, adhezivnih cemenata. Adhezivno cementiranje doprinijelo je jačanju sveze nadomjestka i zuba, omogućilo minimalno invazivnu terapiju i unaprijedilo razvoj stomatologije. Još uvijek nema idealnog cementa na tržištu koji bi omogućio lakoću rukovanja koja priliči konvencionalnim cementima i kvalitete koje sa sobom donose adhezivni cementi.

## **8. SAŽETAK**

U ovom radu opisani su cementi, materijali koji se koriste u više grana dentalne medicine. U domeni fiksne protetike, cementi služe za fiksaciju nadomjestaka koji se postavljaju na izbrušenu i pripremljenu površinu zuba. Opisana je podjela cemenata, prema trajnosti, kemijskom sastavu i načinu cementiranja. Prije svega su dana općenita dobra svojstva koja čine idealan cement, a kasnije je detaljno opisan svaki cement prema kemijskom sastavu, koji uvelike određuje dobra i loša svojstva. Prema načinu cementiranja, cemente dijelimo u dvije velike skupine, a to su konvencionalno i adhezivno cementiranje. Tehnika konvencionalnog cementiranja prikazana je korištenjem cinkoksifosfatnog cementa. Također, detaljno se opisuju i faze rada sa kompozitnim cementom kao predstavnika adhezivnog načina cementiranja. U raspravi se u međudnos stavljaju načini cementiranja, prednosti i mane svake tehnike.

## **9. SUMMARY**

### **Conventional vs. adhesive cementing of fixed prosthetics**

In this paper the cements, the materials which are used in multiple areas of dental medicine, are described. In the domain of fixed prosthetics, cements serve to fixate replacements which are placed on the polished and prepared tooth surface. The categorization of cements is described, according to durability, chemical ingredients and a way of cementing. First of all, the common beneficial qualities that make ideal cement are given; furthermore; every cement is described in detail by its chemical composition, which determines the good and bad qualities on a large scale. According to a way of cementing, we divide cements in two large groups; conventional and adhesive cementing. The technique of the conventional cementing is shown by using zinc phosphate cement. Phases of work with composite cement are also described in detail as a representative of the adhesive way of cementing. In the discussion the ways of cementing are put into correlation, as well as advantages and disadvantages of every technique are described in detail.

## 10. LITERATURA

1. Čatović A, Komar D, Čatić A. Klinička fiksna protetika 1 – Krunice. Zagreb: Medicinska naklada; 2015.
2. Čatović A. Klinička fiksna protetika-ispitno štivo. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 1999.
3. Jerolimov V. Osnove stomatoloških materijala. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2005.
4. Lazić B, Komar D, Čatić A. Cementi i cementiranje u fiksnoprotetskoj terapiji. Sonda. 2004;6(11):62-6.
5. Raux F. Uspjeh s cementima za cementiranje: savjeti o materijalu i tehnici. DT Croatia;(2):24-5.
6. Pavelić B. Staklenoionomerni cementi – provjerite i nadopunite Vaše znanje. Sonda. 2004;10:39-42.
7. Milardović S, Viskiće J, Mehulić K. Privremeni fiksnoprotetski radovi. Sonda. 2011;12(11):62-4.
8. Arora SJ, Arora A, Upadhyaya V, Jain S. Comparative evaluation of marginal leakage of provisional crowns cemented with different temporary luting cements: In vitro study. J Indian Prosthodont Soc. 2016;16:42-8.
9. Bergman L, Milardović Ortolan S, Viskiće J, Mehulić K. Inlay mostovi. Sonda. 2012;13(24):27-8.
10. Radosavljević RD, Stanković SD, Ajduković ZR, Jevremović D P, Todić J T, Skenirajuća elektronsko mikroskopska analiza dentalnih cemenata. Hemijska industrija. 63(4):281-8.

11. Vodič za odabir i uporabu GC cemenata za trajno cementiranje. Dostupno na:  
[http://www.gceurope.com/pid/1\\_croatia/leaflet/Which\\_Permanent\\_Luting\\_Cement.pdf](http://www.gceurope.com/pid/1_croatia/leaflet/Which_Permanent_Luting_Cement.pdf)
12. Discussing dental cements with Dr. Marvin Fier. Dostupno na:  
<http://www.dentaleconomics.com/articles/print/volume-98/issue-1/features/focus-on/discussing-dental-cements-with-dr-marvin-fier.html>
13. Souza PP, Aranha AM, Hebling J, Giro EM, Costa CA. In vitro cytotoxicity and in vivo biocompatibility of contemporary resin-modified glass-ionomer cements. *Dental Materials*. 2006; 22(9):838-44.
14. Mount GJ. *An Atlas of Glass-Ionomer Cements. A Clinical's Guide*. London: Dunitz; 2002.
15. Selimović-Dragaš M, Jurić H. Stakleno ionomerni cementi. *Dentist*. 2012;2:30-9.
16. Dostupno na: <http://viva.hr/wp-content/uploads/2013/07/FujiPlusPrah-300x232.jpg>
17. Cements Used In Dentistry-Dental Material Lecture Note. Dostupno na:  
<https://dentistryandmedicine.blogspot.hr/2011/07/cements-used-in-dentistry-dental.html>
18. Knežević A, Tarle Z. *Kompozitni materijali, skripta*. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2005.
19. Milardović Ortolan S. Utjecaj biološke osnove, optičkih svojstava i debljine gradivnih i fiksacijskih materijala na boju nadomjeska od litij-disilikatne staklokeramike, doktorski rad. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2014.

20. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R., Brackett S. Osnove fiksne protetike. Zagreb: Kratis d.o.o.; 2008.
21. Watzke R. Pouzdano i univerzalno adhezivno cementiranje. Dental Tribune. 2015;1:32-3.
22. Jurić H, i sur. Dječja dentalna medicina. Zagreb: Naklada Slap; 2015.
23. Tarle Z, Knežević A. Podjela caklinsko-dentinskih adhezijskih sustava. Nastavni tekst. Sonda. 2005;31-4.
24. Rivera-Prado H, Moyaho-Bernal A, Andrade-Tores A, Franco-Romero G, Montiel-Jarquín A, Mendoza-Pinto C, García-Cano E, Hernández-Ruiz AK. Efficiency in bracket bonding with the use of pretreatment methods to tooth enamel before acid etching: sodium hypochlorite vs. hydrogen peroxide techniques. Acta Odontológica Latinoamericana. 2015;28(1):79-82.
25. Milardović S, Mehulić K, Viskić J, Jakšić A. Cementiranje potpuno keramičkih protetskih radova. Sonda. 2010;1(20):52-5.
26. Stjepandić I, Jakovac M. Cementiranje fiksno - protetskih radova. Vjesnik dentalne medicine. 2014;2(14):16-8.
27. Pavić S, Soldo M, Pandurić V. Osvrt na dostignuća u dentalnoj adheziji - sedma generacija dentalnih adheziva. Sonda. 2009;10(18):90-4.
28. Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH, Robinson SJ. Current concepts on adhesion to dentin. Crit Rev Oral Biol Med. 1997;8(3):306-35.
29. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, Van Meerbeek B. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. J Dent Res. 2005;84(2):118-32.



30. Tarle Z, Marović D, Pandurić V. Suvremene spoznaje o kompozitnim materijalima. Rad Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti : Medicinske znanosti. 2012;(38):23-37.
31. Van Meerbeek B. Mechanisms of resin adhesion: dentin & enamel bonding. J Esthet Restor Dent. 2008; 2(1):2-8.
32. Baena E, Flores A, Ceballos L. Influence of root dentin treatment on the push-out bond strength of fiber posts. Odontology. 2016;1-8.
33. Dostupno na:  
[http://solutions.3mae.ae/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1342365317000&locale=en\\_AE&assetType=MMM\\_Image&assetId=1319232701616&blobAttribute=ImageFile](http://solutions.3mae.ae/3MContentRetrievalAPI/BlobServlet?lmd=1342365317000&locale=en_AE&assetType=MMM_Image&assetId=1319232701616&blobAttribute=ImageFile)
34. Basso M, D'Amici S, Nowakowska J. Staklenoionomerni cementi u složenim oralnim rehabilitacijama. Dostupno na: [http://www.dental-tribune.com/htdocs/uploads/printarchive/editions/8fe8bc20cd754ecf74f8259336a4d47d\\_32-33.pdf](http://www.dental-tribune.com/htdocs/uploads/printarchive/editions/8fe8bc20cd754ecf74f8259336a4d47d_32-33.pdf)
35. Zhang L, Tang T, Zhang Z, Liang B, Wang X, Fu B. Improvement of enamel bond strengths for conventional and resin-modified glass ionomers: acid-etching vs. conditioning. J Zhejiang Univ Sci B. 2013;14 (11):1013-24.
36. Goršeta K, Negovetić Vranić D, Glavina G, Škrinjarić I. Primjena suvremenih stakleno-ionomernih cemenata u dječjoj stomatologiji. Medix. 2009;80/81:248-51.
37. Jakovac M. Cirkonij oksidna keramika u fiksnoj protetici. Sonda. 2011;12(22):64-9.
38. Pandurić V. Kompozitna faseta. Sonda. 2007;8(14-15):46-7.

39. Dukić W. Indirektne kompozitne restauracije. Sonda. 2011;12(22):59-60.
40. Dostupno na: <http://www.ivoclarvivadent.com.hr/hr/productcategories/fiksna-protetika-laboratorij/postavi/monobond-etch-prime>
41. Dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/etching-silanization-one-easy-step-dr-ibrahem-soubt-dds-mba-csmp>
42. Kralj Z. Usporedba metal-keramičkih i cirkonij oksidnih fiksnoprotetskih radova. Magistarski rad. Zagreb: Stomatološki fakultet; 2011.
43. Matošević D. Pogreške pri izradi kompozitnih ispuna. Sonda. 2004;6(10):1-4.
44. Singhal S. Cementation Navigation: A guide to proper cementation protocols for different restoration types and clinical situations. Dostupno na: <http://www.dentalproductsreport.com/lab/article/cementation-navigation-guide-proper-cementation-protocols-different-restoration-types-an>

## **11. ŽIVOTOPIS**

Matea Zelić rođena je 29. ožujka 1991. godine u Splitu. Osnovnu školu završila je u Livnu, a srednju školu u Zaprešiću. Po završetku Opće gimnazije 2009. godine upisuje Stomatološki fakultet u Zagrebu.