

# Sanacija protetskog pacijenta staklo-keramičkim nadomjeskom

---

Harmicar, Iva

Master's thesis / Diplomski rad

2018

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:127:795265>

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

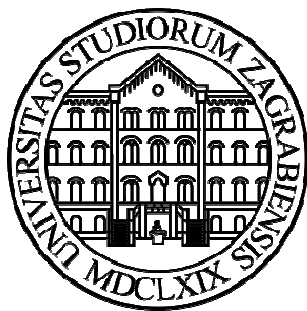
Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**



Repository / Repozitorij:

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





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Iva Harmicar

# **SANACIJA PROTETSKOG PACIJENTA STAKLO-KERAMIČKIM NADOMJESKOM**

Diplomski rad

Zagreb, 2018.

Rad je ostvaren u: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet, Zavod za fiksnu protetiku

Mentor rada: prof. dr. sc. Ketij Mehulić, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Barbara Kružić, mag.educ.philol.croat.et.mag.educ.philol.angl.

Lektor engleskog jezika: Barbara Kružić, mag.educ.philol.croat.et.mag.educ.philol.angl.

Sastav Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Datum obrane rada: \_\_\_\_\_

Rad sadrži: 40 stranica

2 tablice

17 slika

CD

Osim ako nije drukčije navedeno, sve ilustracije (tablice, slike i dr.) u radu izvorni su doprinos autora diplomskog rada. Autor je odgovoran za pribavljanje dopuštenja za korištenje ilustracija koje nisu njegov izvorni doprinos, kao i za sve moguće posljedice koje mogu nastati zbog nedopuštenog preuzimanja ilustracija odnosno propusta u navođenju njihovog podrijetla.

## **Zahvala**

Velika i najljepša hvala mojoj mentorici, prof.dr.sc. Ketij Mehulić na beskrajnom strpljenju, ogromnoj pomoći, tješnju, pozitivnoj energiji i temi koju sam si zamislila. Bez Vas ovo ne bi bilo ni približno moguće.

Hvala, toliko velika da se ne može ni napisati ni izreći, mojoj obitelji, koji su uvijek bili tu za mene, neograničeno vjerovali, podržavali me, tješili, hrabрили i trošili živce skupa sa mnom. Ova diploma pripada i Vama.

Hvala svim mojim prijateljima što su uvijek sve razumijeli i shvaćali, što se nisu ljutili kad nisam bila dio njihovih proslava, kava i druženja. No, jedna osoba ipak ima u svemu tome najveće značenje. Moja cimerica, moja osoba, moja stijena, osoba koja je bila dio mene tijekom zajedničkog života, koja je znala sve moje kolege, koja je sa mnom učila gradivo i naučila, između ostalog, što je MOD ispun, moja Petra. Pritom hvala i njenom i mom Robiju što je sve (is)trpio i nije poludio s nas dvije.

Hvala mojoj kumi, mom duhovnom učitelju, mom psihologu na svim pjesmicama i porukama kasno u noć, hvala što razumiješ i što sve znaš i kad ne znaš, hvala ti što si to što jesi, nadoknadit ćemo sve. Hvala mojoj Erdi.

Hvala mojoj drugoj cimerici, mom paru na vježbama, mojoj najboljoj partnerici za učenje, znaš da imaš pola ocjena iz mojih ispita jer da nisi sve ispisala ne bih ja tako dobro mogla ponoviti sve, i da me nisi tjerala da deset puta ponovim ono što mi nije išlo. Moja Branka, koja mi je dala svoju prvu i moju prvu mandibularku u životu, hvala na svemu.

Hvala mom najdražem muškom kolegi, Domiću, na svim porukama podrške, pitanjima, odgovorima, nasmičavanjima, savjetima, i svemu čime mi je olakšao učenje i sve ostalo.

Posebno hvala što sam bila tolike sreće da sam upala u najbolju grupu, ljudi, za poželjet ste svakom studentu! Nebitno jesmo li C ili L, najbolji ste, hvala svima od reda, Jeleni, Davidu, Tei, Branki, Maji, Benu, Andrei, Gabi. Da sam birala, ne bih bolju grupu izabrala!

Hvala svim mojim kolegama koji su pomogli na bilo koji način, što savjetima, što skriptama, što pitanjima, što odgovorima, što bilo čime, čime su znali i mogli.

Hvala i mojim, doktoricama dentalne medicine, Ani i Anji na svim savjetima, porukama, pozivima i svime čime su učinile polaganje ispita lakšim i ljepšim.

Hvala mojoj prvoj pacijentici ikad, mojoj Manu, na povjerenju koje mi je dala pri izradi mog prvog ispuna, odnosno pri mom prvom susretanju sa stvarnim dijelom stomatološkog fakulteta i zanimanja.

Hvala mojim najboljim muškim prijateljima, mojem Dadi i Anti. Hvala mojoj plavuši, Grebsi. Hvala Ani, Vale, Renči. Hvala i svim ostalima koji su na bilo koji način bili dio mog studiranja.

I za kraj, zadnji, ali meni nikako manje bitni, hvala mom stomatološkom timu u Medulićevoj. Hvala mom doktoru Dragi, mojoj doktorici Mariji, te mojim asistenticama Tanji i Željani na svemu. Hvala na svakoj dobroj energiji prije ispita, hvala na stpljivosti i ogromnom povjerenju, hvala za svaku izmodeliranu kvržicu, za svaki nađen MB2, za svako toleriranje moje nervoze i živčanosti, hvala na svakoj pomoći, hvala što ste me gurali onda kad sam mislila da ne mogu više ni bolje, hvala za sve savjete, hvala za sve, zbog Vas znam i vidim kako se uvijek u životu isplati svaki rad, red, disciplina i požrtvovnost.

## **Sanacija protetskog pacijenta staklo-keramičkim nadomjeskom**

### **Sažetak**

Izrada staklo-keramičkog nadomjeska složeni je proces koji zahtijeva posebne vještine i znanja terapeuta i tehničara kako bi se postigao najbolji rezultat. Razvojem i pravilnom primjenom staklo-keramike dobri rezultati ne mogu izostati. Staklo-keramika se dijeli na onu za laboratorijsku izradu te onu za strojnu obradu (CAD/CAM). Indikacije za staklo-keramičke radove jesu krunica, estetska ljuska, *inlay/overlay* te mostovi do 3 člana u prednjoj i premolarnoj regiji. Kod preparacije zuba za staklo-keramičke radove nužna je zaobljena (materijali novije generacije) ili pravokutna stepenica (materijali starije generacije), čime se osigurava dobro priližanje krunice na uporišni zub, zaštita parodonta te optimalan raspored sila na fundament. Zadnja faza kod izrade i primjene staklo-keramičkog nadomjeska, cementiranje, potrebno je izvesti u strogo kontroliranim uvjetima s odgovarajućim cementom. Najčešće se koristi adhezivna tehnika cementiranja s kojom dolazi do dodatnog ojačanja keramike te stabilizacije cijelog sustava.

**Ključne riječi:** staklo-keramika; zaobljena stepenica; cementiranje nadomjeska

## **Prosthodontic treatment using glass-ceramics**

### **Summary**

Making a glass-ceramics veneer replacement is a complex process which requires special skills and knowledge of the therapist and technician to achieve the best possible result. With the development and proper use of glass-ceramics, great results can be achieved. Glass-ceramics are divided into laboratory and manufactured (CAD/CAM). Indications for glass-ceramics works are crown, aesthetic shell, inlay/overlay and bridges up to 3 members in the front and premolar region. When preparing teeth for glass-ceramics work, rounded (materials of the newer generation) correct angular finish line (materials of older generation) is necessary, which ensures good fitting of the crown to the supporting tooth, periodontal protection and optimal distribution of the force on the foundation. The final stage in the manufacture and application of glass-ceramics veneer replacement is cementing, which should be carried out under strictly controlled conditions with the appropriate cement. The most commonly used adhesive cementing technique is the additional reinforcement of ceramics and the stabilization of the entire system.

**Keywords:** glass-ceramics; rounded finish line; veneer replacement cementing

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Razvoj staklo-keramike .....	3
1.2. Podjela staklo-keramike .....	4
1.2.1. Staklo-keramika za laboratorijsku izradbu .....	6
1.2.2. Tijek izradbe nadomjeska od IPS Empress 1 keramike .....	8
1.2.3. Tijek izradbe nadomjeska od IPS Empress 2 keramike .....	8
1.3. Strojna izradba staklo-keramike – CAD/CAM .....	10
1.3.1. Strojna izradba staklo-keramičkih nadomjestaka .....	12
1.4. Indikacije i kontraindikacije kliničke primjene staklo-keramičkih nadomjestaka .....	14
1.5. Preparacija zuba za staklo-keramičke nadomjeske .....	14
1.5.1. Preparacija uporišnog zuba za krunicu .....	14
1.5.2. Preparacija za estetsku ljusku .....	16
1.6. Cementiranje staklo-keramičkih restauracija .....	16
2. PRIKAZ SLUČAJA .....	22
3. RASPRAVA .....	22
4. ZAKLJUČAK .....	32
5. LITERATURA .....	36
6. ŽIVOTOPIS .....	39



## **Popis skraćenica**

MPa – megapaskal

°C – Celzijev stupanj

E1 – Empress 1

E2 – Empress 2

N – njutn

mm – milimetar

m<sup>3</sup> – kubni metar

## **1. UVOD**

U suvremenoj dentalnoj medicini, posebice u sanaciji prednjeg dijela zubnog niza, sa stajališta pacijenta, estetika je postala bitna odrednica uspješnosti protetske terapije. Funkcionalnost samog protetskog rada često odlazi u drugi plan. Doktori dentalne medicine, uz estetiku, teže i nekim drugim obilježjima koje bi protetski rad trebao imati. Razvojem dentalne medicine i same protetike, razvili su se materijali koji će svojim obilježjima oponašati boju zuba uz očuvanje zubne strukture. Potpuno kovinski i akrilatni nadomjesci do prije nekoliko godina bili su glavni materijal za izradu radova. Unatoč činjenici da su pokazivali mnoge nedostatke kao što su manjak estetike, površinske teksture koja dovodi do nakupljanja plaka te nemogućnosti održavanja dobre oralne higijene. Upotrebu kovinskih i akrilatnih nadomjestaka danas je gotovo u potpunosti istisnula dentalna keramika. Dentalna keramika ističe se jer ispunjava estetske i funkcijske kriterije fiksnoprotetske terapije, izvrsno oponaša prirodnu boju, translucenciju i izgled zuba. Prvi je materijal izbora kada se govori o sanaciji prednjeg dijela zubnog niza.

Svrha je ovog rada pokazati sanaciju protetskog pacijenta sa staklo-keramičkim nadomjeskom. Pravilnim protokolom i izvođenjem radnji prije dobivanja samog rada, pacijentu se omogućuje postizanje očekivanih rezultata s izvrsnom funkcijom i estetikom.

## **1.1. Razvoj staklo-keramike**

Razvojem silikatne kemije te razvojem i dobivanjem stakla i njegove tehnologije, nastala je staklo-keramika. S obzirom na izostanak metalne konstrukcije, koja je dotada bila obavezna kao potpora krhkoj keramici, smatra se samim vrhom estetskog zbrinjavanja protetskih pacijenata. Staklo je kruta talina alkalijskih silikata koji su bogati kremičnom kiselinom. Ona u sebi sadržava još jednu bazu i s obzirom na vrstu baze dijele se na: natrijsko-kalcijsko, kalijsko-kalcijsko te aluminijsko staklo. Također, u mineralnu staklenu talinu mogu se unijeti različiti oksidi pa se dobivaju cinkova, baritna, borosilikatna i druga stakla. Cilj je dobiti staklo koje odgovara određenim zahtjevima. Kako bi se to postiglo, pojedini sastojci te staklene smjese moraju biti količinski određeni. Dijelovi smjese tale se, međusobno kemijski reagiraju te se otapaju. Iznimno je važno da svaka upravljana kristalizacija u staklu ima razdvajanje mikrofaza. Talina se, nakon taljenja, boji i to dodavanjem malih količina metalnih oksida. Za upotrebu u stomatologiji ponekad je potrebno i zamućenje pa se onda dodaju oksidi kositra, cirkonija i dr. Oni se u staklenoj talini izlučuju kao fine kristalinične čestice. Upravo takvom kontroliranom kristalizacijom nastale su različite vrste staklo-keramika. Neke od njih, poput apatitnomulitne, fluoroapatitne, litijeve staklo-keramike, bioaktivnog stakla i druge, rabe se u medicini. Stookey (1974) ju je prvi pokušao upotrijebiti kao gradivni materijal u stomatologiji, a McCulloch (1968) je zaslužan za njezino otkriće. Ipak, kako bi nastali dovoljno čvrsti sustavi za biološku upotrebu bilo je potrebno još 20-ak godina intenzivnog razvoja tehnologije materijala. Najveće prednosti staklo-keramike su što omogućuje izvrsnu estetiku, daje relativno dobru čvrstoću, osigurava trajnost nadomjestaka, posebice kada su u pitanju radovi u frontalnoj regiji zubnog niza. Što se tiče uporabe tih materijala u stražnjem segmentu, tu su se pokazale neke granice. Kako bi se te granice eliminirale, trebalo je pronaći uzroke zbog kojih se materijal lomi pod većim žvačnim opterećenjem (1). Sukladno tome, posljednjih četrdeset godina provodila su se istraživanja koja su bila usmjerena na poboljšanje čvrstoće i žilavosti, tj. modula elastičnosti. Upravo su istraživanja pokazala da 90% pogrješaka nastaje zbog naprezanja (2, 3). Naprezanja mogu nastati zbog dva razloga. Prvi razlog nastanka je zbog razlike u koeficijentima termičke istežljivosti kristala i amorfne matrice. Drugi nastaje zbog razlike u koeficijentima termičke istežljivosti između jezgrenog i fasetnog materijala u dvoslojnim sustavima. Također, naprezanja nastaju na samom spoju tih dvaju materijala, kao i ispod, te zbog toga nastaju napuknuća. Ona se mogu proširiti do površine i biti uzrokom puknuću fragmenta keramike (4). Sve to upućuje da je kritično naprezanje na veznoj površini nadomjeska, a ne na

funkcijskoj. Još jedan problem čini porozitet jer isto može biti inicijalno mjesto nastanka napuknuća, a pod opterećenjem i propagacije tih napuknuća te konačno loma nadomjeska. Posljedično svemu tome, bila je potrebna veća čvrstoća staklo-keramike. Ona se postigla određenom kristalnom fazom, nadzorom rasta i distribucije kristala, onemogućavanjem nastanka napuknuća (dodatnim žarenjem ili tlačenjem), skretanjem ili premošćivanjem napuknuća te smanjenjem količine poroziteta (*vacuum*). Treba istaknuti da je iznimno važan strogo precizan i kontroliran tehnološki postupak u zubotehničkom laboratoriju kako za vrijeme same izradbe tako i tijekom obrade nadomjeska. Kada se govori o funkcijskoj trajnosti, važna je također završna obrada površine, pogotovo kada je riječ o tribološkim svojstvima nekog materijala. Taskonak tvrdi da veća čvrstoća i žilavost u dvoslojnih keramičkih sustava nastaje zbog kristalizacije u fasetnom sloju, što očvršćuje sam fasetni sloj, zatim zbog kompresivnog rezidualnog naprezanja udruženo s termičkom ekspanzijskom anizotropijom te zbog kompresivno-rezidualnog naprezanja uzrokovanog viskozno elastičnom strukturalnom relaksacijom. Hidroksilni i fluorovi ioni polariziraju se kod hidrolize ili u kiselom miljeu, što materijal čini otpornijim. Na taj se način u usnoj šupljini stvara si-hidroksilni sloj koji povećava čvrstoću tih materijala i zatvara mikrooštećenja (1).

## 1.2. Podjela staklo-keramike

Dentalna je keramika izotropna, nema talište, nego interval omekšavanja i poželjan je što veći raspon. Kako bi se postigla optimalna čvrstoća, keramika mora sadržavati dovoljan udio kristalnih sastavnica. One istodobno povećavaju njezinu neprozirnost, odnosno umanjuju transparentiju. U stakleni matriks uloženi su kristali različitih vrsta, veličine, količine i rasporeda. Količina i vrsta kristala određuju optička i mehanička svojstva keramike. Tako će se povećanjem količine staklene faze smanjiti otpornost na lom, ali i povećati translucencija.

S obzirom na temperaturu pečenja, keramika se može podijeliti na:

- keramiku s niskom temperaturom (870 – 1065°C)
- keramiku sa srednjom temperaturom (1093 –1260°C)
- keramiku s visokom temperaturom (1288 – 1370°C)

Tradicionalna dentalna keramika sastoji se od glinice (kalij-aluminijev silikat ili ortoklas), kvarca ( $\text{SiO}_2$ ) i kaolina te drugih sastojaka (oksidi, pigmenti) čime se postižu boja, plastičnost, fluorescentnost i niža temperatura pečenja. Kod procesa dobivanja keramike osnovni se

sastojci pomiješaju i griju na visokoj temperaturi do trenutka kada prelaze u staklastu smjesu koja se zatim naglo hladi uranjanjem u vodu. Pritom dolazi do loma staklaste smjese i pretvara se u tzv.frit koji se melje i od njega nastaje prah. Tako dobiveni keramički prah miješa se s destiliranom vodom da bi se dobila pasta. Ona se nanosi u nekoliko slojeva – temeljni ili opaker, dentinski i caklinski ili *incisal*. Svaki od tih slojeva peče se pri određenoj temperaturi, pri čemu dolazi do smanjenja obujma od 27 do 45% zbog kondenzacije čestica, izgaranja organskih tvari i isparavanja vode.

Suvremeni keramički materijali prema sastavu mogu se podijeliti na:

- konvencionalna leucitna keramika
- specijalizirane keramike za izradu jezgri:
  - silikatno staklo
  - leucitna staklo-keramika
  - litijeva staklo-keramika
- cirkonij-oksidna keramika
- aluminij-oksidna keramika

Keramički materijali mogu se podijeliti i prema tehnikama izrade fiksnoprotetskog rada na:

- tehniku napečenja slojeva na odljev ili foliju (metal-keramika)
- tehniku infiltracije (InCeram)
- tehniku lijevanja (Dicor, Cerestore)
- tehniku tlačenja (IPS-Empress 1 i 2)
- strojnu tehniku (CAD/CAM) (5)

Staklo-keramika se dijeli na onu za:

- laboratorijsku izradbu (npr. Dicor, Dentsply International, York ili IPS Empress, Ivoclar Schaan Liechtenstein)
- strojnu izradbu (npr. Dicor MGC ili Pro Cad).

Staklo-keramika za laboratorijski tijek dijeli se na:

- ljevljivu, koja iskorištava tehniku izgaranja voska i centrifugalno lijevanje nadomjestaka (Dicor)

- tlačenu, koja iskorištava postupak vrućeg tlačenja, IPS Empress 1, IPS Empress 2, i e-max

### 1.2.1. Staklo-keramika za laboratorijsku izradbu

#### a) Ljevljiva staklo-keramika

Grossman ju je 1970. godine prvi put opisao (Nicor staklo), a u fiksnoj protetici ju je 1974. upotrijebio Stookey. Dicor sustav svrstava se u kategoriju ljevljive staklo-keramike. Nicor staklo sadržava kristale tetrasilicij-fluorova tinjca ( $K_2Mg_5Si_8O_{20}F_4$ ) i amorfne staklene matrice. Kristali su fleksibilni i slični ploči, pa je Dicor otporan na lom (1). Tome pridonose i neki dodatci, npr. cirkonijevi oksidi. Materijal ima dobra svojstva: estetika, minimalno skupljanje tijekom pečenja, dobar rubni dosjed, mala toplinska vodljivost, minimalan abrazivni potencijal. Neki od nedostataka su uska indikacija isključivo u prednjem dijelu zubnog niza te nemogućnost nanošenja materijala za posebne estetske učinke kroz obložni sloj krunice (krunica se boji samo tankim premazima). Savojna čvrstoća Dicor keramike iznosi 125 MPa (6). Ljevljiva staklo-keramika neporozna je, homogena te ima unutar amorfne staklaste matrice kontrolirani rast kristala. Kristali rastu te svojim rastom i rasporedom određuju svojstva materijala (čine oko 55 vol%). Nastanak i rast kristala (postupak keramiziranja) povećava čvrstoću, žilavost, otpornost na termički šok, otpornost na kemijske agense, a smanjuje translucenciju. Materijal ima gustoću i mikrotvrdoću sličnu caklini (7). Također je sličnost i u translucenciji. Dolazi i do stvaranja „kameleonskog učinka“ jer kristali tinjca djeluju na difrakciju i apsorbiraju boju svoje okoline (8).

Prvi korak tijekom izrade protetičkog rada od Dicor keramike ulaganje je voštanog objekta u kivetu koja ima dvostruki rub, a koristi se fosfatni uložni materijal. Zatim, nakon predgrijavanja i žarenja na  $900^\circ\text{C}$  30 minuta slijedi lijevanje na temperaturi  $1370^\circ\text{C}$  centrifugalnom silom. Zatim se kiveta hladi, otvara i objekt se pjeskari zrcima  $Al_2O_3$  veličine čestica  $25\ \mu\text{m}$  te potom ponovno ulaže i peče na  $1075^\circ\text{C}$  6 sati. Nakon toga počinje postupak keramiziranja, a staklo djelomice gubi prozirnost. Na površini staklo-keramičkog objekta stvara se sloj CaMg silikata (Ceram-sloj) zbog interakcije staklo-keramike i uložnog materijala. Potom slijedi bojenje s nekoliko premaza i glaziranje restauracije (6). Taj se sustav više ne koristi.

1989. predstavljena je litijeva staklo-keramika (Olympus) koja je ljevljiva staklokeramika. Njezin osnovni sastav čine  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $LiO_2$ ,  $MgO$ ,  $TiO_2$ ,  $Na_2SiF_6$ , uz male koncentracije

oksidnih boja. Kristalizacijom tog materijala nastaju kristali  $[\text{NaMg}_3(\text{Si}_3\text{AlO}_{10})\text{F}_2]$  i  $(\text{Li}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2)$  (9).

#### b) Tlačena staklo-keramika

Postupkom vrućeg prešanja staklo-keramike nastaje tlačena staklo-keramika. Tvornica „Ivoclar“ razvila ju je do razine kliničke uporabe. Wohlwend ju je prvi opisao (1).

IPS Empress 1 je staklo-keramika koja je ojačana kristalima leucita ( $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ ). Udio kristala (veličine 1 – 5  $\mu\text{m}$ ) čini oko 35% težinskih dijelova. Razlikom u koeficijentima termičke istežljivosti leucita i staklene matrice postignuto je ojačanje. Nešto veće tlačno naprezanje prisutno je u kristalima, dok je u matrici prisutno vlačno naprezanje, pa sukladno tome dolazi do pretvorbe visokih kubičnih u tetragonalne leucite i sav se materijal nalazi u blagoj kompresiji (10 – 13). Savojna čvrstoća IPS Empress 1 keramike iznosi 160 MPa (14).

IPS Empress 2 je staklo-keramika koja je ojačana kristalima litijevog disilikata. Uz dominantnu kristalnu fazu na periferiji osnovnih kristala nalaze se kristali litijevih ortofosfata ( $\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ). Udio kristala čini oko 70% težinskih dijelova. Apatitna staklo-keramika upotrebljava se za slojevanje (oblaganje čvrste osnovne konstrukcije). Kristalna faza prisutna je od početka, ne mijenja se tijekom postupka prešanja. Nakon postupka tlačenja, primarni, litijevi disilikatni kristali elongirani su dužine 0,5 – 5,2  $\mu\text{m}$ , dok sekundarni ortofosfati poprimaju veličinu od 0,1 do 0,3  $\mu\text{m}$ . Čvrstoći i žilavosti značajno doprinosi povećanje udjela kristalne komponente. Ono tvori zbijenu, gustu, zaključanu mikrostrukturnu sliku, a na opacitet materijala ne utječe značajno. IPS Empress 1 (E1) i IPS Empress 2 (E2) dva su različita materijala. E1 i prije i nakon tlačenja ima iste vrijednosti žilavosti. E2 ima različite vrijednosti žilavosti, ovisno o položaju litijevih disilikata u staklenoj matrici. Nakon dodatnog tlačenja, količina poroznosti obaju Empress materijala smanjuje se, a istodobno jako rastu kristali litijeva disilikata (Empress 2). Tehnika slojevanja E2 jezgrenog materijala ima savojnu čvrstoću 350 – 440 MPa (ovisno o mjerenju). Žilavost je 3,1 MPa. Savojnu čvrstoću 120 MPa ima materijal za tehniku bojenja E2. Empress 2 ima bolja mehanička svojstva od Empress 1, homogeniju strukturu, termička i tribološka svojstva slična caklini te bolju rubnu prilagodbu (6).

Kod tog sustava razlikuju se dvije laboratorijske tehnike izradbe. Za izradbu pojedinačnih krunica na prednjim zubima primjenjuje se tehnika slojevanja, a za izradbu pojedinačnih krunica na bočnim zubima, *onlaya*, *inlaya* i tehnika bojenja ljuski. IPS Empress keramika 2



znatno je čvršća od ranije generacije te je stoga indicirana i za tročlane mostove do završno drugog pretkutnjaka (tehnika slojevanja) i za pojedinačne krunice u prednjem i stražnjem području zubnog niza, ljuske, *inlay/onlay* (tehnika bojenja). Čvrstoća mjerena opterećenjem pod kutom od 30° iznosi 335 N za Empress keramiku, a 253 N za Dicor keramiku. Čvrstoća pod osovinskim opterećenjem iznosi 2 180 N za Empress keramiku 1, dok za Dicor keramiku iznosi 1 553 N (15).

#### 1.2.2. Tijek izradbe nadomjeska od IPS Empress 1 keramike

U bijelom vosku radi se modelacija objekta. Prema veličini modeliranog rada, postave se odljevni kanalići određene dužine i promjera. Nakon toga se objekt postavlja na postolje koje se oblaže papirnatom ili silikonskom kivetom te ulaže odgovarajućim, vakuumski miješanim uložnim materijalom i zatvara plastičnim poklopcem. Osim kivete, u peć za predgrijavanje postavljaju se alox čep i keramički materijal (ingot) za određenu tehniku rada. Porast temperature tijekom predgrijavanja postupan je, 30 minuta drži se na temperaturi 250°C, a 60 minuta na konačnoj temperaturi 850°C. Nakon što je termički proces završen, sve se premješta u peć za tlačenje Empress keramike posebno oblikovanim škarama te se odabire određeni program, ovisno o vrsti nadomjeska. Primjerice, kod izradbe pojedinačnih krunica tehnikom slojevanja Empress 1 materijala, radna temperatura iznosi 1 070 °C, radni tlak 4 bara, a dodatni 6. Kod tehnike bojenja Empress 1, proces se izvodi na temperaturi od 1 050 °C istim iznosom tlaka (6).

#### 1.2.3. Tijek izradbe nadomjeska od IPS Empress 2 keramike

U bijelom vosku radi se modelacija, zatim slijedi ulaganje u papirnatu ili silikonsku kivetu, koristi se originalni uložni materijal. Zatim se provodi predgrijavanje, potom tlačenje s 5 bara 20 minuta na 920°C (tehnika slojevanja), dok je kod tehnike bojenja tlačenje također s 5 bara, ali na temperaturi 1075°C. Pjeskari se česticama veličine 80 µm, pod tlakom 0,28 MPa. Ostatak se čisti 1%-tnom hidrofluornom kiselinom 30 sekundi. Potom se ponovno pjeskari česticama Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> veličine 100 µm, pod tlakom 0,1 MPa 30 sekundi. Na jezgru se u nešto većoj količini nanosi fasetni keramički prah koji se miješa s originalnom tekućinom. Fasetna (apatitna) keramika Empress 2 peče se na 800°C 6 minuta (porast temperature postupan je). Na toj temperaturi zadrži se 2 minute, a onda se hladi. Vakuum se uključuje na 450 °C i otpušta na 799 °C. Fasetni materijal sastoji se od triju slojeva. Višak tog materijala odstranjuje se ručno dijamantnim brusnim sredstvom, a površina se glazira. Aparaturu za rad potrebno je pravodobno baždariti. Pozornost se mora obratiti na debljinu jezgre, koja ne smije biti manja

od 0,8 mm, kontaktno područje među članovima mosne konstrukcije mora biti najmanje 4 mm ( $12 \text{ m}^3$ ) (6).

Izvrсна estetika i zadovoljavajuća čvrstoća dobre su strane tih materijala. Nedostatci su dodatna oprema, nemogućnost uporabe u postraničnoj regiji žvačnog niza u pacijenata s jakim žvačnim silama, a i adhezivno cementiranje može stvarati probleme (6).

Osim IPS Empress 2, danas se proizvode i IPS e.max Press i IPS e.max ZirPress (Ivoclar Vivadent AG Schaan, Liechtenstein). Fasetna keramika ista je za oba sustava – IPS e.max Ceram (nano fluorapatitna keramika) (16). Oba materijala dostupna su u CAD/CAM verzijama.

IPS e.max Press ima sastav sličan E2. Sastoji se od litijeva disilikata. Savojna čvrstoća poboljšana je i iznosi od 352 do 600 MPa, žilavost od 2,7 do 4,49 MPa, a i estetika je bolja. Dužina zrna te keramike mogu se podijeliti na srednja  $3,4 \mu\text{m}$ ; mala zrna  $1 - 4 \mu\text{m}$ ; sferna zrna  $1 \mu\text{m}$  te najznačajnija elongirana zrna dužine su  $10 - 12 \mu\text{m}$  i širine  $2,5 - 4 \mu\text{m}$ . Pogodan je za krunice i mostove u incizalnoj i premolarnoj regiji, *inlay*-e i ljuskice.



Slika 1. Keramički valjčići za vruće prešanje.

IPS e.max ZirPress kombinira tehniku prešanja i CAD/CAM. To je fluoroapatitna staklo-keramika koja se preša na IPS e.max ZirPress osnovu, a ona je slabo translucetna. Tako se postiže izvrstan estetski učinak. Koristi se za klasične krunice i mostove te *inlay* mostove. Postoje i dvije nijanse u boji gingive kada je potrebno nadoknaditi izgubljena meka tkiva (16).

### 1.3. Strojna izradba staklo-keramike – CAD/CAM

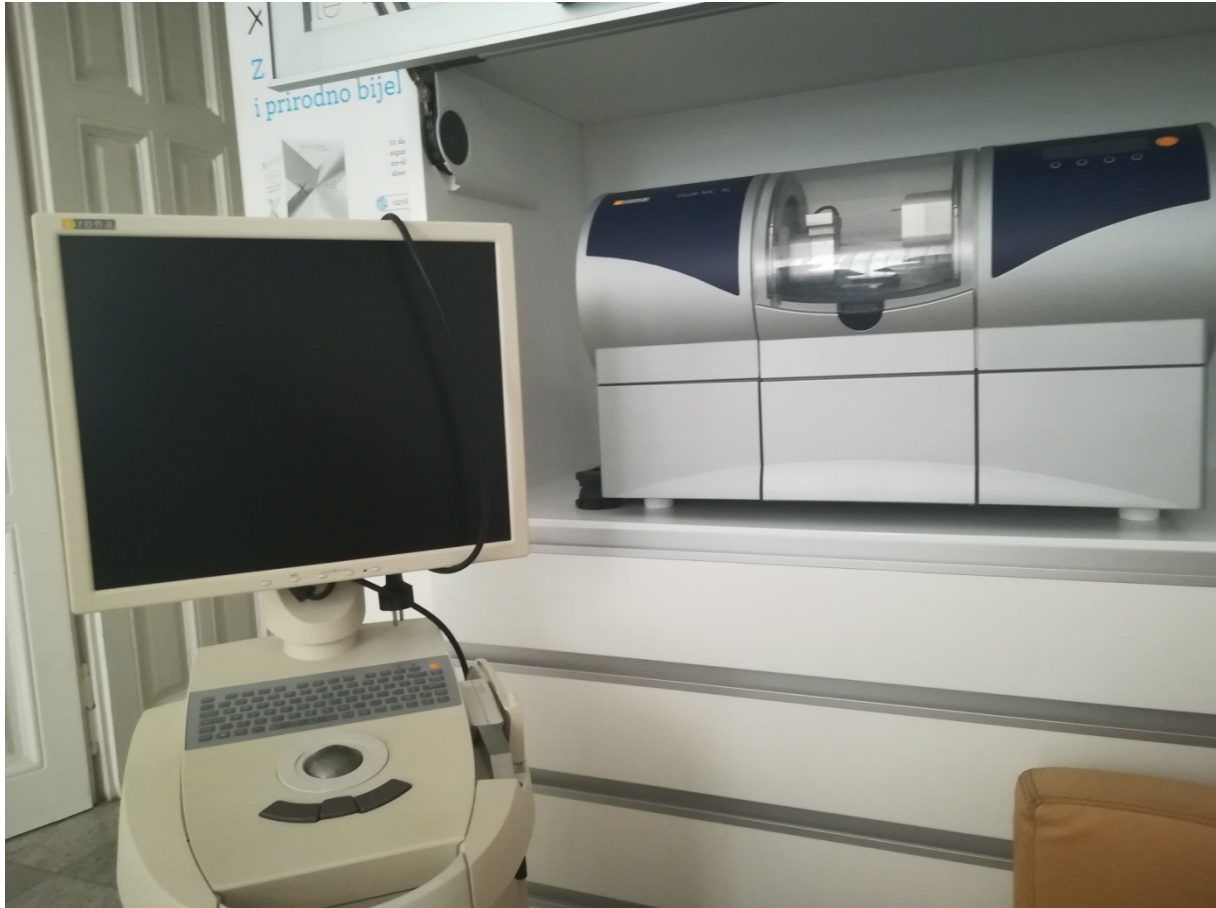
Godine 1989. u stomatologiju ulazi računalom potpomognuto oblikovanje/računalom potpomognuta izrada, CAD/CAM (*Computer Aided Design/Computer Aided Manufacture*) nastankom uređaja Cerec (CEramic REConstruction) za izradbu *inlay-a*, *onlay-a* i labijalnih faseta u ordinaciji tijekom jednog posjeta.

CAD/CAM tehnologija pokazuje niz dobrih svojstava: jednostavnost, za neke zahvate nije potreban laboratorij, nema klasičnog uzimanja otiska te je tako mnogo ugodnije za pacijenta (može se i ponavljati više puta), brzina izradbe velika je (mogućnost izrade više radova u jednom posjetu), mogućnost pogreške svedena na minimum, a cijena je prihvatljiva (ušteta vremena te nema troškova laboratorija). Uza sve to, kvaliteta izrađenog nadomjeska jednaka je ili viša. Nedostatci CAD/CAM sustava prvenstveno su u visokim troškovima i u ovladavanju tehnikom rada (17).

CAD/CAM sustav sastoji se od:

- skenera
- integrirane jedinice za glodanje
- peći za sinteriranje
- računala s odgovarajućim programom.

Preciznost izradbe krunice, mosta, fasete, *inlay-a*, ovisi o preparaciji uporišnog zuba. Preparacija se izvodi isto kao i kod laboratorijskog sustava izrade, ali je kod računalnih sustava nužna veća preciznost, a posebna pozornost treba se obratiti na izostanak podminiranih područja. Što se tiče otiskivanja, princip je isti, a najčešće se koriste adicijski silikoni. Otisci se izliju u jako tvrdoj sadri, zatim je potrebno odvojiti bataljke i podminirati stepenicu kako bi ju laser (vitalni dio skenera) mogao što preciznije skenirati. Također, Cercon sustav omogućuje skeniranje i voštanog modela koji je prethodno oblikovao zubni tehničar. Ta opcija rabi se kod preparacija koje nisu zadovoljavajuće.



Slika 2. Uređaj Cerec.

Skeniranje jednog bataljka traje 10-ak minuta. Rezultati skeniranja zatim odlaze u računalo koje ih obradi i informaciju šalje u stroj za rezanje, koji od keramičkoga bloka izrađuje keramički nadomjestak. Keramički blok nalazi se na metalnome nosaču, što omogućuje fiksaciju u komori za rezanje. Reže se dijamantnim diskovima i brusilima uz istodobno hlađenje vodenim sprejem. Kako se keramički blok vrti oko svoje osi, tako se i dijamantni disk i brusilo vrte i transliraju gore i dolje oko keramičkog bloka i pritom ga režu (18).

Danas neki sustavi omogućuju i skeniranje bataljka u ustima. Skeniranje se izvodi 3-D kamerom i računalom koje obrađuje podatke te ih šalje u CAD/CAM jedinicu za glodanje. Kamera omogućuje iznimno precizan optički otisak zuba u tri dimenzije. Snimiti se mogu i zubi u suprotnoj čeljusti, što ubrzava cijeli postupak te se dio protetičkih radova može odmah izraditi (19).

Za izradbu keramičkih nadomjestaka koriste se keramički blokovi. Oni su montirani na metalni nosač te se restauracija izrađuje glodanjem. Prednost prema dentalnoj keramici koja se priređuje u laboratoriju imaju gotovi keramički blokovi za sustav CAD/CAM zbog svojih unificiranih, lako kontroliranih i standardiziranih svojstava (Slika 3., Slika 4.). Oni su prilagođeni strojnoj obradi te nisu podložni dimenzijskim promjenama tijekom laboratorijske izrade. Dimenzije blokova ovise o veličini i obliku nadomjeska koji se izrađuje (17).



Slika 3. Keramički blokovi za CAD/CAM izradu (IPS Empress CAD).



Slika 4. Keramički blokovi za CAD/CAM izradu (IPS e.max CAD).

### 1.3.1. Strojna izradba staklo-keramičkih nadomjestaka

IPS e.max CAD je litij disilikatna staklo-keramika, koja dolazi u blokovima. Oni se koriste za izradbu estetskih, jako otpornih jednočlanih restauracija, kao što su ljuskice, *inlay-i*, djelomične krunice i krunice (14).

IPS e.max CAD obrađuje se, gloda, u „mekanom“ obliku međufaze. Materijal tada pokazuje svoje karakteristike i neobičnu plavkastu boju (Slika 5.). U tom obliku, materijal se može ručno prilagoditi i može se provjeriti točnost dosjeda. Nakon toga slijedi jednostavan i brz postupak kristalizacije koji traje otprilike 20 minuta (Slika 6.). Tada materijal dobiva svoju završnu čvrstoću od 360 MPa kao i željene estetske vrijednosti kao što su boja, translucencija i svjetlina. Dalje se nanosi fasetna keramika (slojevanje s IPS e.max Ceramom) (14).



Slika 5. IPS e.max CAD – krunica u djelomično kristaliziranom stanju („mekani“ oblik međufaze).



Slika 6. IPS e.max CAD – krunice nakon kristalizacije.

## 1.4. Indikacije i kontraindikacije kliničke primjene staklo-keramičkih nadomjestaka

Indikacije za staklo-keramičke nadomjeske su:

- krunica
- klasična estetska ljuska
- tanka ljuska (0,3 mm)
- kruti ispuni (*inlay/onlay*)
- mostovi do 3 člana (prednja i premolarna regija)

Kontraindikacije za staklo-keramičke radove su:

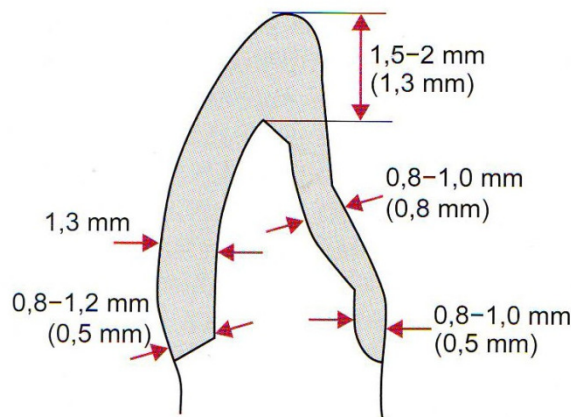
- velike žvačne sile (bruksizam)
- gingivitis, treći i četvrti stupanj parodontopatije
- malokluzije, duboki zagriz, *tet a tet* okluzija (23).

## 1.5. Preparacija zuba za staklo-keramičke nadomjeske

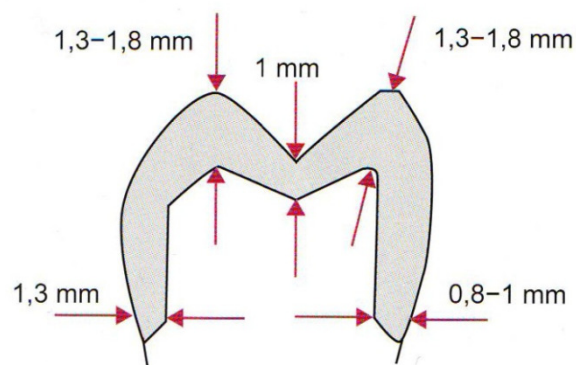
### 1.5.1. Preparacija uporišnog zuba za krunicu

Kod preparacija uporišnog zuba za staklo-keramičke nadomjeske prve generacije, brušenje je dosta obilno kako bi se osigurala strukturalna trajnost nadomjeska. Za staklo-keramičke nadomjeske nove generacije brušenje uporišnog zuba reducirano je zbog poboljšanja mehaničkih svojstava materijala. Pri brušenju vestibularne plohe, upotrebljava se dijamantno svrdlo zaobljenog (nove generacije materijala) ili ravnog (starije generacije materijala – potrebna veća debljina) vrha, ovisno o vrsti keramike za koju se brusi zub. Za keramike savojne čvrstoće do 350 MPa zub se brusi na pravokutnu stepenicu. Ona osigurava dovoljno prostora, a manja čvrstoća materijala kompenzira se nešto većom debljinom krunice. Zaobljena stepenica koristi se kod keramika, savojne čvrstoće veće od 350 MPa jer osigurava dovoljno mjesta, a ne reducira isuviše zub. Budući da se radi o materijalima koji imaju dobra estetska svojstva, subgingivna preparacija izbjegava se. Rub preparacije smješta se epigingivno ili supragingivno, što je odlično zbog parodontoprofilaktičkih razloga (6, 20, 21).

Brušenje uporišnog zuba započinje urezivanjem orijentacijskih žljebova koji određuju dubinu brušenja – jedan po sredini vestibularne plohe i jedan na mezijalnoj i distalnoj strani iste. Incizalni brid kod prednjih zuba te okluzalnu plohu stražnjih zuba potrebno je skratiti za 1,5 – 2 mm (Slika 7., Slika 8.). Područje radne kvržice potrebno je opsežnije izbrusiti. Žljebovi se urezuju i na oralnoj plohi kao vodič u kontroli opsega brušenja. Retencija i stabilizacija krunice poboljšava se minimalnom koničnošću nasuprotnih stijenki ( $4^{\circ}$  –  $6^{\circ}$ ) zuba. Na kraju treba zagladiti sve prijelaze te ukloniti sva podminirana područja i nepoduprtu caklinu jer takva mjesta dovode do povećanja naprezanja u keramici i loma krunice u funkciji. Bitno je da se to učini brusnim sredstvima velike finoće (6, 20, 21).



Slika 7. Shematski prikaz brušenja prednjih zuba. Preuzeto iz (6)



Slika 8. Shematski prikaz brušenja stražnjih zuba. Preuzeto iz (6)



### 1.5.2. Preparacija za estetsku ljusku

Estetska vestibularna ljuska fiksno je protetski rad koji predstavlja alternativu potpunoj krunici zbog poboljšanja izgleda prednjih zuba. Indikacija za izradbu ljuske ponajprije je estetska, zbog promjene boje zuba (egzogene i endogene pigmentacije), zatvaranje dijastema, nadoknada izgubljenih incizalnih bridova i uglova (frakture koje obuhvaćaju caklinu), hipoplazija cakline. Također, ljuskom je moguće i restituirati prednje vođenje u protruzijskoj kretnji, pogotovo kod abradiranih sjekutića. Brušenje zuba za ljusku minimalno je i trebalo bi završavati u caklini. Najmanja debljina preparacije za keramičku ljusku iznosi 0,3 – 0,5 mm. Incizalna polovica vestibularne površine i incizalni brid moraju biti reducirani 0,5 mm u vestibulooralnom smjeru. Aproksimalno preparacija ide do aproksimalnog kontakta sa susjednim zubom. Kod preparacije incizalnog brida dva su osnovna oblika s obzirom na pozicioniranje ruba dosjeda. Prvi oblik nalaže da rub dosjeda ljuske završava pri i na samom incizalnom bridu, dok kod drugog oblika rub dosjeda uključuje cijeli incizalni brid zuba te oralnu stranu zuba (u manjoj ili većoj mjeri) (22).

### 1.6. Cementiranje staklo-keramičkih restauracija

Postupci i materijali za cementiranje nadomjestaka mogu se podijeliti na aktivne i pasivne. Aktivni stvaraju kemijsku i mehaničku vezu između zuba i nadomjeska, dok pasivni samo mehanički ispune prostor između istih. Bolji postupak vezivanja omogućit će manje brušenje tvrdog zubnog tkiva, kvalitetnije rubno zatvaranje te bolju estetiku (16).

Tablica 1. Pregled keramičkih sustava s indikacijama i načinom cementiranja. Preuzeto iz (26)

Vrsta keramike	GLINIČNA KERAMIKA	KERAMIKE S UDJELOM STAKLA					POLIKRISTALINIČNE/OKSIDNE KERAMIKE	
		STAKLOKERAMIKA		INFILTRACIJSKA KERAMIKA			ALUMINIJEV OKSID	CIRKONIJEV OKSID
		Leucitima ojačana	Litij-disilikatna	Al-Mg spinel	Aluminijev oksid	Aluminijev oksid ojačan cirkonijem		
Lomna čvrstoća (MPa)	do 120	250-300	350	220	450	600-700	600	1000
Indikacije	obložna keramika, inleji/onleji, ljuskice, 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
Cementiranje								
adhezivno	+	+	+	+	+	+	+	+
samojetkajući cement	-	-	-	+	+	+	+	+
konvencionalno	-	-	-	-	+	+	+	+

Staklo-keramički nadomjesci cementiraju se adhezivno. Adhezivni, odnosno kompozitni cementi imaju niz dobrih svojstava kao što su niska topljivost, visoka vezna čvrstoća i dobra estetika. Kod sustava za adhezivno cementiranje, glavna je razlika u načinu polimerizacije, pa se tako razlikuju kemijski stvrdnjavajući, svjetlosno stvrdnjavajući te dualno stvrdnjavajući sustavi. Samojetkajući adhezivni cementi ubrajaju se u skupinu posebnih vrsta adhezivnih cemenata jer se kod njih kiselina, *primer* i *bond* nalaze u samom cementu pa nije potrebno kondicioniranje cakline i dentina (23).

Tablica 2. Pregled svojstava adhezivnih cementa. Preuzeto iz (26)

	Kemijski stvrdnjavajući	Svjetlosno stvrdnjavajući	Dualno stvrdnjavajući	Samojetkajući
<b>Način polimerizacije</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kemijski, kontaktom baze i katalizatora</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>osvjetljavanjem polimerizacijskom lampom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>inicijacija svjetlosnim impulsom, nakon toga kemijski</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>većinom dualno – svjetlosna inicijacija, dalje kemijski</li> <li>samo kemijski (npr. <i>Maxcem Elite</i>, <i>Kerrhawe</i>)</li> </ul>
<b>Prednosti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>polimerizacija na svjetlu nedostupnim mjestima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>kontrola početka polimerizacije</li> <li>nema miješanja</li> <li>bolje umreženje u odnosu na kemijski stvrdnjavajuće</li> <li>stabilnost boje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>uvjetno moguće kontrolirati početak polimerizacije</li> <li>nakon inicijacije, stvrdnjavanje bez pristupa svjetla</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>jednostavno rukovanje (sve komponente sadržane u cementu – ne treba <i>primer</i> i <i>adheziv</i>)</li> </ul>
<b>Nedostaci</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nemogućnost kontrole početka stvrdnjavanja</li> <li>potreba miješanja*</li> <li>promjena boje u žućkasto (ne za translucetnije radove)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nemogućnost korištenja na svjetlu nedostupnim mjestima</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>potreba za miješanjem*</li> <li>ne u kombinaciji s kiselim adhezivima</li> <li>promjena boje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>slabija veza u usporedbi s ostalim cementima (vidi indikacije)</li> </ul>
<b>Indikacije</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>intraradikalarni kolčići, inleji/onleji, krunice, mostovi (i na implantatima)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ljuskice, inleji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>intraradikalarni kolčići, inleji/onleji, krunice, mostovi (i na implantatima)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>radovi od crkonij-oksida (i na implantatima)</li> <li>ne za keramike niže lomne čvrstoće</li> </ul>
<b>Primjeri tvorničkih naziva</b>	<i>Multilink Automix</i> , <i>Ivoclar Vivadent</i> , <i>Liechtenstein</i> ; <i>Panavia 21</i> , <i>Kuraray Dental</i> , <i>Japan</i> ; <i>C&amp;B Cement</i> , <i>Bisco</i> , <i>Kanada</i>	<i>Variolink Veneer</i> , <i>Ivoclar Vivadent</i> , <i>Liechtenstein</i> ; <i>Choice 2</i> , <i>Bisco</i> , <i>Kanada</i> ; <i>NX3 Light-Cure</i> , <i>Kerrhawe</i> , <i>Švicarska</i>	<i>Variolink II</i> , <i>Ivoclar Vivadent</i> , <i>Liechtenstein</i> ; <i>Clearfil Esthetic Cement</i> , <i>Kuraray Dental</i> , <i>Japan</i> ; <i>Panavia F</i> , <i>Kuraray Dental</i> , <i>Japan</i> ; <i>BifixQM</i> , <i>Voco</i> , <i>Njemačka</i> ; <i>Duo-Link</i> , <i>Bisco</i> , <i>Kanada</i> ; <i>NX3 Intro</i> , <i>Kerrhawe</i> , <i>Švicarska</i>	<i>Speedcem</i> , <i>Ivoclar Vivadent</i> , <i>Liechtenstein</i> ; <i>RelyX Unicem</i> , <i>3M Espe</i> , <i>SAD</i> ; <i>Bifix SE</i> , <i>Voco</i> , <i>Njemačka</i> ; <i>Biscem</i> , <i>Bisco</i> , <i>Kanada</i> ; <i>Clearfil SA Cem</i> , <i>Kuraray Dental</i> , <i>Japan</i> ; <i>Panavia F2.0</i> , <i>Kuraray Dental</i> , <i>Japan</i> ; <i>G-Cem</i> , <i>GC</i> , <i>Japan</i> ; <i>Maxcem Elite</i> , <i>Kerrhawe</i> , <i>Švicarska</i>

\* NAPOMENA: danas se mnogi dvokomponentni cementi nude u posebnim štrcaljkama koje omogućuju jednakomjerno miješanje i olakšavaju aplikaciju (slika 1).

Za sve adhezivne tehnike, pa tako i za ovu, glavni je i osnovni uvjet osigurati suho radno polje. Ono se postiže svitcima staničevine i/ili koferdamom. U gingivni sulkus umeće se konac kako se višak cementa ne bi zavukao u to područje, a za izolaciju susjednih zubi najbolje je koristiti teflonsku vrpcu koja će spriječiti neželjeno vezanje cementa za njih. Prilikom adhezivnog cementiranja, potrebno je pripremiti caklinu i dentin, što uključuje čišćenje bataljka/kaviteta, jetkanje cakline i dentina te apliciranje adhezivnog sustava na površinu cakline i dentina (ovisno o uputama proizvođača). Keramiku je potrebno prije cementiranja očistiti i odmastiti. Nakon toga keramika se kondicionira. Za to se koristi pjeskarenje česticama  $Al_2O_3$  i 9,5%-tna fluorovodična kiselina (HF) koja se nanosi na veznu površinu i ostavi se da djeluje 3 minute te se ispire. Tako se stvara mikroretentivna površina koja omogućuje prodiranje cementa, čime se poboljšava veza (23).

Nakon kondicioniranja preporučeno je nanijeti silan ( $\text{SiH}_4$ ) jer pojačava kemijsku vezu između keramičke površine i adhezivnog cementa, čime raste vezna čvrstoća (24, 25).

## **2. PRIKAZ SLUČAJA**

U radu je prikazan slučaj pacijenta koji dolazi nezadovoljan izgledom prednjeg segmenta zubnog niza (Slika 9.). Pacijent je potpisao suglasnost za izradu fiksno protetskog rada u Zavodu za fiksnu protetiku, Klinike za stomatologiju, Kliničkog bolničkog centra Zagreb u Zagrebu te se stoga nije tražila suglasnost Etičkog odbora Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (konzultirana predsjednica Povjerenstava za diplomske radove Stomatološkog fakulteta u Zagrebu).

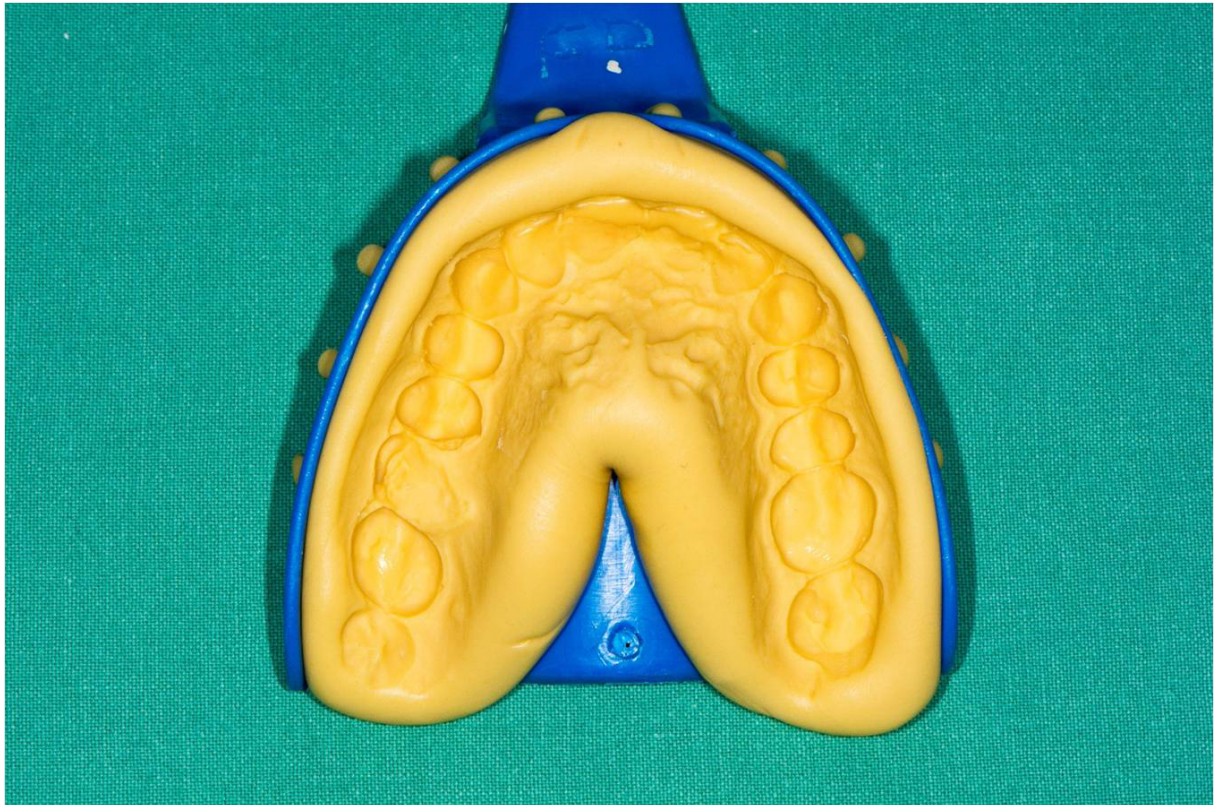


Slika 9. Intraoralna fotografija – prikaz fronte te prikaz gornje i donje čeljusti u zagrizu.

Preuzeto ljubaznošću prof. dr. sc. Ketij Mehulić

Prije izrade bilo kakvog protetskog rada uzeta je detaljna medicinska i stomatološka anamneza kako bi se dobio uvid u opće i stomatološko zdravlje pacijenta, prehrambene navike, očekivanja pacijenta i uspostavio kvalitetan odnos između pacijenta i terapeuta utemeljen na povjerenju. Uzeti su anatomske otisci kako bi se na studijskim modelima mogla detaljnije analizirati situacija u ustima, a ujedno i kako bi se izradio provizorni rad. Otisci su se uzeli monomaksilarno konfekcijskom žlicom odgovarajuće veličine (Slika 10.). Na

studijskim modelima urađeno je dijagnostičko navoštavanje kako bi pacijent dobio uvid u izgled svog budućeg nadomjeska, ali i kako bi terapeut i tehničar mogli detaljnije isplanirati izgled budućeg nadomjeska (Slika 11.). Uzet je otisak navoštenog modela i kasnije intraoralno izradio privremeni nadomjestak. Takav postupak omogućava bolji uvid u izradu konačnog rada i lakšu i bržu prilagodbu pacijenta na novi izgled.



Slika 10. Anatomski otisak prije brušenja. Preuzeto ljubaznošću prof.dr.sc. Ketij Mehulić



Slika 11. Navoštavanje *inlay* voskom na radnom modelu. Preuzeto ljubaznošću  
prof.dr.sc.Ketij Mehulić

Nakon uklanjanja starih fiksno protetskih radova na zubima 11 i 22, sanacije uporišnih zubi i parodontološke terapije (preprotetska terapija) započelo se s brušenjem zubi 11, 12, 21, 22 urezivanjem orijentacijskih žljebova na svim stranama i potom konačnog brušenja i poliranja zubi. Pacijenta se anesteziralo s *plexus* anestezijom kako bi sam proces bio što bezbolniji te ugodniji. Nakon završenog brušenja, provjera preparacije napravila se testovima ogledalom i sondom.





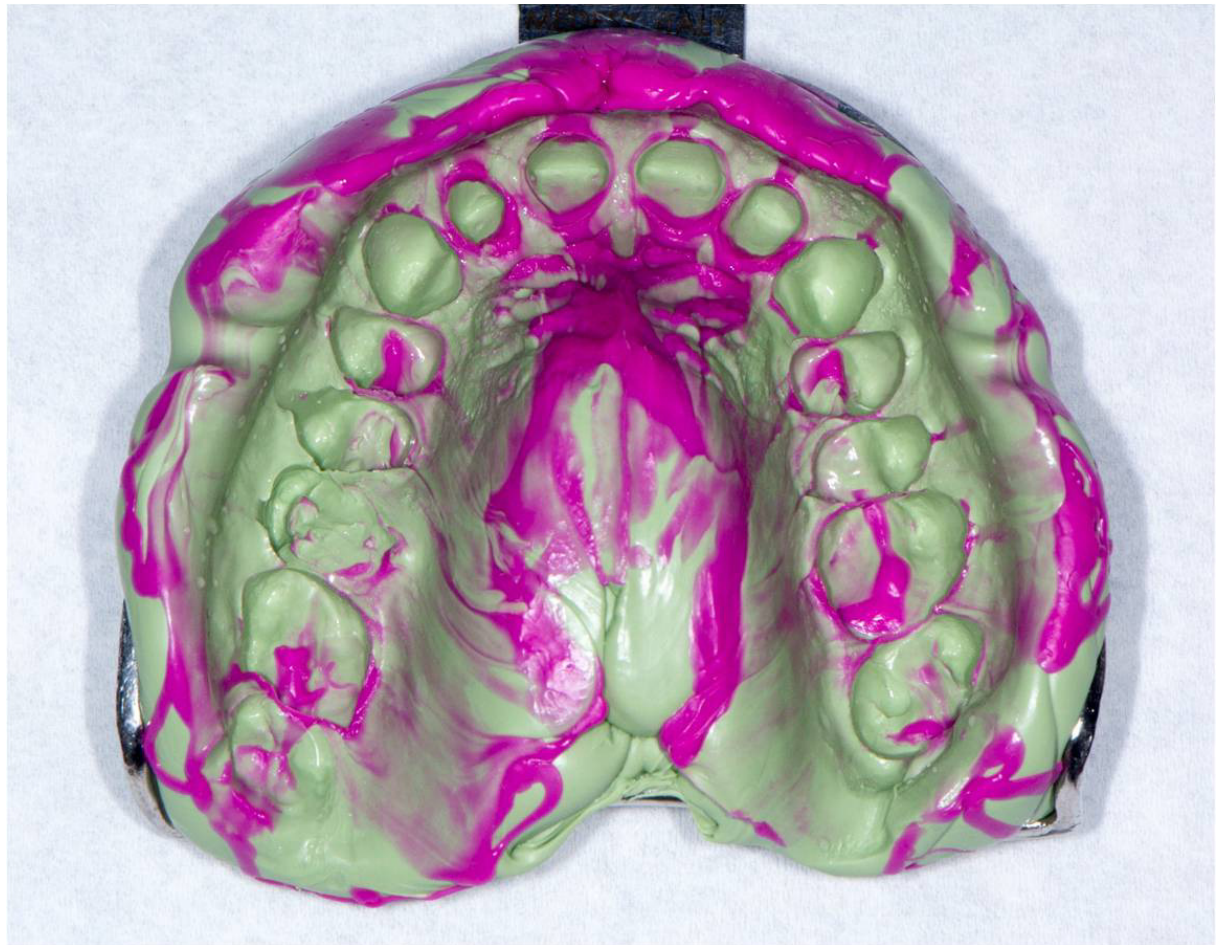
Slika 12. Prikaz nakon brušenja – bataljci. Preuzeto ljubaznošću prof.dr.sc. Ketij Mehulić

Slijedila je izrada privremenog fiksno protetskog rada tako da se otisnuo navoštene studijski model, korigirali su se podminirani dijelovi otiska i otisak se napunio materijalom za izradu privremenih nadomjestaka, bis-akrilnom kompozitnom smolom i vratio na izbrušene zube pacijenta. Takva izrada provizorija (ambulantno) vrlo je jednostavna, jeftina i gotova u jednom posjetu. Pacijentu omogućuje normalno funkcioniranje (žvakanje, fonacija, estetika) tijekom izrade konačnog protetskog rada. Također služi kao zaštita bataljaka posebice kada je riječ o vitalnim zubima te omogućuje brži i bolji oporavak gingive (Slika 13.).



Slika 13. Provizorij u ustima pacijenta. Preuzeto ljubaznošću prof.dr.sc. Ketij Mehulić

Kako bi se oporavila meka zubna tkiva te kako bi se pacijent naviknuo na izgled novih zubi, konačni otisak uzeo se 14 dana nakon brušenja. Pritom bitno je bilo osigurati suho radno polje kako bi otisak bio što precizniji. U navedenom slučaju, uzeo se jednovremeni otisak s dva materijala različite konzistencije u konfekcijskoj žlici – adicijski silikon guste i rijetke konzistencije (Slika 14.).



Slika 14. Otisak adicijskim silikonom. Preuzeto ljubaznošću prof.dr.sc. Ketij Mehulić

Nakon vađenja iz usta otisak se oprao pod mlazom tekuće vode i dezinficirao tekućinom za tu namjenu. Uz otisak, bilo je potrebno uzeti otisak kontra čeljusti, što se obično, a i u ovom slučaju, uzelo pomoću ireverzibilnog hidrokoloida. Za registraciju zagriža bilo je potrebno uzeti interokluzijski međučeljusni registrat u rozom vosku. Naposljetku s ključem boja određena je i boja budućeg nadomjeska. Bilo bi ispravnije da se boja uzela prije brušenja zuba međutim, kako je pacijent imao očuvanu ostalu denticiju ta faza ostavila se za kraj.

Pacijent je ponovno došao u ordinaciju na probu osnovne staklo-keramičke jezgre (Slika 15.). Navedena se jezgra probala u ustima pacijenta i pri tome se posebna pozornost posvetila izgledu unutrašnje površine jezgre, rubnom dosjedu te slobodnom prostoru za obložnu keramiku na površini jezgre prema susjednim i nasuprotnim zubima (Slika 16.).



Slika 15. Staklo-keramičke jezgre na radnom modelu. Preuzeto ljubaznošću prof.dr.sc. Ketij Mehulić



Slika 16. Staklo-keramičke jezgre u ustima pacijenta. Preuzeto ljubaznošću prof. dr. sc. Ketij Mehulić

Nakon probe staklo-keramička konstrukcija poslana je u laboratorij kako bi tehničar do kraja završio rad. Gotov staklo-keramički rad potrebno je isprobati u ustima pacijenta; provjerio se dosjed, kontaktne plohe na aproksimalnim plohama krunice, okluzijska morfologija, maksimalna interkuspidacija u statici i dinamici i naravno, zadovoljstvo pacijenta. Pacijent je bio zadovoljan radom. Zadnja faza bila je cementiranje staklo-keramičkog rada (Slika 17.).



Slika 17. Gotov staklo-keramički rad nakon cementiranja u ustima pacijenta. Preuzeto ljubaznošću prof. dr. sc. Ketij Mehulić

### **3. RASPRAVA**

Staklo-keramički materijali nametnuli su se kao materijal izbora u stomatološkoj protetici. Ti materijali imaju mnoga dobra svojstva, posebno se odlikuju izvrsnom estetikom, jednostavnom i brzom izradom nadomjeska te visokom translucencijom radova. Uz sve to, odlikuju se i dugotrajnošću, pogotovo kada se radi o nadomjesku u prednjem segmentu zubnog niza.

U navedenom kliničkom slučaju, pojedine faze rada mogle su se i drugačije izvesti, no gledalo se da se i pacijentu te tehničaru i terapeutu postupci pojednostave, pritom ne utječući na kvalitetu i funkciju samog protetskog rada. Nakon detaljno uzete anamneze i dobivanja uvida u želje pacijenta te njegove financijske mogućnosti, pacijent je potpisao pisanu suglasnost za provođenje protetske terapije u Klinici za stomatologiju KBC-a Zagreb. Uzet je otisak gornje čeljusti u konfekcijskoj plastičnoj žlici s kondenzacijskim silikonom. Mogao se uzeti otisak metalnom žlicom, što je uvijek bolja opcija jer je metalna žlica kruća i osigurava manje dimenzijske promjene otisnog materijala. Isto tako otisak se mogao uzeti alginatom jer je to materijal koji svojom preciznošću zadovoljava izradu modela za navoštavanje, izradu provizorija, studijskih modela te modela nasuprotne čeljusti. Zbog svoje hidrofилnosti, jednostavne primjene, materijal je izbora u navedenim situacijama. Međutim, njegova preciznost nije dostatna za izradu radnih modela. Na situacijskom modelu postupkom dijagnostičkog navoštavanja pokušao se dobiti uvid u moguće konačno terapijsko rješenje. Dijagnostičkim navoštavanjem pacijent se može znatno lakše zamisliti sa svojim budućim nadomjeskom. Tehničar i terapeut mogu jednostavnije predvidjeti sve mogućnosti za što kvalitetniju sanaciju određenog kliničkog slučaja. Često se u terapiji ne ide tim tijekom i pred tehničara se stavlja vrlo odgovoran zadatak da sam planira izgled budućeg fiksnoprotetskog rada. Takav pristup u velikom broju slučajeva rezultira nedovoljno estetski riješenom slučaju i nezadovoljstvom pacijenta, ali i protetskog tima. *Wax up* je vrlo jednostavan postupak koji iziskuje vrlo malo vremena, a daje niz pogodnosti za sve sudionike protetske terapije. U tom postupku vrlo su bitne smjernice koje terapeut, ali i tehničar može dobiti za izradu konačnog rada, a i pacijent može sudjelovati u njegovom kreiranju. U sljedećoj fazi uklonili su se stari fiksnoprotetski radovi razrezivanjem krunice. Nadomjesci se mogu ukloniti i pneumatskim pištoljem te raznim smolama ili lupkajućim skidačima. Međutim, odlučili smo se za klasičan i uobičajen način jer je pouzdan i iskustveno najprihvatljiviji.

Vrlo bitan segment u izradi protetskih radova iz niza razloga je provizorij, odnosno privremeni rad koji pacijent nosi. Štiti izbrušene zube – bataljke od mehaničkih, toplinskih i kemijskih nadražaja, osigurava stabilnost zubnog niza te funkciju i estetiku pacijentu. Može

ga izraditi terapeut, izravno u ordinaciji ili se može taj dio prepustiti i tehničaru koji ga izrađuje u laboratoriju. Tim načinom dobije se znatno kvalitetniji rad, no to iziskuje dodatan napor i vrijeme pacijenta i terapeuta, a uključuje se i tehničar, što poskupljuje rad. Ipak, kod dugotrajnijih nošenja provizorija to bi trebala biti metoda izbora izrade. U ambulatnoj tehnici izrade provizorija osim opisane tehnike mogli smo se poslužiti i celuloidnim kopicama ili izradom udlage. Smatrali smo da je ovo najjeftiniji i najbrži način izrade za koji smo pretpostavili da će imati funkcijsku trajnost koja je bila potrebna za izradu definitivnog rada.

Uporišni zubi ispod starih krunica bili su vrlo malo brušeni pa se pažljivom preparacijom uspjela izbrusiti zaobljena stepenica. Ostali zubi koji su uključeni u protetski rad jednako su tako izbrušeni. Preparacija uporišnog zuba kod izrade staklo-keramičkih radova jest zaobljena stepenica koja omogućuje manje brušenje tvrdog zubnog tkiva u odnosu na pravokutnu kao i očuvanje zdravlja parodonta i dugoročno održavanje gingive u najboljem stanju.

Nakon cijeljenja oštećene gingive tijekom brušenja, uzeo se definitivni otisak i to jednovremeni u konfekcijskoj žlici s dva materijala različite konzistencije. Najbolji način uzimanja otiska, kako u mobilnoj tako i u fiksnoj protetici, jest otisak u individualnoj žlici, no iziskuje dodatni dolazak pa se ne radi često. S obzirom na to da je pacijent imao sve svoje zube, nije se uzimao korekturni otisak nego se otiskom s dvije faze istovremeno pacijentu olakšao i pojednostavio postupak. Otisak suprotne čeljusti, tzv.kontra, uzela se u ireverzibilnom hidrokoloidu (alginatu). Pacijentu su izrađene pojedinačne krunice, a ne u bloku jer se radi o prednjem segmentu zubnog niza. Izradom takvih krunica dobiva se iluzija dubine, jednostavnije je čišćenje, što u slučaju da su se napravile blok krunice, ne bi bilo moguće.

Cementiranje staklo-keramičkih radova poprilično je jednostavno, uz prethodnu pripremu zuba i samog nadomjeska. Na tržištu postoje mnogi adhezivni cementi koji i bojom imitiraju boju nadomjeska te se ni time ne može ugroziti estetika istog. Bitni naputak za kliničara jest slijediti upute proizvođača za korišteni cement.

Idealnog gradivnog materijala u fiksnoj protetici još nema. Tradicionalni pristup i izrada metal-keramičkog nadomjeska sve više izostaje, posebice kada je riječ o sanaciji prednjeg segmenta zubnog niza zbog nemogućnosti postizanja poželjnih estetskih svojstava nadomjeska. Primjena cirkonij-oksidge keramike koja je u posljednje vrijeme vrlo moderna još uvijek nije, unatoč bitnom poboljšanju, dostigla estetske mogućnosti staklo-keramike. Staklo-keramika svojim rasporedom kristala te samim načinom dobivanja tog materijala



postiže izvanrednu mogućnost imitiranja prirodnih zubnih tkiva. Niti jedan materijal trenutno dostupan na tržištu nije se približio estetskim mogućnostima staklo-keramike. Međutim, potreba za mostovima većih raspona u prednjoj regiji zubnog niza otvara mogućnost za primjenom i drugih gradivnih materijala i njihovim daljnjim usavršavanjem. Drugi problem vezan uz potpuno keramičke materijale jest cijena koja nekim pacijentima može biti neprihvatljiva te je potrebno pronaći rješenje koje će biti najbolje i za terapeuta te pacijenta na obostrano zadovoljstvo oba.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Svaka izrada staklo-keramičkog nadomjeska zahtijeva posebna znanja i vještine terapeuta. Sam tijek izrade rada ovisi o mnogim čimbenicima koje treba uzeti u obzir kako bi na kraju rezultat bio što bolji. Bitno je saslušati i želje pacijenta te uz estetiku i funkciju staviti na bitno mjesto. Također, pozornost treba obratiti i na meka zubna tkiva kako se izradom ne bi kompromitiralo njihovo zdravlje. Zbog svih svojih dobrih karakteristika staklo-keramika je postala sredstvo izbora kod fiksno-protetske sanacije, posebice kada je riječ o sanaciji prednjeg dijela zubnog niza.

Zaključno, može se reći da poštujući sve faze rada, pravilnim određivanjem indikacija i kontraindikacija kao rezultat dobit će se zadovoljan pacijent i kvalitetan protetski rad.

## **5. LITERATURA**

1. Mehulić K. Staklokeramika. *Acta Stomat Croat.* 2005;39(4):477-88.
2. Guazzato M, Albarky M, Ringer SP, Swain WV. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials. Part I. Pressable and alumina glass-infiltrated ceramics. *Dental Mater.* 2004;20:441-8.
3. Albarky M, Guazzato M, Swain WV. Influence of hot pressing on the microstructure and fracture toughness of two pressable dental glass-ceramics. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2004;15(1):99-107.
4. Taskonak B, Mecholsky J, Anusavice KJ. Residual stresses in bilayer dental ceramics. *Biomater.* 2005;26:3235-41.
5. Bergman Gašparić L. Fiksno protetski nadomjesci na minimalno brušenim zubima [Specijalistički rad]. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilište u Zagrebu; 2011.
6. Mehulić K. Keramički materijali u stomatološkoj protetici. Zagreb: Školska knjiga; 2010.
7. Spiekerman H, Meier M, Richter EJ, Kupper H. Klinische Befunde bei Kronen aus Dicor-Glas-keramik. *Dtsch Zahnarztl Z.* 1992;47:610-4.
8. Lang SA. Castable glass ceramics for veneer restoration. *J Prosthet Dent.* 1992;67:590-4.
9. Jakovac M. Dentalna keramika. [Magistarski rad]. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilište u Zagrebu; 2004.
10. Musić S, Živko-Babić J, Mehulić K, Ristić M, Popović S, Furić K. Microstructure of leucite Glass ceramics for dental use. *Mater Lett.* 1996;27:195-9.
11. Musić S, Živko-Babić J, Mehulić K, Ristić M, Popović S, Furić K. Microstructural Properties of Leucite-type Glass-ceramics for Dental Use. *Croat Chemical Acta.* 1997;70(2):703-18.
12. Mehulić K, Živko-Babić J, Ivaniš T, Kustec-Pribilović M, Predanić-Gašparac H. Strukturne promjene IPS Emprss keramike kao posljedica različitog načina hlađenja. *Acta Stomatol Croat.* 1997;31:107-12.
13. Mehulić K, Živko-Babić J, Ivaniš T, Kustec-Pribilović M, Predanić-Gašparac H. Staklokeramika u fiksnoj protetici – Dicor i Emprss. *Acta Stomatol Croat.* 1997;31:149-55.
14. Ivoclar Vivadent AG [Internet]. Schaan: Ivoclar Vivadent; 2018 [cited 2018 Jun 22]. Available from: <http://www.ivoclarvivadent.com.hr/hr/svi-proizvodi/proizvodi/puna-keramika/>.

15. Ludwig K. Untersuchungen zur Bruchfestigkeit von Vollkeramikkkronen. Dental Labor. 1991;5.
16. Kunzelmann KH, Kern M, Pospiech P, Raigrodski AJ, Strassler HE, Mehl A et al. All-Ceramic at a Glance. Introduction to indications, material selection, preparation and insertion of all-ceramic restorations. Ettlingen: Society for Dental Ceramics; 2006;32: 45-93.
17. Glavina D, Škrinjarić I. Novi postupak za izradbu keramičkih ispuna: CAD/CAM sustav tehnologija 21. stoljeća. Acta Stomatol Croat. 2001;35:43-50.
18. Leinfelder KF, Isenberg BP, Essig ME. A new method for generating ceramic restorations: a CAD-CAM system. J Am Dent Assoc. 1989;118:703-7.
19. Jakovac M, Kralj Z. Cirkonij oksidna keramika u fiksnoj protetici. Sonda. 2011;12(22).
20. Čatović A, Komar D, Čatić A. Klinička fiksna protetika I - krunice. Zagreb: Medicinska naklada; 2015.
21. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. Osnove fiksne protetike. Zagreb: Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu; 2008.
22. Čatić A. Vestibularne keramičke ljuske. SONDA. 2007; 8(14-15):46-7.
23. Milardović S, Mehulić K, Viskić J, Jakšić A. Cementiranje potpuno keramičkih protetskih radova. Sonda. 2010;11(20):52-5.
24. Kamada K, Yoshida K, Atsuta M. Effect of ceramic surface treatments on the bond of four resin luting agents to a ceramic material. J Prosthet Dent. 1998;79(5):508-13.
25. Roulet JF, Söderholm KJ, Longmate J. Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength. J Dent Res. 1995;74(1):381-7.

## **6. ŽIVOTOPIS**

Iva Harmicar rođena je 6. svibnja 1991. godine u Kutini. Pohađala je Osnovnu školu Stjepana Kefelje koju je završila 2006. godine te iste godine upisala Gimnaziju Tina Ujevića u Kutini. 2010. godine završila je srednju školu te upisala Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zadnji ispit položila je u lipnju 2018. godine. Od siječnja 2016. godine asistira u privatnoj ordinaciji Dragutina Dvojkovića u kojoj također odrađuje staž.