

# Laboratorijski tijek izrade fiksnoprotetskog rada

---

Mehadžić, Korina

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:127:014630>

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

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



Repository / Repozitorij:

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



# Laboratorijski tijek izrade fiksnoprotetskog rada

---

Mehadžić, Korina

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:127:014630>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2021-08-23**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Korina Mehadžić

**LABORATORIJSKI TIJEK IZRADE  
FIKSNOPROTETSKOG RADA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, lipanj 2016.

Rad je ostvaren na Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Zavod za fiksnu protetiku.

Mentor: prof.dr.sc. Ketij Mehulić, Zavod za fiksnu protetiku, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

Lektor hrvatskog jezika: Sara Futač, mag. educ. philol. croat.

Lektor engleskog jezika: Iva Gugo, mag. educ. philol. angl.

Rad sadrži: 47 stranica

15 slika

1 CD.

*Za sjećanje na zanimljive i kvalitetno provedene studentske dane, predivne ljude, kolegice i kolege, suradnike Fakulteta koji su ostavili poseban dojam na mene.*

*Posebno se zahvaljujem svima koji su bili uz mene tijekom studija i bili mi podrška u lijepim i manje lijepim trenucima koje sam doživjela.*

*Zahvaljujem prof.dr.sc. Ketij Mehulić na nesebičnoj i stručnoj pomoći pri pisanju ovoga rada.*

## **SADRŽAJ RADA:**

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. SVRHA RADA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. TEHNIKE IZRADE FIKSNOPROTETSKOG RADA...</b>	<b>4</b>
3.1. Gradivni materijali.....	4
3.2. Izrada protetskog rada.....	12
3.2.1 Izrada osnovne konstrukcije protetskoga rada.....	12
3.2.2 Nanošenje estetskoga materijala na osnovnu konstrukciju.....	23
3.2.3 Izrada cjelovitoga nadomjeska.....	25
3.3. Pogreške pri kliničkom i laboratorijskom radu.....	25
<b>4. RASPRAVA.....</b>	<b>35</b>
<b>5. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>40</b>
<b>6. SAŽETAK.....</b>	<b>41</b>
<b>7. SUMMARY.....</b>	<b>42</b>
<b>8. LITERATURA.....</b>	<b>43</b>
<b>9. ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>47</b>

## 1. UVOD

Protetski rad čini funkcijsku cjelinu s uporišnim zubima i njihovim potpornim tkivom. Stoga je za uspješnu fiksnoprotetsku terapiju važno zdravlje uporišnih struktura. Također je važna pravilno odabrana vrsta protetskoga rada za pojedini klinički slučaj, vrsta gradivnoga materijala, pravilno provedene sve kliničke faze, precizna izrada i obrada nadomjeska u zubotehničkom laboratoriju i redoviti kontrolni pregledi (1).

Svaki je pacijent poseban klinički slučaj te zahtijeva znanje, vještine i maksimalnu koncentraciju terapeuta. Poznavanje gradivnih materijala i njihova pravilna primjena imaju veliki utjecaj na uspješnost protetske terapije. Najnoviji materijali nisu uvijek i najbolji. Procjena odabira materijala i tehnologije zasniva se na iskustvu i znanju terapeuta, kompetencijama zubnoga tehničara, opremljenosti zubotehničkog laboratorija, higijenskim navikama pacijenta i njegovim financijskim mogućnostima.

Suradnja sa zubotehničkim laboratorijem u cijelom tijeku izrade nadomjeska izuzetno je važna. Loš rad tehničara rezultirat će neprimjerenom i kompromitiranom terapijom. To ne znači da protetičar treba biti cijelo vrijeme detaljno informiran o svakoj fazi tijekom izrade nadomjeska u zubnome laboratoriju, ali uvijek mora biti voljan za suradnju. Zajednički se rad terapeuta i tehničara oslanja na profesionalnu korektnost i povjerenje. Nedostatak komunikacije često zna biti ključni izvor problema i neočekivanih komplikacija.

Fiksnoprotetski se rad može izraditi na dva načina:

1. izradom osnovne konstrukcije (jezgre) koja se potom oblaže estetskim materijalom,
2. izradom cjelovitog nadomjeska iz keramičkoga materijala (2).



## **2. SVRHA RADA**

Različiti su načini izrade fiksnoprotetskog rada nedovoljno razjašnjeni među studentima. U dostupnoj literaturi nema jedinstveno napisanoga teksta koji bi objasnio postupke izrade fiksnoprotetskoga rada kroz detaljan pregled svih faza te cjeloviti prikaz gradivnih materijala za pojedine tehnologije koji bi olakšao studentima učenje i razumijevanje gradiva i povezivanje kliničkih i laboratorijskih faza protetske terapije u jedinstvenu cjelinu. Upravo iz tog razloga, ovaj bi rad trebao biti koristan svima onima koji žele razjasniti tu problematiku.

### **3. TEHNIKE IZRADE FIKSNOPROTETSKOG RADA**

#### **3.1. Gradivni materijali**

Fiksnoprotetski rad može se izraditi raznim tehnologijama i od različitih materijala. Odabir gradivnoga materijala ovisi o indikacijama koje je postavio terapeut, njegovom znanju i iskustvu, pacijentovim željama i financijskim mogućnostima te opremljenosti, vještini i kompetenciji zubnoga tehničara (2).

Fiksnoprotetski se radovi mogu izrađivati od jednog materijala, kao npr. metala/legure, akrilatnih polimernih smola ili bis-akrilnih kompozitnih materijala (u slučajevima privremenih nadomjestaka) ili mogu biti dvoslojni tako da prvi dio čini osnovna konstrukcija, a drugi obložni, estetski materijal (3). Osnovna konstrukcija može biti izrađena od metala ili legure ili pak od potpune keramike. U tim se slučajevima osnovna konstrukcija oblaže estetskim materijalom koji može biti akrilat ili keramika. Obložni estetski materijal osigurava konačan oblik i boju, odnosno izgled krunice. Ako se osnovna konstrukcija izrađuje od metala ili legure i oblaže keramikom, govori se o tehnologiji napečenja keramike na metal, odnosno metal-keramičkim nadomjescima. Tim je nadomjescima moguće, uz redovite kontrole i adekvatnu higijenu, postići kvalitetnu i dugotrajnu opskrbu protetskoga pacijenta (4). Legure koje se koriste u izradi dvoslojnih fiksnoprotetskih nadomjestaka mogu biti plemenite, poluplemenite i neplemenite. Isto tako, legure se prema masenim udjelima pojedinih metala mogu podijeliti na:

- legure s visokim udjelom plemenitih metala (plemeniti metali >60%, zlato >40%)

- legure sa smanjenim udjelom plemenitih metala (>25%)
- pretežno neplemenite legure (<25%).

Plemenite sastojine u legurama osiguravaju otpornost na korozijske promjene u ustima, a najčešće se koriste zlatno-platinske ili paladij-srebrove legure. Od neplemenitih, najčešće se koriste kobalt-krom, nikal-krom ili titanove legure (5).

Osnovna konstrukcija dvoslojnih fiksno protetskih nadomjestaka izrađena od metala ili legura ili pak iz potpunih keramika osigurati će čvrstoću, tvrdoću i dimenzijsku stabilnost nadomjeska. Trebala bi biti lako obradiva, ostvarivati dobru vezu s obložnim materijalom, imati slični koeficijent termičkoga rastezanja (KTR) s estetskim materijalom, malu gustoću i toplinsku vodljivost, mora biti kemijski stabilna, prihvatljive cijene i indiferentna prema okolnom tkivu (2).

Novije tehnologije uključuju izradu nadomjestaka isključivo od keramičkoga materijala, tzv. potpuno keramički nadomjesci koji zadovoljavaju, u današnje vrijeme, sve veće estetske zahtjeve pacijenata, točnije, postali su glavno uporište estetske dentalne medicine. Izrazito brz napredak keramičkih materijala i uvođenje novih tehnologija, učinili su mogućim oponašati prirodu uspješnije nego prije (6). Dentalna se keramika dobiva miješanjem praha i tekućine te pečenjem. Prije se prah dobivao od prirodnih sirovina (glinenci, kvarc, kaolin), a danas se sve više koriste sintetske sirovine. Na taj se način dobiva keramika znatno boljih mehaničkih svojstava – potpuna keramika (3).

Dentalna se keramika može podijeliti:

1. prema namjeni, odnosno načinu izrade nadomjeska, razlikuju se monolitni i dvoslojni keramički fiksno protetski nadomjesci. Monolitni sustavi omogućavaju izradu jednokomadne konstrukcije potpunog oblika na koju nema potrebe nanijeti obložnu keramiku. Individualizacija se postiže bojenjem. Dvoslojni sustavi, kao što im naziv kaže, sastoje se od osnovne konstrukcije ili čvrste jezgre (metal ili keramika) koja predstavlja prvi sloj. Drugi sloj čini obložna keramika.
2. prema kemijskom sastavu, keramike se dijele na silikatne, a one se dalje dijele na konvencionalne ili glinične i staklokeramike te oksidne keramike. Osnovu gliničnim keramikama čine glinenci, kvarc i kaolin uz dodatak organskih tvari – dekstrina, škroba, šećera za poboljšanje plastičnosti i ponešto oksida za poboljšanje estetike. Slabe su otpornosti na lom (npr. Duceram, Luxor). Drugu grupu čine staklokeramike koje mogu biti ojačane leucitima (IPS *Empress*) ili litij-disilikatima (IPS *Empress II*, IPS *Emax*). One imaju jaču otpornost na lom. Staklokeramike nastaju kontroliranom kristalizacijom stakla. Staklo je kruta talina alkalijskih silikata i doprinosi translucenciji keramičkih materijala. Drugu skupinu čine oksidne keramike, a obuhvaćaju aluminij i cirkonij-oksidnu keramiku. Glavnu fazu oksidne keramike čine kristali (metalni oksidi:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{ZrO}_2$ ) s vrlo malo ili bez staklene faze.
3. prema indikacijama keramike se dijele na one za izradu krunica u prednjem segmentu zubnoga niza, tada se najčešće koristi staklokeramika, te u

stražnjem segmentu gdje se mogu koristiti staklokeramike iako se prednost daje oksidnim keramikama. Za izradu estetskih ljusti najčešće se koristi glinična keramika ili staklokeramika ojačana leucitima ili litij–disilikatima. Mostovi u prednjem segmentu izrađuju se od litij–disilikatne staklokeramike ili oksidnih keramika, a u stražnjem segmentu prvenstveno od oksidnih keramika. Litij-disilikatne i oksidne keramike mogu se koristiti i za izradu korijenskih kolčića.

4. prema tehnici izrade razlikuju se materijali za četiri tehnike. Prva je tehnika lijevanja metala ili legure. Lijevanjem se dobije osnovna konstrukcija na koju se nanese keramika tehnikom slojevanja i peče na odgovarajućoj temperaturi čime se postiže čvrst i stabilan proizvod. Ovdje se može ubrojiti i napečenje keramike na metalnu foliju. Druga je toplo-tlačna tehnika, slijedi tehnika infiltracije ili *slip cast* i tehnika strojnog oblikovanja, tj. glodanja (4).

Konačna odluka o odabiru protetskog nadomjeska ovisi o stupnju oštećenja pojedinog zuba ili skupine zubi, smještaju oštećenog zuba u zubnom nizu, o starosti pacijenta te o mehaničkim i optičkim svojstvima keramičkog materijala, opremljenosti zubnoga laboratorija, kompetentnosti doktora dentalne medicine i financijskim mogućnostima pacijenta (2). Mlađim se osobama, kao i onima s manjim oštećenjima zubne strukture, preporučuje izrada estetske keramičke ljuste, *inlayja* ili *onlayja* i na taj se način postiže maksimalni estetski učinak minimalnim brušenjem zubnoga tkiva (7). Kod opsežnijih zahvata izrađuju se potpune krunice, a kod gubitka zubi mostovi (6).

Važna kvalifikacija gradivnih materijala osiguranje je trajnosti protetskoga rada. Funkcijsku ili uporabnu trajnost nadomjeska definiraju biološka i tehnološka trajnost. To daje mogućnost fiksnoprotetskom radu da kroz određeno vrijeme pruža pacijentu optimalnu terapijsku i estetsku funkciju. Biološka trajnost ovisi o stanju uporišnih zuba i njihovoga potpornog sustava, dok je tehnološka trajnost određena svojstvima gradivnoga materijala i kvalitetom izrade i obrade nadomjeska (2). Metal-keramički nadomjesci pokazali su izvrsnu trajnost jer objedinjuju dobra mehanička i kemijska svojstva gradivnoga materijala i dobro poznatu tehnologiju izrade nadomjeska. Vezu obložne keramike s osnovnom konstrukcijom moguće je jednostavno uspostaviti izborom odgovarajućih, kompatibilnih materijala u dodiru (8). U relevantnoj se literaturi opisuje nekoliko teorija veze površine metalne osnovne konstrukcije i obložne keramike.

To su:

1. kemijska veza – glavna veza metala s keramikom. Žarenjem metalne osnovne konstrukcije, na površinu izlaze neplemenite sastojine koje se tijekom oksidacijskoga postupka spajaju s kisikom i formiraju oksidne spojeve. Zbog toga se plemenitim legurama dodaju neplemeniti metali (npr. cink, kositar, indij, željezo) u koncentraciji manjoj od 2%. Oksidi nemaju mogućnost povratne difuzije i ostaju na površini metalne konstrukcije te se nanošenjem prvog keramičkog sloja vežu sa silicijem iz obložne keramike. Pritom treba paziti na debljinu oksidnoga sloja jer pretanki, kao i predebeli sloj oksida, može umanjiti čvrstoću veze metala i obložne keramike (9).

2. mehanička veza – smatra se dopunskom vezom. Keramika pri nanošenju na metalnu osnovnu konstrukciju ulazi u neravnine na površini odljeva i nakon pečenja se usidri na tim mjestima. Što je više neravnina na površini metala, veća je površina samog odljeva, a time i veći broj kemijskih veza metala i keramike.

3. teorija spajanja Van der Waalsovih vezama – slabe veze koje predstavljaju slobodnu energiju kojom atomi ili molekule jedne tvari mogu privući čestice druge tvari. Kako bi se ostvarile, važno je površinu metalnoga odljeva premazati vaticom umočenom u sredstvo za smanjenje površinske napetosti kako bi se poboljšalo vlaženje metalne površine i posljedično ostvarila kvalitetnija veza s keramikom.

4. teorija naprezanja – koristi se svojstvom keramike kojim se bolje podnosi tlačno od vlačnog naprezanja. Iz toga bi razloga bilo dobro kada bi se za određenu leguru izabrala keramika koja ima nešto manji koeficijent termičkoga rastezanja (KTR) od KTR legure. Na taj bi se način pri rastu temperature metal više širio i keramika bi bila pod blagim utjecajem kompresijskih sila.

5. dendritička teorija – dodatna veza. Pri pečenju keramike ioni iz stakla prodiru do površine metala i tvore međuspoj koji dodatno veže dvije osnovne sastavnice.

6. galvanska teorija – metalna površina gubi ione i postaje neravna. Staklo iz keramike ispunjava neravnine stvarajući vezni sloj (9).

Potpuno keramički sustavi također pokazuju dobru trajnost, iako su neki keramički materijali vrlo krhki pa su indicirani za izradu nadomjestaka u prednjoj regiji zubnoga niza gdje su žvačne sile manje. Noviji potpuno keramički materijali

od cirkonijevog oksida omogućuju izradu vrlo kvalitetnih nadomjestaka koji se po mehaničkim svojstvima i otpornosti mogu mjeriti s metal–keramičkim (2) (Slika 1. i 2.).



Slika 1. Potpuno keramički protetski rad. Preuzeto iz: (10)



Slika 2. Potpuno keramički most (lijevo). Metal-keramički most (desno). Preuzeto iz: (11)



Najkraću trajnost pokazuju nadomjesci fasetirani polimerima koji vrlo brzo zbog promjene boje, loma ili ispadanja fasete gube svoju funkcijsku, ali i estetsku vrijednost. Glavni je uzrok gubitka fasete slabija veza dvaju materijala u dodiru i loša usklađenost njihovih KTR-a. Prava kemijska veza između metala i akrilata ne postoji, već se retencija fasetnog materijala ostvaruje mehanički i mikromehanički (12). Mehanička je retencija primarna retencija koju čini cirkularni okvir ormarića na vestibularnoj strani nadomjeska gdje faseta sjedi poput „stakla na satu“ (Slika 3.). Mikromehanička je retencija dopunska ili sekundarna retencija, a čine ju sitne kovinske perlice veličine 0,4-0,6 mm ravnomjerno raspoređene po dnu ormarića, eventualno u kombinaciji sa subincizalnim i paralateralnim brazdama u metalnoj osnovnoj konstrukciji. Dodatna se retencija može postići pjeskarenjem ormarića i elektrokemijskim nagrivanjem jer se i na te načine povećava površina za vezanje s akrilatom (1).



Slika 3. Akrilatne fasete unutar metalnog ormarića mosta, primarna retencija.  
Preuzeto iz: (13)

Najveći problemi fasetiranih sustava nastaju zbog dimenzijskih promjena uslijed različitog KTR metala i akrilata. Akrilat se uvijek više širi i skuplja od metala pri temperaturnim promjenama u usnoj šupljini. Zbog toga dolazi do promjena na granicama metala i akrilata, akrilat se lomi. Ujedno, zbog male tvrdoće akrilata, akrilat se u funkciji pojačano troši. U nastale pukotine prodire slina, plak, a nadomjesci gube na estetskoj komponenti (14).

Fiksnoprotetski se rad može izraditi kako je već navedeno, dvoslojno – na osnovnu se konstrukciju nanese estetski materijal ili se sve napravi odjednom (3).

## 3.2. Izrada protetskog rada

### 3.2.1 Izrada osnovne konstrukcije protetskoga rada

Izrada osnovne konstrukcije podrazumijeva izradu konstrukcije koja osigurava čvrstoću, trajnost i stabilnost nadomjesku. Radi se o, već prije spomenutim, dvoslojnim sustavima koji se sastoje od osnovne konstrukcije/čvrste jezgre (metalne ili keramičke) djelomično ili u potpunosti prekrivene obložnim estetskim materijalom (akrilat ili keramika kod metalne osnovne konstrukcije ili isključivo keramika kod keramičkih jezgara). Osnovna se konstrukcija može izraditi:

1. lijevanjem
2. postupkom galvanizacije ili nabiranjem tanke folije
3. tehnikom sinteriranja
4. strojnim glodanjem
5. toplo-tlačnim postupkom
6. infiltracijskom tehnikom (*slip-cast*) (3).

Primjena potpunih keramika savojne čvrstoće do 350 MPa indicirana je za izradu pojedinačnih krunica, *inlayja*, *onlayja*. Ako se žele napraviti mosne konstrukcije, onda se rabe keramike savojne čvrstoće iznad 350 MPa.

## Lijevanje

Lijevanje je najčešći način dobivanja osnovne metalne konstrukcije. Mogu se koristiti plemenite ili neplemenite legure, a pritom je svakako potrebno pratiti upute proizvođača. Cijeli se postupak odvija u zubotehničkom laboratoriju, a započinje izradom radnoga modela s odvojivim bataljcima (5). Bataljci se izoliraju lakom koji predstavlja prostor za budući cement, a voskovima za modelaciju formira se krunica reducirane morfologije. Optimalna debljina voska na bataljcima predstavlja buduću debljinu metalne jezgre, 0,3–0,6 mm, ovisno o vrsti legure. Važno je voditi računa o prostoru za budući estetski materijal. Postavljaju se strogo dimenzionirani i dobro pozicionirani uljevni kanalići na način da talina dođe do najtanjih dijelova konstrukcije (8) (Slika 4.).



Slika 4. Voštani modelat s uljevnim kanalićima. Preuzeto iz: (15)

Kada je voštani model potpuno oblikovan, slijedi ulaganje u kivetu. Uložni materijal ovisi o vrsti legure. Danas se gotovo isključivo primjenjuje tehnika

izravnoga jednofaznog ulaganja. Uložni se materijal zamiješa ručno, a zatim i u miješalici u vakuumu tijekom 40 sekundi. On se pod tlakom vibracijski ulijeva izravno u kivetu. Time se dobiva model od uložnog materijala potreban za lijevanje metala. Legura se najprije tali, a potom se (najčešće) centrifugalno lijeva u prostor sagorjelog voštanog modelata. Nakon hlađenja metalnoga odljeva, vadi se iz kivete, pjeskari, uljevni se kanalići odrežu, a površina se polira karborundnim kamenčićima i karbidnim frezama. Bilo da je riječ o osnovnoj konstrukciji ili o potpuno kovinskoj krunici, šalje se u ordinaciju na probu. Provjerava se rubni dosjed, odnos prema agonistima i antagonistima (5).

### **Postupak galvanizacije ili nabiranje tanke folije**

Alternative lijevanju postupci su galvanizacije i nabiranja tanke folije. Na dublirani model radnog bataljka nanosi se elektrokemijski 0,2 mm debeo sloj 99,9% čistoga zlata (galvanizacija). Galvanizirana jezgra ostaje i pruža konstrukciji otpornost na lom (2). Kod tehnike s folijom, zlatna ili platinska folija nabire se na radni bataljak i žari te se tako tvori osnova krunice. Krunica se završava nanošenjem keramike u slojevima te pečenjem i glaziranjem. Folija se odstrani uranjanjem krunice u vodu na nekoliko minuta (8).

### **Tehnika sinteriranja**

Osim lijevanjem, osnovna se konstrukcija može izraditi postupkom sinteriranja metalnoga praha na radnom modelu. Proces izrade započinje izlivanjem radnoga sadrenog modela i dubliranoga modela. Prah visokokaratne zlatne slitine zamiješa se s tekućinom (kao kod dentalne keramike) u konzistenciju

mulja ili paste i kistom se nanosi na duplicirani bataljak i time se oblikuje krunica. Pasta se kondenzira vibracijski na sobnoj temperaturi. Slijedi faza zagrijavanja do 300°C/15 min te potom faza pečenja prvoga sloja na temperaturi oko 1100°C/15 min u konvencionalnoj peći za keramiku na grafitnom nosaču koji će spriječiti oksidaciju neplemenitih sastojina. Tijekom pečenja, metalna se pasta zgusne u kompaktnu kovinsku kapicu. Skupljanje paste ovisit će o veličini i raspodjeli čestica metalnoga praha. Objekt se hladi u vakuumu. Prvo je pečenje važno jer će osigurati rubnu prilagodbu buduće krunice. Nakon završenog pečenja, kapica se doraduje struganjem ili rezanjem. Krunica se provjerava u ustima i mogući su dodatni popravci. Slijedi poliranje ili fasetiranje konvencionalnom keramikom (5).

### **Strojno glodanje**

Strojno se može glodati metalni blok (titan). Izrada se provodi na temelju dubliranja bataljka i erodiranja iskrom unutrašnjih površina metalnoga bloka (2). Navedena je tehnika glodanja znatno više zastupljena u izradi potpuno keramičkoga nadomjeska. Najčešće se koristi cirkonij-oksida keramika, zatim aluminij-oksida te litij-disilikatna staklokeramika (16). Sve keramike za strojnu obradu, silikatne ili oksidne, visoke su čvrstoće (Slika 5.). Računalnim oblikovanjem (CAD – computer-aided design) i strojnom izradom (CAM – computer-aided manufacturing) nadomjeska eliminira se cijeli niz laboratorijskih faza u izradi fiksnoprotetičkoga rada. Na taj se način eliminiraju i brojne pogreške koje se mogu dogoditi u tim fazama, a ujedno se skraćuje vrijeme izrade nadomjeska. Tu se manifestirao razvoj informatičke tehnologije i njezine primjene u stomatološkoj protetici.

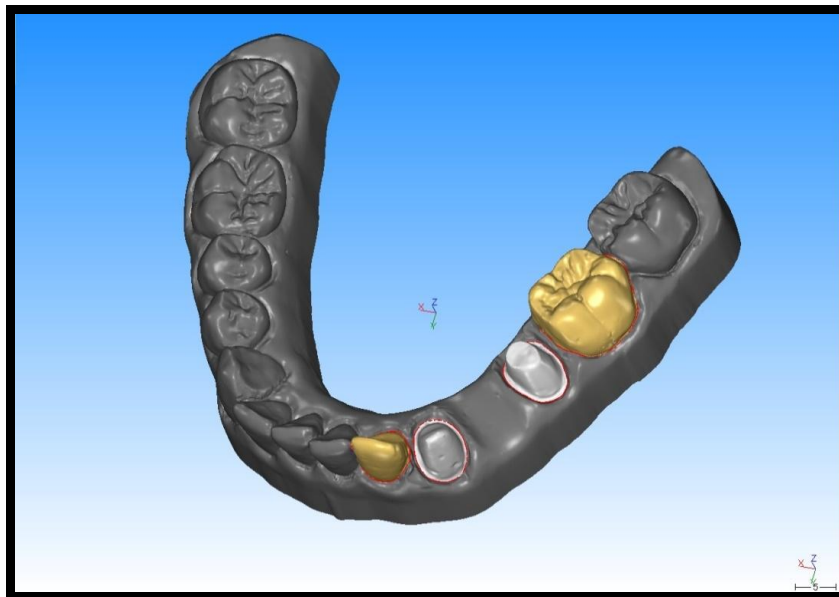


Slika 5. Keramički blokovi za strojno glodanje. Preuzeto iz: (17)

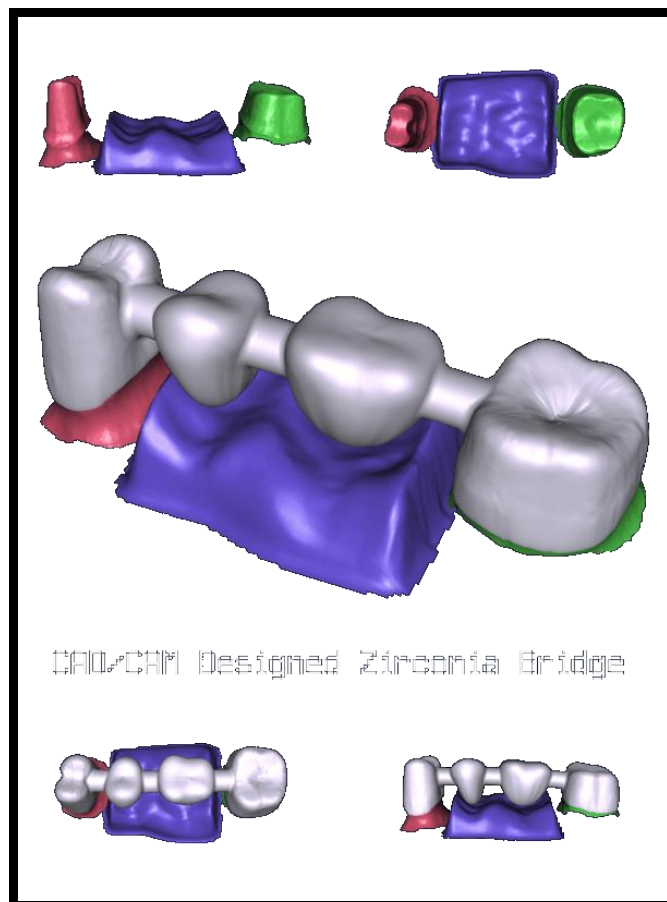
Dva su načina izrade konstrukcije iz keramičkih blokova:

1. gusto sinterirani blok glode se do točnih dimenzija nadomjeska,
2. predsinterirani blok glode se u nešto većim dimenzijama te naknadno sinterira.

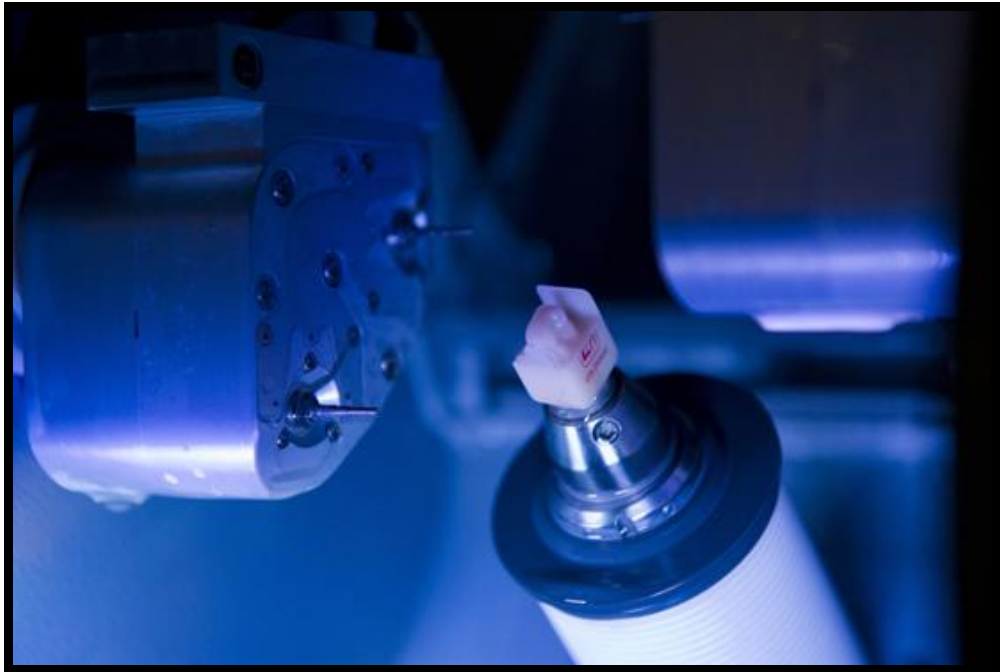
Nadomjestak se glode u posebnim glodalicama, a trajanje glodanja ovisi o materijalu i sustavu (18). Tijek izrade nadomjeska od optičkoga otiska do gotovog, izglovanog rada prikazan je na slikama 6-11. Nadomjestak se završava najčešće nanošenjem keramike do željene boje i oblika (3).



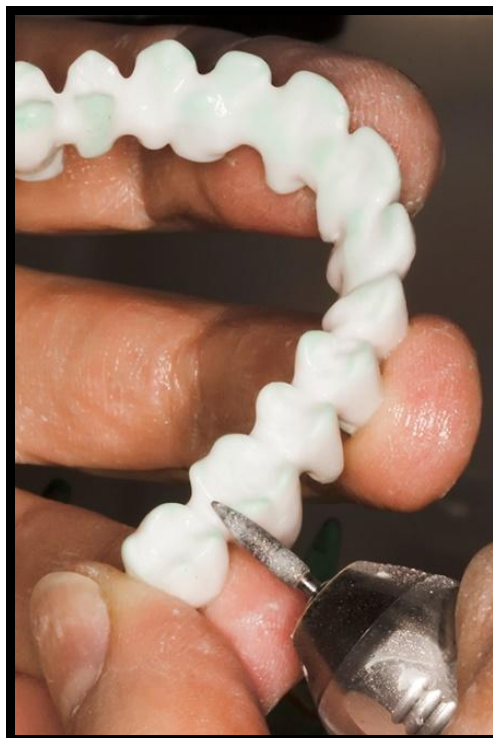
Slika 6. Optički otisak donje čeljusti. Preuzeto iz: (19)



Slika 7. Računalno potpomognuto oblikovanje (CAD) osnovne konstrukcije budućeg nadomjeska. Preuzeto iz: (20)



Slika 8. Računalno potpomognuta izrada (CAM) nadomjeska glodanjem keramičkoga bloka. Preuzeto iz: (21)

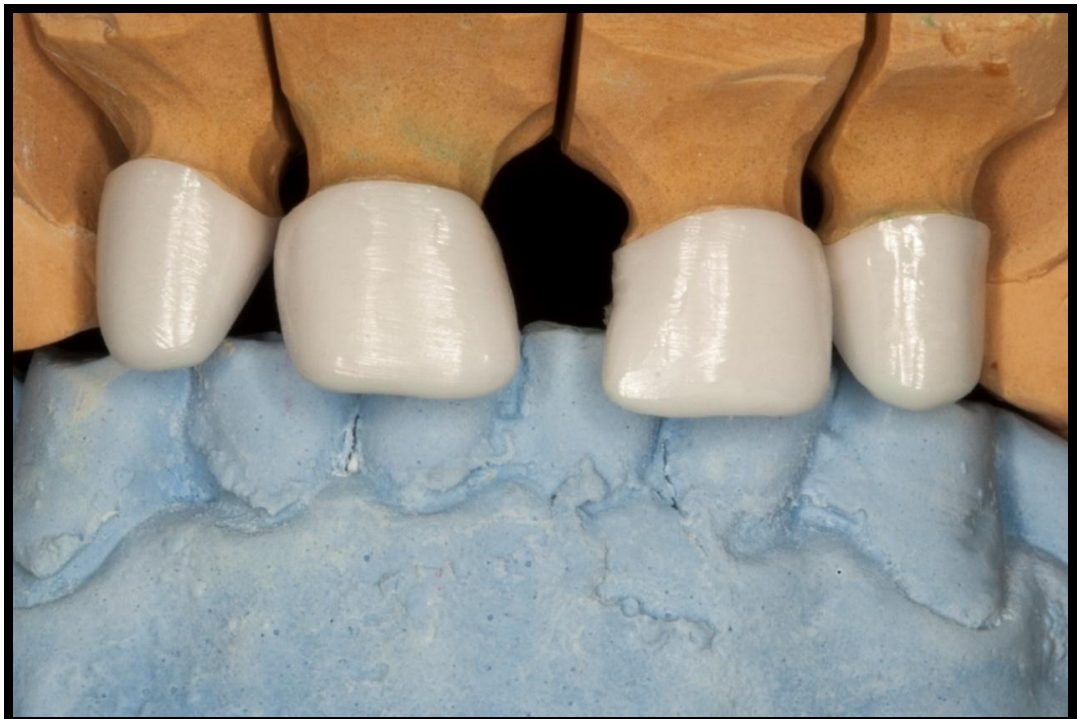


Slika 9. Glodana cirkonij-oksida osnovna/jezgrena konstrukcija semicirkularnog mosta koja će se dodatno slojevati obložnom keramikom. Preuzeto iz: (21)





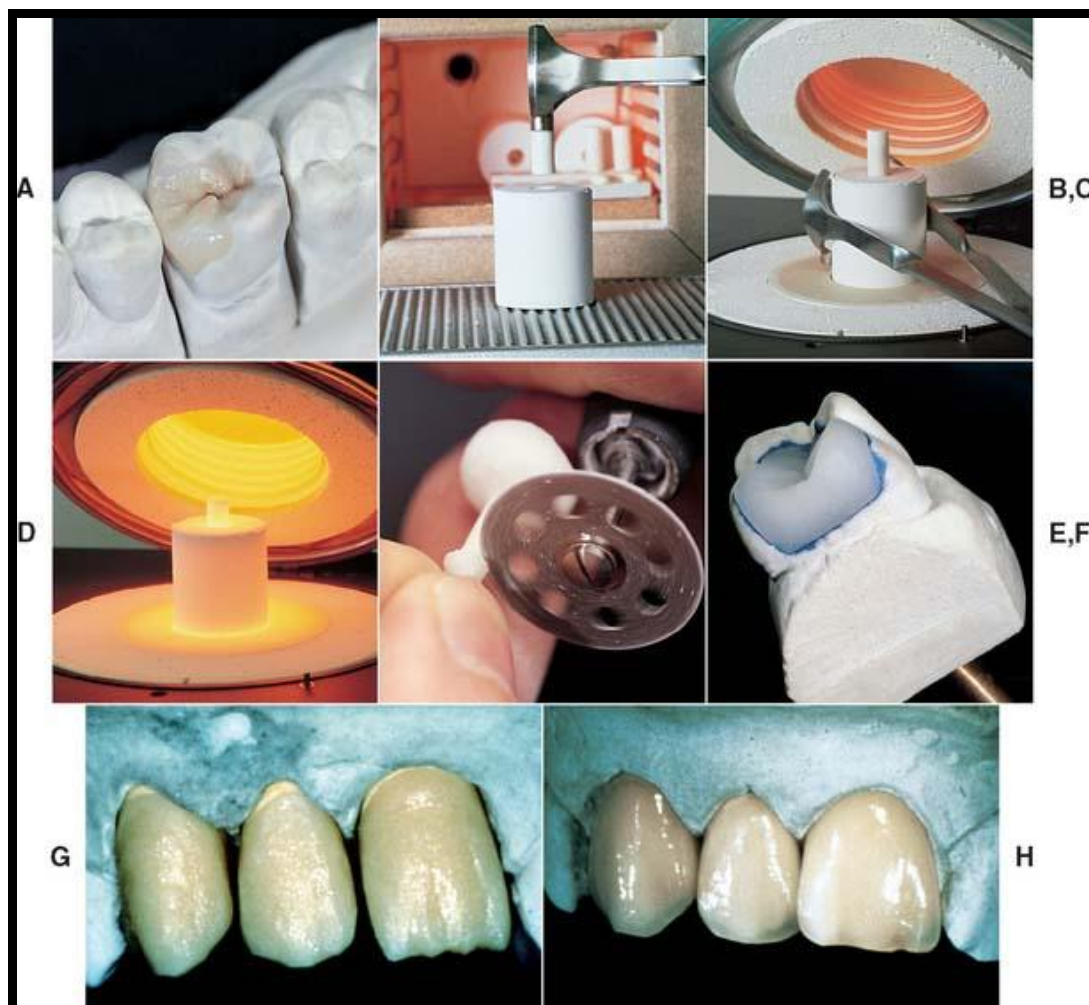
Slika 10. Glodane cirkonij-oksidge jezgre četiriju gornjih solo krunica na radnom modelu (izvorna fotografija, pogled s vestibularne strane).



Slika 11. Glodane cirkonij-oksidge jezgre četiriju gornjih solo krunica na radnom modelu (izvorna fotografija, pogled s vestibularne strane pri kontaktu s antagonistima).

## **Toplo-tlačni postupak**

Toplo-tlačnim postupkom dobivaju se nadomjesci kvalitetne mikrostrukturne slike. Nadomjestak se može prešati u svojoj konačnoj veličini (tehnika bojenja) ili reduciranog oblika (tehnika slojevanja) gdje se potpuna morfologija dobije tek nanošenjem obložne keramike (2). Proces prešanja odvija se u zubotehničkom laboratoriju. Modelacija objekta radi se u vosku na radnom modelu. Voštani se objekt postavi u kivetu u koju se ulije uložni materijal, zatim se zagrijava u peći kako bi vosak izgorio bez ostatka i na taj se način dobio kalup u obliku konačnog nadomjeska. Tvornički izrađen keramički valjčić (ingot) određene boje zagrijava se prema uputama proizvođača na temperaturu od oko 1050°C ili 1170°C (ovisno o tehnologiji) i prelazi u plastično stanje. U takvom se stanju pod utjecajem tlaka utiskuje u kivetu (3). Na opisani način dobije se konačna ili reducirana konstrukcija, ovisno o kojoj je tehnici rada riječ (Slika 12.). Ovom se tehnikom dobivaju nadomjesci izrađeni od staklokeramike ojačane leucitima (IPS *Empress*) i litij-disilikatima (IPS *Empress II*, te IPS *Emax*) (23).



Slika 12. Toplo-tlačni postupak izrade *inlay*ja na maksilarnom prvom molaru (A: voštani modelat *inlay*ja, B: uloženi voštani modelat u kivetu, predgrijan do isparavanja voska, unošenje keramičkog valjčića ingota, C, D: taljenje ingota i utiskivanje pod tlakom u prazni prostor kivete, E: uklanjanje uljavnog kanalića, obrada, F: gotov nadomjestak koji se još može bojiti do konačnog izgleda, G, H: na isti način dobivene jezgre krunica u frontu i njihovo dodatno slojevanje obložnom keramikom).

Preuzeto iz: (22)

### Infiltracijska tehnika (*slip-cast*)

*Slip-cast* tehnologija podrazumijeva izradu tvrde keramičke jezgre nanošenjem keramičke suspenzije na vatrootporni bataljak čime se izrađuju keramički nadomjesci veće čvrstoće. Otopina finog, usitnjenog aluminijskog praška (*slip*) miješa se s tekućinom do tanke, kremaste konzistencije i kistom nanosi

na bataljak u slojevima. Slijedi sinteriranje tijekom 4 sata na 1100°C čime se čestice slažu jedna do druge u kompaktni materijal. Stvara se porozni kostur na čiju se površinu nanosi niskoviskozno lantanovo staklo koje se infiltrira i kapilarnim sustavom apsorbira u porozni materijal jezgre tijekom iduća 4 sata na 1150°C. Na taj se način dobije materijal male poroznosti i dobrih mehaničkih svojstava (3). Osnovna se konstrukcija isproba u ustima i završava napečenjem obložne keramike (Slika 13.). Tri su vrste keramika dobivene na ovaj način: keramika ojačana velikom količinom  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (*In Ceram Alumina*), keramika ojačana MgO (*In Ceram Spinel*), keramika ojačana  $\text{ZrO}_2$  (*In Ceram Zirconia*) (23). One su indicirane za izradu pojedinačnih krunica te za tročlane mostove u prednjem i postraničnom dijelu zubnoga niza (2).



Slika 13. Prikaz slijeda izrade keramičkog nadomjeska infiltracijskom tehnikom (A, B: modeliranje nadomjeska i izrada silikonskog modela, C: miješanje aluminij-oksidnog praha i tekućine (slip), D, E: nanošenje na vatrootporni bataljak, F, G: pečenje i infiltracija lantanovim staklom, H: obrada jezgre, I, J: nanošenje obložne keramike). Preuzeto iz: (22)

### 3.2.2 Nanošenje estetskoga materijala na osnovnu konstrukciju

Estetski se materijal (polimer/keramika) nanosi tehnikom slojevanja na gotovu i u ustima isprobanu osnovnu konstrukciju. Tehnika slojevanja (dvoslojni sustavi) podrazumijeva nanošenje estetskoga materijala u slojevima i njegovo zbijanje u gusti kompaktni materijal postupkom kondenzacije. Polimerna akrilatna faseta kuha se u aparatu pod tlakom od 6 bara, temperaturom od 120°C tijekom 15 minuta. Na površinu osnovne konstrukcije (u slučaju polimerne fasete, to je metalna jezgra) mogu se nanijeti vezna sredstva na bazi silikata za adheziju jer je veza metala i polimera isključivo mehanička (primarna retencija – ormarić, sekundarna retencija – perlice) (3).

Keramička se faseta peče u nekoliko etapa. Prva faza je pečenje opakera (930°C, 20 min) u slučaju kada je potrebno prekriti neestetsku metalnu osnovnu konstrukciju. Druga je faza nanošenje dentinskoga sloja i pečenje na 10–20°C nižoj temperaturi tijekom 20 minuta, a po potrebi se postupak i ponavlja (Slika 14.). Bitno je predimenzionirati nadomjestak prilikom nanošenja keramike na osnovnu konstrukciju zbog skvrčavanja keramike prilikom pečenja (2). Na kraju se nadomjestak glazira kako bi se zatvorile mikropukotine u keramici, a nadomjestak dobio sjaj i glatkoću (3) (Slika 15.).





Slika 14. Slojevanje obložne keramike. Preuzeto iz: (24)



Slika 15. Izgled gotovih potpuno keramičkih krunica na radnom modelu. Obložna keramika na cirkonij-oksidoj jezgri (izvorna fotografija, pogled s vestibularne strane).

### 3.2.3 Izrada cjelovitoga nadomjeska

Cjeloviti se nadomjestak može izraditi:

1. strojnim glodanjem gotovog sinteriranog keramičkog bloka do konačnih dimenzija,
2. toplo-tlačnim postupkom,

na već opisane načine (prikazano na slici 12. za toplo-tlačni postupak).

Takvi se keramički fiksno-protetski nadomjesci svrstavaju u tzv. monolitne sustave. Monolitni sustavi izrađeni su u obliku jednokomadne keramičke konstrukcije bez obložnoga sloja keramike, slično potpunoj metalnoj lijevanoj krunici. Nadomjestak karakteriziraju odlična mehanička svojstva i dobra estetika. Individualizacija se postiže bojenjem monolitnog keramičkog nadomjeska prije glaziranja (*staining* tehnika ili tehnika bojenja) (2, 3).

### 3.3. Pogreške pri kliničkom i laboratorijskom radu

Pogreške u terapiji keramičkim nadomjescima mogu nastati u svakoj fazi kliničkoga i laboratorijskog rada. Stoga je potrebno poznavati keramičke materijale s kojima se radi te korektno izraditi i obraditi nadomjestak u zubnom laboratoriju. Također je važno uspostaviti kvalitetan odnos sa zubnim tehničarom i dobru suradnju s pacijentom. Izvor pogrešaka može biti u samoj strukturi materijala, u brušenju uporišnoga zuba, prijenosu informacija iz usta pacijenta u zubni laboratorij, izradi osnovne konstrukcije, postupku slojevanja obložne keramike te cementiranju (25).

## 1. Svojstva keramičkih materijala kao izvor pogrešaka

Odabir građivnoga materijala za određeni klinički slučaj važan je čimbenik uspješnosti fiksno protetske terapije. Njegovim lošim odabirom može se kompromitirati terapija. Sanacija u frontalnoj regiji zahtijeva primjenu građivnoga materijala koji će osigurati estetiku, a u distalnoj čvrstoću. Staklokeramike imitiraju optička svojstva prirodnoga zuba u najvećoj mjeri, a aluminijski ili cirkonij-oksidi materijali osiguravaju čvrstoću. Metal-keramika još je uvijek standard u fiksno protetskoj terapiji, a služi za sanaciju u svim kliničkim situacijama (12).

Keramika je dvofazni materijal (staklena matrica i kristali). Svaki od sastavnica ima svoj koeficijent termičke rastezljivosti zbog čega tijekom toplotnoga postupka, posebice hlađenja, dolazi do naprezanja oko kristala i mogućega stvaranja napuklina (3). Kada nadomjestak dođe pod opterećenje, napukline se mogu širiti kroz materijal što u konačnici dovodi do loma nadomjeska.

Krhkost je svojstvo koje uvelike definira rad s keramikama. Materijali sa staklenom osnovom ne posjeduju pravilnu, kristaliničnu strukturu koja omogućava jednostavnu dislokaciju kristala te time osigurava žilavost materijala. Zbog toga keramika na opterećenje ne reagira deformacijom, već lomom (25).

U analizi pogrešaka u terapiji keramičkim nadomjescima ne smije se zanemariti utjecaj okoline. Kod glinične keramike dolazi do hidrolize površine keramike. Uz to, zbog propuštanja vode kroz keramiku, slabi veza između silicija i oksida na površini odljeva u metal-keramičkim nadomjescima čime se smanjuje čvrstoća cijeloga kompleksa. Cirkonij-oksidna keramika, iako je izrazito gusta i čvrsta, također na



vlagu reagira smanjenjem mehaničkih svojstava i to zbog vraćanja u volumenski lošiju monoklinsku fazu. Starenje cirkonij-oksidge keramike relativno je poznat fenomen koji je posljedica istovremenoga mehaničkoga naprežanja i vlažnoga medija.

Statička mehanička opterećenja materijala u agresivnom mediju usne šupljine dovest će do napetosne korozije. Dinamička mehanička opterećenja potencirana greškama u strukturi materijala dovest će do umora materijala. Umor keramike uzrokovan je nizom mehanizama koji su u vezi sa svojstvima samoga materijala: mikrostrukturom, prisustvom i veličinom napuklina koje su prisutne u samom materijalu ili su posljedica izrade i obrade, žilavošću keramike te veličinom žvačnih sila (26). Sve promjene u strukturi dovest će do promjena u svojstvima (3).

## **2. Brušenje uporišnog zuba kao izvor pogrešaka**

Uzroci pogrešaka u kliničkom radu vide se u lošem brušenju zuba, nepravilnom otiskivanju i izlivanju radnoga modela, nepravilnom obliku osnovne konstrukcije koji ne osigurava potporu obložnom materijalu, neodgovarajućim KTR-om dvaju materijala u dodiru, nepravilnoj obradi površine nadomjeska, nepravilnom obliku nadomjeska, mikrodefektima u keramici, umoru materijala te okluzalnoj neusklađenosti. Važno je spomenuti kao otežavajuće okolnosti i položaj zuba u luku, okluzijski koncept, morfologiju zuba, nedovoljno zubnoga tkiva, malu vestibulo-oralnu dimenziju zuba, preveliku pulpnu komoricu, velike žvačne sile, parafunkcije, visoki kariogeni indeks, lošu higijenu, bridni i duboki zagriz.

Brušenje uporišnoga zuba vrlo je važan čimbenik uspješnosti terapije keramičkim nadomjeskom, posebice kada se radi potpuno keramički nadomjestak, jer se mnoge

nepravilnosti u brušenju mogu kompenzirati korektno oblikovanim odljevom. Stoga je brušenje za metalni nadomjestak u cijelosti ili djelomično jednostavnije od brušenja za potpuno keramički nadomjestak. Schillingburg i Rosenstiel preporučuju modelaciju voštanoga objekta do potpunih dimenzija zuba jer samo će se takvim postupkom osigurati jednaka debljina keramičkoga sloja na svim dijelovima krunice. Ujedno će se pokriti i manje nepravilnosti u brušenju. Brusi se samo onoliko tkiva koliko je potrebno za osiguranje strukturalne trajnosti nadomjeska, zadržavajući pritom morfologiju zuba koja je potpora osnovnoj konstrukciji. Skraćanjem funkcijskih kvržica, manje od preporučenih 1,5–2 mm, a nefunkcijskih 1–1,5 mm, narušit će se okluzijska morfologija i pravilna funkcija. Pravilno vođeno brušenje osigurat će silikonski ključ i orijentacijski žlijebovi koji u svakom trenutku pokazuju opseg brušenja. Nedovoljno brušenje neće osigurati optimalnu debljinu krunice što može rezultirati iskrivljenjem konstrukcije i lomom keramike. Prekomjerno brušenje može rezultirati smanjenjem retencije ili otvaranjem pulpnog prostora i potom neizbježne endodontske terapije. Zakošenost nasuprotnih stijenki veća od 3° smanjit će retenciju bataljka. Vestibularna strana prednjega zuba brusi se u dvije ravnine. U suprotnom se gubi retencija, ugrožava vitalitet, a protrudiranjem incizalnoga ruba kompromitira se estetika ili čvrstoća nadomjeska. Vratnom dijelu zuba potrebno je posvetiti posebnu pozornost. Taj je dio odgovoran za rezistenciju pa je potrebno paraleliziranjem nasuprotnih strana zuba u visini od 1–2 mm osigurati fenomen obruča („ferrule efekt“) (1). Ovo je posebno važno kod pojedinačnih krunica i niskih međučeljusnih odnosa. Stepenicu je potrebno uvijek ubrusiti jer osigurava pravilan prijenos žvačnoga opterećenja na fundament, daje potporu gradivnom materijalu i štiti okolno meko tkivo. Izuzeci su jako konveksni molari, vrlo gracilni donji prednji

zubi i ranija brušenja. Izrada pravokutne stepenice danas je nepotrebna za većinu keramičkih materijala jer se njome odnosi previše zubnog tkiva (2). Izuzetak su keramike savojne čvrstoće do 350 MPa i metal-keramička krunica s rubom u keramici. Pogreška je preparirati prostor račvišta korjenova koji se mora ostaviti slobodnim za čišćenje i parodontološku terapiju. Stepnica se u tom slučaju smješta iznad račvišta korjenova. Brušenje je potrebno završiti poliranjem jer svaki oštri prijelaz ili podminirano mjesto izaziva naprezanje u keramici što može potencirati propagaciju napuklina i lom rada (3). Brušeni se zubi otiskuju kvalitetnim preciznim materijalom, a otisak se vadi energičnim pokretom kako ne bi došlo do istezanja materijala. Izlijevanje radnoga modela mora biti u odgovarajućem gipsu sa separacijom bataljaka jer se inače modelacija svih dijelova voštanoga objekta neće moći precizno izvesti. Upotreba računalne tehnike svakako olakšava rad. Virtualnim oblikovanjem izbjegava se niz laboratorijskih radnji i ljudskih pogrešaka (25).

### **3. Pogreške u izradi keramičkoga nadomjeska**

Izrada keramičkoga nadomjeska može se razmotriti kroz izradu osnovne konstrukcije i završno bojenje ili nanošenje obložnoga materijala.

Osnovna se konstrukcija može dobiti lijevanjem metala ili legure (metal-keramika) ili sinteriranjem, toplo-tlačnim postupkom, infiltracijom stakla, glodanjem predsinteriranog i sinteriranog bloka (potpuna keramika). Izvori pogrešaka u potpuno keramičkim materijalima mogu se klasificirati u tri kategorije: porozitet, mehaničko i termičko naprezanje te nastanak i propagacija napuklina (25).

### Pogreške u izradi odljeva u metal-keramičkim nadomjescima

Čvrstoća metal-keramičkoga nadomjeska ovisi o vezi između osnovne konstrukcije i keramike, oblika i krutosti odljeva i kompatibilnosti legure i keramike. Odljev mora imati oblik kojim će podupirati keramiku na svim dijelovima, pri tome su od posebnog značaja centrične kvržice, marginalni grebeni i incizalni bridovi. Poželjno je da legura ima nešto veći KTR kako bi se keramika dovela u stanje blage kompresije. Veća neujednačenost KTR-a obaju materijala dovest će do pukotina i loma u keramici. Za ulaganje neplemenitih legura, potrebno je koristiti uložni materijal bez ugljika jer bi u njegovom prisustvu postale krhke. Zaostali vodik tijekom lijevanja, kao i amonijak i sumpor iz uložnog materijala, može dovesti do smanjenja vezne čvrstoće i stvaranja mjehurića u keramici. Legure s Cu i Co stvaraju tamne okside, a Ag boji keramiku u zeleno (3). Neplemenite legure mogu stvoriti predebeli sloj oksida koji može kompromitirati vezu dvaju materijala u dodiru, stoga je potrebno površinu takvoga odljeva pjeskariti. Površinu je odljeva potrebno obrađivati uvijek u istom smjeru paralelnom na gingivu kako ne bi došlo do zarobljavanja čestica u neravninama na površini i time kompromitiranja čvrstoće i estetike. Pretanke stijenke nadomjeska (plemenite 0,3-0,5; neplemenite legure 0,2-0,3 mm) dovest će do njegovoga iskrivljenja, loma keramike odmah ili u funkciji te loše estetike. Najslabije opteretivi dijelovi mosne konstrukcije jesu spojna mjesta sidra i međučlana pa je potrebno, osim pravilnoga dimenzioniranja, koje osigurava čvrstoću i pravilno pozicioniranje kojim se štiti papila, osigurati pravilnu morfologiju okluzalne plohe i estetiku (27).

### Pogreške u izradi osnovne konstrukcije potpuno keramičkih nadomjestaka

Porozitet u leucitima ojačanim (8-10%) i litij-disilikatnim staklokeramikama (3%) moguće je reducirati pravilnim termičkim postupkom, korištenjem voska koji sagorijeva u cijelosti, pravilnim ulaganjem te pravilnom pripremom površine osnovne konstrukcije za napečenje obložne keramike. U tehnici infiltracije staklom potencirat će se stvaranje pora i mikropukotina nanošenjem izrazito viskoznog prvog premaza „zelene keramike“ na radni bataljak ili njegovim agresivnim sušenjem. Takva pogreška postaje vidljiva na površini objekta u formaciji sličnoj ljuski od luka. Nepravilnim doziranjem keramičkoga praha ili inkluzije nečistoća tijekom nanošenja premaza dovest će do nehomogene infiltracije staklom. Previsoka temperatura stvorit će mikrostrukturne nepravilnosti (25).

Tijekom glodanja sinteriranoga bloka parcijalno stabiliziranog cirkonijevog oksida, stvara se izuzetno veliko naprezanje koje dovodi do fazne transformacije. Stoga je glodanje mekšega predsinteriranog bloka znatno jednostavnije. U ovakvom materijalu pore su vrlo male (0,3–0,5 mm), a u nepravilnom temperaturnom protokolu mogu se združiti s kompleksnijom razgradnjom i transformacijom zrna koja može rezultirati lomom gotovoga rada. Velika zrna su indirektna posljedica loše izrade (neodgovarajuća temperatura ili tijekom hlađenja) i jasno predstavljaju anomaliju u mikrostrukturi. Uz pore, ponašaju se kao mjesta povećanoga naprezanja koja također mogu dovesti do loma rada. Kod gliničnih blokova za strojnu obradu pore, napukline i razne inkluzije mogu biti prisutne i prije samoga glodanja. Kod staklokeramike ih je nešto manje. Osim toga, i tijekom glodanja se stvara naprezanje koje može rezultirati napuklinom. Pogreške u sinteriranju, u kojima inače dolazi do

finalne kristalizacije materijala, onemogućit će stvaranje zaključane mikrostrukture („kuće od karata“) koja je karakteristična za ove materijale čime će se narušiti čvrstoća nadomjeska. Nepravilna obrada površine nadomjeska neodgovarajućim brusnim sredstvom ili bez hlađenja u zubnom laboratoriju ili ordinaciji također može dovesti do stvaranja napuklina (25).

#### Pogreške tijekom nanošenja obložne keramike

Do loma keramičkih nadomjestaka može dovesti: naprezanje uslijed neujednačenih KTR-a između osnovne konstrukcije i obložne keramike, naprezanje koje nastaje uslijed temperaturnih gradijenata tijekom hlađenja, naprezanje u obložnom sloju zbog razlike u debljini osnovne konstrukcije i obložne keramike, kompresijsko naprezanje na spojnoj površini između osnovne konstrukcije i obložne keramike te vlačno naprezanje unutar keramike koje dovodi do transformacije zrna. Optimalnu je debljinu osnovne konstrukcije i obložne keramike teško uvijek dobiti zbog ranijega brušenja, morfologije zuba te morfologije i funkcije nadomjeska (8).

Uzroci su kohezijskoga loma keramike višestruki. Mogu se naći u strukturi samoga materijala (pore, napukline, uključevine), obliku nadomjeska, odnosu debljina osnovne konstrukcije i obložne keramike te opterećenju. Nepravilan oblik osnovne konstrukcije ne podupire keramiku na svim njezinim dijelovima te tako nastaje neujednačeno debeli sloj keramike koji je osnovni razlog lomu. Nepravilna kondenzacija, nedovoljno vlaženje keramike tijekom slojevanja, hrapavost okluzalne plohe, interference, oštri rubovi i podminirana mjesta izazivaju povećano naprezanje u keramici. Keramika se nanosi u slojevima pazeći na debljine (ukupno 0,7–2,0 mm). Odstupanjem od vrijednosti narušava se estetika i čvrstoća. Modelira se u

suvišku jer tijekom pečenja dolazi do zgušnjavanja čestica, izgaranja organskih tvari i gubitka vode pa i o tome treba voditi računa. Obrađuje se uvijek paralelno s rubom, kako čestice metala ne bi onečistile keramiku, posebnim brusnim sredstvima. Prekomjerna korekcijska pečenja ili previsoka temperatura dovodi do kristalizacije stakla (vitifikacije) te je tada rad bespovratno izgubljen (25).

Adhezijski lom nastaje zbog nepravilne, najčešće nedovoljne pripreme površine osnovne konstrukcije. Kod metal-keramike bitno je paziti na pravilno proveden oksidacijski postupak i osigurati optimalnu količinu oksida (27).

Ubrušavanjem glazirane površine nadomjeska narušava se njegoa kompaktnost, čvrstoća i estetika, a povećava tribološki učinak na nasuprotne zube (25).

#### **4. Pogreške u cementiranju**

Jedan od bitnih uzroka propadanja uporišnoga zuba loš je dosjed krunice. Prihvatljiva je rubna pukotina između 9,0–148,8  $\mu\text{m}$ .

Cementiranje je vrlo delikatan postupak koji može kompromitirati cijelu terapiju. Odabir cementa ovisi o mehaničkim svojstvima keramike, a uspjeh samoga postupka cementiranja uvelike je determiniran oblikom brušenoga zuba. Uzroci su pogrešaka u cementiranju brojni i odnose se na gradivni materijal ili sam postupak miješanja i aplikacije cementa. Kod staklokeramika potrebno je voditi računa o vremenu jetkanja jer će njegovim produženjem doći do stvaranja mikroporoziteta ili obliteracije kanalića kristalima. Jetkanje nema smisla kod oksidnih keramika, one se pjeskare, ali i tu je potreban oprez jer se tim postupkom kristali pomiču s površine tvoreći mikropukotine (2).

Loša oralna higijena može kompromitirati i najbolji rad, stoga terapeut ima obvezu educirati pacijenta i ukazati na važnost kontrolnih pregleda. Posebnu je skrb potrebno voditi o pacijentima s bruksizmom ili drugim parafunkcijama zbog izuzetno velikih sila koje mogu ostvariti. Takvim je pacijentima preporučljivo učiniti relaksacijsku udlagu (2).



## 4. RASPRAVA

Protetički rad čini funkcijsku cjelinu s uporišnim zubima i njihovim potpornim strukturama, stoga je protetička terapija kompleksan slijed radnji koje uključuju suradnju više specijalista i dugotrajnu suradnju s pacijentom. Za uspješnu fiksno-protetsku terapiju važno je zdravlje uporišnih zubi i potpornih struktura i to ne samo na početku terapije, već kroz dugi period korištenja protetskoga rada. Važno je pravilno odabrati vrstu protetičkoga rada za pojedini klinički slučaj koji će pružiti dugotrajan optimum komfora za pacijenta. Gradivni bi materijal trebao osigurati sklad između estetike, čvrstoće i nepromjenjivosti nadomjeska kroz period nošenja. Pravilno provedene sve kliničke faze, precizna izrada i obrada nadomjeska u zubotehničkom laboratoriju garancija su za kvalitetu našega rada i rada zubnoga tehničara, a redoviti su kontrolni pregledi garancija za funkcijsku trajnost nadomjeska (2).

Zadaća je svakog terapeuta ukazati pacijentu na sva ograničenja i komplikacije koje bi se mogle javiti tijekom ili poslije terapije te posvetiti pacijentu dovoljno vremena i pozornosti. Iscrpnom medicinskom i stomatološkom anamnezom dobije se uvid u stanje stomatognatog sustava u cijelosti, ali isto tako se uspostavlja odnos između doktora dentalne medicine i pacijenta (1). Na taj se način dobije uvid u pacijentova očekivanja, prehrambene i druge navike. Zadovoljstvo pacijenta terapijom uvelike je vezano za kvalitetu odnosa između terapeuta i pacijenta. Veliki broj neuspjeha terapijom u dentalnoj medicini rezultat je neprofesionalnoga odnosa protetskoga tima, neusklađenosti mišljenja, očekivanja i mogućnosti. Svaki je pacijent posebna klinička priča koja zahtijeva znanje, vještine i maksimalnu

koncentraciju terapeuta. U protetskome timu gotovo ravnopravno sudjeluje i zubni tehničar, pacijent i zubni asistent. Svi članovi imaju svoj udio u skladnom funkcioniranju. Funkcioniranje tima mora biti zasnovano na profesionalnom respektu, uvažavanju znanja i kompetenciji članova (2). Suradnja sa zubotehničkim laboratorijem u cijelom tijeku izrade nadomjeska izuzetno je važna. Loš rad tehničara rezultirat će neprimjerenom i kompromitiranom terapijom. Nedostatak komunikacije često zna biti ključni izvor problema i neočekivanih komplikacija. Terapeut i tehničar najčešće zajedno odlučuju o materijalu od kojega će se nadomjestak izraditi sukladno situaciji u usnoj šupljini. Poznavanje gradivnih materijala od strane terapeuta i zubnog tehničara od velikog je utjecaja na ishod terapije (4). Najnoviji materijali nisu uvijek i najbolji. Potrebno je uključiti specijaliste drugih stomatoloških grana uvijek kada se za tim ukaže potreba. Terapijski ishod će biti znatno bolji ako su se na početku proveli određeni postupci kojima se može dati bolji uvid. Često se pacijentu izradi nadomjestak bez saznanja o tome što i kako bi on htio i kako vidi svoj budući nadomjestak. Ovaj je segment od posebnog značaja, posebice u saniranju estetske zone. U saniranju estetske zone izuzetno su se korisnim pokazali postupci dijagnostičkoga navoštavanja (*wax up*) i izrade provizorija (*mock up*). Radi se o vrlo jednostavnim poslovima s aspekta izvođenja koji daju niz korisnih informacija cijelom timu. Doktor dentalne medicine navedenim postupcima dobije uvid u cjelokupan rad. Na taj način može zubnog tehničara bolje uputiti u modelaciju ili estetiku nadomjeska (2). Zubni tehničar ima smjernice temeljene na znanju, iskustvu i cjelovitom sagledavanju pacijenta od strane doktora te želje od strane pacijenta. Pacijent prije terapije jednostavnim postupcima

dobiva uvid u svoj budući nadomjestak, u svoj izgled i može pretpostaviti mogućnost nošenja, čišćenja i cjelokupnog komfora koji će mu nadomjestak davati (8).

Kvalitetno proveden tijek izrade i obrade nadomjeska od izuzetnog je značaja za kvalitetu nadomjeska. Pogreške koje se mogu dogoditi u modeliranju, izlivanje, prešanju ili glodanju osnovne konstrukcije mogu imati katastrofalne posljedice za cjelokupnu terapiju. Pogreške u strukturi materijala koje se mogu dogoditi tijekom izrade ili obrade nadomjeska rezultirat će promijenjenim svojstvima gradivnoga materijala. Ranije se smatralo da su jedino moguće pogreške u klasičnom načinu izrade nadomjeska, u modelaciji i lijevanju. Međutim, svaki način izrade osnovne konstrukcije podložan je mogućim pogreškama (28). Neodgovarajući temperaturni protokol u toplo-tlačnoj izradi nadomjeska dovest će do grešaka u strukturi. Gust viskoznan premaz zelene keramike u infiltracijskoj tehnici izrade nadomjeska rezultirat će stvaranjem površine nadomjeska poput ljuske luka koja znači slabljenje mehaničkih i estetskih svojstava nadomjeska. Glodanje sinteriranog bloka oksidnih keramika dovest će do fazne transformacije materijala te stvaranja žljebova i neravnina na površini koje dovode do strukturnih i optičkih manjkavosti itd. (29). Obrada osnovne konstrukcije u svim tehnologijama izrade zahtijeva određeni protokol. Nanošenje obložnog estetskog materijala kao završnog sloja nadomjeska podložno je određenom slijedu, temperaturnom protokolu i obradi površine (28). Unatoč svemu izloženom, mora se naglasiti da i najkorektnije proveden tijekom kliničkih i zubnolaboratorijskih faza može biti kompromitiran neadekvatnom higijenom. S obzirom na to da je usna šupljina korozivan medij, sa znatnim razlikama u temperaturi, pH vrijednosti, statičkih i dinamičkih opterećenja i s

obiljem raznih bakterija neminovno dolazi do interakcije između površine nadomjeska i okoline. Dolazi do korozije građivnoga materijala koja ponovo dovodi do urušavanja mehaničkih i optičkih svojstava građivnoga materijala odnosno nadomjeska. Stoga je potrebno stalno upozoravati na važnost oralne higijene i u održavanju kvalitete nadomjeska (12).

Odabir građivnoga materijala za određeni klinički slučaj ponekad je vrlo težak problem. Sanacija u estetskoj zoni podrazumijeva primjenu estetski superiornijeg materijala (2). To znači da bi se za sanaciju prednjega dijela zubnoga niza koristile isključivo staklokeramike. Međutim, ima li smisla koristiti taj materijal ako je zub opskrbljen metalnom nadogradnjom? Može li se zub oštećen do gingive sanirati estetskom konfekcijskom nadogradnjom ako se zna da nije zadovoljen fenomen obruča? U postraničnom dijelu zubnoga niza prioritet je funkcija (1). U tom dijelu žvačne sile mogu dostići vrlo velike iznose, ima li tada potrebe za „savršenom estetikom“? Može li raspored preostalih zuba osigurati uvijek mostove kraćih raspona ili je terapeut prisiljen ponekad sve zube uključiti u mosnu konstrukciju? Osigurava li korištenje vrlo čvrstih materijala opstojnost parodontotično kompromitiranih, ali još uvijek klinički relativno čvrstih zubi? Može li naše želje uvijek pratiti opremljenost, znanje i kompetentnost zubnog tehničara s kojim godinama uspješno surađujemo? Može li optimalnu terapiju financijski pratiti pacijent? Sve su to pitanja koja je potrebno razmotriti. Nažalost, u svakodnevnom se radu terapeut često susreće s relativno jednostavno rješivim zdravstvenim problemom pacijenta za koji je siguran da može dobiti izvanredan rezultat i s estetskog i mehaničkog aspekta. Ima podršku suradnog laboratorija i vrlo ugodnog

pacijenta, ali slabog imovinskog statusa? Može li socijalna komponenta i u medicini utjecati na kvalitetu života? Takvo pitanje prelazi u domenu neke druge struke, ali i u dentalnoj medicini ostavlja otvorene teme za diskusiju (12).

Komplikacije su stanja koja se pojavljuju za vrijeme i nakon fiksno protetičke terapije. Mogu se pojaviti kao posljedica nebrige i grešaka pri terapiji od strane doktora dentalne medicine ili zubotehničkog laboratorija, ali i nerealnih očekivanja pacijenta o „doživotnom“ trajanju nadomjeska, bez potrebe za redovitim kontrolnim pregledima i unaprjeđenjem oralno higijenskih navika (8). Pacijent mora biti svjestan važnosti kontrolnih pregleda i redovito dolaziti na njih, optimalno svakih šest mjeseci. Na taj način terapeut ima mogućnost ranog uočavanja problema koji bi mogli kompromitirati trajnost fiksno protetskoga rada i rezultirati obostranim nezadovoljstvom (2).

## 5. ZAKLJUČAK

Cilj je protetske terapije nadoknada izgubljenih zubi, ali i očuvanje preostalih zubi i zadovoljavajuće funkcije stomatognatnog sustava. Protetski rad treba biti postojan na duži period i osiguravati funkcijske i estetske zahtjeve pacijenta i terapeuta. Poznavanje gradivnih materijala i njihova pravilna primjena od velikog je utjecaja na uspješnost protetske terapije. Procjena odabira materijala i tehnologije zasniva se na iskustvu i znanju terapeuta, kompetencijama zubnoga tehničara, opremljenosti zubotehničkog laboratorija, higijenskim navikama pacijenta i njegovim financijskim mogućnostima.

Fiksnoprotetski se rad može izraditi na dva načina:

1. izradom osnovne konstrukcije (jezgre) koja se potom oblaže estetskim materijalom,
2. izradom cjelovitog nadomjeska iz keramičkog materijala.

Osnovna konstrukcija može biti izrađena od metala/legure ili keramike, a kao obložni materijal koriste se polimerne smole i razne vrste keramika. Do danas su se razvile brojne tehnologije izrade osnovne konstrukcije fiksnoprotetskih radova čija primjena posebice ovisi o postavljenoj indikaciji od strane terapeuta te o svim gore navedenim čimbenicima. Novije tehnologije uključuju izradu nadomjestaka isključivo od keramičkoga materijala, tzv. potpuno keramički nadomjesci koji zadovoljavaju, u današnje vrijeme, sve veće estetske zahtjeve pacijenata, točnije, postali su glavno uporište estetske dentalne medicine. Takvi materijali danas posjeduju i zadovoljavajuća fizičko-mehanička svojstva.

## 6. SAŽETAK

Cilj izrade fiksnoprotetskoga rada jest nadoknada izgubljenih žvačnih jedinica i uspostava narušene estetike i funkcije. U tom procesu važna je suradnja terapeuta i zubotehničkoga laboratorija. Terapeut pri kliničkom pregledu usne šupljine pacijenta postavlja indikaciju za određenu vrstu protetskoga nadomjeska te u skladu sa svojim znanjem, iskustvom i željama pacijenta, odabire i prikladni materijal. Fiksnoprotetski nadomjesci mogu biti izrađeni od metala i metalnih legura, polimernih materijala i keramike. Mogu se izrađivati na dva načina: 1. izrada osnovne konstrukcije od metala/keramike i potom estetskog obložnog materijala, 2. izrada cjelovitog nadomjeska od keramičkog materijala.

Osnovna se konstrukcija može izraditi lijevanjem, postupkom galvanizacije, toplo-tlačnim postupkom, infiltracijskom tehnikom, strojnim glodanjem i tehnikom sinteriranja. Estetski se obložni materijal kod takvih konstrukcija nanosi slojevanjem keramike i pečenjem svakoga pojedinog sloja (opaker, dentinska i caklinska keramika). Izrada cjelovitoga nadomjeska od potpune keramike može se ostvariti glodanjem keramičkoga bloka do konačnih dimenzija ili toplo-tlačnim postupkom (tehnika bojenjem staklokeramike).

Konačna procjena odabira materijala i tehnologije zasniva se na iskustvu i znanju terapeuta, kompetencijama zubnoga tehničara, opremljenosti zubotehničkog laboratorija, higijenskim navikama pacijenta i njegovim financijskim mogućnostima.

## 7. SUMMARY

A fixed partial denture is a dental therapeutical restoration used to replace edentulous area. Loss of teeth presents not only functional, but also an aesthetic defect. Restoration of the front of dental arch is primarily inspired by the aesthetic demands, while the lateral segment is inspired by the function. During the therapy, communication between dentist and dental technician is very important.

Fixed partial dentures or crowns can be fabricated from metal or metal alloys, acrylic material or ceramics. It can be fabricated in two different ways: 1. production of core from metal or ceramics and then aesthetic covering above the core, 2. production of whole prosthetic appliance from ceramics.

Core can be produced by casting, galvanization, hot-pressure process, *slip cast*, CAD/CAM (computer-aided design/computer-aided manufacturing) and sintering technique. Aesthetic covering is made from ceramic nad each ceramic layer (opaque, dentin or enamel layer) becomes consistent on high temperature. Also, whole prosthetic appliance can be produced from ceramics in two different ways: using CAD/CAM technology or hot-pressure technique.

Success of prosthetic therapy depends on dentist's knowledge and experience, technician's abilities, dental laboratory's equipment, hygenic habits of patient and his financial possibilities.



## 8. LITERATURA

1. Čatović A. Klinička fiksna protetika. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 1999.
2. Čatović A, Komar D, Čatić A i sur. Klinička fiksna protetika – krunice. Zagreb: Medicinska naklada; 2015.
3. Mehulić K. Keramički materijali u stomatološkoj protetici. Zagreb: Školska knjiga; 2010.
4. 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;48:73.
5. Živko-Babić J, Jerolimov V. Metali u stomatološkoj protetici. Zagreb: Školska knjiga; 2005.
6. Milas I. Fiksnoprotetska terapija mostovima [diplomski rad]. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2012.
7. Knezović Zlatarić D. Osnove estetike u dentalnoj medicini. Zagreb: Hrvatska komora dentalne medicine; 2013.
8. Schillingburg H, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett ES. Fundamentals of Fixed Prosthodontics, 3rd ed. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc; 1997.
9. Mehulić K, Lauš-Šošić M. Metal-ceramic bond: how to improve? Minerva Stomatol. 2009;58:367-73.

10. Dentart: All ceramic bridge [homepage on Internet]. 2013; (pregledano 20. veljače 2016.). Dostupno na:  
<http://www.turkeyestheticdentistry.com/metal-free-bridge-or-all-ceramic-bridge.html>.
11. The Dental Wellness Centre: Porcelain fused to metal [homepage on Internet]. 2014; (pregledano 20. veljače 2016.). Dostupno na:  
<http://www.thedentalwellnesscentre.com/cosmetic-dentistry.php>.
12. Rosenstiel S, Laub MF, Fujimoto J. Contemporary Fixed Prosthodontics. St. Louis: Mosby, Inc.; 2001.
13. Info Dentis: Dental acrylic restorations [homepage on Internet]. 2014; (pregledano 20. veljače 2016.). Dostupno na:  
<http://www.infodentis.com/crown-and-bridge/dental-acrylic.html>.
14. Vojvodić D, Jerolimov V, Čelebić A, Čatović A. Bond strengths of silicoated and acrylic resin bonding systems to metal. J Prosthet Dent. 1999;81(1):1-6.
15. Bredent: Vosak u štapićima [homepage on Internet]. 2015; (pregledano 20. veljače 2016.). Dostupno na: <http://www.bredent.hr/proizvod/vosak-u-stapicima/>.
16. Lubina L. Primjena CAD/CAM tehnologije u stomatološkoj protetici [diplomski rad]. Zagreb: Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 2010.
17. Ivoclar Vivadent: CAD/CAM blocks [homepage on Internet]. 2015; (pregledano 21. veljače 2016.). Dostupno na:  
[http://www.ivoclarvivadent.us/en-us/products/chairside-cad\\_cam-blocks/](http://www.ivoclarvivadent.us/en-us/products/chairside-cad_cam-blocks/).

18. Miyazaki T, Hotta Y, Kunni J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater.* 2009;28(1):44-56.
19. New Concept Dental: CAD and CAM dental services [homepage on Internet]. 2015; (pregledano 21. veljače 2016.). Dostupno na: <http://www.newconceptdental.com/cad-cam-dental-services/>.
20. Peters Dental Ceramic Studio LTD: CAD/CAM designed zirconia bridge [homepage on Internet]. 2015; (pregledano 21. veljače 2016.). Dostupno na: <http://www.peters-dental-lab.com/pages/cad-cam.htm>.
21. The University of Mississippi, Medical Center: Ceramic bridge [homepage on Internet]. 2015; (pregledano 22. veljače 2016.). Dostupno na: [https://www.umc.edu/research\\_facilities/](https://www.umc.edu/research_facilities/).
22. Pocket dentistry: All-ceramic restorations [homepage on Internet]. 2015; (pregledano 22. veljače 2016.). Dostupno na: <http://pocketdentistry.com/25-all-ceramic-restorations/>.
23. Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. *Dent Clin North Am.* 2004;48:513-30.
24. Maico: Slojevanje keramike [homepage on Internet]. 2015; (pregledano 23. veljače 2016.). Dostupno na: [www.maico.hr](http://www.maico.hr).
25. Mehulić K. Failures in fabrication and therapy with ceramic crowns. *Minerva Stomatol.* 2008;57:47-51.
26. Ozcan M. Review Fracture reasons in ceramic-fused-to metal restorations. *J Oral Rehabil.* 2013;30:265-9.

27. Ozcan M, Niedermeier W. Clinical Study on the Reasons for and Location of Failures of Metal-Ceramic Restorations and Survival of Repairs. *Int J Prosthodont.* 2002;15:299-302.
28. Zarone F, Russo S, Sorrentino R. From porcelain-fused-to-metal to zirconia: Clinical and experimental considerations. *Dent Mater.* 2011;27:83-96.
29. Denry I. How and when does fabrication damage adversely affect the clinical performance of ceramic restorations? *Dent Mater.* 2013;29:85-96.

## **9. ŽIVOTOPIS**

Korina Mehadžić rođena je 24. travnja 1991. godine u Sisku. Pohađala je osnovnu školu Gustava Krkleca u Zagrebu, a 2006. godine upisala je VII. gimnaziju u Zagrebu, gdje je maturirala 2010. Iste godine upisala je Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Dobitnica je Dekanove nagrade za uspjeh na prvoj godini studija. Tijekom studija bavila se znanstveno-istraživačkim radom. Asistira u privatnoj stomatološkoj ordinaciji.