

Usporedba analognog i digitalnog protokola rada u oralnoj rehabilitaciji

Carev, Tino

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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:127:158396>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu

Stomatološki fakultet

Tino Carev

**USPOREDBA ANALOGNOG
I DIGITALNOG PROTOKOLA RADA
U ORALNOJ REHABILITACIJI**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

Rad je ostvaren u: Zavodu za fiksnu protetiku Stomatološkog fakulteta u Zagrebu

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Marko Jakovac, Zavod za fiksnu protetiku Stomatološkog fakulteta u Zagrebu

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

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

Sastav Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. _____

2. _____

3. _____

Datum obrane rada: _____

Rad sadrži: 44 stranica

8 slika

1 CD

Rad je vlastito autorsko djelo, koje je u potpunosti samostalno napisano uz naznaku izvora drugih autora i dokumenata korištenih u radu. Osim ako nije drukčije navedeno, sve ilustracije (tablice, slike i dr.) u radu su izvorni doprinos autora diplomskog rada. Autor je odgovoran za pribavljanje dopuštenja za korištenje ilustracija koje nisu njegov izvorni doprinos, kao i za sve eventualne posljedice koje mogu nastati zbog nedopuštenog preuzimanja ilustracija odnosno propusta u navođenju njihovog podrijetla.

Zahvala

Zahvaljujem svom mentoru izv. prof. dr. sc. Marku Jakovcu na stručnim savjetima, ljubaznosti i vremenu koje mi je posvetio tijekom izrade ovog rada, ali i tijekom svih ovih godina studiranja i dijeljenja znanja.

Zahvaljujem se svojim prijateljima i djevojci na potpori, savjetima i zajedničkim trenucima sreće.

Najveća zahvala ide mojoj obitelji, roditeljima i bratu, a posebno mojoj majci koja mi je oslonac u životu i bez koje ništa od ovoga ne bi bilo moguće ostvariti.

Neizmjerno Vam hvala!

USPOREDBA ANALOGNOG I DIGITALNOG PROTOKOLA RADA U ORALNOJ REHABILITACIJI

Sažetak

Dugo godina analogni protokol provodi se kao metoda odabira u oralnoj rehabilitaciji. To je provjereni sustav koji koristi kvalitetne materijale, ali zahtjeva ljudsku manualnu vještinu i znanje kako bi se dobili odgovarajući rezultati. Upravo zato što ljudski čimbenik igra veliku ulogu u kvaliteti završnog rada, tražila se računalna preciznost kako bi se minimalizirale greške. Razvoj CAD-CAM sustava (engl. *Computer Aided Design / Computer-Aided Manufacturing*) predstavlja odgovor na tu problematiku. Budući da je razvoj tehnologije pronašao digitalnu alternativu za gotovo svaku fazu analognog protokola, važno je izdvojiti i usporediti prednosti i nedostatke toga sustava. U ovom radu navedene su sve faze analognog i digitalnog protokola, u kojima su navedeni materijali i metode koje se koriste. Teško je procijeniti je li digitalni protokol oralne rehabilitacije dostigao razinu i isplativost analognog protokola, no činjenica jest kako se sve više infiltrira u faze analognog protokola do trenutka kad će on postati u potpunosti digitalan.

Ključne riječi: analogni protokol; digitalni protokol; CAD-CAM;

COMPARISON OF ANALOG AND DIGITAL PROTOCOL IN ORAL REHABILITATION

Summary

For many years, the analog protocol has been implemented as a method of choice in oral rehabilitation. It is a quality system which uses quality materials but requires human manual skills and knowledge to get the right results. Since the human factor plays a large role in the quality of the final work, computer precision was required to minimize errors. The development of CAD-CAM system (Computer Aided Design/Computer-Aided Manufacturing) is the answer to this problem. As technology development has found a digital alternative for almost every phase of the analog protocol, it is important to single out and compare the advantages and disadvantages of that system. This paper lists all phases of the analog and digital protocol, outlining the materials and the methods used. It is difficult to assess whether the digital oral rehabilitation protocol has reached the level and cost-effectiveness of the analogue protocol, but the fact is that it is infiltrating the analogue protocol stages until it becomes fully digital in the future.

Key words: analog protocol; digital protocol; CAD-CAM;

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PLANIRANJE ORALNE REHABILITACIJE.....	4
2.1. Anamneza i klinički pregled.....	5
2.2. Dentalna fotografija	6
2.3. Dijagnostički otisak.....	6
2.4. Dijagnostički <i>wax-up</i> i <i>mock-up</i>	8
2.5. Digitalno dizajniranje osmijeha	8
3. BRUŠENJE ZUBI	10
4. IZRADA PRIVREMENOG NADOMJESTKA.....	13
5. OTISNI MATERIJALI I POSTUPCI.....	15
5.1. Analogni otisak	16
5.1.1. Adicijski silikoni	17
5.1.2 Polieteri.....	17
5.2. Optički otisak.....	18
6. POSTAVLJANJE RADNIH MODELA U ARTIKULATOR.....	20
7. LABORATORIJSKE FAZE IZRADA FIKSNOPROTETSKOG NADOMJESKA	21
7.1 Analogni protokol izrade fiksnoprotetskog nadomjeska.....	23
7.1.1 Metalno-keramički nadomjestak.....	23
7.1.2 Potpuno keramički nadomjestak	24
7.2. Digitalni protokol izrade fiksnoprotetskog nadomjeska	26
7.2.1. Računalno dizajnirane / strojno izrađene krunice (CAD/CAM).....	26
8. CEMENTIRANJE	29
8.1. Cink-fosfatni cement.....	30
8.2. Cink-oksadni cement	30

8.3. Stakleno-ionomerni cementi.....	31
8.4. Kompozitni cementi.....	31
8.5. Adhezivno cementiranje.....	31
9. RASPRAVA.....	30
10. ZAKLJUČAK.....	34
11. LITERATURA	37
12. ŽIVOTOPIS	43

Popis skraćenica

CAD/CAM – Računalom oblikovan i izrađen nadomjestak (engl. *Computer Aided Design / Computer-Aided Manufacturing*)

STL – engl. *Standard Triangle Language*

DSD – engl. *Digital Smile Design*

Razvoj materijala i fiksnoprotetskih sustava nezaustavljiv je proces koji u svrhu dobrobiti pacijenata neprestano teži izvrsnosti. Dugo godina dolazi do usavršavanja postojećih dentalnih materijala, no sam protokol rada u pravilu ostaje sličan. Svojevrsnom revolucijom u stomatološkoj protetici možemo smatrati razvoj novih računalnih tehnologija 80-ih godina dvadesetog stoljeća i pojavu prvih CAD/CAM sustava. Sustav je zamišljen da svlada 3 osnovna izazova. Prvi je da osigura odgovarajuću snagu i čvrstoću nadomjeska, pogotovo u stražnjoj regiji. Drugi je izazov da u najvećoj mogućoj mjeri imitira prirodnost zuba. Treći je izazov da omogući što jednostavniji, brži i što točniji proces izrade zubnog nadomjeska (1). Iako u stomatološku praksu ulazi kroz mala vrata, razvoj tehnologije, pogotovo u zadnjih desetak godina dovodi do pisanja novih protokola rada u oralnoj rehabilitaciji fiksnoprotetskih pacijenata. Sam sustav zbog svoje naravi da se svi podatci nalaze u digitalnom obliku i da se njima može manipulirati kroz više faza rada, isključuje neke od faza rada koje postoje u analognom radu. Time je broj grešaka koje nastaju u tim fazama isključen, a sama brzina izrade takvih nadomjestaka ubrzana je. Suvremena fiksna protetika temelji se na minimalno invazivnim zahvatima. Sam pojam minimalno invazivne dentalne medicine, osim očuvanja tvrdog zubnog tkiva, posebnu pozornost usmjeruje mekim tkivima. Upravo iz tog razloga postoji pojam bijele i ružičaste estetike, odnosno estetike zuba i mekih tkiva. Razvoj materijala koji prate digitalni protokol podržava adhezivno cementiranje koje zbog stvaranja monobloka omogućuje minimalnu preparaciju zuba (1). Posljednjih je godina došlo do značajnih promjena u pristupu preparaciji zuba nosača fiksnoprotetskog nadomjeska. Klasične doktrine dentalne medicine zagovarale su stav „preventivne ekstenzije”, a time i smještaj ruba preparacije, odnosno cervikalnog ruba protetskog nadomjeska subgingivno. To pravilo danas se napušta te se primarni naglasak postavlja na obavezu poštovanja biološke širine (2).

Planiranje terapije ključna je faza svake rehabilitacije. Kliničar mora odabrati odgovarajuće materijale, prepoznati i predvidjeti sve poteškoće na koje će naići u kasnijim fazama fiksnoprotetske terapije. Jedan je od najvećih izazova kod rehabilitacije fiksnoprotetskih pacijenata je promjena visine zagrizi. Ona je indicirana kada do njezinog smanjenja dolazi zbog generalizirane abrazije svih zubi uslijed bruksizma ili nepravovremene nadoknade izvađenih zubi. Podizanjem visine zagrizi može se postići bolja estetika lica ili osigurati protetski prostor. Visina zagrizi, tj. vertikalna dimenzija okluzije s vertikalnom dimenzijom položaja mirovanja svrstava se u vertikalne odnose maksile i mandibule. Vertikalni odnos

maksile i mandibule određuju izgled i visinu donje trećine lica te su bitni za održavanje estetske, fonetske, okluzijske i žvačne funkcije (3).

Svrha ovog rada jest proći kroz faze analognog i digitalnog protokola te uočiti sličnost samog protokola rada, ali ključne razlike u tehnologiji. Isto tako uvidjeti prednosti i nedostatke oba sustava te potencijal tehnologije za budućnost oralne rehabilitacije.

2. PLANIRANJE ORALNE REHABILITACIJE

2.1. Anamneza i klinički pregled

Anamneza (lat. *anamnesis* – sjećanje), izraz je koji u medicini označava skup podataka o bolesniku koji se odnosi na njegove životne prilike, nasljednost bolesti, preboljele bolesti, odnosno sve okolnosti koje su prethodile stanju trenutne bolesti. Ona je upoznavanje s pacijentom i njegovim zdravstvenim stanjem. Anamneza predstavlja početak komunikacije i odnosa s pacijentom, a stručnim rječnikom rečeno, ona je postupak prikupljanja podataka o bolesnikovu zdravstvenom stanju (4). Započinje uzimanjem iscrpne opće medicinske i stomatološke anamneze s ciljem uvida u cjelokupno zdravlje pacijenta, donošenja plana terapije, analize mogućih rizika koji bi mogli kompromitirati uspjeh i trajnost terapije, očekivanja pacijenta i njegovih financijskih mogućnosti, koje često određuju vrstu nadomjeska. U općoj medicinskoj anamnezi zanimaju nas sustavne bolesti koje obuhvaćaju kardiovaskularni, endokrini, dišni, mokraćni i živčani sustav kao i terapija istih (kojim lijekovima i u kojoj dozi), preboljele infektivne bolesti i, što je još važnije, boluje li pacijent trenutno od istih. Posebna važnost se pridodaje imunokompromitiranim osobama, osobama s malignim bolestima kao i osobama s poremećajem zgrušavanja krvi. Zatim slijedi stomatološka anamneza u kojoj doznajemo razlog dolaska i povijest zahvata u usnoj šupljini. Razgovorom doznajemo pacijentova očekivanja, ciljeve i motiviranost, što svakako utječe na ishod terapije (5).

Klinički pregled daje prve informacije o pacijentovu oralnom stanju. Sastoji se od detaljnog ekstraoralnog i intraoralnog pregleda. Ekstraoralnim pregledom utvrđujemo asimetrije, otekline, promjene na koži i u području žlijezda slinovnica kao i u području temporomandibularnog zgloba. Pregled se vrši palpatorno ili auskultacijski u slučaju promjena temporomandibularnog zgloba. Intraoralni pregled vrši se uz pomoć osnovnog instrumentarija, sonde i ogledala. Prate se promjene na sluznici, gingivi, jeziku, nepcu, a posebna pozornost pridodaje se području dna usne šupljine koje je najčešće područje lokalizacije tumora usne šupljine. Zatim slijedi pregled zubi i njihovo stanje (uočava se nedostatak zuba, karijes, pigmentacije, atricija i abrazija, pomičnost, okluzalna trauma, patološka migracija zubi, naslage plaka itd.). Analizira se vertikalna dimenzija okluzije, položaj fiziološkog mirovanja i slobodni interokluzijski prostor. Ako se vrijednosti razlikuju za više od 5 mm, potrebno je povisiti vertikalnu dimenziju okluzije (6). Za potpuniji klinički nalaz pacijent se upućuje na radiološki pregled, ortopantomogram (OPG) (5).

2.2. Dentalna fotografija

Osim za dokumentaciju, dentalna fotografija služi nam kako bismo analizirali pacijentovo stanje, predložili plan i tijek terapije, kao i sredstvo komunikacije s dentalnim tehničarem. Osim toga, fotografija nam predstavlja temelj digitalnog planiranja osmijeha. U doba digitalne stomatologije, dentalna fotografija predstavlja neizbježnu komponentu svakog protokola.

Za bolje razumijevanje dento-facijalnih odnosa, fotografira se 6 fotografija iz 4 različita kuta. Prve dvije fotografije snimaju se *en face* – jedna s osmijehom, druga s retraktorima, zatim dvije slike u profilu, jedna s osmijehom, jedna u mirovanju. Preporuka je da se sve ekstraoralne fotografije snimaju u posebno opremljenom studiju s odgovarajućim osvjetljenjem i pozadinom. Zatim slijedi tzv. *12 o'clock* fotografija, gdje fotograf stoji iza pacijenta. Tijekom snimanja pacijent gleda u kameru i smije se, a terapeut mora paziti da uhvati oči, bradu i kuteve mandibule. Pri tome nos ne smije prekrivati zube. Ostaje još okluzalna fotografija koja se snima intraoralno uz pomoć posebnih ogledala (7).

Nakon fotografije, snimaju se dodatno još 3 videa. Video-analizom možemo dobiti više informacija, lakše uhvatiti „pravi trenutak“, možemo pauzirati svaki detalj, uhvatiti najdalje točke osmijeha kao i relaksacije, analizirati fonetika, emociju, karakter pacijenta, ali i funkcijske kretnje pacijenta. Prvi video snima se *en face* dok se pacijenta ispituje. Važno je uhvatiti trenutak potpune relaksacije kao i potpunog osmijeha. Drugi video snima se u kutu od 180 stupnjeva, pacijent broji do 10, izgovara glasove „F“, „S“, „V“. U trećem videu snimamo funkcijske kretnje, protruzije, retruzije, laterotruzije kao i kretnje otvaranja i zatvaranja (8).

2.3. Dijagnostički otisak

Uzimanje prvog otiska ujedno predstavlja i prvu fazu kliničkog rada s pacijentom. Tim otiskom dobivamo stvarno stanje o situaciji u ustima pacijenta i postavljamo temelj za sve faze predstojeće terapije. U toj fazi dolazi i do podjele protokola rada na digitalni ili analogni pristup i samim je time način uzimanja otiska drugačiji. Cilj je dijagnostičkog otiska dobivanje studijskog modela koji nam služi za dijagnostiku, planiranje ili laboratorijsku izradu protetskih radova (9).

Analognim pristupom uzimamo otisak gornje i donje čeljusti uz odgovarajuću konfekcijsku žlicu. U toj fazi poželjno je koristiti jednovremeni otisak s dva materijala različite konzistencije, dok se alternativno, ovisno o blizini laboratorija i vremenu izlijevanja otiska,

može koristiti i ireverzibilni hidrokoloid (Slika 1.) (9). Izlijevaju se modeli od tvrde sadre koji se zatim artikuliraju u odgovarajućim međučeljusnim odnosima. Kao rezultat dobivamo pacijentovo stanje koje nam služi pri instrumentalno-funkcijskoj analizi stomatognatog sustava. Pomoću njih moguć je neometan pogled na gornji i donji zubni niz bez zaštitnih neuromuskularnih mehanizama (10). Modelu u ovom odnosu, poslužiti će nam u daljnjim fazama planiranja za navoštavanje (engl. *wax-up*).

Digitalnim postupkom otisak se uzima uz pomoć intraoralnog skenera. Za pacijente je to ugodniji i brži postupak rada, a sam razvoj intraoralnih skenera omogućuje kvalitetu otiska koja je jednaka kvaliteti adicijskih silikona i polietera ili čak preciznija. Otisak se šalje tehničaru putem STL oblika datoteke u kojem tehničar obrađuje otisak digitalno, arhivira ga i planira rad digitalnim navoštavanjem. Kako bi se dentalnom tehničaru prenijele sve potrebne informacije za dijagnostičko navoštavanje, potrebne su detaljne informacije o vertikalnoj dimenziji i prijenos obraznog luka. Ako se radi o povećanju vertikalne dimenzije, potrebno je pravilno odrediti centričnu relaciju. Za registraciju se može koristiti anteriorni „Lucia jig“ rađen od termoplastičnog materijala (11). Prednost intraoralnih skenera je ta da imaju opciju skeniranja gornje i donje čeljusti u maksimalnoj interkuspidaciji, čime dobivamo međučeljusni odnos u vertikalnoj dimenziji. U slučaju da želimo mijenjati visinu zagriža, skeniramo zube s bukalne strane dok visinu drži odgovarajući „Lucia jig“. Softver će registrirati modele u novoj vertikalnoj dimenziji, a tehničar će dobiti sve potrebne informacije za dijagnostičko navoštavanje.



Slika 1. Dijagnostički otisak uzet u konfekcijskoj žlici
Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Marka Jakovca

2.4. Dijagnostički *wax-up* i *mock-up*

Dijagnostički *wax-up* je postupak navoštavanja modela u obliku konačnog rada na pacijentu. Taj se postupak izvodi na modelu stvarne situacije u ustima, bez da je prethodno išta rađeno. Ova faza planiranja omogućuje uvid u optimalan estetski i funkcijski rezultat te kliničke i laboratorijske mjere koje su nam potrebne da bi taj rezultat postigli (Slika 2.) (12, 13).

Pomoću *wax-upa* određuje se najpovoljniji oblik i položaj nadomjeska. Isto tako, na modelu će pružiti dijagnostičku informaciju u smislu potrebe za interdisciplinarnu suradnju i služiti će nam kao vodič za brušenje zubi. *Wax-upom* dobivamo informacije u sve tri dimenzije i on samim time omogućuje modifikacije u istima, prvenstveno u vertikalnoj dimenziji. Preko modela uzima se otisak u silikonu te se takvo, novo stanje, prenosi u usta putem *mock-upa*. U toj fazi moguće su modifikacije predložene terapije (13, 14).



Slika 2. Analogni wax-up sa silikonskim ključem

Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Marka Jakovca

2.5. Digitalno dizajniranje osmijeha

Digitalno dizajniranje osmijeha zamisao je Brazilskog dentalnog tehničara Christiana Coachmana, koji je sa svojim timom 2007. godine predstavio program DSD (engl. *Digital Smile Design*). Sama zamisao programa je da predstavi pacijentu ideju plana terapije s

naglaskom na estetiku i individualizaciju, poboljša komunikaciju između stomatologa i pacijenta, ali i predviđanje konačnog rezultata (15).

DSD je višefunkcionalno softversko rješenje koje putem učitanih fotografija obrađuje pacijenta i predlaže dizajn osmijeha. Sam sustav temelji se na osnovnim pravilima estetike osmijeha i pravilnim proporcijama zuba. Međutim, za individualizaciju samog pacijenta, potrebno je znanje stomatologa i tehničara, gdje je važno prepoznati emociju pacijenta, uzeti u obzir vidljivost zubi tijekom mirovanja ili smijanja, uzimajući starost pacijenta u obzir, sredinu lica i smještaj linije osmijeha. Isto tako, važno je obratiti pozornost na vidljivost gingive tj. „*gummy smile*“ i shodno s time isplanirati terapiju. Zato nam je važan protokol fotografiranja i snimanja pacijenta.

Postoje sustavi koji sinkroniziraju DSD s CAD/CAM sustavom. Prijedlog osmijeha šalje se internetom, a tehničar prema njemu izrađuje digitalni *wax-up* na digitalnom modelu prethodno skeniranog pacijenta. Taj se model zatim izrađuje 3D printerom, a rezultat svega je prijedlog terapije u obliku gotovog modela preko kojeg se uzima otisak za *mock-up* te se rad isprobava u ustima pacijenta (Slika 3.) (16, 17).

Važno je naglasiti da se DSD može koristiti prilikom analognog navoštavanja, gdje služi kao šablona prijenosu iz 2D u 3D oblik. Tehničar na artikuliranim modelima mjerenja prenosi šestarom i olovkom, a na područjima gdje je potrebna korekcija gingive radira model (18).



Slika 3. 3D printani model

Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Marka Jakovca

3. BRUŠENJE ZUBI

Svako je brušenje ireverzibilni postupak skidanja zubne mase u svrhu preoblikovanja i smanjivanja kliničke krune zuba. To je nezaobilazni postupak tijekom izrade fiksnoprotetskog rada u svrhu stvaranja dovoljno prostora za fiksnoprotetski nadomjestak koji će svojim oblikom, bojom, položajem i funkcijom ispraviti nedostatke prirodnog zuba (9).

Stoga, iznimno je važno dobro isplanirati budući nadomjestak kako bismo očuvali što više zubne mase, što je ujedno prvo od temeljnih načela brušenja. U tome nam upravo pomažu funkcionalni *wax-up*, koji predstavlja konačni rad odobren od strane pacijenta i stomatologa. Silikonski ključ koji smo dobili preko tog modela prenosimo u usta, gdje dobivamo buduće stanje rada. Iako je u praksi najčešće teško dobiti jasnu sliku budućeg rada, možemo dobiti viziju budućeg rada i ono važnije, šablonu za brušenje zubi.

Prije svakog brušenja u oralnoj rehabilitaciji, bilo digitalnim ili analognim postupkom, korisno je uzeti klasični otisak, najbolje sa silikonom, kako bismo imali spremljeno trenutno stanje u ustima. Svrha tog otiska je da, u slučaju opsežnog brušenja obiju čeljusti, gdje je gotovo nemoguće sve zube brusiti u jednoj posjeti, ostavimo otisak za provizorij trenutnih zubi, jer s novo planiranim *wax-upom* nemoguće je dobiti provizorij u odgovarajućim odnosima prema antagonistima.

Brušenje se provodi u skladu s mehaničkim, biološkim i estetskim načelima. Mehanička načela uključuju retenciju i rezistenciju. Biološka načela odnose se na očuvanje tvrdih i mekih tkiva, a estetska načela podrazumijevaju odabir odgovarajućeg gradivnog materijala, način i smještaj ruba preparacije (9).

Količinu brušenja i način preparacije određuje odabir materijala. Kod izrade metalo-keramičkih radova koji prate analogni protokol, temeljna načela iziskuju preparaciju na stepenicu, čime osiguravamo biološku i statičku važnost. Brušenjem zaobljene stepenice osiguravamo strukturnu trajnost, a i poštujemo očuvanje tvrdog zubnog tkiva. Optimalno brušenje kod prednjih zubi iznosi 0,8 – 1,2 mm u vratnom djelu s kutom konvergencije 6° – 8°. Isto tako, preparaciju zbog estetskih razloga smještamo 0,5 – 0,7 mm subgingivno, poštujući biološku širinu. To postizemo retrakcijskim koncem smještenim u sulkus. Incizalno se smanjuje do 2 mm, čime zadovoljavamo estetiku i čvrstoću nadomjestaka. Kod postraničnih zubi važno je ostaviti 2 mm prostora za gradivni materijal, a brušenje prilagoditi morfologiji zuba (9). Količinu brušenja nam određuje debljina svrdla kod kojih uzimamo pola debljine kao mjeru, a isto tako postoje graduirana svrdla s kojima možemo napraviti ure (Slika 4.)

Brušenje zubi kod digitalnog protokola za izradu nadomjestaka CAD/CAM tehnikom, slično je preparaciji za metalo-keramički nadomjestak. Vestibularno se brusi od 1 – 1,5 mm, aproksimalno i lingvalno 1 mm. Zaobljena je stepenica metoda izbora, dok iznimno pravokutnu stepenicu koristimo kod materijala do 350 MPa savojne čvrstoće te *inlaya* i *onlaya* (19). Najčešće korišteni materijali su staklo-keramički, odnosno litij-dislikatni blokovi savojne čvrstoće nešto veće od 500 MPa, čija je indikacija ograničena na ljuskice, krunice te izradu manjih mostova do prvog molara. Cirkonij-oksida keramika ima odlična mehanička svojstva, dok zbog svoje pojave na tržištu u obliku multi diskova zadovoljava estetska svojstva. Zbog svoje čvrstoće veće od 1100 MPa, cirkonij-oksida keramika našla je svoje mjesto u mostovima u stražnjoj i prednjoj regiji. Ti materijali dolaze u predsinteriranom obliku, čime se olakšava manipulacija materijalom i povećava trajnost glodalice.

Brušenje započinje stvaranjem ureza preko *mock-upa*, time dobivamo smještaj brušenja u 3 dimenzije koje nam služe kao vodilja za brušenje. Provjeru brušenja izvodimo silikonskim ključem. Bataljci prije uzimanja otiska moraju biti pravilno izbrušeni i ispolirani.



Slika 4. Svrkla za brušenje

Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Marka Jakovca

4. IZRADA PRIVREMENOG NADOMJESTKA

Privremeni nadomjesci predstavljaju prijelazno razdoblje od brušenja zuba do konačnog fiksnoprotetskog rada. Ključna uloga privremenih nadomjestaka jest prekrivanje dentinske rane i zaštita pulpe od termičkih, mehaničkih i kemijskih iritacija. Tako smo osigurali zub od termičke preosjetljivosti kao i posljedične komplikacije u vidu nastanka plaka i pulpnih bolesti (9). Osim toga, za pacijenta je svakako važno održavanje estetske, žvačne i govorne funkcije. Izrađeni provizoriji izrađuju se putem priloženog *wax-upa* te nam služe za provjeru dizajna zubi budućeg trajnog nadomjeska (20). Kod opsežnih oralnih rehabilitacija, gdje dolazi do brušenja više zubi, pravilno izrađeni provizoriji sprječavaju ekstruziju, horizontalni pomak ili naginjanje bataljaka. Povezivanjem više članova u jednu cjelinu, osiguravamo pravilan dosjed definitivnog rada. Posebna pozornost posvećuje se papili i gingivi. S privremenim nadomjeskom možemo konturirati gingivu, a adekvatnom obradom cervikalnog djela omogućujemo pravilno čišćenje (21).

Materijali za izradu individualnih privremenih nadomjestaka prema kemijskom sastavu dijele se na tradicionalne hladno polimerizirajuće akrilne polimere – metakrilate i BIS – akrilne kompozitne smole. Provizoriji se prema načinu izrade mogu izraditi neizravno u laboratoriju ili izravno u ordinaciji.

Pojavom CAD/CAM tehnologije, faza izrade privremenog nadomjeska poprima potpuno novu dimenziju. Osim što se radi o estetski prihvatljivim radovima, polimerni materijal mora biti dovoljno čvrst da izdrži proces glodanja (22). Ono što je posebno bitno, softverski dizajniran rad ima potpuno identičan oblik završnog rada, što nam služi kao definitivna provjera prije izrade završnog rada. U tu se svrhu rabe blokovi akrilatnih polimera kao što je VITA CAD-Temp® (VITA Zahnfabrik, Germany), polieter-eter-ketona kao što je PEEK (Invibio Biomaterial Company, UK) i polimetil-metakrilata (PMMA) kao što je Telio CAD-Temp (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein, Germany). Privremeni nadomjesci izrađeni CAD/CAM sustavom pokazuju bolji dosjed, bolju čvrstoću i veću otpornost na lom (23). Zato nam služe kao idealno sredstvo za primjenu privremenog rada na duže vrijeme.

5. OTISNI MATERIJALI I POSTUPCI

Uzimanje otisaka često je kritična točka izrade fiksno protetskog rada. Prilikom kompletne oralne rehabilitacije, izrazito je teško uzeti savršen otisak te je najčešće potrebno uzeti nekoliko otisaka kako bismo dobili što veću preciznost modela. Često takve situacije mogu predstavljati stres za pacijenta, ali i za stomatologa, stoga se oni najčešće ne odlučuju za ponavljanje otiska ako sadrži greške za koje računaju da dentalni tehničar može kompenzirati u laboratoriju. Digitalni otisak, osim što predstavlja ugodniji postupak za pacijenta, može poslužiti i za provjeru brušenja jer se model iscrtava na ekranu u realnom vremenu. Kasnije, ako se tehničaru ne sviđa neki dio modela, nije potrebno uzimati cijeli otisak, već je dovoljno skenirati taj dio u ustima, a softver će ukomponirati taj dio u sam model.

Prilikom uzimanja otiska, bilo klasičnim ili digitalnim putem, priprema je bataljaka slična. Za to nam služe pomoćna sredstva u postupku kao što su konci za retrakciju gingive, paste za retrakciju gingive i hemostatski agensi. Važno je očuvati radno polje suhim, bez krvarenja i prikazati rub preparacije. Rub se najbolje prikazuje s koncem u sulkusu, dok se alternativno može koristiti i tehnika dvostrukog konca (engl. *double cord*) (9).

Prilikom otiskivanja, najpoželjnija metoda jest otisak individualnom žlicom s jednim materijalom srednje konzistencije, međutim moguće je isto napraviti s materijalima različite konzistencije. Slično se može napraviti u konfekcijskoj žlici, što je poznatije kao *sandwich*-otisak. Alternativno, možemo uzeti dvovremenski otisak, gdje se prvo uzima s materijalom gušće konzistencije, a zatim nakon uklanjanja septuma i podminiranih mjesta isto ponavlja i s materijalom rjeđe konzistencije koji popunjava mjesta u otisku (9).

5.1. Analogni otisak

Uzimanje klasičnog otiska postupak je koji se godinama usavršava i dalje je nezaobilazni dio većine protetskih radova. Zahtjev tržišta za što preciznijim, dimenzijski stabilnim, elastičnim, netoksičnim i za pacijenta ugodnim otisnim materijalima dovodi usavršavanja postojećih materijala. Dobar otisak zahtjeva i odgovarajuću žlicu, što možemo postići konfekcijskom žlicom kada želimo ubrzati postupak. Važno je da je razmak od žlice i struktura koje otiskujemo oko 3 mm sa svake strane. Ako to ne možemo postići, odlučujemo se za izradu individualne žlice. Od materijala koje koristimo za uzimanje otiska za radne su modele elastični elastomeri u koje se ubrajaju adicijski silikoni i polieteri. Alternativno, za uzimanje otiska suprotne čeljusti, možemo koristiti alginat ako je laboratorij blizu i neće doći do dimenzijskih promjena samog materijala (9,19).

5.1.1. Adicijski silikoni

Pojavljaju se od 70-ih godina prošlog stoljeća u obliku dviju pasta od kojih je jedna baza, a druga katalizator. Baza se sastoji od dimetilsiloksanskog polimera u kojima je dio terminalnih metilnih skupina zamijenjen silanskim skupinama, bojama i punilima. Katalizator čini monomer koji u sastavu ima vinilne skupine, boje, punila i druge dodatke. Pri spajanju dolazi do adicijske reakcije između silanskih i vinilnih skupina, pri čemu nastaje umrežena silikonska guma. Adicijski silikoni imaju veliku preciznost, dimenzijsku stabilnost, otpornost na deformacije i dobru elastičnost. Mana im je što su hidrofobni i zahtijevaju suho radno područje. U praksi dolazi u obliku kartuša za srednju i rijetku konzistenciju uz strojno doziranje ili u obliku guste konzistencije u dvjema posudama (Slika 5.) (9).



Slika 5. Adicijski silikon

Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Marka Jakovca

5.1.2 Polieteri

Kao i silikoni, sastoje se od baze i katalizatora. Baza se sastoji od dugih lanaca polieterskog kopolimera čiji krajevi pod utjecajem kationskih inicijatora iz katalizatora prelaze u reaktivne prstenove koji se kasnije transformiraju u konačni umreženi proizvod. Nakon polimerizacije nema nusproizvoda, što ga čini iznimno dimenzijski stabilnim. U radu nam koristi njegovo

svojstvo tiksotropnosti, što znači da u trenutku stresa i pritiska postaje nešto rjeđi. U praksi dolazi u obliku kartuša za pištolj ili strojno doziranje (9).

5.2. Optički otisak

Razvoj dentalnih skenera prati razvoj CAD/CAM sustava još od 80-ih godina prošlog stoljeća. Prvo se pojavljuju u obliku laboratorijskih, stolnih skenera koji skeniraju izliveno modele izvan usta pacijenta. Oni omogućuju iznimno precizan otisak koji je nezaobilazni temelj digitalnog protokola. Osim toga, omogućuju dentalnom tehničaru detaljnu analizu, planiranje i sam dizajn budućeg rada (24). Danas su oni dio svakog dentalnog laboratorija koji prati digitalni protokol i njime upravlja dentalni tehničar. Zbog manje distorzije, smatra se da su precizniji u odnosu na intraoralne skenere (25-28), no mora se uzeti u obzir da sken ovisi o otisku dobivenom klasičnim putem.

Intraoralni skeneri ugodniji su za pacijenta u odnosu na klasične otiske, a razvoj tehnologije dovodi do iznimne preciznosti otiska do te mjere da je proširena indikacija na radove koji pokrivaju cijelu čeljust. Osim preciznosti, povećana je dubina zraka koje registriraju zubne strukture, čime se dobilo i na brzini uzimanja otiska. Tehnologija na kojoj se temelje intraoralni skeneri uključuje kameru koja se postavlja iznad prepariranog zuba. Skener zatim imitira infracrvene zrake koje prolaze kroz leću i padaju na uporišni zub. Linije padaju u svjetlijem i tamnijem uzorku te se reflektiraju natrag i odlaze na fotoreceptor na kameri. Intenzitet reflektiranog svjetla registrira se kao napon koji se poslije pretvara u digitalni oblik. Tamniji dijelovi prepariranog zuba višeg su napona, a svjetliji nižeg. Preduvjet za oblikovanje CAD/CAM nadomjeska čini trodimenzionalna prezentacija podataka dobivenih skeniranjem, gdje su dobivena veličina i vrijednost faze (napona) za svaku skeniranu točku (engl. *pixel*). Ta je vrijednost izravno dobivena za dubinu skenirane točke kaviteta (9).

Intraoralni skeneri kombiniraju više tehnologija za dobivanje digitalnog otiska. Postoje skeneri koji za dobivanje slike koriste aktivnu triangulaciju, aktivno uzorkovanje valne fronte i kofokalnom tehnikom (Slika 6.). Neki od tih sustava zahtijevaju kondicioniranje površine radi smanjenja refleksija i dobivanja preciznijeg otiska. Razvoj optičkih skenera vodi razvijanju sustava koji su brži, precizniji, jednostavniji za upotrebu, s integriranim ključem boja.



Slika 6. CEREC Primescan AC

Preuzeto s dopuštanjem autora: izv. prof. dr. sc. Marka Jakovca

6. POSTAVLJANJE RADNIH MODELA U ARTIKULATOR

Postavljanje radnih modela u artikulatorku faza je koja ne postoji u digitalnom protokolu. Toj fazi prethodi klinička faza uzimanja obraznog luka bez kojeg ne bi bilo moguće pozicionirati model gornje čeljusti u artikulatorku i dobiti važne kefalometrijske informacije. Isto tako ključno je prenijeti položaj donje čeljusti u odnosu na gornju. Ako se kliničkim pregledom utvrdila patološka diskrepanca između položaja fiziološkog mirovanja i slobodnog interokluzijskog prostora, potrebno je povisiti vertikalnu dimenziju okluzije (29).

Vertikalnu dimenziju možemo rekonstruirati putem *wax-upom* i *mock-upom*. U planiranju, nakon uzimanja anatomskih otisaka i obraznog luka, tehničaru nedostaje informacija u vertikalnoj dimenziji. Nju dobivamo tehnikom „Lucia jiga“. Stomatolog izrađuje „Lucia jig“ s kojim određuje novu vertikalnu dimenziju okluzije u položaju centrične relacije. Taj se novostečeni interokluzijski odnos fiksira materijalom za registraciju zagrizu (termoplastični materijal ili silikon) (30, 31). Dentalni tehničar sada ima sve potrebne informacije za artikuliranje modela te na njima izrađuje *wax-up* u novoj visini. Na *wax-upu* se uzima silikonski ključ pomoću kojeg stomatolog izrađuje *mock-up* u ustima. Nakon izrade *mock-upa* u ustima, kontrolira se nova vertikalna dimenzija i kontakti u maksimalnoj interkuspidaciji. Kod povećanja vertikalne dimenzije više od 5 mm potrebno je razdoblje prilagodbe na novu visinu. U rekonstrukciji vertikalne dimenzije okluzije mogu se koristiti zagrizne šablone. U tom slučaju vertikalna dimenzija određuje se nakon brušenja i uzimanja otiska. Izrada zagriznih šablona dodatna je faza rada u laboratorijskom dijelu analognog protokola. Ta metoda česta je kod izrade potpunih i djelomičnih proteza i semicirkularnih mostova u obje čeljusti. Prilagodбом zagriznih šablona gornje i donje čeljusti dobivamo novu visinu u položaju centrične relacije. Zagrizne šablone fiksiramo i šaljemo dentalnom tehničaru koji artikulira prema obraznom luku i položaju zagriznih šablona (32).

Ta faza uključuje izlivanje otiska i izradu radnog modela s pokretnim bataljcima. Sve su to postupci koji zahtijevaju preciznost, iskustvo i opremljenost laboratorija. Greška u toj fazi izrade utječe na cjelokupni rad.

7. LABORATORIJSKE FAZE IZRADE FIKSNOPROTETSKOG NADOMJESKA

Prateći protokol rada za određeni fiksnoprotetski nadomjestak, dolazimo do točke gdje prednost digitalne tehnologije posebno dolazi do izražaja. Fiksnoprotetski rad može se izraditi raznim tehnologijama i od različitih materijala, a odabir gradivnog materijala ovisi o indikacijama koje postavlja terapeut. Važno je naglasiti da sam tijek rada laboratorijskog djela može biti u potpunosti analogan, može biti kombiniran ili u potpunosti digitalan.

7.1 Analogni protokol izrade fiksnoprotetskog nadomjeska

7.1.1 Metalno-keramički nadomjestak

Izrada metalno-keramičkog nadomjeska složen je postupak koji zahtijeva znanje, manualnu sposobnost i volju dentalnog tehničara za pravilnim i preciznim izvođenjem svake faze u svrhu iskorištavanja optimalnih svojstava gradivnog materijala (9). Posebno znanje dentalnog tehničara i njegova sposobnost manipulacije suvremenim dentalnim keramikama dovode do izvanredne estetske odlike toga nadomjeska. Laboratorijski tijek izrade podijelili smo u 2 faze:

1. izrada metalne konstrukcije
2. napečenje obložne keramike na osnovnu konstrukciju.

Osnovna se konstrukcija može izraditi na više načina. Tehnika izgaranja voska i lijevanje legure u prazan prostor kivete temeljna je tehnika analognog načina. Elektrodepozicija zlata ili drugog metala na dubliranom modelu ili primjena metalne folije drugi su načini izrade metalne konstrukcije.

Napečenje keramike podrazumijeva postupak nanošenja dentalne keramike na površinu osnovne konstrukcije postupkom poznatijim kao „slojevanje keramike”. Napečenje keramike odvija se u posebnim pećima, a započinje slojem opakera koji služi kao sloj koji prekriva prosijavanje metala, daje osnovnu boju nadomjeska i ostvaruje vezu između površine odljeva i keramike. Zatim se nanosi dentinski sloj keramike odgovoran za boju i osnovni oblik nadomjeska, dok se caklinska keramika stavlja na incizalne bridove i okluzalne plohe. Znanje i manualna sposobnost dentalnog tehničara u toj fazi posebno dolaze do izražaja. Nakon završnog sloja keramike potrebno je provjeriti i uskladiti kontaktne točke i antagonističke kontakte. U tom obliku, nakon usklađenih odnosa u artikulatu, nadomjestak se šalje u ordinaciju na posljednju probu prije glaziranja (9, 19).

7.1.2 Potpuno keramički nadomjestak

Potpuno keramički sustavi po svojem kemijsku sastavu dijele se na silikatne i oksidne. Glavni sastav silikatnih keramika jest glina i kaolin te glinenci kao nositelji silicija. Silicijev dioksid je glavni dio sinterirane keramike uz koji se još nalaze druge kristalne i velik dio staklene faze. Aluminijski-oksidna i cirkonijski-oksidna keramika materijali su čija svojstva poput lomne žilavosti, otpornost na trošenje i visoke temperature, ali i korozivna postojanost čine materijalom odabira u dentalnoj protetici (9).

7.1.2.1. Aluminijski-oksidna keramika

Aluminijski-oksidna keramika pojavljuje se u sustavima s osnovnim materijalom ili s tvrdom jezgrom.

U sustavima s osnovnim materijalom, keramički nadomjestak izrađuje se konvencionalom tehnikom slojevanja na metalnoj foliji. U literaturi postoje modifikacije izvorne tehnologije kao što su: *inlay*, galvaniziranja, ceplatek, ceraplatin i heratek krunica. Podlogu krunice čini platinska folija debljine 0,01 – 0,02 mm prilagođena bataljku. Slijede napečenja keramike i završno glaziranje krunice. Nedostatak te tehnike je neprecizan rubni dosjed, a zbog same prirode materijala indikacije, ograničena je na krunice u prednjoj regiji (9, 19).

Materijal za izradu tvrde jezgre dostavlja se u obliku tableta koji čini 65 – 70 % aluminijski oksid (Al_2O_3), 8 – 10 % magnezijeva oksida (MgO) i dodatka barijevaluminosilikatnog stakla te silikonske smole. Tvrda jezgra izrađuje se tehnikom injekcijskog tlačenja u prazan prostor kivete (cerestore-krunica kasnije zamijenjena Al-ceramom). Drugi način izrade tvrde jezgre jest *slip-cast* tehnologija. Riječ je o nanošenju keramičke suspenzije na vatrootporni bataljak, a zatim sinteriranjem od 4 sata na temperaturi od 1100 °C dolazi do slaganja čestica, a da se pritom one ne rastale. Zatim se takav porozni kostur infiltrira niskoviskoznim obojenim staklom (najčešće lantanovim) još dodatnih 4 sata na temperaturi od 1150 °C. *Slip-cast* (infiltracijska) tehnologija primjenjuje se u In-Ceram keramikama (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), a na tržište dolazi u tri oblika; ona ojačana velikom količinom Al_2O_3 (In-Ceram Alumina), ojačana MgO (In-Ceram Spinel) i ojačana ZrO_2 (In-Ceram Zirconia). Tvrda jezgra nakon infiltracije šalje se na probu u ustima, gdje se gleda dosjed, odnos prema agonistima i antagonistima. Krunica se završava uobičajenim postupkom napečenja obložne keramike. Materijal dobiven tim postupkom ima manju poroznost, manje pukotina te visoku žilavost. Indicirana je za pojedinačne krunice u prednjem segmentu (Spinel, Alumina),

pojedinačne krunice u postraničnom djelu i tročlane mostove u prednjem djelu zubnog niza (Alumina) ili kao tročlani most u postraničnoj regiji (In-Ceram Zirconia) (9, 19).

7.1.2.2. Staklokeramika

Staklokeramika je polikristalni materijal koji nastaje kontroliranom kristalizacijom stakla, gdje se dodavanjem metalnih oksida ili sredstava za zamućenje poput kositra, cirkonija i fosforita dobiva materijal za upotrebu u stomatologiji. Sličnim postupkom nastale su različite vrste staklo-keramika poput apatitno-mulitne, fluorapatitne, litijeve staklo-keramike i druge.

IPS Empress je leucitima ojačana staklo-keramika. Ojačanje se postiže zbog razlike u koeficijentima termičke istežljivosti leucita u staklene matrice, čime je materijal konstantno u blagoj kompresiji.

IPS e.max ima litij-disilikatnu jezgru, a na periferiji osnovnih kristala nalaze se kristali litijevih ortofosfata. Povećanje udjela kristalne komponente dovodi do povećanja čvrstoće i žilavosti. IPS e.max keramika nešto je čvršća te je indicirana za krunice, ljske, *inlay/onlay* i tročlane mostove završno do drugog pretkutnjaka.

Tim sustavom primjenjuju se tehnika slojevanja i tehnika bojenja. Tehnikom bojenja modeliraju se u konačnoj veličini, a nakon prešanja boje se u željenim nijansama. Za tehniku slojevanja, voštani objekt radi se u reduciranom obliku i tek nanošenjem obložne keramike poprima konačan oblik. Voštani objekt zamjenjuje se keramičkim materijalom putem toplotlačnog postupka u posebnim pećima (9, 19).

7.1.2.3. Cirkonij-oksidsna keramika

Cirkonijev dioksid (ZrO_2) je polimorf koji se pojavljuje u trima oblicima ovisno o temperaturi: monoklinskom, tetragonskom i kubičnom. Na sobnoj temperaturi postoji samo u monoklinskom obliku, a povećanjem temperature reverzibilno mijenja kristalnu strukturu i opet se vraća u monoklinski oblik. Kako bi se stabilizirao u klinički upotrebljivoj tetragonskoj fazi na sobnoj temperaturi, dodaje mu se 3 – 5 %-tni itrijev-oksidi. Rezultat toga je materijal s iznimnim mehaničkim svojstvima čija je žilavost dvostruko veća od aluminijem ojačanih keramika, tri puta veća od litij-disilikatnih keramika i nešto većim od metalo-keramičkih konstrukcija kojima je klinički najbliži (33).

7.2. Digitalni protokol izrade fiksnoprotetskog nadomjeska

7.2.1. Računalno dizajnirane / strojno izrađene krunice (CAD/CAM)

Na temelju metoda za izradu nadomjestaka, CAD/CAM sustavi mogu se podijeliti u tri skupine:

- sustav izrade neposredno u ordinaciji (*in office, chairside*)
- indirektni sustav izrade u zubotehničkom laboratoriju (*in lab system*)
- centralizirana izrada u proizvodnim centrima

Sustav izrade nadomjeska neposredno u ordinaciji donosi pravu revoluciju u stomatologiju. Dotad je bilo nepojmljivo proći sve faze izrade krunice ili mosta unutar nekoliko sati, pritom pacijentu dostaviti visoko kvalitetan rad koji odgovara svim načelima izrade fiksnoprotetskih radova. Pacijentu ne trebaju višestruke posjete, ne gubi se vrijeme ni materijal za izradu provizorija, a i smanjuje se mogućnost iritacije brušenog zuba raznim termičkim, biološkim ili kemijskim utjecajima. Sve to zvuči pacijentima primamljivo i lakše će pristati na potrebnu terapiju. Taj sustav izrade zahtjeva intraoralni skener, glodalicu te peć za keramiku, a sve se izrađuje neposredno u ordinaciji (Slika 7.) (9).



Slika 7. CEREC MC XL

Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Marka Jakovca

Indirektni sustav izrade u zubotehničkom laboratoriju poštuje tradicionalan način izrade podjelom rada stomatologa i zubotehničkog laboratorija. Zubotehničkom laboratoriju šalje se konvencionalan otisak, izlijeva se model te potom skenira i digitalizira. Iznimno, može se skenirati i otisak izravno. Osim toga, dentalna ordinacija može biti opremljena samo intraoralnim skenerom, a optički otisak šalje se internetom u zubotehnički laboratorij u STL obliku datoteke. Nadalje, informacije se prosljeđuju u CAM jedinicu gdje se iz odabranog bloka postupkom glodanja oblikuje budući nadomjestak. Tako zubni tehničar izrađuje i keramičku jezgru na koju slaže obložnu keramiku te dodatno individualizira i dorađuje gotovi rad (9).

Centralizirana izrada u proizvodnim centrima podrazumijeva pogone koji surađuju sa zubotehničkim laboratorijima. Model se skenira u laboratoriju, a podatci se šalju internetom u proizvodni centar. Frezani nadomjestak vraća se u zubotehnički laboratorij na završnu obradu i individualizaciju (9).

Materijali za izradu nadomjestaka CAD/CAM tehnikom već su poznati materijali na tržištu koji dolaze u obliku tvornički pripremljenih blokova ili diskova. Neke rezne jedinice specijalizirane su za frezanje blokova od jednog materijala (npr. cirkonijeva dioksida, metala), dok je kod drugih omogućeno frezanje raznih vrsta metalnih legura, titana, kompozitnih materijala za provizorije te različitih vrsta keramike.

Najčešće rabljeni materijali su:

- polimerni blokovi
- metali
- keramika.

Titan i titanove legure kao i kobalt-krom legure najčešće se primjenjuju pri izradi nadomjestaka uporabom CAD/CAM sustava. Od njih se izrađuje metalna konstrukcija za metalo-keramičke radove (9). DMLS (engl. *Direct Metal Laser Sintering*) jedna se od najnovijih tehnologija za izradu zubnih nadoknada. Temelji se na laserskom sinteriranju metala. Nakon izrade, metalna konstrukcija šalje se u ordinacije na probu.

Od keramičkih materijala koristimo silikatnu keramiku. Rabi se za izradu *inlaya*, *onlaya*, djelomičnih i potpunih krunica. Zbog dobre mehaničke stabilnosti od 360 MPa i dobrih

estetskih svojstava, litij-disilikatni blokovi zauzimaju važnu ulogu u izradi krunica na prednjem i stražnjem segmentu. Materijali se lako obrađuju te se postiže iznimna karakterizacija krunica postupkom bojanja i glaziranja. Osim toga, zbog mogućnosti adhezivnog protokola cementiranja postižu fenomen monobloka, što pridodaje dodatnoj čvrstoći i otpornosti (Slika 8.) (9).



Slika 8. Blokovi staklokeramike e.max CAD i Empress CAD

Preuzeto s dopuštenjem autora: izv. prof. dr. sc. Marka Jakovca

Infiltracijsku keramiku odlikuju iznimno porozni i mekani blokovi poput krede, koji se zatim peku pri visokim temperaturama i infiltriraju lantanskim staklom. Koriste se za izradu keramičkih kapica, krunica ili tročlanih mostova. Pojavljuje se u tri različita tipa: In Ceram Alumina, In Ceram Zirconia i In Ceram Spinell.

Oksidna keramika visoke čvrstoće predstavlja „Itrijem stabiliziran cirkonijev oksid (Y-TZP)“. Radi se o materijalu vrhunskih performansi s izvrsnim mehaničkim svojstvima. Ima najveću čvrstoću u odnosu na ostale vrste keramike, stoga ima veliku važnost u danjem napretku CAD/CAM sustava. Na tržište dolazi u obliku tvornički izrađenih nesinteriranih blokova koji su mekši i lakši za obradu, a potom se sinteriraju. Nedostatak zbog mliječno bijele boje materijala riješen je pojavom višebojnih diskova (dentinski, caklinski i incizalni sloj). Napredak CAD/CAM tehnologije i optičkih otisaka otklanjaju problem rubnog dosjeda, a sama priroda monolitnog nadomjeska pogoduje boljim mehaničkim svojstvima, većoj čvrstoći i otporu na lom (9, 19).

8. CEMENTIRANJE

Cementiranje predstavlja jednu od posljednjih faza u izradi fiksnoprotetskog nadomjeska, a služi nam za fiksaciju nadomjeska na brušeni zub i zaštitu zuba nosača. Često je najslabija karika u sustavu zub – cement – fiksnoprotetski nadomjestak. Mogu se podijeliti na privremene i trajne cemente. Privremeni cementi služe u međufazama za privremeno fiksiranje privremenih radova, ali i za probu gotovog rada tijekom nekoliko tjedana. Prema načinu prijanjanja na zubna tkiva mogu biti: neadhezivni (klasični, konvencionalni cementi), mikro-mehanički i adhezivni. Cementi moraju udovoljiti biološkim, fizikalnim, mehaničkim i estetskim zahtjevima. Trebaju sačuvati biološka tkiva i ostvariti nepropusnu, stabilnu vezu sa zubom i materijalom od kojeg je izrađen nadomjestak. Cement ne smije biti toksičan niti izazivati alergijske reakcije i iritacije. Treba omogućiti zaštitu pulpe od termičkih, električnih, kemijskih i infektivnih iritacija. Debljina cementnog sloja iznosi između 10 do 40 μm , a postiže se premazivanjem laka na bataljcima analognim putem te digitalno zadanim prostorom u softveru za dizajniranje (9). Najčešće izbor cementa ovisi o vrsti materijala i poziciji nadomjeska u čeljusti. Najčešće korišteni cementi su: cink-fosfatni cementi, cink-oksadni cementi, stakleno-ionomerni cementi i kompozitni cementi.

8.1. Cink-fosfatni cement

Jedan od najstarijih cemenata u kliničkoj praksi uveden 1879. godine. Veza koju uspostavlja između zuba i nadomjeska jest mehanička, a osnovni element retencije i stabilizacije jest oblik prepariranog zuba. Na tržište dolazi u obliku praha i tekućine. Prah se sastoji od 80 – 90 % cinkova oksida, 10 % magnezijeva oksida i 10 % silicijeva dioksida, aluminijska trioksida i kalcijeva fluorida. Tekućina se sastoji od 52 – 56 % fosforne kiseline, 36 % vode i 2 % aluminijska. U standardnim uvjetima vezivanje traje 2,5 – 8,5 minuta, a ovisi o količini vode i temperaturi okoliša. Reakcija između elemenata je egzotermna, a rezultat je rezidualna kiselost koja postupno otpada pa je nakon 24 sata 3,5 pH, a nakon 7 dana 6,9 pH. Cement je porozan i topiv u vodi, što može biti poželjno ako dođe do ostatnog cementa u sulkusu, ali i problem ako nije dobar rubni dosjed. Koristi se za cementiranje metalo-keramičkih nadomjestaka (9).

8.2. Cink-oksadni cement

Na tržište dolazi u sastavu prah/tekućina ili češće kao pasta/pasta. Sastoji se od 70 % cinkova oksida, 1 – 5 % magnezijeva oksida, cinkova stearata, cinkova propionata i sukcinata, 25 – 30 % čini smola odgovorna za stabilnost i čvrstoću. Tekućinu čine ulja koja poboljšavaju

viskoznost i katalizator reakcije. Vrijeme vezivanja iznosi 2 – 10 min. Danas se taj cement koristi za cementiranje privremenih nadomjestaka u međufazama i na kraju terapije kada isprobavamo funkcionalnost nadomjeska u određenom vremenu (9).

8.3. Stakleno-ionomerni cementi

U promet dolaze u obliku prah/tekućina ili u obliku kapsule za miješanje. Prah se sastoji od kalcij-fluor-aluminijeva silikatnog stakla, odnosno 30 % silicijeva dioksida, 35 % kalcijeva fluorida, 20 % aluminijeva trioksida, 4 % natrijeva fluorida, 2,5 % aluminijeva fluorida i 10 % aluminijeva fosfata. Tekućinu čini vodena otopina poliakrilne, itakonske ili vinske kiseline. Međusobnim miješanjem dolazi do dekompenzacije stakla, oslobađanja iona i netopivih soli. Vrijeme vezivanja je 6 – 8 min. Prednost mu je dugo vrijeme rada u ustima, oslobađanje iona fluora, biokompatibilnost, slična termička ekspanzija slična zubu i zbog vodenog djela u sastavu podnosi minimalnu količinu vlažnosti. Nedostatak mu je intenzivna bijela boja. Postiže adhezivnu vezu sa zubom nosačem i cement je izbora za cementiranje nadomjestaka od kovine i cirkonijeva-dioksida (9).

8.4. Kompozitni cementi

Kompozitni cementi nastali su kombinacijom organskih smola (bis GMA, metakrilat diuretan) i anorganskih čestica punila između kojih se nalazi sredstvo za povezivanje (organsko-anorganski silan). Vezivanje nastaje adicijskom polimerizacijom organske matrice u kojoj dolazi do kidanja dvostrukih veza unutar monomera i vezanja istih za susjedni monomer. Inicijacija polimerizacije može biti kemijska, svjetlosno vezujuća i kombinirana. Pozitivne strane kompozitnih cemenata su niska viskoznost, prirodna boja, otpornost na trošenje i netopivost u vodi. Nešto su manje biokompatibilnosti u odnosu na stakleno-ionomerne cemente, osobito ako nisu polimerizirani. Glavni nedostatak je polimerizacijska kontrakcija koja može rezultirati mikropukotinama. Ti se cementi koriste prije svega za potpuno keramičke nadomjeske, a mogu se koristiti i za kovinske nadomjeske, no u tom slučaju potrebno je koristiti kompozitne cemente s kemijskom inicijacijom polimerizacije (9).

8.5. Adhezivno cementiranje

Razvoj tehnika i materijala u stomatologiji i stomatološkoj protetici vodi prema poštenim preparacijama, gdje je cilj održati što više tvrdog zubnog tkiva i pritom postići cilj terapije. No pojavio se problem i potreba za što jačom svezom između tvrdog tkiva krune zuba i

nadomjeska. Revolucionarna otkrića u povijesti kao što su postupak jetkanja cakline koji je opisao dr. Michael Buonocore (1955.), razvoj dentinskih adheziva u kasnim 1950-im godinama, razvoj kompozitnih materijala (Bowen 1962.) i njihova svjetlosna polimerizacija (1973., UV polimerizacija, 1978., polimerizacija vidljivim svjetlom), našle su svoju primjenu u stomatološkoj protetici i razvoju adhezivnog cementiranja (34).

Minimalno invazivne tehnike ne odlikuju se samo primjenom adhezivnih sustava, već i uporabom keramike kao materijala izvrsnih estetskih mogućnosti, velike tvrdoće i sposobnosti izrade u tankom sloju, pritom ne vodeći računa o retenciji zuba. Adhezivnom tehnikom stvaramo neraskidivu vezu koja je skup triju različitih mehanizama: kemijske adhezije (kovalentne, ionske ili metalne veze), fizikalne adhezije (sekundarne sile svezivanja) te mehaničke adhezije (prodiranje jednog materijala u drugi). Čvrstoća veze adhezivnog sustava ovisi o količini dentinskog tkiva, terapeutu, materijalu, suhoći radnog polja i načinu pripreme (35). Adhezivni protokol cementiranja zahtjeva priprema fiksnoprotetskog nadomjeska i zuba nosača. On je metoda izbora kod keramičkih materijala s visokim udjelom staklenog djela (staklokeramika), dok kod keramičkih materijala s manjim udjelom staklenog djela (infiltracijska keramika i cirkonij-oksida) ne postizemo željeni cilj zbog površine otporne na djelovanje kiseline. Njih ćemo pjeskariti ili premazati predviđenim primerom (36). Adhezija se bolje postiže u caklini, stoga je iznimno važno ostaviti što veću caklinsku površinu kod preparacija koji ne postižu retenciju sa zubom.

Pregledom faza rada analognog i digitalnog protokola vidljivo je da tehnologija ima ključnu ulogu u načinu izvedbe oralne rehabilitacije. Dosad se analogni protokol oslanjao na razvoj postojećih materijala i tehnika, međutim, razvoj CAD/CAM tehnologije 80-ih godina prošlog stoljeća revolucionarizira tijek rada, ukidajući neke od faza analognog protokola i prijenosom svih informacija u digitalan oblik. Od tada se taj sustav neprekidno usavršava ispravljajući svoje nedostatke u vidu preciznosti, povećavajući indikacije na cijeli zubni luk. Oralna rehabilitacija složen je proces koji zahtjeva potpunu predanost stomatologa i zubnog tehničara pa je svakako važno naglasiti prednosti i nedostatke oba sustava. Početne faze oralne rehabilitacije slične su u oba protokola, a tek kod uzimanja otisaka dolazimo do ključne razlike u samim sustavima. Upravo na tu temu Seelbach i sur. provedli su *in vitro* studiju gdje je otisak uzet konvencionalnim tehnikama i intraoralnim skenerima, a promatrao se dosjed krunice. Rezultat te studije je da su digitalni otisci jednako precizni ili precizniji u odnosu na otisak uzet konvencionalnim tehnikama (37). Međutim, treba uzeti u obzir prednosti koje dolaze s digitalnim otiskom. Digitalni otisak je ugodniji za pacijenta, brži jer ne postoji vrijeme stvrdnjavanja otisnog materijala, ne postoji mogućnost grešaka poput mjehurića zraka ili grešaka stomatologa pri tehnici uzimanja otiska. Otisak se uzima u realnom vremenu, a kod nejasno prikazanih struktura nije potrebno ponavljati cijeli otisak već sporni dio (38). U laboratorijskom dijelu izrade fiksno protetskih nadomjestaka digitalni protokol prigrlio je potpuno keramičke sustave. On isključuje neke od faza laboratorijskog dijela poput izlivanja modela s pokretnim bataljcima, artikuliranja, navoštavanja. Samim time isključene su greške koje mogu nastati u tim fazama (9). Te faze nalaze se u digitalnom obliku, stoga je omogućena lakša manipulacija. Analogni put izrade potpuno keramičkih sustava zahtjeva duže razdoblje, a opet postoji rizik od grešaka u radu koje rezultiraju ponavljanjem postupaka. Kod digitalnog postupka izrade potpuno keramičkih sustava, nadomjestak dizajniran u CAD jedinici šalje se u CAM jedinicu, gdje se iz tvornički pripremljenih blokova glode do potpunog oblika ili do oblika keramičke jezgre. Ono što se može navesti kao nedostatak jest činjenica da različiti potpuno keramički sustavi izrađeni digitalnim postupkom ne pokazuju približne vrijednosti. Zaključak istraživanja Sulaiman i sur. govori da keramički sustavi različitih proizvođača pokazuju statistički značajne razliku u vidu rubnog dosjeda (39). Razlog izrade keramičke jezgre jest taj da nadomjestci izrađeni digitalnim putem ne zadovoljavaju estetskim standardima, pogotovo u prednjoj regiji, stoga se na keramičku jezgru stavlja obložna keramika. Upravo zbog toga na tržište su stavljeni blokovi u više boja koji imitiraju trećine zuba. Greške koje nastaju pri radu s keramičkom jezgrom i obložnom keramikom su te da postoji relativno velik postotak pucanja keramike, bilo na spojevima s

jezgrom ili loma dijela obložne keramike. Kako bi ispitali alternativu tom pristupu, Beurer i sur. dolaze do zaključka da glodanje nadomjeska u punom obliku iz cirkonij-oksidnih blokova i glaziranje istih pokazuju manje trošenje i pucanje za razliku od nadomjestaka građenih obložnom keramikom (40). Kako se tvornički blokovi na tržištu pojavljuju od različitih materijala, važno je postaviti pravilnu indikaciju za odabir materijala. Litij-dislikatni blokovi poput IPS e.max zbog svoje savojne čvrstoće od 400 MPa zadovoljavaju potrebe krunice ili mostova do tri člana. IPS Empress pokazuje još nižu savojnu čvrstoću od 160 MPa, stoga je indiciran za ljuskice, *inlaye* i *onlaye*. Ono što igra presudnu ulogu jest činjenica da ti materijali zbog svojeg staklenog udjela podržavaju adhezivno cementiranje, stvarajući monoblok sa zubom nosačem te tako kompenziraju nižu savojnu čvrstoću. Cirkonij-oksidnu keramiku karakterizira relativno visoka savojna čvrstoća od oko 1100 MPa, čineći ga kliničkim ekvivalentom metalu (33). Iz svega navedenog može se zaključiti da digitalnim protokolom možemo postići kvalitetne, brze i precizne rezultate. Ono što čini glavni nedostatak ovog sustava jest i dalje visoka cijena čineći ga isplativim za specijalističke ustanove i velike stomatološke ordinacije. Ono što posebno oduševljava jest primjena CAD/CAM sustava neposredno u ordinaciji. Pacijent u svega nekoliko sati može dobiti visoko kvalitetni protetski nadomjestak. To proširuje indikacije i otvara veću mogućnost pristanka pacijenta na terapiju jer je oslobođen dolazaka u ordinaciju. Nadomjestak se može izraditi u prosječnom trajanju jedne infiltracijske anestezije, stoga nije potrebna izrada privremenog nadomjeska.

Razvoj materijala i tehnologije oduvijek pridonosi napretku stomatološke profesije, a pojava CAD/CAM sustava donosi svojevrsnu revoluciju. Preciznost, brzina izrade, kvaliteta materijala, estetika, predvidivost gotovog rada samo su neke od prednosti tog sustava. Nedostatak je zasigurno visoka cijena sustava i važno je procijeniti isplativost projekta. Dobra strana je što su prednosti tog sustava prepoznali dentalni tehničari i danas je gotovo teško pronaći zubotehnički laboratorij koji barem u manjem dijelu svoga rada nije uključio digitalni protokol. To otvara mogućnost opremanja stomatološke ordinacije samo s CAD jedinicom, dok je financijski teret raspodijeljen sa zubotehničkim laboratorijem.

S druge strane, godinama je razvijan analogni protokol koji predstavlja temelj za razvoj novih sustava i bez njega zasigurno ne bismo znali iskoristiti potencijal današnje tehnologije. To je sustav koji funkcionira, koji se uči na fakultetima i daje sigurnost u radu stomatologa. Stoga i dalje predstavlja metodu odabira kod većine oralnih rehabilitacija.

Oba sustava primjenjuju se svakodnevno, no ono što je primamljivo jest preglednost i jednostavnost digitalnih sustava. Nadalje, radi se o sustavima iznimne preciznosti, a nezaustavljiv razvoj digitalnih tehnologija čine taj sustav sve više pristupačnim za većinu stomatoloških ordinacija. On se svakog dana sve više infiltrira u faze analognog sustava i zato je realno očekivati digitalnu budućnost oralne rehabilitacije. Pregledom faza želio sam približiti sličnost obaju protokola s jasnim naglaskom na ključnu razliku u tehnologiji te sa svim dobrobitima koje dolaze s njom.

11. LITERATURA

1. Davidowitz G, Kotick PG. The Use of CAD/CAM in Dentistry. 2011;55:559–70.
2. Uhač I, Kuiš D, Kavčić R, Lajnert V, Antonić R, Kovač Z. Fiksni protetski nadomjesci i zdravlje parodonta. Medicina fluminensis. 2014, No.3, p. 279-287.
3. Kraljević K. Potpune proteze. 1. izdanje. Zagreb: Areagrafika; 2001. 251 p
4. Fedor Čustović i sur. Anamneza i Fizikalni pregled, Zagreb: Školska knjiga, 2005. 236 p
5. Mehulić K, Mehadžić K. Pretprotetska priprema pacijenta u fiksnoj protetici. Sonda. 2014;15(28):25-8.
6. Bloom D, Padayachy J. Increasing occlusal vertical dimension: Why, when and how. Br Dent J. 2006;200(5):251-6.
7. Coachman C, Yoshinaga Simple Photo Protocol for Digital Smile Design [Internet]. [cited 2017 Jun 30]; [about 1-35 p.]. Available from: http://digitalsmiledesign.com/static/media/DSD_Video_Photo_protocol.pdf
8. The Dynamic Digital Dento-Facial Documentation (Video) [Internet]. [cited 2017 Jun 30]; [about 1-19 p.]. Available from: http://www.digitalsmiledesign.com/static/media/DSD_PDF_Booklet.pdf
9. Čatović A, Komar D, Čatić A. Klinička fiksna protetika I: Krunice. Zagreb: Medicinska naklada; 2015. 198 p.
10. Čimić S, Kraljević-Šimunković S, Pelivan I. Modeli u stomatološkoj protetici – 1. dio. Sonda. 2010;05(20):44-6.
11. Jakovac M, Temperani M. Minimalno invazivna protetska terapija korištenjem različitih keramika. Vjesnik dentalne medicine. 2016;4(24):35-9.
12. The glossary of prosthodontic terms. J Prosthet Dent. 2005;94(1):10-92
13. Radić T, Sablić V, Milardović Ortolan S, Mehulić K. Wax up i mock up u fiksnoprotetskoj terapiji. Sonda 2012;13(24):57-59.
14. Preston JD. A systematic approach to the control of esthetic form. J Prosthet Dent. 1976;35(4):393-402.

15. Geštakovski D, Pleše D, Carev T, Knezović Zlatarić D. Digital Smile Design. Sonda. 2016;17:68-71.
16. De Rábago N. The Newest Generation of Aesthetic Dentistry – Digital Smile Design. Dental Tribune [Internet]. 2017 [cited 2017 Jun 30]; Available from: http://www.dentaltribune.com/articles/specialities/general_dentistry/33036_the_newest_generation_of_a_esthetic_dentistry_digital_smile_design.html
17. Coachman C. The Digital Smile Design Concept. Wellclinic [Internet]. [cited 2017 Jun 30]; Available from: <http://www.wellclinic.com/en/dsd-concept>
18. Coachman C, Van Dooren E, Gürel G, Landsberg CJ, Calamita MA, Bichacho N. Smile5 Design: From Digital Treatment Planning to Clinical Reality [Internet]. [cited 2017 Jun 30]; [about 1-56 p.]. Available from: http://digitalsmiledesign.com/static/media/Coachman_Interdisciplinary_Treat_Planning_Chapter.pdf
19. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. Osnove fiksne protetike. 1. hrv. Izd. Komar D, editor. Zagreb: Media ogled; 2008. 582 p
20. Kurtzman GM, Strassler HE. Provisional fixed restorations. Dental Economics. 2006;3(Suppl):1-12.
21. Milardović S, Viskić J, Mehulić K. Privremeni fiksnoprotetski radovi. Sonda. 2011;12(21):62-4.
22. Fasbinder DJ. Clinical performance of chairside CAD/CAM restorations. J Am Dent Asso. 2006;137(Suppl):22-31.
23. Abdullah AO, A Tsitrou E, Pollington S. Comparative in vitro evaluation of CAD/CAM vs conventional provisional crowns. J Appl Oral Sci. [serial on the Internet]. 2016 May-Jun [cited 2018 Jun 23]; 24(3): [about 6 p.]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5022219/>
24. 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.

25. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, Lauer A. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent.* 2016; S0022-3913(16): 30514-5.
26. Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013; 144(3): 471-8.
27. Vlaar ST, Vander Zel JM. Accuracy of dental digitizers. *Int Dent J.* 2006; 56(5): 301–9.
28. Güth JF, Keul C, Stimmelmayer M, Beuer F, Edelhoff D. Accuracy of digital models obtained by direct and indirect Internet capturing. *Clin oral investig.* 2013; 17(4): 1201-8.
29. D. R. Bloom and J. N. Padayachy. Increasing occlusal vertical dimension: Why, when and how. *Br Dent J.* 2006; 200(5):251-6.
30. Čelić R. Gdje si se sakrila, centrična relacija?. *Sonda.* 2004;6(11):38-42.
31. Koubi S, Gurel G, Margossian P, Massihi R, Tassery H. A simplified approach for restoration of worn dentition using the full mock-up concept: Clinical case reports. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2018;38(2):189-97
32. Suvin M. Biološki temelji protetike - totalna proteza. Zagreb: Školska knjiga; 1984. 487 p.
33. Jakovac M. Cirkonij oksidna keramika u fiksnoj protetici. *Sonda.* 2011;12(22):64-9.
34. Jurić H, i sur. Dječja dentalna medicina. Zagreb: Naklada Slap; 2015. 512 p
35. Tarle Z, Knežević A. Podjela caklinsko-dentinskih adhezijskih sustava. Nastavni tekst. *Sonda.* 2005;31-4.
36. Stjepandić I, Jakovac M. Cementiranje fiksno – protetskih radova. *Vjesnik dentalne medicine.* 2014;2(14):16-8.
37. Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Investig.* 2013;17(7):1759–64.
38. Lee SJ, Gallucci GO. Digital vs. Conventional implant impressions: Efficiency outcomes. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(1):111–5.

39. Sulaiman F, Chai J, Jameson L M, Wozniak W T. A comparison of the marginal fit of In-Ceram, IPS Empress, and Proceracrowns. *Int J Prosthodont.* 1997;10:478–84.
40. Beuer F1, Stimmelmayer M, Gueth JF, Edelhoff D, Naumann M. In vitro performance of full-contour zirconia single crowns. 2012;28:449-56

Tino Carev rođen je 25. ožujka 1993. godine u Zagrebu. Nakon završenog Zdravstvenog učilišta u Zagrebu (smjer dentalni tehničar), 2013. godine upisuje Stomatološki fakultet u Zagrebu. Tijekom studiranja sudjeluje u brojnim kongresima i sportskim aktivnostima.