

KOMPJUTERSKI VOĐENO DIZAJNIRANJE I IZRADA ZUBNIH NADOKNADA**Ilija Šušić¹³²****Milica Tepšić¹³³****Šušić Milan¹³⁴**

Sažetak: CAD/CAM (računarom vođeno dizajniranje / računarom kontrolisana izrada) tehnologija u suštini omogućuje kreiranje dvodimenzionalnih ili trodimenzionalnih modela i njihovu materijalizaciju putem numerički vođenih mašina. Najvažniji segment izrade zubnih nadoknada pomoću sistema koji koriste CAD/CAM tehnologiju, predstavlja premjeravanje preparacije zuba u ustima pacijenta ili na radnom modelu. CAD/CAM je akronim od engleskih riječi *computer-aided design/computer-aided manufacture*, odnosno stomatološki računarski podržan dizajn i računarski podržana izrada inleja, onleja, krunica i mostova. U cilju efikasnijeg rada, smanjenja troškova, povećanja zadovoljstva kod korisnika-pacijenta i konačno ostvarenja profita, mnoge stomatološke ordinacije u svijetu su njihovu pažnju bile usmjerile na implementaciju savremenih IT rješenja u svakodnevnoj praksi. Pored specijalizovanih softvera za upravljanje ordinacijom, upravljanje zalihama i slično ili hardvera poput upotrebe lasera u estetskoj stomatologiji ili intraoralnih kamera, u skorije vreme na značaju dobija i primjena CAD/CAM tehnologije na polju protetike. Brojni istraživači su prezentovali različite pristupe metodi 3D skeniranja preparacije zuba. Najvažnije osobine zbog kojih su optičke metode izrasle u lidera 3D skeniranja su: visoka preciznost, široko polje i brzina skeniranja, kao i ergonomija samog instrumenta. U radu su prikazane prednosti korišćenja ove tehnologije, kao i zadovoljstvo pacijenata i stomatologa korišćenjem sistema kao: Cercon, Celay, Cerec, Lava, Everest, koji predstavljaju imperativ u savremenoj stomatologiji u kreiranju fiksnih nadoknada zuba.

Ključne riječi: CAD/CAM tehnologije, 3D skeniranje, protetika, keramički blokovi.

COMPUTER AIDED DESIGN AND MANUFACTURING OF DENTAL RESTORATIONS

Abstract: CAD/CAM technology (Computer Aided Design /Computer Aided Manufacturing) in the matter of fact helps in design and development of two-dimensional or threedimensional models and their realization on numerical controlled machines. The key to direct or indirect CAD/CAM dental restorations is the mesurement of dental preparation in the mouth or on the plaster die. CAD / CAM is an acronym of english words Computer-Aided-Design (CAD) / Computer-Aided-Manufacture (CAM), respectively dental computer aided design and computer aided manufacture of inlays, onlays, crowns and bridges. In order to operate more efficiently, reduce costs, increase user/patient satisfaction and ultimately achieve profits, many dental offices in the world have their attention focused on implementation of modern IT solutions in everyday practice. In addition to specialized software for office management, inventory control, etc., or hardware such as the use of lasers in cosmetic dentistry or intraoral camera, it has recently become more important to get the CAD / CAM technology in the field of prosthetics. Numerous researchers have presented different approaches to the method of 3D scanning tooth

¹³² Prof. dr, Univerzitet za poslovne studije, Banja Luka, Jovana Dučića 23a, Bosna i Hercegovina, e-mail: i.susic51@gmail.com

¹³³ Prof. dr, Ministarstvo uprave i lokalne samouprave, Banja Luka, Trg Republike Srpske 1, BiH, e-mail: m.tepsic@mul.svladars.net

¹³⁴ MA ecc, Fructa trade - Kort, d.o.o., Derventa, Željeznička bb, Bosna i Hercegovina, e-mail: m.susic87@gmail.com

preparation. The most important properties of 3D scanners are: accuracy, volume and speed of measurement and ergonomics of instrument. The paper presents the advantages of using this technology as well as satisfaction of the patients and dentists by using systems as: Cercon, Celay, Cerec, Lava, Everest, which represent imperative of modern dentistry in creating fixed dental restorations.

Keywords: CAD / CAM technology, 3D scanning, prosthetic, ceramic blocks.

1. UVOD

Savremena stomatološka praksa podrazumijeva sve češću primjenu informaciono-komunikacionih tehnologija. Nebrojene su prednosti koje olakšavaju rad stomatologa, ali i korisnika stomatoloških usluga koji postaju sve zahtjevniji u pogledu estetike, ali i uz jasno izraženu želju za minimalnim zadržavanjem u stomatološkoj ordinaciji. Računar, kao sredstvo interaktivne komunikacije, dobija sve veću ulogu u stomatološkoj protetici u okvirima ordinacije, ali i u zubnotehničkim laboratorijama. Naime, kada je neophodno supstituisati odstranjeno patološki-izmijenjeno tkivo, a indikovana je izrada fiksnih protetskih nadoknada inleja, onleja, krunica i vinira ili kada je neophodno da se nadoknade zubi koji nedostaju, pa se izrađuju mostovi, do izražaja dolazi primjena CAD/CAM tehnologije. Početkom devedesetih godina preko 70% privatnih stomatoloških ordinacija u SAD koristi personalne računare (Casanova AW, Marshall W., 1986.) Nesumnjiva prednost ovakve organizacije posla je u povećanju brzine rada, komunikaciji sa pacijentima i smanjenju prostora za čuvanje podataka (Gilboe DB, Scott DA. 1991). Važna uloga je i u smanjenju mogućnosti unošenja pogrešnih, nelogičnih ili nekompletnih podataka (Chasteen J. A. 1992, 26–33). Ovakva primjena računara i danas predstavlja daleko najprisutniji oblik korišćenja u našoj struci. Primjena računara u terapiji je predstavljala izazov entuzijastima i vizionarima koji su razvili čitavu novu oblast: kompjuterizovanu stomatologiju. CAD/CAM sistemi predstavljaju vrhunac računarske tehnologije sa mnoštvom realizovanih i potencijalnih primjena u stomatologiji. CAD/CAM sistemi u stomatologiji sastoje se, u osnovi, iz tri komponente (Rekow, D. 1987, 512–516):

- prva komponenta je uređaj koji odslikava preparaciju zuba i druga potporna tkiva i zadužen je za prostornu digitalizaciju podataka (CAI – Computer Aided Inspection);
- druga komponenta se sastoji iz računara na kome sa planira i proračunava forma tijela nadoknade što odgovara području CAD;
- treća komponenta predstavlja numerički upravljanu frez mašinu koja iz osnovnog oblika izrađuje zubnu nadoknadu što odgovara CAM području. Po pravilu, tu su preporučljive i dodatne dorade, kao što je poliranje ili individualizacija od strane zubnog tehničara ili ljekara (Todorović, A. 2005, 4–23).

Računar, kao sredstvo interaktivne komunikacije, dobija sve veću ulogu u stomatološkoj protetici u okvirima ordinacije, ali i u zubnotehničkim laboratorijama. Naime, kada je neophodno supstituisati odstranjeno patološki-izmijenjeno tkivo, a indikovana je izrada fiksnih protetskih nadoknada inleja, onleja, krunica i vinira ili kada je neophodno da se nadoknade zubi koji nedostaju, pa se izrađuju mostovi, do izražaja dolazi primjena CAD/CAM tehnologije.

2. CAD/CAM TEHNOLOGIJE U STOMATOLOGIJI

Godina 1985. je ključna za uvođenje CAD/CAM tehnologije u stomatologiju. Naime, te godine je uz pomoć triangularne kamere izvršeno multidimenziono mjerenje, što je omogućilo prenos informacije o mjerenju na ekran računara. Uz pomoć PC, softvera za obradu slika i veze sa CNC mašinom za frezovanje, dobijena je prva silikatna inlejš nadoknada na Univerzitetu u Cirihi. Tada je to bila gotovo nezamisliva tehnologija i praktično nastanak novog koncepta u stomatologiji. U Njemačkoj se CAD/CAM tehnologija uvodi u stomatološku praksu 1988.

godine (A. V. Ritter 2002). Savremeni softveri pružaju mogućnost da u slučaju kada je minimalna debljina nadoknade manja od preporučene upozore stomatologa na postojeći problem. Takođe, na virtuelnom modelu su obilježene i jasno prepoznatljive kritične zone koje se mogu korigovati uz ponuđene alate. (www.sirona.com)

Razvoj tehnologije išao je od mašinsko kopirajućeg frezovanja (copy milling) pa sve do potpuno računarski kontrolisanih sistema, sa velikom bazom formi zuba, koji su omogućavali automatsku izradu krunica i mostova. Danas ovih sistema ima nekoliko (Cerec, Cercon Celay, Lava, Everest) i smatra se da će upravo oni u budućnosti imati mnogo veću primjenu u izradi fiksnih nadoknada. Na slici 1. prikazane su izrađene fiksne nadoknade uz pomoć računarski kontrolisanih sistema.



Slika 1. Izrada fiksnih nadoknada uz pomoć računarski kontrolisanih sistema

Zahvaljujući CAD–CAM tehnologiji i brojnim istraživanjima, došlo se do formule za izradu izuzetno vjernih zubnih nadoknada, koje ne samo da posjeduju izuzetne estetske karakteristike, već su i izuzetno biokompatibilne. Radi se o bezmetalnoj keramici. Zavisno od defekta na zubima, ovi materijali mogu se upotrebljavati za izradu krunica i mostova, zubnih faseta (ljuskica), ali i za izradu specijalnih plombi. Sve ove nadoknade se rade u laboratoriji za zubnu tehniku, opremljenu CAD-CAM tehnologijom (računarski), što im garantuje izuzetnu preciznost i estetiku.

Formiranjem 3D slika zuba i desni na ekranu stomatologu se omogućava da uz pomoć kursora obrazuje veoma precizan i odgovarajući anatomski dizajn zubne supstance koja nedostaje. Tako dobijeni 3D modeli pružaju idealnu osnovu za dizajniranje nadoknada. Prilikom dizajniranja se na veoma jednostavan način vodi računa i o odnosu sa susjednim zubima, zubima u suprotnoj vilici koji uspostavljaju odgovarajuće kontakte, ali i o odnosu nadoknade prema mekom tkivu odnosno desnim.

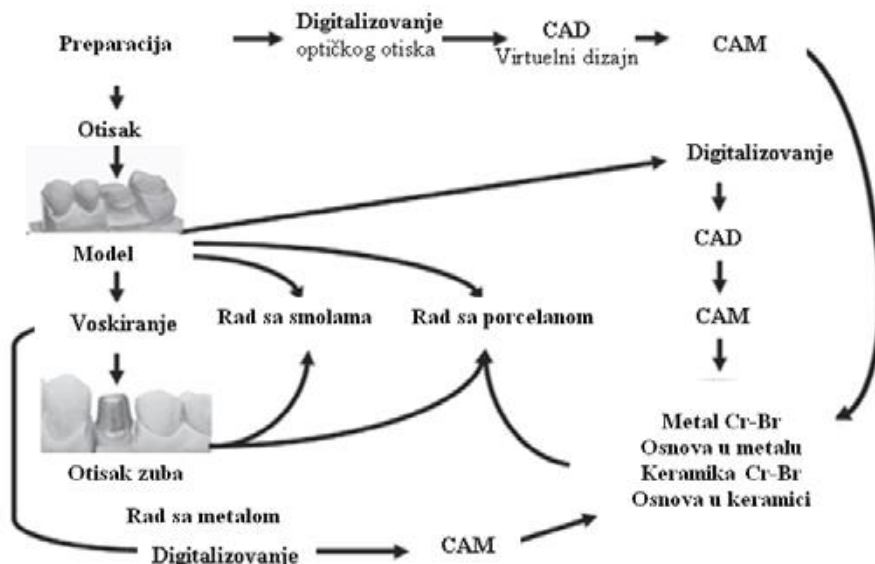
CAD/CAM mašina daljim procesom frezovanja gotovih keramičkih blokova izrađuje restauraciju zuba koja predstavlja preciznu repliku 3D nacрта, odnosno dizajn nadoknade, koji je stomatolog uradio preko CAD/CAM softvera. Fabrički keramički blokovi koji se obrađuju procesom frezovanja se izrađuju u velikom broju različitih nijansi, tako da boja odgovara zahtjevima pacijenata, ali i svim parametrima koji određuju visok nivo estetike.

Primjenom savremenih mašina tipa MC XL za brušenje gotovih keramičkih i cirkonskih blokova, fiksne protetske nadoknade se danas mogu napraviti za samo 2–3 sata u prostorijama ordinacije. Prednosti ovog aparata su višestruke. Preciznost frezovanja kreće se u intervalu od +/- 25 mikrometara, dok vrijeme neophodno za brušenje cirkularnog mosta ne prelazi 6 minuta.

Zahvaljujući rezoluciji brušenja od 7,5 mikrometara, površine protetske nadoknade izrađene na ovakav način svakako bolje prijanjaju u odnosu na konvencijalno izrađene radove (www.kalmar.hr/usluge/cadcam).

3. PROCES IZRADE BEZMETALNIH NADOKNADA CAD/CAM TEHNOLOGIJOM

Proces izrade bezmetalnih nadoknada CAD-CAM tehnologijom je precizniji od procesa izrade klasičnih metalokeramičkih kruna i mostova. Na slici 2. dat je prikaz CAD/CAM sistema u procesu izrade kruna-mostova.



Slika 2. Prikaz stomatološkog CAD/CAM sistema u procesu izrade kruna-mostova (M. Takashi, H. Yasuhiro, K. Jun, K. Soichi, T. Yukimichi, 2009.)

Protetske nadoknade se izrađuju kroz više faza, koje se raspoređuju sljedećim redoslijedom (Joda, T., Buser, D. 2016, 16-20 pdf.) (<http://www.dental-tribune.com/htdocs/uploads/printarchive/editions/>):

1. *Pregled i anamneza.* Na osnovu indikacija i stanja zuba, stomatolog postavlja dijagnozu i preporučuje više mogućnosti, uz obrazloženje za i protiv, zavisno od indikacija.



Slika 3. Pregled i anamneza

2. *Priprema zuba za stavljanje protetskih nadoknada.* Postupak počinje brušenjem zuba i njihovim potiskivanjem, što stomatolog vrši zavisno od vrste keramike koju će upotrijebiti za određeni klinički slučaj i tipa keramike koji će se koristiti za određeni klinički slučaj, tj. za izradu protetske nadoknade.

3. *Uzimanje otiska zuba.* Stomatolog uzima otisak zuba (jednog ili više, zavisno koja se protetska nadoknada radi), na osnovu čega će vršiti dalju konstrukciju i izlivanje protetske nadoknade.

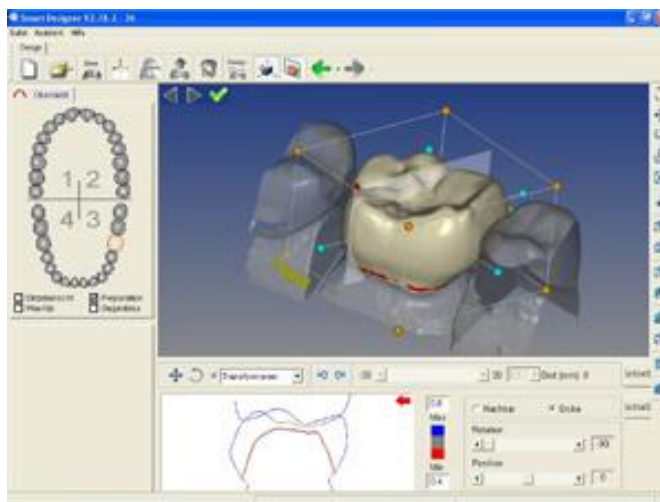
4. *Izlivanje modela.* Na osnovu uzetog otiska zuba vrši se izlivanje gipsanog modela zuba sa kojim se kasnije radi na osnovu otiska zuba.

5. *3D skeniranje modela.* 3D oralna kamera snima zube, nakon čega se slika prenosi na računar i obrađuju se pomoću softvera. Ove kamere omogućavaju veliki stepen preciznosti i efikasnosti, te je posebno pogodna za restauracije pojedinačnih krunica.

6. *Modeliranje.* CAD/CAM softver na osnovu unesenih zahtjeva modelira zube.

7. *3D štampanje zuba.* Prije nego se počne sa štampanjem zuba, potrebno je umetnuti keramičke blokove u glodalice. Keramički blok je fiksiran na točkiću koji omogućava da se blok ubaci. Most se frezuje na osnovu 3D modela iz bloka postavljenog u CAD-CAM uređaj. Mašina za glodanje razvija željene oblike u skladu sa uputstvima računara. Keramički blok se obrađuje tako što se okreće oko svoje ose, a dijamantni diskbrusilo se okreće, kreće se gore-dole oko keramičkog bloka i obrađuje ga. Kretanje dijamant diska omogućava električna šina.

8. *Cementiranje.* Protetska nadoknada se cementira posebnim estetskim cementom za bezmetalnu keramiku. Postoje dvije vrste cementiranja – privremeno i definitivno. Privremeno cementiranje nadoknade se vrši u periodu adaptacije protetske nadoknade u vilici, dok se definitivno cementiranje vrši nakon što se osigura da je protetska nadoknada prihvaćena.



Slika 4. Prikaz izrađene bezmetalne nadoknade CAD/CAM tehnikom

Prednosti bezmetalne keramike u odnosu na metalokeramičke radove:

- Potpuna biokompatibilnost materijala,
- Nepostojanje alergija na ovaj materijal (veliki broj pacijenata sa metalokeramičkim mostovima pati od alergijskih reakcija zbog velike količine nikla u leguri metala),

- Nepostojanje bimetalizma kod bezmetalnih radova (stvaranje struje niskog napona između dva metala, npr. između metalokeramičke krunice),
- Čvrstina radova je 4 puta veća u odnosu na metal koji se upotrebljava za metalokeramičke radove,
- Postojanost i nemijenjanje svojih fizičko-hemijskih osobina i nakon više godina u ustima,
- Estetska superiornost u odnosu na metalokeramičke radove,
- Blagotvorno dejstvo na desni, tj. gingivu sa kojom dolazi u kontakt,
- Nepostojanje tamnih prebojenosti gingive na spoju krunice i desni.

Nedostaci bezmetalne keramike u odnosu na metalokeramičke radove:

- Cijena. Zbog skupog i dugotrajnog razvoja ove tehnologije, skupih CAD-CAM mašina i zbog skupog procesa proizvodnje bezmetalne krunice su skuplje od metalokeramičkih radova. Međutim, uzimajući u obzir odnos cijene i kvaliteta, može se reći da je odnos na strani bezmetalne keramike.

4. VRSTE BEZMETALNIH RADOVA

4.1. BEZMETALNE KRUNICE

Bezmetalne krunice su estetske nadoknade koje se izrađuju u zubotehničkoj laboratoriji od specijalnih blokova korišćenjem CAD-CAM tehnike. Blokovi imaju karakteristike vrlo slične prirodnim zubima, dubinu i transparentnost, tako da finalni proizvod predstavlja vjernu kopiju prirodnih zuba. Cementiraju se posebnim cementima koji dodatno doprinose estetskim karakteristikama krunice.

4.2. INLEJ – ONLEJ

To su zubne nadoknade koje predstavljaju prelaz između krune i plombe. Koriste se kada nije preostalo mnogo zubne supstance, a izbjegava se pravljenje krunice. U slučajevima kada je karijes previše razorio krunu zuba i kada se, poslije uklanjanja karijesa, dobijeni kavitet ne može na zadovoljavajući način nadoknaditi klasičnom plombom (bilo od amalgama ili kompozita), tada se pristupa izradi inleja. Inleji se najčešće izrađuju od keramike ili od metala (mada u današnje vrijeme rijetko od metala). Glavna razlika između inleja i plombe jeste, pored materijala od kojeg se izrađuje, to što se inlej izrađuje van usta. Zbog toga su za izradu inleja neophodne bar dvije posjete stomatologu. U prvoj posjeti uklanjaju se karijesne mase i priprema se zub za inlej. Zatim se uzima otisak. Na osnovu otiska tehničar u laboratoriji izrađuje inlej koji se zatim, u drugoj posjeti, cementira u ustima pacijenta.

U zavisnosti od veličine inleja, tj. od raširenosti kaviteta koji je nastao poslije uklanjanja karijesa, razlikujemo dva oblika ovih nadoknada, i to:

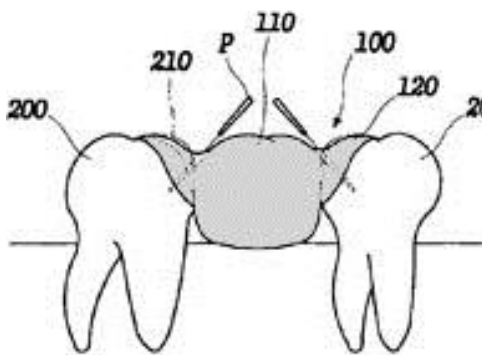
- inleji (inlay) – koji zahvataju maksimalno do dvije površine zuba (primjer izrade inleja može se vidjeti u Dental SPA centru).
- onleji (onlay) – koji zahvataju tri i više površina na zubu.



Slika 5a. Inlej-onlej mostovi

4.3. INLAY MOSTOVI

Inlej most je najneinvazivniji metod za bezmetalnu nadoknadu zuba, ne računajući implante. Kod ovog tipa mostova susjedni zubi se minimalno bruse u vidu plombe, kao što je to prikazano na slikama 5a i 5b. Kod svih ostalih tipova mostova na susjedni zub se brusi i postavlja krunica kako bi nosio nedostajući zub.



Slika 5b: Inlej mostovi

5. OPTIČKE METODE PROSTORNE DIGITALIZACIJE

Optičke metode prostorne digitalizacije se, slično mehaničkim, na osnovu kriterijuma prostora gdje se skeniranje obavlja, dijele na:

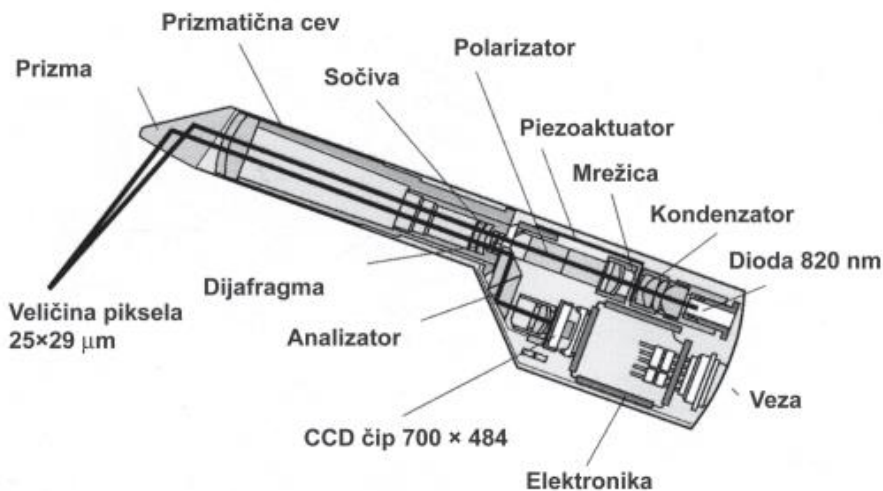
- intraoralne i
- ekstraoralne metode.

U odnosu na veličinu polja skeniranja, klasifikuju se na tačkaste i trakaste (površinske).

Intraoralno skeniranje podrazumijeva rad u stomatološkoj ordinaciji, dok su *ekstraoralne metode*, uglavnom, vezane za rad u laboratoriji. Obje metode su se paralelno razvijale, ali danas se u praktičnoj primjeni nalazi samo jedan intraoralni (dva su u najavi) i veliki broj ekstraoralnih sistema. Zahtjevi koji se pred njih postavljaju su različiti. Iz ergonomskih razloga intraoralni skener ne bi trebalo da se fiksira na preostale zube. Ovaj zahtjev utiče na njegov oblik, veličinu, težinu i mogućnost održavanja higijene, ali prije svega na brzinu skeniranja. Iskustveno je dokazano da uvježban korisnik može držati glavu skenera nepomično naspram zuba koji se skenira, najviše 0,5 sekunde. Podatak o brzini akvizicije podataka mjerenja, pored rezolucije, predstavlja jedan od najvažnijih u izboru sistema i njegovoj širokoj primjenljivosti. Veličina polja koje se skenira je minimalno 14x14 mm, a optimalno 25x14 mm. Raspon dubina

skeniranja bi morao biti najmanje 10 mm, a ne bi smio biti veći od 14 mm. Rezolucija skenera bi trebalo da bude najmanje $\pm 25\mu\text{m}$ (Pfeiffer J. Dental 1998, 29–33).

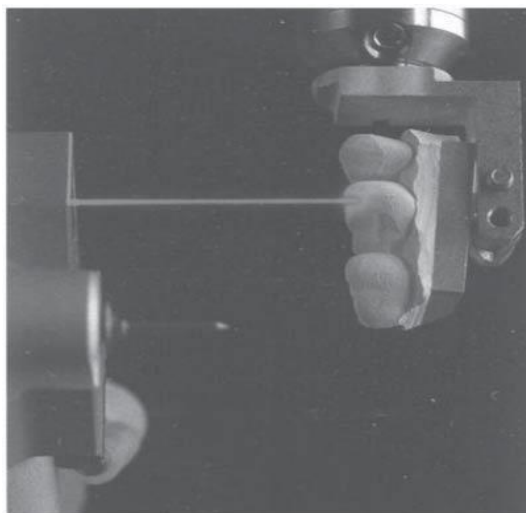
Najpoznatiji predstavnik *intraoralne optičke metode* je Cerec sistem (Sirona Dental Systems GmbH; (www.sirona.de) (Schneider, W. 2000, 33–46). Kod ove tehnike koristi se više svjetlosnih zraka, u obliku linija, projektovanih na preparaciju (linijski šrafirana površina). Zraci se u brzim oscilacijama pomjeraju preko objekta tako da se u toku kratkog perioda dobija trodimenzionalni oblik preparacije. Slično konvencionalnoj fotografiji, kamera se u trenutku snimanja mora što je moguće mirnije držati. Fiksiranje kamere nasuprot objektu kod ovog sistema nije neophodno jer je vrijeme potrebno za obradu podataka iz svih 340.000 piksela manje od 0,5 sekunde (Sl. 6). Tokom 2005. godine prikazana su još dva intraoralna skenera Evolution 4D i HintEls.



Slika 6. Šema presjeka Cerec 2 glave skenera

Ekstraoralni sistemi skeniranja sprovode se na modelu, pa iz tog razloga postoji potreba za zubotehničkom laboratorijom. Kod ovih sistema nije presudna visoka brzina sakupljanja podataka, jer su i glava skenera i predmet koji se skenira nepokretni, veća širina polja skeniranja i preciznost mjerenja. Drugačije rješenje, za postizanje treće dimenzije pomoću CCD čipova, daje *laserski triangulacioni postupak* po Lelandaisu i Clainchardu (1984). Ako se usmjeri laserski tačkasti zrak sa oscilirajućim ogledalom za CCD kameru, nastaje jedna jasna ograničena laserska linija. Velika prednost ovih sistema je i mogućnost snimanja podminiranih površina. Ovaj način rada je za sada moguć samo kao ekstraoralna metoda.

Predstavnik tačkastog ekstraoralnog skenera je Cerec Scan (Sl. 7) ili Cerec inLab (Sl. 8). Skener je fiksiran na jednom od motora mašine za frezovanje, a pokretan je predmet skeniranja. Rezolucija skenera je slična intraoralnom skeneru, ali je vrijeme skeniranja jednog zuba znatno duže. Za četvoročlani most potrebno je 2–3 minuta. Ove godine fabrika je razvila nov površinski skener visoke rezolucije, kod koga je ovo vrijeme svedeno na oko 40 sekundi (Cerec inEos) (Monkmeyer UR et al. 2005, 78–169).



Slika 7. Cerec Scan – integrisan laserski



Slika 8. Cerec inLab sistem - slijeva nadesno: inEos ekstraoralni skener, tačkasti skener na lijevom motoru Cerec in Labsa ugrađenim tačkastim skenerom, personalnim računarom sa 3D softverom.

6. PREDNOSTI CAD/CAM TEHNOLOGIJE U STOMATOLOGIJI

U stomatološkoj praksi, CAD/CAM tehnologija se koristi prvenstveno da bi se pacijentima obezbijedila izrada jednočlane ili višečlane nadoknade u ustima ili na samim zubima. Primjena ove tehnologije omogućava pojednostavljenu proceduru u odnosu na dosadašnji način izrade. Nadoknade izrađene na ovaj način su dugotrajnije čemu govore i prve studije. Studija Sirone pokazuje da je nakon pet godina 95–97% CEREC krunica i dalje neoštećeno dok je stepen očuvanja inleja i onleja 90–95% nakon 10 godina.

Pacijentu je obezbijeđen komfor, a kompletan tretman se obavlja u jednoj seansi u okviru stomatološke ordinacije, naravno pod uslovom da stomatolog posjeduje tzv. *Chairsaide* CAD/CAM. To zapravo znači da se cjelokupna oprema može smjestiti u prostoru stomatološke ordinacije. Ovo je izuzetna prednost, jer se eliminiše potreba za nastavkom rada u zubotehničkoj laboratoriji, ali i dodatnim troškovima. Međutim, ako je CAD/CAM tehnologija locirana u zubnoj laboratoriji i nju primjenjuje zubni tehničar, neophodne su dvije posjete stomatologu.

Upotrebom ove tehnologije izrađuju se veoma precizne nadoknade, što do sada svakako nije bio slučaj, bilo da se radi o komplikovanim višečlanim mostovima, krunicama, inlejmima, onlejmima ili vinirima.

Prednosti primjene CAD/CAM tehnologije za stomatologa su:

- Pacijent manje vremena provodi u ordinaciji;
- Pojednostavljena procedura;
- Značajno umanjeni troškovi prema zubnotehničkoj laboratoriji;
- Smanjen utrošak materijala;
- Povećana produktivnost;
- Olakšan način izrade;
- Preciznije izrađene nadoknade;
- Veća produktivnost.

Prednosti primjene CAD/CAM tehnologije za zubnotehničku laboratoriju:

- Olakšan način izrade;
- Preciznije izrađene nadoknade;
- Manji utrošak materijala;
- Veća produktivnost.

Prednosti primjene CAD/CAM tehnologije za izradu onleja:

- Vrlo često štedi strukturu zuba u odnosu na tradicionalne krunice.

Prednosti primjene CAD/CAM tehnologije za izradu inleja:

- Mnogo bolja restauracija u odnosu na tradicionalne ispune.

7. ISTRAŽIVANJE ZADOVOLJSTVA PACIJENATA PRIMJENOM KORIŠĆENJA CAD/CAM TEHNOLOGIJA

Generalno gledano, imajući u vidu da su za pružanje usluga neophodni pacijenti, jer kome bi se pružale usluge ako ne bi postojala tražnja, od krucijalnog značaja je kontinuirano sprovođenje istraživanja i analiza povratnih informacija od pacijenata. Prilikom analiziranja mišljenja, osjećaja i iskustava pacijenata, neophodno je uzeti sve faktore u obzir koji na bilo koji način dotiču pacijenta. To su prije svega: brzina pružanja usluga, bol koja se (ne)osjeća prilikom pružanja usluga, estetski efekti, te cijena usluga kao jedan od najvažnijih elemenata, imajući u vidu ekonomsku krizu i turbulentna tržišna dešavanja na našim ali i regionalnim prostorima.

U skladu sa navedenim, formulisano je deset pitanja oblikovanih u anketni upitnik za ocjenu nivoa zadovoljstva pacijenata nakon izrade zubnih implantata pomoću CAD/CAM tehnologije. Nakon što se pruži tretman pacijentu, dok je još na stomatološkoj stolici, zamoli se pacijent da izdvoji nekoliko minuta i da popuni upitnik, iznoseći svoja mišljenja i osjećanja u vezi sa iskustvom sa zubnim nadoknadama. Takođe, pored navedenih pitanja, na koja pacijent odgovara označavajući stepen slaganja sa navedenim konstatacijama, pacijent ima mogućnost da usmeno i pismeno navede soje sugestije koje bi doprinijele daljem poboljšanju i unapređenju pružanja ovih usluga.

Tabela 1. Struktura pitanja za pacijenta sa pet predloženih odgovora po pitanju (Autor, 2016.)

	Ne slažem se	Djelimično se slažem	Slažem se	Većinom se slažem	U potpunosti se slažem	Ukupno
1. Proces pripreme za protetsku nadoknadu je ugodan i ne traje dugo	0	10	13	28	49	100
2. Nije potrebno doći više puta kod stomatologa da bi bio završen proces pripreme	0	0	38	42	20	100
3. Izrada nadoknade traje iznenađujuće kratko	0	0	4	22	74	100
4. Tokom postavljanja nadoknada, učestvovalo je izuzetno stručno stomatološko osoblje	10	16	12	18	44	100
5. Postavljanje nadoknada je potpuno bezbolno	0	11	32	24	33	100
6. Nadoknade se ne razlikuju u odnosu na prirodne zube – izgledaju potpuno prirodno	0	0	10	19	71	100
7. Nakon što se postave nadoknade, potreban je određeni period adaptacije	0	2	30	22	46	100
8. Zubne nadoknade daju potpuno prirodan osjećaj, nema potrebe za restrikcijama određenih namirnica	0	0	0	0	100	100
9. Preporučio/la bih proces svim prijateljima	0	1	50	25	24	100
10. Cijena je pristupačna	0	0	9	12	79	100
UKUPNO:	10	40	198	212	540	1000
Učešće u %	1	4	19,8	21,2	54	-

U cilju ispitivanja nivoa zadovoljstva pacijenata, ispitano je 100 pacijenata i postavljeno 10 pitanja po pacijentu u proteklom periodu od 6 mjeseci. Rezultati istraživanja su pokazali da su pacijenti izuzetno zadovoljni izradom zubnih nadoknada putem CAD/CAM tehnologije. Budući da su pitanja formulisana uglavnom da prvi stubić (Ne slažem se) odražava najniži nivo zadovoljstva pacijenta (1%), dok zadnja dva stubića odražavaju najviši nivo zadovoljstva pacijenta (75,20%).

Rezultati istraživanja i učešće odgovora u zavisnosti od zadovoljstva korisnika prikazani su sljedećom slikom 9. (grafikonom):



Slika 9. Struktura odgovora na upitnik o zadovoljstvu pacijenata (Autor, 2016.)

Sa slike 9. je moguće uočiti da najznačajnije učešće u strukturi odgovora zauzimaju posljednji odgovori na postavljena 10 pitanja: većinom se slažem i u potpunosti se slažem, (odnosno najviši nivo zadovoljstva pacijenta u iznosu od 75,20%). Najmanje učešće zauzimaju odgovori na postavljena pitanja ne slažem se, odnosno najmanji nivo zadovoljstva pacijenta iznosi 1%.

Posmatrano po jednom pitanju iz upitnika, struktura odgovora je sledeća (Slika 10.):



Slika 10. Struktura odgovora na upitnik po pitanjima o zadovoljstvu pacijenta (Autor, 2016.)

ZAKLJUČAK

Ako stomatolog pretenduje da bude lider u izradi inleja, onleja, krunica i mostova, neophodno je da praktikuje primjenu CAD/CAM tehnologije u izradi estetskih fiksnih nadoknada. Upotrebom ove tehnologije osiguran je visok kvalitet, profesionalizam, profit, ali i stalni rast „novih” i zadovoljnih pacijenata.

Svaki napredak u oblasti informaciono-komunikacionih tehnologija istovremeno pronalazi i svoju primjenu u različitim sferama medicine, pa tako i u stomatologiji. Ovaj rad je još jedna potvrda neophodnosti primjene IT u stomatologiji. Ekspanzija informaciono-komunikacionih tehnologija će u budućnosti doprinijeti još snažnijem uticaju na pravovremenu dijagnostiku, blagovremeno i adekvatno liječenje, praćenje terapijskog efekta, ali i postizanje visokog nivoa estetike u svim granama medicine i stomatologije gdje to bude neophodno.

„Idealan CAD/CAM sistem“ već dugi niz godina predstavlja san mnogih istraživača. S obzirom na to da je preciznost nadoknada izrađenih CAD/CAM tehnologijom, u funkciji svih pojedinačnih grešaka postupaka i opreme a da je skeniranje početni izvor eventualnih nepreciznosti, veća rezolucija skenera će najznačajnije doprinijeti kvalitetu cjelokupnog sistema.

Uvođenje savremenih tehnologija dovodi do unapređenja pružanja usluga u segmentu dentalne medicine, a što je potvrđeno zadovoljstvom pacijenata (95%). Pristupačnost cijene pacijentima je vrlo zadovoljavajuća (91%). Na pitanje izrada nadoknade traje kratko, zadovoljstvo pacijenata je 96%. Na pitanje da li zubne nadoknade daju prirodan osjećaj?, zadovoljstvo pacijenata je 100%. Razvojem novih tehnologija usluge dentalne medicine poprimaju estetski karakter. Primjena CAD/CAM tehnologije značajno skraćuje vrijeme izrade protetskih radova, a CAD/CAM sistemi su jednostavni za upotrebu.

LITERATURA

1. Casanova AW, 1986. Marshall W., *Computer applications in large group practices*, Den Clinic of North America 30:673-81.
1. Gilboe DB, 1991. Scott DA., *Computer system for dental practice management*, J Can Dent Assoc;57:782-6.
2. Chasteen J. A., *Computer databa se approach for dental practice*, J Am Dent Assoc 1992;123: 26-33.
3. Rekow, D. 1987. *Computer aided de signand manufacturing indenti stry: A review of the state of art*. J Prosthet Dent; 58:512-516.
4. Todorović A. 2005. *Primjena CAD/CAM tehnologije u stomatološkoj protetici*, Beograd:Autorsko izdanje.
5. A. V. Ritter, 2002. “*Chairside CAD/CAM in Dentistry*”, JERD, Vol. 15, number
6. M. Takashi, H. Yasuhiro, K. Jun, K. Soichi, T. Yukimichi, 2009. “A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience”, *Dental Materials Journal*.
7. Pfeiffer J. Dental, 1998. CAD/CAM technologies: the optical impression (I). *Int J Comp Dent*.
8. Schneider, W. 2000. Cerec 3. *Int J Comp Dent*. 33-46
9. Monkmeyer UR et al. 2005. The prefabricated anatomical polychrome CAD/CAM crown for the inLab system. *Int J Comp Dent*.
10. Joda, T., Buser, D., 2016. *Digital implant dentistry —a workflow in five steps*, URL: <http://www.dental-tribune.com/htdocs/uploads/printarchive/editions>
11. Shillingburg HT, Hobo S, Whitsett LD, Jacobi R, Brackett SE. 2008. *Osnove fiksne protetike*. Zagreb: Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu.
12. Milardović S, Mehulić K, Viskić J, Jakšić A. 2010. *Cementiranje potpuno keramičkih protetskih radova*. Sonda.

INTERNET

1. www.sirona.com
2. www.kalmar.hr/usluge/cadcam
3. <http://www.dental-tribune.com/htdocs/uploads/printarchive/editions>
4. <http://www.sirona.com/sg/news-events/press-releases-news-detail/29297/>
5. http://www.dental-tribune.com/htdocs/uploads/printarchive/editions/5dd156546ad90ce0801bfbc958244557_16-20.pdf
6. <https://www.cereconline.com/>
7. <http://www.drmeceva.com/dentalne-usluge/54-estetska-stomatologija1.html>
8. <https://www.nobelbiocare.com/fi/en/home/products-and-solutions/prosthetics/cad-cam-with-nobelprocera.html>
9. <http://www.virtualdentalmuseum.org/exhibits/please-have-a-seat-the-evolution-of-the-dental-chair/>
10. <http://ordinacija.vecernji.hr/zdravlje/zdravi-zubi/potpune-keramicke-krunice-i-mostovi/>