

# Trodimenzionalni digitalni otisci

---

Miser, Izidora

Master's thesis / Diplomski rad

2015

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:127:969817>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-11**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Izidora Miser

# **TRODIMENZIONALNI DIGITALNI OTISCI**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, srpanj 2015.

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

Mentor: **doc. dr. sc. Davor Illeš, Stomatološki fakultet**

Lektor hrvatskog jezika: Gabrijela Detelj, mag. educ. philol. croat.

Podravska 10, 40328 Donja Dubrava

098 133 9384

Lektor engleskog jezika: Ivana Marić, mag. educ. philol. angl. et slovac.

Bencekovićeve 33b, 10000 Zagreb

091 798 6350

Rad sadrži: 39 stranica

5 slika

1 CD

*Zahvaljujem svom mentoru doc.dr.sc. Davoru Illešu na pomoći, strpljenju i savjetima tijekom izrade diplomskog rada.*

*Veliko hvala mojim roditeljima koji su mi omogućili školovanje, podupirali me u svim teškim trenucima i pružali mi bezuvjetnu ljubav, razumijevanje i potporu.*

*Hvala također meni dragim ljudima koji su mi uljepšali i olakšali studentske dane.*

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Povijest .....	1
1.2. Tehnike otiskivanja .....	4
1.3. Materijali .....	5
1.4. Tehnologije (CAD/CAM) .....	7
<b>2. SVRHA RADA</b> .....	9
<b>3. 3SHAPE</b> .....	10
<b>4. CEREC</b> .....	17
<b>5. AMANN GIRRBACH</b> .....	22
<b>6. DIGITALNI FUKCIJSKI OTISCI</b> .....	25
<b>7. RASPRAVA</b> .....	27
<b>8. ZAKLJUČAK</b> .....	30
<b>9. SAŽETAK</b> .....	31
<b>10. SUMMARY</b> .....	32
<b>11. LITERATURA</b> .....	33
<b>12. ŽIVOTOPIS</b> .....	39

## **1. UVOD**

Dentalnu medicinu, kao kliničku i znanstvenu disciplinu, prati brz razvoj čemu uvelike doprinosi razvoj dentalne tehnologije. Napredak računalne tehnologije danas omogućuje isplativiju proizvodnju dentalnih nadomjestaka s manjom potrebom za dentalnim tehničarom ili bez nje.

Još od proizvodnje prvog protetskog nadomjestka temeljenog na digitalnom intraoralnom otisku iz 1985. godine, došlo je do velikog razvoja na tom polju, posebice u posljednjih nekoliko godina. Laboratorijski skeneri, a osobito intraoralni skeneri, stekli su golemu važnost u stomatologiji jer njihova primjena pojednostavljuje rad i izbjegava pogreške povezane s konvencionalnim otiscima i lijevanim modelima. Neke studije pokazuju veću marginalnu točnost nadomjestaka izvedenih na temelju intraoralnog skeniranja u usporedbi s konvencionalnim otiskivanjem (1). Otisak predstavlja negativ u kojemu je prikazan oblik i veličina zuba i drugih tkiva usta maksile ili mandibule (2).

### **1.1. Povijest**

U drevnoj povijesti ne postoji zapis o uzimanju otisaka u stomatologiji. Smatra se da je najraniji otisni materijal bio pčelinji vosak. Prvi zapis o korištenju voska za otiske u stomatologiji bio je onaj njemačkog kirurga Matthäusa Purmanna (3) iz 1684. godine. Prema današnjim standardima vosak je loš otisni materijal, no u

ono je vrijeme imao zadovoljavajuću funkciju jer ga je bilo moguće odstraniti preko podminiranih dijelova. Otkad je Philip Pfaff (1716. – 1780.), stomatolog Friedricha Velikoga, upotrijebio pčelinji vosak kao otisni materijal za izradu sadrenih modela pri izradi proteza, vosak je najavljen kao stomatološki materijal (4).

Godine 1820. francuski stomatolog C.F. Delabarre predstavlja prvu žlicu za otiske (5, 6).

Nema poznatih podataka o prvom korištenju bijele sadre „plaster of Paris“. Taj otisni materijal nazvan je prema jednoj pariškoj pokrajini u kojoj je bilo njegovo najopsežnije nalazište (7). Johan Greenwood svjedoči o svojoj prvoj primjeni mineralne bijele sadre „plaster of Paris“ 1826. godine (8). Ta je sadra bila korištena za izlijevanje modela, a tek kasnije kao otisni materijal. Ona je precizan otisni materijal, a jedan od njezinih nedostataka je taj što često puca prilikom uklanjanja otiska iz usta, no ponovno sastavljena predstavlja izvrstan otisak. „Plaster of Paris“ bio je najčešće upotrebljavani otisni materijal 1904. godine (9).

Gutaperka, dobivena od određenih vrsta drveća u Maleziji, bila je predstavljena kao otisni materijal 1848. godine, ali nije bila adekvatna za primjenu u kliničkoj stomatologiji.

Charles Stent je 1857. godine u Engleskoj razvio prvi termoplastični materijal (10, 11). Taj materijal bio je rezultat pokušaja poboljšanja gutaperke dodavanjem stearina, sastojka životinjske masti, kako bi se poboljšala plastičnost i stabilnost i talka koji je korišten kao inertno punilo za ojačanje i dodatak teksture materijalu, a koji mu je dao crvenu boju (12, 13). Taj materijal postao je najčešće korišten

materijal za otiske. Bakreni prsteni i slična sredstva koristili su se u drugoj polovici 19. stoljeća uz termoplastičnu masu za otiske. U udžbeniku iz 1932. godine opisane su izrade zlatnih inlaya indirektnom metodom, u velikoj mjeri korištenjem termoplastičnih materijala za uzimanje otisaka (14). Tijekom godina je poboljšan sastav termoplastičnih materijala i još uvijek su u čestoj upotrebi u kliničkoj stomatologiji.

Reverzibilni hidrokolid je predstavio Austrijanac Alphons Poller 1925. godine (15). Proizvod je bio patentiran kao „Nogacoll“. Godine 1931. proizvod je bio prodavan i pod imenom „Denticole“, a do 1935. koristilo se na desetke konkurentnih proizvoda. Osnovni sastojak hidrokoloida je agar-agar koloid sastavljen od morskih algi. Prije razvoja hidrokoloida samo su vosak, gutaperka, termoplastična masa i „plaster of Paris“ bili dostupni dentalnoj struci u svrhu uzimanja otisaka.

Tijekom Drugoga svjetskog rata razvijeni su ireverzibilni hidrokoloidi i predstavljani su dentalnoj profesiji 1943. godine (16). Najviše agar-agar materijala moralo se dovoziti iz Japana i zbog toga se nije često koristio. Kao i reverzibilni i ireverzibilni hidrokoloidi, poznati kao alginati, dobiveni su iz morskih algi. To su soli alginske kiseline kao na primjer natrij-alginat.

Sve do predstavljanja polisulfidnih otisnih materijala 1953. godine (17), hidrokoloidi su bili jedini elastomeri dostupni kliničkoj praksi. Novi elastomerni materijali, polisulfidi, iako teži za rukovanje i relativno skloni izobličenju, puno su čvršći od hidrokoloida i uskoro postaju veoma popularni.



Razvojem elastomernih otisnih materijala, prvo primjenjivani polisulfidi (1953.) otvorili su put mnogo stabilnijim materijalima lakšima za rukovanje kao što silikoni (1955.) te polieteri (1960.) koji su i sada u širokoj upotrebi (18). Prvi elastomerni materijal proizveden isključivo za potrebe uzimanje otisaka u stomatologiji bio je Impregum™, polieter tvrtke ESPE, GmbH 1965. (19).

3D digitalni sistem skeniranja stomatoloških otisaka uveden je u struku sredinom 1980-ih te je napredovao do te mjere da je na sastanku u New England Academy of Cosmetic Dentistry, održanom u Bostonu u listopadu 2007. godine, vodeći zubni tehničar Lee Culp predvidio da će većina stomatologa koristiti digitalne skenere za izradu otisaka "u roku od 5 godina." (19).

## **1.2. Tehnike otiskivanja**

Ovisno o namjeni, otisci mogu biti: 1) prvi, anatomske ili situacijske i 2) konačni, funkcijske ili korekturne. Prvi otisak nam služi za izradu modela iz gipsa ili u dijagnostičke svrhe ili se na njemu izrađuje individualna žlica. Najčešće korišteni materijali za situacijske otiske su alginati (1). Nakon odabira žlice odgovarajuće veličine i postavljanja stopera iz kondenzacijskih silikona, zamiješa se alginat prema uputama proizvođača i stavlja u žlicu. Žlica se rotacijom preko usnog kuta uvodi u usta, pritisne i drži prstima do stvrdnjavanja čije nam je vrijeme propisao proizvođač. Žlica se vadi iz usta i, nakon provjere otisnutih struktura u žlici, dezinficira se, stavlja u humidor i unutar 15 minuta se izlijeva anatomske model. Funkcijske otiske za

potpunu protezu prikazuje stanje tkiva ležišta u funkciji i služi za izradu radnog modela iz tvrde sadre (2). Na temelju anatomskog modela izradi se individualna žlica iz akrilata koja je nosač materijala za funkcijski otisak. Žlica se provjeri u ustima, postavite se stoperi i otisnu rubovi iz termoplastičnog materijala. Pomoću gumastih materijala se uzme otisak tkiva u funkciji uz aktivne i pasivne kretnje (2).

U fiksnoj protetici koriste se jednovremeni jednokomponentni otisci koji su ujedno i najprecizniji, zatim jednovremeni dvokomponentni, dvovremeni dvokomponentni ili korekturni otisci i otisci nadopunjavanjem. Materijali izbora su elastomeri (18).

Digitalne tehnologije u odnosu na dosadašnji klasični način rada omogućuju daleko veću preciznost i brzinu rada te u određenoj mjeri jednostavniju uporabu. U klasičnoj izradi nadomjestka potrebno je proći više koraka koji uključuju rad stomatologa i zubnog tehničara, a cijeli terapijski postupak može trajati prilično dugo. Za intraoralni digitalni otisak treba nekoliko minuta, no nakon što se dobije digitalni sken brušenih i nebrušenih zuba i mekih tkiva, ne mora se lijevati radni model jer se sken izravno prebacuje u program koji služi za dizajniranje nadomjestka (20).

### **1.3. Materijali**

U stomatologiji se koristi niz različitih vrsta otisnih materijala. Njihova zajednička karakteristika je da, uneseni u usnu šupljinu u tekućem ili plastičnom stanju, očvrstnu nakon kratkog vremena i vjerno reproduciraju oralne strukture u negativu. Izlijevanjem otiska u negativu dobijemo pozitivnu reprodukciju oralnih

struktura što se naziva model. Postoje određeni uvjeti koje svi otisni materijali moraju zadovoljiti, a to su preciznost, dimenzijska stabilnost, jednostavna primjena, neškodljivost, ugodnost za pacijenta i ekonomičnost (18).

Otisne materijale dijelimo na elastične i neelastične. Karakteristika elastičnih materijala za otiske je da nakon očvršćivanja ostaju elastični i mogu se izvaditi iz usta bez bitnih deformacija. Ovu grupu čine dvije vrste materijala, a to su sintetički elastomeri i hidrokoloidi. Zbog sličnosti s gumom, sintetički elastomeri nazivaju se i gumastim materijalima za otiske. Vrlo su precizni u reprodukciji najsitnijih detalja, elastični su i u velikoj mjeri dimenzijski stabilni. Hidrokoloidi mogu biti reverzibilni i ireverzibilni. Ireverzibilni hidrokoloidi (alginati) koriste se za izradu studijskih modela i modela antagonista. Reverzibilni hidrokoloidi vrlo su precizni otisni materijali, no u suvremenoj stomatologiji se ne koriste često zbog relativno složenog postupka rada.

U neelastične materijale za otiske spadaju sadra, termoplastične mase, paste na bazi cink-oksida-eugenola i voskovi. Zbog svoje krutosti, primjena im je ograničena (18).

Kod digitalnog otiskivanja koristi se intraoralna kamera, odnosno intraoralni 3D skener koji je prvi element u sustavu digitalne izrade protetskog nadomjestka. Osim skenera potreban je i softver, odnosno kompjuterski program za modeliranje (CAD – Computer-aided Design), te jedinica za izradu nadomjestka (CAM – Computer-aided Manufacturing), takozvana glodalica (20).

#### **1.4. Tehnologije (CAD/CAM)**

CAD/CAM je skraćenica za engleske pojmove computer-aided design / computer-aided manufacturing (računalom potpomognuto oblikovanje / računalom potpomognuta izrada). Već se desetljećima primjenjuje u brodogradnji, automobilskoj i zrakoplovnoj industriji, a visoko je zastupljena i u svim aspektima dentalne medicine u razvijenom svijetu. Temelji se na računalnoj izradi nadomjestka, s manjom potrebom za suradnjom s dentalnim laboratorijem ili bez nje. Cilj ove tehnologije je skratiti vrijeme izrade protetskog rada, smanjiti mogućnost pogrešaka koje su moguće tijekom izrade u laboratoriju (više faza i djelatnika) te omogućiti protetske sanacije kroz svega nekoliko posjeta (21).

Prvi doktor dentalne medicine koji je uveo CAD/CAM u dentalnu medicinu bio je dr. Duret koji je 1971. godine počeo izrađivati krunice pomoću virtualnog otiska bataljka. Dr. Duret je razvio prvi dentalni CAD/CAM sustav koji se zvao Sopha. Taj sustav je bio spor te nije našao svoju primjenu u kliničkoj praksi. Dr. Moermann je razvio ideju dr. Dureta i stvorio prvi dentalni CAD/CAM sustav koji je izrađivao nadomjestke u jednoj posjeti. Njegov sustav se temeljio na snimanju kaviteta intraoralnom kamerom te direktnoj izradi inlaya u glodalicama. Radi se o CEREC sustavu koji je danas jedan od najbolje prihvaćenih dentalnih CAD/CAM sustava (22). Na toj tehnologiji se temelje gotovo svi ostali CAD/CAM sustavi danas dostupni na tržištu. Iako je u počecima izrada bila vrlo zahtjevna i ne toliko brza, danas je postupak, uz intraoralne 3D skenere i stomatološke glodalice, vrlo pouzdan, brz i ugodan kako za praktičara tako i za pacijenta.

Prednosti korištenja CAD/CAM sustava su : 1. kvalitetno korištenje novih materijala, 2. kratkotrajnost izrade nadomjestka, 3. manji trošak izrade i 4. kontrola kvalitete izrade (22).

## **2. SVRHA RADA**

Svrha rada je dati pregled digitalnih skenera za 3D otiskivanje (3Shape, CEREC i Amann Girrbach), usporediti ih s konvencionalnim otiscima te međusobno i istražiti funkcijske digitalne otiske.

### 3. 3SHAPE

Digitalizacija utječe na sve kutke moderne stomatologije. Tvrtku 3Shape je osnovalo dvoje ambicioznih studenata prije 15-ak godina i ona je svojim brzim rastom postala globalni lider na području dentalne medicine te je mnogi zovu "Google CAD/CAM industrije." Počevši kao pružatelj digitalnih rješenja u oftalmološkoj industriji, 3Shape se razvija i na drugim poljima poput protetike i ortodoncije (23).

Oralni skener TRIOS® 3Shape omogućuje skeniranje u boji, određuje nijansu boje svakog pojedinog zuba te odnos i razgraničenje zuba i gingive. Time skraćuje vrijeme boravka u ordinaciji i, prije svega, pruža stomatolozima i zubotehničkom laboratoriju mogućnost za što preciznijim izvođenjem stomatoloških radova. Radi se o multifunkcionalnom digitalnom uređaju sa integriranom intraoralnom kamerom. Uređaj isporučuje 3D slike u boji i skenira intraoralne HD fotografije vrhunske kvalitete (Slika 1). Ova tehnologija omogućuje snimanje više od 3000 2D slika u sekundi što TRIOS 3Shape skener čini čak 100 puta bržim od bilo koje konvencionalne video kamere (24).



Slika 1. Digitalni otisak u prirodnim bojama. Preuzeto: (25)

TRIOS 3Shape je potpuno digitalno rješenje za stomatološke ordinacije koje prilikom uzimanja otisaka omogućuje direktno snimanje intraoralne situacije. Na taj način pruža velike prednosti u odnosu na tradicionalno analognu uzimanje otisaka. TRIOS 3Shape uključuje intraoralno skeniranje, inteligentni softver i komunikaciju s laboratorijem. Posebne funkcije uključuju skeniranje bez spreja, potpunu slobodu kretanja i pozicioniranja tijekom skeniranja, trenutnu provjeru otisaka te „smart scan“ – alate za obradu (26).

Skeniranje je jednostavan proces koji je relativno brzo izvediv u rukama vještog stomatologa ili asistenta. Visoko kvalitetni digitalni otisci i mogućnost prikazivanja slike u prirodnoj boji omogućuju bolju procjenu liječenja. Na HD fotografijama mogu se precizno označiti granice preparacije i povećati određeni detalje radi bolje preglednosti.



TRIOS nudi širok opseg indikacija i više opcija liječenja, a ujedno i više prilika za brži povrat investicije (25).

Mogućnosti TRIOS 3Shape skenera su:

- velika preciznost skeniranih slika,
- visoka učinkovitost kliničkih rezultata,
- nije potrebno uzimanje klasičnih otisaka,
- snimanje HD fotografija u boji,
- prepoznavanje razlike svih mekih i tvrdih tkiva u usnoj šupljini,
- prepoznavanje svih kretnji u čeljusti pacijenta,
- potrebno je samo 2-3 minute po cijeloj čeljusti,
- odmah je spreman za upotrebu,
- skeniranje više od 3000 2D slika u sekundi,
- širok spektar indikacija,
- trenutačno određivanje boje zuba i pigmentacija kao i boje sluznice,
- isključuje pogrešku prilikom mjerenja,
- preciznost u određivanju odnosa crveno-bijelo (gingiva-zub),
- nije potreban kontrastni prašak koji koriste crno-bijeli skeneri,

– smanjen broj dolazaka u ordinaciju i smanjeno provođenje vremena u ordinaciji s nekoliko dana na nekoliko sati,

– omogućuje interaktivnu online komunikaciju sa zubnim laboratorijem (24).

Indikacije TRIOS 3Shape skenera:

1. priprema za krunice i mostove,
2. u restaurativnoj stomatologiji za ugradnju ispuna, inlaya, onlaya i overlaya,
3. za privremene krunice i virtualne dijagnostičke wax-upove,
4. za jednostavnu i točnu procjenu pozicije korijenskih kanala te, nakon završene endodontske terapije, za obnavljanje krune zuba,
5. za mobilne i djelomične proteze – optimizirano skeniranje mekog tkiva uključujući nepčane nabore,
6. u estetskoj stomatologiji za ugradnju ljuskica, dizajniranje osmijeha i gingivoplastike,
7. za planiranje implantoprotetike i kirurgije,
8. za abutmente i mostove na implantatima – snimi se pozicija implantata i okolnog mekog tkiva za optimalnu estetiku,
9. u ortodontiji za planiranje terapije, analize i dizajniranje ortodontskih naprava,
10. za splintove, retainere, udlage.

TRIOS omogućuje automatsku registraciju zagriža te procjenjuje okluzijski međuprostor (25). Njegova je velika prednost i u implantologiji jer se prilikom ugradnje implantata vrlo lako dobije digitalna informacija o smjeru i položaju ugrađenih implantata. Mogućnost je ovog skenera u upotrebi u estetskoj stomatologiji čime se vrlo lako pacijentima može predočiti njihov novi osmijeh. U dogovoru s pacijentom odredi se boja, veličina i oblik novih zuba koji će biti savršeno usklađeni s građom lica, ali i s bojom očiju i kose. Također, uz pomoć skenera može se pacijentu predočiti kako će, po završetku terapije, izgledati njegov novi izbalansirani zagriž ili odnos zuba i gingive (24).

3Shape uz klasično digitalno snimanje uvodi i druge funkcionalnosti koje se mogu obavljati tijekom skeniranja. U jednoj kliničkoj studiji u Chicagu, stomatolog je testirao 3Shape uređaj na slučaju mladog muškog pacijenta sa zdravim zubima i diskoloriranim centralnim sjekutićem koji je želio nadomjestiti krunicom. Vrlo zahtjevan slučaj koji zahtjeva izuzetnu točnost u određivanju boje. U toj studiji stomatolog se odlučio za izradu dviju krunica, jedne na temelju klasičnog određivanja boje uz pomoć ključa boja, a druge na temelju skeniranja i automatskog određivanja boje pomoću 3Shape skenera.

Određivanje boje zuba pomoću 3Shape skenera vrlo je jednostavan proces jer se događa automatski za vrijeme snimanja. Sve nijanse boje zuba su pohranjene u otisku, a vrijednosti boja mogu se prikazati na svim područjima zuba koje stomatolog odabere (Slika 2).



Slika 2. Određivanje nijanse boje zuba pomoću 3Shape skenera. Preuzeto: (27)

U ovom slučaju stomatolog je skenirao zube prije brušenja i snimio HD fotografije kako bi se bolje prikazali željeni detalji. Nakon brušenja zuba samo je potrebno skenirati područje preparacije jer TRIOS uređaj automatski spaja nove skenove sa prethodnima čime se štedi vrijeme. U toj se fazi može snimit i HD fotografija kako bi se jasnije vidjela granica preparacije.

U konačnici su obje krune izgledale izuzetno dobro i na modelu i u pacijentovim ustima. Međutim, detaljnom inspekcijom i pod optimalnom rasvjetom, uočila se blaga sjena na tradicionalno izrađenoj kruni. Tako je u ovom konkretnom slučaju TRIOS dao bolji konačni nadomjestak (27).

Opcija za mjerenje boje zuba štedi obilje vremena i omogućuje postizanje jednako dobrih ili boljih rezultata od sporije tradicionalne metode. Velika je stvar u tome što u novom TRIOS skeneru određivanje boje i snimanje HD fotografije omogućuju da

se daleko više informacija uz značajne detalje prenese u laboratorij zajedno s digitalnim otiskom. A sve se te informacije snime za vrijeme samog skeniranja (27).

#### 4. CEREC

CEREC® sistem (Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics, ili CEramic REConstruction) je razvijen 1985. godine na Sveučilištu u Zurichu u Švicarskoj i djelo je dr. Wenera H. Moermanna i dr. Marcusa Brandistinija (28). CEREC je dostupan dentalnoj struci već više od 30 godina. Ima mogućnosti snimanja digitalnih otisaka, kreiranja virtualnih modela, kao i projektiranja i proizvodnje nadomjestka i to sve u jednoj posjeti (29).

Od svog predstavljanja 1987. godine, od strane Sirona Dental Systems, kao prvi komercijalno održiv CAD/CAM sustav dizajniran isključivo za izradu keramičkih inlaya i onlaya, CEREC je nizom tehnoloških poboljšanja kulminirao u CEREC AC powered by Bluecam®, pokrenut u siječnju 2009. godine. Kasnije verzije CEREC sustava u mogućnosti su proizvoditi ne samo inlaye i onlaye, već i krunice, ljuskice, pa čak i mostove (19).

CEREC sustav koristi računalom potpomognutu izradu uključujući i 3D digitalno snimanje te pohranu podataka i CEREC 3D softver koji pretvara digitalnu sliku u trodimenzionalni virtualni model na kojem se planira nadomjestak (28).

Sirona je uspjela kontinuiranim istraživanjem i razvojem proizvoda, u uskoj suradnji s korisnicima i znanstvenicima, pojednostaviti korištenje i postaviti nove standarde u restorativnoj stomatologiji. Mnoge značajke u novom CEREC 4.3 softveru poboljšavaju kliničke kvalitete uz optimizaciju tijeka rada i intuitivan rad (29).

Program asistira stomatologu u dizajnu svih oblika restauracija potrebnih za obnovu zuba, predlaže oblik nadomjestka na temelju usporedbe sa susjednim i nasuprotnim zubima što omogućuje vrlo dobru prilagodbu samog dizajna nadomjestka. Nakon što je to postignuto, podaci se prenose na glodalice čija je najnovija verzija, CEREC inLab® MC XL, sposobna izgledati krunu u samo 4 minute od bloka keramike ili kompozitnih materijala.

Starije su verzije CEREC sustava koristile kameru koja ovisi o infracrvenom laserskom izvoru svjetla. CEREC Omnicam®, CEREC Bluecam® i APOLLO DI® tri su intraoralna skenera kojima Sirona Connect utire put u digitalnu praksu.

Napredak korištenja plavih svjetlosnih led dioda (CEREC Bluecam) u 3D kamerama sada je nadmašio kvalitetu infracrvenih izvora svjetla većih valnih duljina. Plavo svjetlo kraće valne duljine projicirano plavim led diodama omogućuje veću preciznost dobivene optičke slike.

Prednosti CEREC Bluecam skenera su:

- visoka preciznost, što je dokazano u kliničkoj praksi,
- jednostavan je za upravljanje,
- brzo snimanje praškom obložene površine (30).

Kamera projicira promjenjiv uzorak plave svjetlosti na objekt, a zatim ga čita s drugog kuta i to se naziva "aktivna triangulacijska tehnika". Ona koristi telecentričnu zraku što omogućuje snimanje bitnih informacija iz pripremljene površine zuba u samo jednom snimanju.

Pomoću tog sustava, proces uzimanja otisaka zahtjeva postizanje adekvatne vizualizacije stepenice brušenog zuba korištenjem retrakcijskih konaca i hemostatika. To ne vrijedi samo za digitalno snimanje nego i za konvencionalno uzimanje otisaka elastomerima. Cijelo područje koje će se snimiti treba biti u potpunosti obloženo slojem biokompatibilnog kontrastnog praška titan dioksida kako bi kamera mogla registrirati sva tkiva. CEREC Bluecam snimi niz pojedinačnih slika koje su zatim projicirane velikom preciznošću kako bi se stvorio virtualni 3D model. Skener automatski prepoznaje pravi trenutak za aktivaciju ekspozicije.

Preparacija se prikazuje na monitoru (Slika 3) što omogućuje stomatologu pregled brušenog zuba iz svakog kuta uz mogućnost uvećanja dijela slike od posebnog interesa, npr. područja stepenice. Kratko vrijeme snimanja CEREC Bluecam skenerom sprječava zamućenje slike. Osim toga, ugrađeni sustav za otkrivanje drhtaja osigurava da se slike snime samo kada se skener drži potpuno mirno. CEREC softver automatski odabire optimalne slikovne podatke za 3D model.



Slika 3. Virtualni 3D model sniman CEREC Bluecam skenerom. Preuzeto: (30)



CAD sustav (računalom potpomognuto oblikovanje) predstavi bioekvivalentan prijedlog idealne restauracije, a stomatolog ima priliku prilagoditi i korigirati predloženi dizajn pomoću nekoliko jednostavnih i intuitivnih alata na zaslonu.

Drugi napredni skener je CEREC Omnicam. Prednosti tog sustava su:

- jednostavno rukovanje,
- skeniranje u ustima bez upotrebe kontrastnog praška,
- dobivanje preciznih 3D prikaza u prirodnoj boji.

CEREC Omnicam je optimiziran za skeniranje prirodnih zubnih struktura i gingive bez upotrebe praška. Skener se postavi pored relevantnog područja i skeniranje automatski započinje. Lagan je za rukovanje. Zahvaljujući elegantnom i kompaktnom dizajnu skeniranje stražnjih zubi ne predstavlja problem. Zaobljene vanjske konture omogućuju lako okretanje i pomicanje skenera. Bez obzira na to sjedi li pacijent uspravno ili je polegnut, može se skenirati gornja i donja čeljust ergonomski bez prilagođavanja položaja tijela pacijenta tijekom rada. Glava kamere se pomiče tijesno pored zuba u jednom procesu snimanja. Podaci se prikupljaju sukcesivno kao 3D model u prirodnim nijansama (Slika 4). Skeniranje se može prekinuti i nastaviti u bilo kojem trenutku.

Različite površine su prikazane u njihovim prirodnim nijansama. Ova izravna i realistična slika omogućuje lakše snalaženje u usnoj šupljini, lako raspoznavanje različite vrste ispuna te klinički pruža jasnu razliku između gingive i granice preparacije. Vjerna vizualizacija stanja u ustima pacijentima pomaže u prikazivanju, shvaćanju i prihvaćanju svojih terapijskih prijedloga (30).



Slika 4. Virtualni 3D model sniman CEREC Omnicam skenerom u prirodnoj boji.

Preuzeto: (31)

Nakon što je stomatolog zadovoljan predloženom restauracijom, postavlja blok homogene keramike ili kompozitnih materijala željene boje u jedinicu za glodanje i nastavlja s izradom nadomjestka. Upotreba bojama kodiranog alata tijekom procesa dizajniranja za utvrđivanje jačine aproksimalnih kontakta pomaže u izradi nadomjestaka koji zahtijevaju minimalne ili čak nikakve korekcije prije cementiranja.

Uvođenjem CEREC AC® sustava stomatolog ima izbor snimanja digitalnih otisaka zuba i izrade dentalnog nadomjestka u ordinaciji u jednom posjetu ili prosljeđivanja podataka pomoću CEREC Connect® izravno stomatološkom laboratoriju (32).

## 5. AMANN GIRRBACH

Kao pionir dentalne CAD/CAM tehnologije Amann Girrbach je jedan od vodećih inovatora i povlaštenih pružatelja full-service u digitalnoj stomatološkoj protetici. Sa svojim visokim stupnjem stručnosti u razvoju i posvećenosti kupcu, tvrtka iz Vorarlberga u Austriji stvara sofisticirana rješenja primjenjiva u sadašnjoj kliničkoj praksi. Amann Girrbach odavno se dokazao u globalnom dentalnom sektoru kao jamstvo za najvišu kvalitetu inovativnog materijala, odlične kvalitete proizvoda i sofisticiranih sustava. Pruža inovacije u velikom rasponu proizvoda, a cijenom je pristupačan čak i za male laboratorije.

Budućnost je stomatološke tehnologije, bez sumnje, digitalna. Amann Girrbach znači najveću preciznost, besprijekornu funkcionalnost, estetiku, sveobuhvatnu zaštitu i zadovoljstvo pacijenata (33).

Ceramill CAD/CAM sistem Amanna Girrbacha sastoji se od tri osnovne komponente: skenera, softvera i glodalice. Važno je napomenuti da je Ceramill CAD/CAM sistem otvoren sistem kompatibilan s ostalim sistemima koji koriste STL (STereoLithography) datoteku (34).

Ceramill map 300/400 (Slika 5) potpuno su automatizirani skeneri širokog raspona skeniranja. Karakteristike automatskih skenera su brzo, precizno i vrlo jednostavno skeniranje s velikom lakoćom rukovanja i mogućnošću skeniranja konstrukcija s do 14 članova. Ima mogućnost skeniranja modela gornje i donje čeljusti kao što je artikulirano u artikulatu. To je omogućeno prijenosnim ključem koji je kalibriran

sa Artex artikulatorom, tako da se artikulirani modeli mogu jednostavno preraditi putem virtualnog artikulatora koji je ugrađen u konstrukcijski softver. Skener je opremljen Splitteks sistemom pločica isto kao Artex artikulator što nam omogućuje brzu izmjenu radnih modela.

Polje skeniranja se automatski identificira i procijeni što znači da se dugačke konstrukcije mogu dokumentirati brzo i efikasno. Skeniranje registracije zagriža, gingive i navoštavanja su omogućeni za optimiziranu izradu metalnih konstrukcija (35).



Slika 5. Ceramil map 400, skener Amanna Girrbacha. Preuzeto: (35)

Ceramill Mind softverom vrlo je jednostavno upravljati jer program sve navodi korak po korak, ali znanje i vještina dentalnog tehničara su neophodne.

Softver omogućuje izradu raznih vrsta radova:

- pune anatomske krune,
- konstrukcije za keramiku,
- teleskope,
- individualne abutmente,
- inlaye, onlaye,
- ljuskice,
- mostove na vijak.

Softverska reprodukcija Artex artikulatora (virtualni artikulator) omogućuje bržu, jednostavniju i, što je najvažnije, precizniju izradu radova iz svih vrsta materijala. Suhe ili vlažne glodalice izrađuju nadomjestke unutar nekoliko minuta ovisno o veličini samog nadomjestka.

Ceramill CAD/CAM sistem je vrlo jednostavan za rad, s velikim rasponom mogućnosti izrade protetskih radova iz raznih materijala (34).

## 6. DIGITALNI FUKCIJSKI OTISCI

Funkcijski, korektivni ili konačni otisak služi oblikovanju rubova i preciznom otiskivanju tkiva ležišta potpune proteze. Tim se otiskom treba postići optimalno proširenje baze potpune proteze, pravilan smještaj njezinih rubova kao i dobro prilijeganje njezinih unutarnjih stijenki uz meka tkiva ležišta. Tri su osnovna principa otiskivanja: otisak pod pritiskom, otisak bez pritiska i otisak sa selektivnim pritiskom. Najčešće primjenjivana metoda je mukodinamički otisak sa selektivnim pritiskom. Za izvođenje funkcijskog otiska potrebna je individualna žlica koja se najčešće izrađuje iz akrilata. Nakon probe žlice u ustima, na njene rubove nanosi se termoplastični materijal i uz aktivne i pasivne kretnje oblikuju se rubovi buduće proteze. Nakon toga se gumastim materijalima uzme funkcijski otisak uz funkcijske kretnje (36).

Optički skeneri omogućuju izrazito preciznu i dobru digitalizaciju tvrdih, ali i mekih struktura, posebice sluznica, no samo u stanju mirovanja. Skeniranje sluznica kada su pomične u ovom trenutku još nije moguće zbog nepostojanja adekvatnog softvera i tehnika koje bi to omogućile.

CBCT metodologija omogućuje 3D vizualizaciju tvrdih, a s posebnim kontrastima i mekih tkiva prilikom kretnji. Količina zračenja potrebna da bi se izveo takav "funkcijski otisak" jednostavno ne opravdava biološki učinak na tkiva i organe pacijenta. Kada se superponira informacija dobivena 3D optičkim otiskivanjem sa

onom dobivenom statičkim CBCT-om moguća je izrada izvanredno prilagođenih individualnih žlica koje uvelike olakšavaju sam funkcijski otisak.

Korištenjem digitalnih tehnologija mogle bi se izraditi visoko prilagođene i visoko specifične individualne žlice kombinacijom CBCT-a kojima će biti olakšano izvođenje funkcijskog otiska (37).

## 7. RASPRAVA

Razvoj digitalnih sustava otiskivanja pruža jednakovrijednu alternativu tradicionalnom načinu otiskivanja. Pokazujući veliku točnost i učinkovitost, digitalni otisci omogućuju bolju podesivost i anatomske ispravnije nadomjestke (38). Uz sposobnost vizualizacije preparacije gotovo odmah, oni su odlična povratna informacija za stomatologe čime se postižu kvalitetniji nadomjestci (39). Digitalnim uzimanjem otisaka pacijenti i stomatolozi mogu izbjeći traumatske i stresne postupke uzrokovane tradicionalnim načinom otiskivanja. Primjenom intraoralnih skenera, u usporedbi s tradicionalnim metodama, smanjuje se nelagoda pacijenta i refleks povraćanja (40). Digitalni otisci vrlo su praktični jer eliminiraju nekoliko koraka u radu poput odabira žlice, pripreme otisnog materijala, postupka otiskivanja i stvrdnjavanja materijala, dezinfekcije, otpreme otisaka u laboratorij i laboratorijske postupke, pripreme modela za izradu nadomjestka. Dokazano je da se digitalnim skeniranjem smanjio broj ponovljenih otisaka i vraćanja radova te se tako povećala ukupna efikasnost rada. Kod ovih sustava konačne su restauracije proizvedene u laboratoriju na modelima stvorenim iz podataka dobivenih digitalnim skeniranjem, za razliku od gipsanih modela izrađenih konvencionalnim načinom. Digitalni skenovi mogu biti pohranjeni u računalu i na tvrdom disku na neodređeno vrijeme dok konvencionalni modeli moraju biti pohranjeni fizički što zahtijeva dodatni prostor u ordinaciji, a pritom se mogu oštetiti ili slomiti (19). Laboratorijske procjene kojima su uspoređivani 3D skenovi s tradicionalnim otisnim postupcima pokazale su kako su skenovi precizniji. Izvori pogrešaka mogu biti manji i do 70% (26).



Međutim, digitalni otisci imaju neka ograničenja, uključujući veličinu skenera, sposobnost snimanja samo onog što skener može vidjeti, smanjenu učinkovitost kada su prisutni slina, krv ili bilo kakva onečišćenja u usnoj šupljini (41). Digitalni otisci zahtijevaju izloženost cijelog marginalnog grebena zajedno s 0,5 mm zubnog tkiva prema apikalno kako bi se osigurao povoljniji izgled poprečnog presjeka skeniranog zuba (42). Digitalni i tradicionalni otisci nude mnoge prednosti, ali i izazove. Za bolesnike s opsežnim krvarenjima najbolji su konvencionalni otisci jer digitalni skener ne može otkriti ono što se ne može vidjeti. Digitalni sustavi otiskivanja, međutim, potencijalno mogu uštedjeti oko 30 minuta po pacijentu (41). Dakle, istraživanje i razumijevanje svih opcija za tradicionalno i digitalno uzimanje otisaka omogućuje stomatologu da donese pravu odluku. Uključivanje digitalnog sustava otiskivanja u stomatološke prakse iziskuje visoke početne investicije i učenje, no smatra se da je dugoročno isplativije. S današnjim tehnologijama sve vrste otisaka, uključujući i one za implantate, moguće su digitalnim tehnologijama i konvencionalnim tehnikama. Iako će za nekoliko godina većina otisaka biti digitalna, konvencionalno otiskivanje će i dalje zadržati svoje mjesto.

Prednost CEREC Omnicam i 3Shape TRIOS skenera u usporedbi s CEREC Bluecam sustavom skeniranja je u tome što kamera snima u boji, određuje nijansu boje svakog pojedinog zuba te odnos i granicu zuba i gingive. CEREC Bluecam sustav skeniranja idealan je za pojedinačne krunice, skenira automatski i pronalazi idealnu sliku, dok se sa CEREC Omnicamom i 3Shape skenerom može snimiti puno veće područje, čak i cijela čeljust. Kako bi uopće bilo moguće snimati CEREC Bluecam sustavom potreban je sloj biokompatibilnog kontrastnog praška titan dioksida kako bi kamera

mogla registrirati sva tkiva. Kod CEREC Omnicam i 3Shape TRIOS skenera sloj praška nije potreban. Skeniranje TRIOS skenerom iziskuje samo 3 minute kako bi se snimila kompletna čeljust, dok CEREC treba nešto više vremena. Amann Girrbach ima mogućnost skeniranja već gotovih modela, dakle iziskuje uzimanje otisaka konvencionalnim načinom i laboratorijsku izradu modela koji se kasnije skeniraju u Ceramill map skenerima. Velika je prednost Ceramill CAD/CAM sistema u tome što je to otvoreni sistem kompatibilan s ostalim sistemima koji koriste STL datoteku. Dakle, stanje u ustima može se registrirati i TRIOS 3Shape skenerom te se prenijeti na Ceramill softver koji pretvara digitalnu sliku u trodimenzionalni virtualni model čime se izbjegava konvencionalno otiskivanje i izrada modela.

Korištenje digitalnih sistema za funkcijske otiske uvelike bi pojednostavilo rad stomatologu i olakšalo sam proces za pacijenta. Međutim, to još uvijek nije moguće jer skeneri ne mogu registrirati kretnje sluznice već samo meka i tvrda tkiva u mirovanju. CBCT metodologija omogućuje vizualizaciju mekih tkiva prilikom kretnji i kad se superponira sa informacijom dobivenom 3D optičkim otiskivanjem moguća je izrada izvanredno prilagođenih individualnih žlica. Međutim, količina zračenja potrebna da bi se izveo takav "funkcijski otisak" ne opravdava biološki učinak na tkiva i organe pacijenta.

## 8. ZAKLJUČAK

Digitalne tehnologije sve više predstavljaju glavninu tehnoloških postupaka u izradi protetskih radova. Napredna tehnika optičkog skeniranja i upotpunjavanje sa drugim "slikovnim" (eng. "imaging") tehnologijama poput CBCT-a, MR-a, ultrazvuka i sličnih, već danas omogućuje izradu otisaka potpuno usporedivih s konvencionalnima. Financijske, medicinske i kliničke reperkusije uporabe tih metoda još uvijek ih čine donekle manje uporabivima od klasičnih otisaka neelastičnim i elastičnim materijalima.

Funkcijski su otisci u ovom trenutku, usprkos svim naprednim tehnologijama, još uvijek nezaobilazni. Doduše, moguća je primjena digitalnih tehnologija u postupcima izrade individualne žlice koja može potencijalno biti znatno unaprijeđena u odnosu na klasične postupke i tehnologije.

## 9. SAŽETAK

Dentalnu medicinu, kao kliničku i znanstvenu disciplinu, prati brz razvoj čemu uvelike pridonosi razvoj dentalne tehnologije. Stomatološki materijali imaju dugu povijest. Od pčelinjeg voska, bijele sadre, termoplastičnih materijala, hidrokoloida i elastomera do 3D digitalnih sistema skeniranja koji se razvijaju krajem 20. stoljeća. Digitalne tehnologije sve više predstavljaju glavninu tehnoloških postupaka u izradi protetskih radova. Globalni vođe s postavljenim visokim standardom u digitalnoj stomatologiji postaju tvrtke 3Shape, CEREC i Amann Girrbach. Napredna tehnika optičkog skeniranja i upotpunjavanje sa drugim "slikovnim" (eng. "imaging") tehnologijama poput CBCT-a, MR-a, ultrazvuka i sličnih, već danas omogućuje izradu otisaka potpuno usporedivih s konvencionalnima. Digitalnim uzimanjem otisaka mogu se izbjeći traumatski i stresni postupci za pacijenta i stomatologa uzrokovani tradicionalnim načinom otiskivanja. Takvim načinom otiskivanja eliminira se nekoliko koraka u radu stomatologa i zubnog tehničara, a ujedno se smanjio broj ponovljenih otisaka i vraćanja radova, te se povećala ukupna efikasnost rada. Digitalne tehnologije mogu se primijeniti u postupcima izrade individualne žlice koja može potencijalno biti znatno unaprijeđena u odnosu na klasične postupke i tehnologije. No, funkcijski su otisci u ovom trenutku još uvijek nezaobilazni.

## **10. SUMMARY**

### **THREE-DIMENSIONAL DIGITAL IMPRESSIONS**

Dental medicine, as a clinical and scientific discipline, is followed by the rapid development of dental technology. Materials used in dental medicine have a long history. Starting with beeswax, "Plaster of Paris", thermoplastic materials, hydrocolloid and elastomeric materials, to the 20th century's 3D digital impressioning systems. Digital technologies represent the majority of technological processes in the development of prosthetic devices. Global leaders, which set high standards in digital dentistry, have become the companies 3Shape, CEREC and Amann Girrbach. The advanced techniques of optical scanning and completion of other imaging technologies such as CBCT's, MRI, ultrasound, and similar, allow us to produce digital impressions thoroughly comparable to the conventional ones. Traditional way of impressioning can cause traumatic and stressful situations for both the patient and the dentist. With digital impressioning we can avoid these situations, moreover it can eliminate several procedural steps in dental work. The use of digital impressioning has reduced the number of repeated impressions and restoring works, and generally it has increased the overall dental efficiency. Furthermore, digital technology could be applied in the processes of making a custom tray, which could be significantly improved by comparison with conventional procedures and technologies. However, function impressions are still indispensable at the moment.

## 11. LITERATURA

1. Boeddinghaus M, Breoer ES, Rehmann P, Wöstmann B. Accuracy of single-tooth restorations based on intraoral digital and conventional impressions in patients. Clin Oral Investig. Epub 2015 Feb 20 [cited 2.6.2015.] Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25693497>
2. Pandurić J. Otisci za potpune proteze. In: Kraljević K, editor. Potpune proteze. Zagreb: Areagrafika; 2001. p. 103-18.
3. Ward G. Impression materials and impression taking - a historical survey. Brit Dent J. 1961; 110 (4); 118 -19.
4. Jerolimov V, et al. Osnove stomatoloških materijala. Zagreb: Stomatološki fakultet; 2005. p. 139 – 46.
5. Delabarre CF. Traité de la partie mécanique de l'art du chirurgien-dentiste: ouvrage orné de 42 planches. Charleston: Nabu Press; 2010.
6. Hoffmann-Axthelm W. History of Dentistry. Chicago: Quintessence Publishing; 1981. p. 245-49.
7. Weslcott A. The use of plaster of Paris for taking impressions of the mouth - its history and importance, etc. Dent Cosmos. 1870; 12 (4); 169 - 81.
8. Weinberger B. W. An introduction to the history of dentistry in America. St. Louis: Mosby; 1948. p. 68-75.

9. Prothero JH. Prosthetic dentistry. Chicago: Prothero; 1904. p. 145-56.
10. Starcke ENJ. A historical review of complete denture impression materials. J Amer Dent Assoc. 1975; 91 (5); 1037-41.
11. Mulliken JB, Goldwyn RM. Impressions of Charles Stent. Plastic Reconstructive Surg. 1978; 62 (2); 173 - 76.
12. Harris CA, Gorgas FJS. Dictionary of dental science. Philadelphia: P. Blakiston, Son& Co; 1891. p. 230-46.
13. Ring ME. How a dentist's name became a synonym for life-saving device: the story of dr. Charles Stent. J Hist Dent. 2001; 49 (2); 77 - 80.
14. Gillett HW, Irwing AJ. Gold inlays by the indirect system. Brooklyn: Dent Items Interest Publishing; 1932. p. 23-40.
15. Asgar K. Elastic impression materials. Dent Clin N Amer. 1971; 15 (1); 81 - 98.
16. Hansson O, Eklund J. A historical review of hydrocolloids and an investigation of the dimensional accuracy of the new alginates for crown and bridge impressions when using stock trays. Swedish Dent J. 1984; 8 (2); 81 - 95.
17. Coy HD. The selection and purpose of dental restorative materials in operative dentistry. Dent Clin N Amer. 1957; 1 (1); 65 - 80.
18. Čatović A, et al. Klinička fiksna protetika. Zagreb: Stomatološki fakultet; 1999. p. 95-111.

19. Bimbaum N, Aaronson H, Stevens C, Cohen B. Inside Dent. 3D Digital Scanners: a high-tech approach to more accurate dental impressions [Internet]. April 2009 [cited 24.6.2015]; 5(4). Available from: <https://www.dentalaegis.com/id/2009/04/3-dimensional-digital-scanners-a-high-tech-approach-to-more-accurate-dental-impressions>
20. Artikulator. Digitalno doba u stomatološkim ordinacijama i laboratorijima [Internet]. October 2014 [cited 24.6.2015] Available from: <http://artikulator.com/digitalno-doba-u-stomatoloskim-ordinacijama-laboratorijima/>
21. Lubina L. Primjena CAD/CAM tehnologije u stomatološkoj protetici [diplomski rad]. Zagreb: Stomatološki fakultet; 2010. p. 6-7.
22. 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.
23. 3Shape. 3Shape History [Internet]. No date [cited 14.6.2015]. Available from: <http://www.3shape.com/about-3shape/3shape-history.aspx>
24. Tim Dent Miličić. Trios 3Shape skener – stomatologija više neće biti ista [Internet]. No date [cited 20.6.2015]. Available from: <http://timdent.hr/trios-3shape-skener-stomatologija-vise-nece-biti-ista/>
25. 3Shape. Digital Impression Solution [Internet]. No date [cited 16.6.2015] Available from: <http://www.3shapedental.com/restoration/trios-brochure/>



26. Dental Tribune, CAD/CAM tehnologijom unaprjeđuje se klinički rad doktora dentalne medicine. Dental Tribune. 2013; 6(4): 13.

27. 3Shape. Dentist evaluates TRIOS® Shade Measurement and HD Photos [Internet]. No date [cited 19.6.2015]. Available from: <http://www.3shapedental.com/news/dentist-evaluates-trios-shade-measurement-and-hd-photos/>

28. Perkovic A. Što je Cerec [Internet]. No date [cited 17.6.2015]. Available from: <http://www.perkovic.hr/novo1.html>

29. Sirona The Dental Company. Cerec Chairside Solutions, Software [Internet]. No date [cited 13.6.2015]. Available from: <http://www.sironausa.com/us/products/digital-dentistry/cerec-chairside-solutions/?tab=933&gallery=134&area=179&page=1&expandable=1579#mediaModule134>

30. Sirona The Dental Company. Cerec Chairside Solutions, Hardware [Internet]. No date [cited 2.6.2015]. Available from: <http://www.sironausa.com/us/products/digital-dentistry/cerec-chairside-solutions/?tab=932>

31. Cerec Doctors. So what's the big deal about Omnicam? [Internet]. August 2012 [cited 23.6.2015]. Available from: <https://www.cerecdoctors.com/discussion-boards/view/id/39487/so-whats-the-big-deal-about-omnicam>

32. Bimbaum N. Digital impressioning. Inside dentistry [Internet]. 2011 [cited 24.6.2015.] 7(7). Available from: <https://www.dentalaegis.com/id/2011/08/2011-technology-update-digital-dental-impressioning-systems>
33. Girrbaach A. A reliable partner for precision prosthetics [Internet]. No date [cited 23.6.2015]. Available from: <https://www.amanngirrbach.com/en/company/about-amann-girrbach/>
34. Girrbaach A. Ceramill CAD/CAM sistem [Internet]. No date [cited 25.6. 2015]. Available from: <http://artikulator.com/amann-girrbach-ceramill-cadcam/>
35. Digital Lab Equipment. Precision Transfer [Internet]. No date [cited 27.6.2015]. Available from: [https://www.amanngirrbach.com/fileadmin/\\_agweb\\_2013/media/mediathek/Print/Catalogues\\_Brochures/Catalogues/EN/Lab\\_Equipment\\_Digital\\_EN.pdf](https://www.amanngirrbach.com/fileadmin/_agweb_2013/media/mediathek/Print/Catalogues_Brochures/Catalogues/EN/Lab_Equipment_Digital_EN.pdf)
36. Kraljević K. Funkcijski otisci. In: Kraljević K, editor. Potpune proteze. Zagreb: Aerografika; 2001. p. 118 - 126.
37. Carestream Dental. CBCT Impression Scanning for CAD/CAM Applications [Internet]. No date [cited 1.7.2015]. Available from: [http://www.carestreamdental.com/us/en/scan/CBCT%20Impression%20Scanning#Features and Benefits](http://www.carestreamdental.com/us/en/scan/CBCT%20Impression%20Scanning#Features%20and%20Benefits)
38. Birnbaum NS, Aaronson HB. Digital dental impressions systems. Inside Dentistry. 2011;7 (2): 84 - 90.

39. Radz GM. Clinical impressions of digital impressions. Dent Economics. 2009; 99 (3): 68 - 73.
40. Digital impressions of coded implant abutments. Inside Dentistry. 2011; 7 (8): 110.
41. Mitchem C. Why digital impressions? Dent Economics. 2012; 102 (1): 32,54,88.
42. Inside Dentistry. Comparing Digital and Conventional Impressions [Internet]. November 2013 [cited 27.6.2015]. 9(11). Available from: <https://www.dentalaegis.com/id/2013/11/comparing-digital-and-conventional-impression-materials>

## 12. ŽIVOTOPIS

Izidora Miser rođena je 4. travnja 1990. godine u Čakovcu. Opću gimnaziju Josipa Slavenskog upisuje 2004. godine. Maturirala je 2008. godine i iste godine upisuje studij dentalne medicine na Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Dobitnica je Rektorove nagrade za znanost u akademskoj godini 2013./2014. za rad na temu: Procjena citotoksičnog i genotoksičnog učinka hijaluronske kiseline, preparata na bazi kalcij hidroksida i dentalnih adheziva na staničnu liniju V79. Sudjeluje je u radu Geronto projekta i u aktivnostima Colgate preventivnog programa edukacije u dječjim vrtićima grada Zagreba. Tijekom studija radi kao asistent u privatnoj stomatološkoj ordinaciji u Zagrebu. Aktivno se služi engleskim i pasivno njemačkim jezikom.