

Protetski vođena implantoprotetska terapija

Vobner, Laura

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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:127:113896>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial 4.0 International](#) / [Imenovanje-Nekomercijalno 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu

Stomatološki fakultet

Laura Vobner

**PROTETSKI VOĐENA
IMPLANTOPROTETSKA
TERAPIJA**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020.

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

Mentor rada: doc.dr.sc. Joško Viskić, dr.med.dent., Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

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

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

Sastav Povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. _____

2. _____

3. _____

Datum obrane rada: _____

Rad sadrži: 31 stranica

0 tablica

0 slika

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

*Od srca zahvaljujem mentoru, doc.dr.sc. Jošku Viskiću, na pomoći prilikom izrade
diplomskog rada.*

Zahvaljujem obitelji i prijateljima na podršci tijekom studija.

PROTETSKI VOĐENA IMPLANTOPROTETSKA TERAPIJA

Sažetak

Mogućnost nadomještanja nedostatnih zubi dentalnim implantatima iz korijena je promijenila oralnu rehabilitaciju te istovremeno unaprijedila dentalnu medicinu. U prošlosti su položaj, dubina i nagib dentalnih implantata određivani preostalim volumenom kosti. Težnja za predviđanjem i doživljajem protetskog rada, posebice u fiksnoj protetici, dovela je do razvoja novog koncepta zvanog protetski vođena implantoprotetska terapija. Koncept utvrđuje točan položaj dentalnog implantata koji je u skladu s planiranim završnim protetskim radom. Analiziranjem okluzalnog stanja određuje se idealan položaj implantata koji je usklađen s postojećom habitualnom okluzijom, statičkim i funkcionalnim odnosima. Reprodukcija položaja, dubine i nagiba kako je planirano predstavlja kliničaru najveći izazov. Pomoću kirurškog predloška prikupljene informacije o idealnom položaju implantata prenose se na operacijsko mjesto u usnoj šupljini. Uz konvencionalno postavljanje dentalnih implantata koje ne osigurava uvijek idealnu reprodukciju položaja implantata, postoji računalno vođeno postavljanje implantata. Ono zahtijeva primjenu trodimenzionalnog interaktivnog softvera. Softver omogućuje planiranje najboljeg mogućeg smještaja implantata s obzirom na budući protetski rad, anatomske i morfološke značajke kosti i mekih tkiva.

Ključne riječi: dentalni implantat; protetski vođena implantoprotetska terapija; kirurški predložak; softver

PROCEDURES OF PROSTHETICALLY GUIDED IMPLANTOLOGY

Summary

The possibility of replacing insufficient teeth with dental implants has radically changed oral rehabilitation and simultaneously improved dental medicine. In the past, the position, depth, and inclination of dental implants was determined by the remaining bone volume. The desire to predict and perfect prosthetic work, especially in fixed prosthetics, has led to the development of a new concept called prosthetically guided implantology. The concept determines the exact position of the dental implant in accordance with the pre-planned prosthetic work. By analyzing the occlusal condition, the ideal position of the implant is determined, which is in line with the existing occlusion, static and functional relationships. Reproduction of position, depth and inclination as planned is the greatest challenge for the clinician. Using a surgical template, the collected information on the ideal position of the implant is transferred to the operative site in the oral cavity. In addition to the conventional dental implant placement, which does not always ensure the ideal reproduction of the implant position, there is a computer-guided implant placement. It requires the application of three-dimensional interactive software. The software allows for choosing the best possible placement of implants regarding future prosthetic work, anatomical and morphological features of bone and soft tissues.

Keywords: dental implant; prosthetically guided implantology; surgical template; software

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1 Svrha rada.....	2
2. RAZVOJ DENTALNIH IMPLANTATA.....	3
2.1. Povijest dentalnih implantata.....	4
2.2. Oseointegracija.....	4
2.3. Oblici i svojstva dentalnih implantata.....	5
2.3.1. Dimenzije dentalnih implantata.....	5
2.4. Materijali dentalnih implantata.....	6
2.5. Augmentacija.....	6
2.5.1. Materijali za augmentaciju.....	6
2.6. Nadogradnja dentalnog implantata.....	7
2.6.1. Materijali za nadogradnju.....	7
2.7. Spoj s dentalnim implantatom.....	8
2.7.1. Morseov konus.....	8
2.7.2. Spoj implantata s protetskim radom.....	9
2.8. Tehnike ugradnje dentalnog implantata.....	9
2.9. Vrijeme i vrste opterećenja dentalnog implantata.....	10
2.9.1. Okluzalni koncepti.....	10
3. PROTETSKI VOĐENA IMPLANTOPROTETSKA TERAPIJA.....	11
3.1. Uzimanje situacijskog otiska	12
3.2. Navoštavanje – <i>wax up</i>	13
3.2.1. <i>Digital smile design</i> (DSD).....	13
3.3. Radiološka analiza.....	13

3.3.1. Indikacija CBCT-a u dentalnoj medicine.....	14
3.3.2. Radiografski predložak.....	14
3.4. Softveri u implantoprotetskoj terapiji.....	15
3.4.1. Položaj implantata.....	16
3.5. Kirurški predložak.....	16
4. RASPRAVA.....	19
5. ZAKLJUČAK.....	22
6. LITERATURA.....	24
7. ŽIVOTOPIS.....	30

Popis skraćenica

CBCT – engl. *cone beam computerised tomography*

CAD – engl. *computer-aided design*

CAM – engl. *computer-aided manufacturing*

DSD – engl. *Digital Smile Design*

2D – dvodimenzionalno

3D – trodimenzionalno

OPG – ortopantomogram

CT – računalna tomografija

DICOM – engl. *Digital Imaging and Communications in Medicine*

SLA – stereolitografija

1. UVOD

Dentalni implantat umjetni je nadomjestak koji se ugrađuje u kost donje ili gornje čeljusti kao nosač protetskog rada. Ugradnja dentalnih implantata, odnosno, implantološka rehabilitacija, postala je rutinski, uobičajen postupak u svakodnevnom radu u dentalnoj medicini (1). Pojednostavljenim terapijskim protokolima, skraćenim trajanjem terapije, ubrzanim razvojem tehnologije i kirurških zahvata, ugradnja implantata nije više rezervirana samo za specijalizirane kirurge već i za primarne stomatologe s različitim stupnjem kompetencije i iskustva. Cilj je svakog implantološkog zahvata pronalaženje optimalnog položaja implantata u svim prostornim ravninama koji će kasnije nositi protetski rad. Analiziranjem okluzalnog stanja određuje se idealan položaj implantata koji je usklađen s postojećom habitualnom okluzijom, statičkim i funkcionalnim odnosima (2). Računalno vođenim postavljanjem smanjuje se broj operacijskih pogrešaka i sprječavaju neželjene posljedice kao što su perforacija kosti i maksilarnog sinusa, ozljeda žila i živca te trauma susjednih zuba (3). Idealno postavljen implantat omogućava optimalne odnose sila na implantat i buduću suprastrukturu te zadovoljavajuću estetiku. Osim toga, opće zdravstveno stanje organizma, zdravlje tkiva usne šupljine i lijekovi utjecat će na postizanje oseointegracije, a time i na uspješnost implantoprotetske terapije.

1.1 Svrha rada

Svrha je ovog rada prikazati faze i značaj protetski vođene implantoprotetske terapije u dentalnoj medicini. Poseban naglasak bit će na mogućnostima koje pruža suvremena tehnologija 21. stoljeća.

2. RAZVOJ DENTALNIH IMPLANTATA

2.1. Povijest dentalnih implantata

Pokušaji da se izgubljeni zubi nadomjestite drugim zubima ili predmetima različitih materijala dokumentirani su arheološkim nalazima na područjima gdje su cvale prve civilizacije koje su ostavile prepoznatljive tragove u razvoju kulture suvremenog čovječanstva (4).

Brojni arheološki podatci iz drevne Kine, Egipta ili srednje Amerike svjedoče o transplantacijama zuba, ukrašavanju zuba ugradnjom stranih materijala u zube, transplantacijama s resekcijom zubnog korijena ili implantacijama poludragog kamenja na mjesto izvađenog zuba. Primjer toga pronalazak je dijela donje čeljusti pripadnika civilizacije Maja u Hondurasu, koja datira iz 600. godine prije Krista. U alveolama donjih sjekutića pronađeni su zamjenski zubi izrađeni od školjaka. Radiološkim analizama utvrđeno je da se oko tako implantiranih školjaka razvila nova kost. Na temelju tih podataka vidljivo je da zamisli o zamjeni zuba drugim materijalima datiraju još iz vremena prvih razvijenih civilizacija te traju do danas (4). U početku su to bili kaučuk, zlato i porculan, a naknadno se počinju upotrebljavati metalne slitine za nadomještanje jednog zuba ili za retenciju fiksnih i protetskih nadomjestaka kod djelomične ili potpune bezubosti. Postojali su u obliku šupljeg vijka, punog vijka ili cilindrične mrežice, igle ili slično. Jedan od autora koji se spominju je Greenfield koji je 1909. prvi dizajnirao rešetkasti kavez korijenskog oblika, zatim Stock koji 1938. uvodi kobalt-krom-molibden leguru u implantologiju (5,6). Formiggini 1947. upotrebljava spiralne žice od nehrđajućeg čelika ili tantala. Potpuno drugačiji dizajn implantata u obliku igle predstavlja Scialom 1962. godine (6,7). Nakon znanstvenih istraživanja u Engleskoj na Sveučilištu Cambridge, osmišljena je metoda konstrukcije titanske komore koja se usađivala u meko tkivo kunića (4). Istovremeno se provode istraživanja na Sveučilištu u Lundu u Švedskoj. Godine 1952., švedski anatom P. I. Brånemark u svojim pokusima kunićima ugrađuje titansku napravu u fibulu te uočava pojavu potpunog srastanja titana s okolnom živom kosti. Fenomen potpunog srastanja Brånemark je nazvao oseointegracija. Od 1965. godine Brånemarkovi se implantati počinju klinički ugrađivati pacijentima (7, 8).

2.2. Oseointegracija

Temelj suvremenih dentalnih implantata postizanje je optimalne oseointegracije.

Ona predstavlja izravnu strukturnu i funkcionalnu vezu između žive kosti i površine dentalnog implantata (9). Prema kliničkoj definiciji oseointegracija proces je u kojem se klinički bioinertan aloplastični materijal čvrsto pričvršćuje i održava u kosti tijekom funkcionalnog

opterećenja (4). Za uspješnu oseointegraciju, implantat mora zadovoljiti odgovarajuću primarnu stabilnost i druge uvjete koji omogućuju stvaranje kosti dok se ne dosegne izravna veza kosti i implantata. Što je veća primarna stabilnost, bit će veći i postotak uspješnosti implantološke terapije (10). Nakon ugradnje implantata s navojima uz određenu silu njihova je stabilnost prije svega mehaničke prirode. Koštani defekt zaostao nakon ekstrakcije zuba ugrožava stabilnost. Nakon mehaničke stabilnosti slijedi sekundarna biološka stabilnost. Zahvaljujući biokompatibilosti titana i hrapavoj površini dentalnih implantata, dolazi do stvaranja čvrste veze između implantata i kosti. Tercijarna faza oseointegracije obilježena je koštanim remodeliranjem. Stabilnost nastupa nakon funkcionalne integracije i opterećenja dentalnih implantata (11, 12).

2.3. Oblici i svojstva dentalnih implantata

Dentalni implantati u obliku korijena zuba danas se smatraju standardom u dentalnoj implantologiji (4). Prema obliku tijela dijelimo ih na cilindrične i konične koji mogu biti s navojima ili bez navoja. Navojima se postiže povećanje kontaktne površine te bolja mehanička veza s kosti (engl. *macro-interlocking*). Širi četvrtasti i navoji u obliku slova V stvaraju manje naprezanje i bolje prenose sile na kost. Dodatna mehanička veza implantata i kosti (engl. *micro-interlocking*) ostvaruje se površinskim pjeskarenjem i jetkanje, nanošenjem sloja nekog materijala ili laserskom obradom. Dobivena hrapavost povećava površinu implantata te ubrzava njegovu oseointegraciju. Najčešće se koriste cilindrični implantati s navojima i hrapavom površinom bez nanošenja sloja drugog materijala (13).

Dentalni implantat treba biti biološki kompatibilan, tj. ne smije biti toksičan, kancerogen ili izazivati bilo kakvu alergijsku reakciju ili upalu u organizmu. Mora biti električki i magnetski inertan, netopiv i otporan na koroziju. Također mora biti dovoljno čvrst i imati elastičnost sličnu okolnoj kosti. Među ostalim svojstvima navode se mogućnost sterilizacije i obradivost, prihvatljiva estetika te na kraju praktičnost za kirurški i protetski rad (4).

2.3.1. Dimenzije dentalnih implantata

Anatomske strukture (maksilarni sinus i mandibularni kanal) te preostali volumen i kvaliteta kosti određuju dužinu implantata. Implantati za optimalnu ugradnju kreću se od 8 do 11,5 mm visine i od 3,3 do 4,5 mm širine. Kada je to god moguće, preporučuje se odabrati najduži implantat s ciljem postizanja što bolje primarne stabilnosti i oseointegracije. Kod mekane kosti, preporučljivo je koristiti što duži i širi implantat. Kvalitativno tvrđu i gušću kost, što je slučaj u

prednjem segmentu čeljusti, moguće je opskrbiti implantatom manjih dimenzija s kojim će se postići dobra primarna stabilnost i izbjeći kasnije komplikacije (14).

2.4. Materijali dentalnih implantata

Zlatni je standard za izradu dentalnih implantata titan (15). Titan se može pojaviti kao 99,5 % komercijalno čisti titan (eng. *CP titanium*) i u slitini s drugim kovinama (16). Zbog boljih mehaničkih svojstva današnji implantacijski sustavi koriste se slitinama na bazi titana (slitina titana s aluminijem i vanadijem – Ti-6Al-4V). Siva boja metala, vidljiva pogotovo u prednjoj regiji kroz periimplantantnu mukozu dovela je do uporabe cirkonij-oksidge keramike (17). Prema Özutku i sur. cirkonij-oksidge postižemo oseointegraciju, distribuciju naprezanja i hrapavost površine implantata jednaku titanskim implantatima (18). Za poboljšanje kontakta između dentalnog implantata i koštanog tkiva koristi se porozni metal tantal koji posjeduje izvrsnu biokompatibilnost i veliku otpornost na koroziju (19).

2.5. Augmentacija

Nedostatkom koštanog volumena u čeljustima ozbiljno se narušava ishod implantoprotetske terapije. Postavljanje dentalnih implantata u područje nedovoljnog volumena kosti bez koštane nadogradnje može rezultirati nepovoljnom estetikom te na kraju gubitkom implantata. U takvim slučajevima potrebno je nadograditi kost augmentacijskim postupcima povećanja alveolarnog grebena ili podizanjem dna maksilarnog sinusa u gornjoj čeljusti. Gornja čeljust sklona je atrofiji te postavljanje implantata postaje teško i gotovo nemoguće (20). Prilikom planiranja implantoprotetske terapije uz prethodno uzetu dobru anamnezu i klinički pregled potrebno je detaljno analizirati radiološke snimke. Analizom snimaka u frontalnoj, aksilarnoj i sagitalnoj ravnini kliničaru se omogućuje vizualizacija postojećih anatomskih struktura, volumen preostale kosti i optimalno planiranje buduće terapije.

2.5.1. Materijali za augmentaciju

Prema načinu djelovanja materijala na kost, materijale dijelimo ih na osteokondutivne, osteoinduktivne i osteogenetske. Osteokondutivni materijali ne izazivaju nikakvu reakciju organizma, nego samo popunjavaju prostor koji je bez kosti. Omogućuju normalno oblikovanje kosti bez da koče ili induciraju rast. Mogu se podijeliti na neresorptivne ili resorptivne, guste ili porozne u kristalnom ili amorfnom obliku. Osteoinduktivni materijali stimuliraju osteoprogenitorne stanice defekta koje se diferenciraju u osteoblaste i oblikuju kost. Najčešće se koriste koštani alotransplantati i autotransplantati. Osteogeneza nastupa kad su aktivni

osteoblasti dio samog transplantata. Kost formiraju postojeći osteoblasti u kosti i transplantatu (21).

Prema vrsti materijala transplantate dijelimo na autogene (s iste osobe s jednog na drugo mjesto), alotransplantate (genetski različite jedinke iste vrste), heterotransplantate ili ksenotransplantati (pripadnici druge vrste) i aloplastične materijale (inertni materijali koji su zamjena za kost). Da bi se smanjilo pacijentu dodatne traume zbog autogene transplantacije kosti, upotrebljava se ksenogeni materijal. Najčešće korišteni ksenotransplantati su od deproteinizirane goveđe kosti. Mogu se koristiti sami ili s autogenim transplantatom kosti i krvi. Rizik s obzirom na antigenost postoji kod alotransplantata. Najčešće korišteni aloplastični materijal je hidroksiapatit, koji osigurava smanjene troškove i jednostavniju tehniku, niži rizik infekcije te bolje pacijentovo prihvaćanje zahvata (21).

2.6. Nadogradnja dentalnog implantata

Implantatna nadogradnja (engl. *implant abutment*) dio je implantata koji služi kao spoj između tijela implantata i suprastrukture. Služi kao nosač fiksnog ili mobilnog protetskog rada, osigurava stabilizaciju i retenciju te njegov optimalan položaj. Postoje jednodijelni i dvodijelni sustavi implantata. Jednodijelni implantati tvornički su izgrađeni u jednom komadu, tj. bataljak i endoosealni dio neodvojivi su. Takvi implantati rijetko se koriste zbog povećanog rizika od odbacivanja kod oseintegracija, ograničenih protetskih rješenja i nemogućnosti izbora nadogradnji. Mogu se koristiti za pokrovne proteze i u nekim specifičnim situacijama. Dvodijelni implantati imaju odvojeni endoosealni dio i nadogradnju. Omogućavaju postavljenje privremenog nadomjestka na implantat te širi izbor implantoprotetske terapije. Polako u svakodnevnu primjenu uvode se individualno izrađene nadogradnje posebno napravljene za pojedinog pacijenta (22). Implantate je uvijek potrebno ugraditi u smjeru koji omogućuje aksijalni prijenos sila zbog najpovoljnijeg opterećenja na alveolarnu kost. Ako to nije slučaj, jedno od glavnih svojstava odvojivih nadogradnji mogućnost je angulacije koja omogućava postavljanje protetskog rada kod nagnutih implantata (23).

2.6.1. Materijali za nadogradnje

Najčešće korišteni materijali za izradu nadogradnji jesu titan, kirurški nehrđajući čelik, zlato, cirkonij oksidna, litij disilikatna keramika i polietar-eter-eton (PEEK) ili kombinacija bilo kojih dvaju od navedenih materijala (22). Najčešće se izgrađuju od titana ili cirkonij-oksidne keramike. Titan je jedini kemijski element koji nudi kombinaciju velike čvrstoće, male težine, biokompatibilnosti i dugog vijeka trajanja, a uz to je i otporan na koroziju (24). Nedostatak

titana njegovo je prosijavanje kroz periimplantatnu sluznicu koje je pogotovo vidljivo u prednjim regijama. Da bi se to umanjilo, koristi se cirkonij-oksida keramika koja je estetski prihvatljivija. Prema provedenim istraživanjima nadogradnje od cirkonij-oksida keramike mogu se koristiti u području koje obuhvaća incizive, kanine i premolare, dok za područje molara nema dugoročnih rezultata koji opravdavaju njezinu primjenu (25-27).

Kirurški nehrđajući čelik u svom sastavu sadrži elemente nikla, molibdena i kroma. Nikal omogućuje dobro završno poliranje, molibden je zaslužan za tvrdoću, a krom za otpornost na koroziju. Zbog mogućih imunoloških reakcija na nikal, materijal nije pogodan za izradu konačnih implantantnih nadogradnji. Nehrđajući čelik i PEEK najčešće se koristi za izradu privremenih implantantnih nadogradnji. Zlatne nadogradnje korištene su u izradi individualno lijevanih restoracija u razini implantata, no zbog razvoja sofisticiranijih konfekcijskih i CAD/CAM individualnih nadogradnji, zlato je izgubilo na popularnosti (26).

2.7. Spoj s dentalnim implantatom

Spoj s implantatom ostvaruje se konvencionalnim načinom, gdje su promjeri implantata i nadogradnje međusobno jednaki i *platform-switch* (promjena platforme) načinom gdje su promjeri različiti, tj. vrat implantata širi je od dosjeda nadogradnje. Kod takvog oblika dio suprastrukture koji sjeda u tijelo implantata uži je. Pokazalo se da kod *platform switch* načina dolazi do smanjenog gubitka marginalnog dijela kosti te ujedno djeluje povoljnije na meko tkivo i konačnu estetiku (28, 29).

2.7.1. Morseov konus

Optimalna stabilnost suprastrukture na implantatu ostvaruje se posebnim konicitetom unutarnje stjenke implantata i vanjske stjenke suprastrukture. Kut nagiba smanjuje mogućnost rotacije suprastrukture, smanjuje nakupljanje bakterija i biofilma te reducira stvaranje mikropukotine na njihovom spoju. Kut iznosi od 8° do 11° (30, 31).

2.7.2. Spoj implantata s protetskim radom

Povezivanje implantata i protetskog rada može biti vijkom ili cementiranjem. Istraživanje je pokazalo da obje metode povezivanja različito utječu na kliničke rezultate te da nijedna metoda nije značajno povoljnija od druge (32).

Povezivanje vijkom pogodnije je kod:

- pacijenata kod kojih se očekuje modifikacija protetskog rada zbog gubitka zuba
- velikih semicirkularnih radova na implantatima zbog čestih naknadnih komplikacija
- protetskih radova s privjesnim članom koji iziskuje redovito održavanje
- situacija u kojima je teško ili nemoguće ukloniti preostali cement
- kod loma protetskog rada koji se pravilnim rukovanjem može ukloniti i zamijeniti

Povezivanje cementom pogodnije je kod:

- situacija u kojima ne bi bilo moguće pristupiti vijku bez da se ne ugrožava cjelovitost protetskog rada
- pojedinačnih krunica i mostova malog raspona nošenih implantatima
- situacija u kojima bi povezivanje vijkom ugrozilo estetiku okluzalne površine
- divergentnih implantata, odnosno ako je divergencija implantanta i nadogradnje manja od 17° (33).

2.8. Tehnike ugradnje dentalnog implantata

S obzirom na preparaciju koštanog tkiva postoji neposredna i odgođena tehnika ugradnje implantata. Neposredna tehnika ugradnje vrši se odmah nakon ekstrakcije zuba. Prednosti te tehnike jesu manji broj kirurških zahvata i samim time manja trauma za pacijenta te prevencija resorpcije alveolarne kosti. Koštani defekti, upalni procesi na korijenu zuba ili okolici izvađenog zuba neke su od kontraindikacija. Ako pacijent nije idealan kandidat zbog nedostatnih indikacija, uspješnost neposredne tehnike nije zajamčena (10). Češće je ipak indicirana odgođena implantacija nakon cijeljenja koštane rane ili nakon augmentacije koštanog defekta (34).

2.9. Vrijeme i vrste opterećenja dentalnog implantata

Od trenutka postave implantata protetska opskrba može biti provedena unutar različitog vremena. Tako razlikujemo neposredno opterećenje, rano opterećenje i odgođeno opterećenje. Ovisno o primarnoj stabilnosti implantata, kvaliteti i stanju potporne kost te razini oralne higijene usne šupljine, određuje se vrsta opterećenja.

Neposredno opterećenje odnosi se na 48 sati od implantacije. Rano opterećenje je od 4 do 8 tjedana nakon implantacije, odnosno vrijeme prije završetka oseointegracije.

Odgođeno opterećenje uključuje izradu trajnog protetskog rada nakon završetka oseointegracije implantata (3 mjeseca nakon implantacije) (35).

2.9.1. Okluzalni koncepti

Morfologija okluzalne plohe i shema okluzalnih kontakata mogu utjecati na uspješnost implantoprotetske terapije. Uspjeh se ostvaruje opterećenjem dentalnog implantata po uzdužnoj osi, smanjenjem nagiba kvržica i proširenjem okluzalnih fosa, izbjegavanjem kontakata tijekom kretnji donje čeljusti pri implantoprotetskoj nadoknadi u lateralnom segmentu. Pri nadoknadi jednog zuba preporuka je da se ostavi 10 µm slobodnog prostora u antagonističkom kontaktu krunice nošene implantatom u položaju maksimalne interkuspidacije (habitualne okluzije) neovisno o njezinom položaju u čeljusti (35). Za most sidren na implantatima potrebno je osigurati vođenje očnjakom ili grupno vođenje. Time osiguravamo veću kliničku trajnost implantoprotetske terapije. Osiguravanjem optimalnog okluzijskog koncepta sprječava se odvajanje suprastrukture, pucanje keramike, pucanje fiksacijskog vijka, resorpcija kosti i gubitak oseointegracije dentalnog implantata (36).

3. PROTETSKI VOĐENA IMPLANTOPROTETSKA TERAPIJA

Cilj je svake implantoprotetske rehabilitacije nadoknaditi nedostatne zube. U prošlosti su položaj, dubina i nagib dentalnih implantata bili određeni preostalim volumenom kosti te vještinom i spretnošću operatera koji je implantat ugrađivao slobodno rukom. To je rezultiralo nepovoljnom estetikom i funkcijom definitivnog protetskog rada (20). Položaj implantata određivao je položaj i izgled rada. Želja da se to promjeni te napredak računalne tehnologije i težnja za predviđanjem ishoda, posebice u fiksnoj protetici, dovodi do razvoja novog koncepta zvanog protetski vođene implantoprotetske terapije. Nakon provedene detaljne medicinske i stomatološke anamneze i potvrde indiciranosti implantoprotetske terapije, slijede postupci protetskog planiranja unatrag (engl. *backward planning*) (37). Implantoprotetska terapija započinje od kraja, određivanjem oblika i položaja željenog protetskog nadomjestka. Prema određenom protetskom rješenju traži se najbolji mogući položaj dentalnog implantata koji će omogućiti optimalne odnose sila na implantat i buduću suprastrukturu. Primjenom računalne tehnologije omogućeno je virtualno planiranje implantoprotetske terapije. Ona objedinjuje 3D snimke dobivene CBCT (engl. *cone beam computer tomography*) uređajem, posebne softvere za kirurško planiranje, radiografske predloške za prijenos željenog protetskog ishoda te na kraju precizne kirurške predloške koji će virtualni plan prenijeti u stvarnost. Posebni softveri omogućuju izravnu interpretaciju anatomskih struktura, virtualno protetsko planiranje i implantaciju. Konačni kirurški predlošci, napravljeni posebno za svakog pacijenta, ostvaruju optimalnu ugradnju implantata u unaprijed određene najbolje moguće protetske položaje (38).

3.1. Uzimanje situacijskog otiska

Konvencionalni način uzimanja otiska otisnim masama sve više zamjenjuje digitalni postupak. Razvoj 3D tehnologije i digitalizacija omogućili su razvoj dentalnih skenera i uvođenje digitalnih otisaka u svakodnevnu primjenu u protetici, ortodonciji i dentalnoj implantologiji. Dentalni skeneri mogu se povezati s CAD/CAM sustavom (engl. *Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing*), učitati u posebni softver za implantološko planiranje te udružiti s CBCT snimkama i stvoriti virtualni model. Konvencionalno dobivene modele moguće je laboratorijskim ekstraoralnim skenerima uvesti u sustav i tako dalje koristiti u dijagnostici i planiranju. Otisci uzeti intraoralnim skenerom u usporedbi s konvencionalnim otiscima značajno smanjuju broj faza rada (dugotrajnost postupka), što uvelike doprinosi preciznosti definitivnog rada (37). Iako je preciznost pri izradi opsežnijih radova veća kod konvencionalnog otiska, dosjed pojedinačnih krunica bolji je kod digitalno uzetog otiska (39).

3.2. Navoštavanje – *wax-up*

Predvidivost ishoda implantoprotetske terapije olakšava detaljno planiranje svakoga koraka. Na temelju otiska i dobivenog studijskog modela oblikuje se dijagnostički *wax-up* kao predložak budućeg protetskog rada. Oblikovanje *wax-up*-a može se vršiti konvencionalno u vosku ili virtualno pomoću posebnih softvera. Određuje se najprikladnija protetska orijentacija, veličina i oblik zuba na temelju funkcijskih, okluzalnih i estetskih kriterija (20).

3.2.1. *Digital smile design* (DSD)

Digital smile design (DSD) je računalni program koji se koristi u estetskoj dentalnoj medicini za određivanje odnosa zuba, gingive, osmijeha i lica analizom fotografija pacijenta (40). Također, postao je i sastavni dio planiranja implantoprotetske terapije. Njegovom uporabom poboljšava se komunikacija unutar dentalnog tima kao i komunikacija s pacijentom, omogućuje se precizno planiranje i doživljaj konačnog protetskog rezultata prije njegovog stvarnog početka (41). Ako pacijent kao i dentalni tim žele 2D smile design prikaz vidjeti u 3D izdanju, može se konvencionalnim ili digitalnim putem učiniti *wax-up*. Također, primjenjuje se u procijeni potrebe za augmentacijom kosti ili ispravljanjem estetskih nedostataka analizom udaljenosti između postojeće kosti i incizalnog ruba planiranog protetskog rada. Kod planiranja, dentalni implantati moraju biti postavljeni 3 mm apikalnije od cervikalnog ruba planiranog protetskog rada zbog osiguravanja dovoljnog prostora za periimplantatnu sluznicu. S bukalne strane poželjno je osigurati 2 mm kosti kako bi se spriječila naknadna resorpcija kosti. Kod imedijatne implantacije, implantat se pozicionira ispod razine u palatinalnoj poziciji (42).

3.3. Radiološka analiza

Planiranje implantoprotetske terapije gotovo je nezamislivo bez predoperativne detaljne radiološke analize. Dvodimenzionalne radiološke tehnike kao što su OPG (ortopantomogram) ili retroalveolarne dijagnostičke snimke danas mijenjaju trodimenzionalne tehnike. Usprkos sveopćoj dostupnosti, malom zračenju, jednostavnosti primjene i veoma prihvatljivoj cijeni zbog produciranja grešaka, nedostatku treće dimenzije, superpoziciji struktura, distorziji slika i različiti artefakti, 2D tehnike prestaju biti esencijalno dijagnostičko sredstvo u

implantoprotetskoj terapiji. Namijene su samo za orijentacijsko planiranje i grubi prikaz anatomskih struktura (43).

Ulogu „zlatnog standarda“ dobiva CT (engl. *computerized tomography*) ili računalna tomografija (44). Zbog visokih doza zračenja CT-a u orofacijalnoj regiji, došlo je do razvoja CT uređaja s niskim dozama zračenja. CBCT nova je vrsta CT uređaja koja se koristi u implantoprotetskoj terapiji. Razvojem visokokvalitetnih detektora, dostupnost računala za potrebe procesiranja, znatno manja veličina i cijena uređaja, manja doza zračenja zbog emitiranja pulsno-ionizirajućeg zračenja, smanjenje artefakata metalnih stranih tijela poput restorativnog materijala i metalnih krunica omogućili su rasprostranjenu upotrebu CBCT uređaja. Nedostatak u odnosu na CT uređaj nemogućnost je analize mekih tkiva (43). Nakon završenog snimanja, dobivene 3D snimke pohranjuju se u standardnom formatu datoteke DICOM (engl. *Digital Imaging and Communications in Medicine*). DICOM format temelj je u korištenju, pohranjivanju, prijenosu i ispisu CBCT slika (45, 46).

3.3.1. Indikacija CBCT-a u dentalnoj medicini

Zbog trodimenzionalnog prikaza CBCT omogućuje precizno planiranje implantološke terapije. Služi u pronalaženju optimalnog položaja, procjeni veličine, nagiba i visine implantata u odnosu na sastav, gustoću, debljinu, širinu i visinu alveolarne kosti te blizinu anatomskih struktura kao što su mandibularni kanal, foramen mentale, maksilarni sinus, incizalni kanal. Osim u implantološkoj terapiji, CBCT koristi se u planiranju ortodontskih terapija, dijagnostici temporomandibularnih poremećaja, prikazu impaktiranih i retiniranih zuba kao i prikazu fraktura zuba i alveolarne kosti. CBCT poboljšava prikaz lokalizacije periapikalnih procesa, unutarnje i vanjske resorpcije zuba i dijagnostici cista, trauma te koštanih tumora (47). Zbog većih troškova, potrebnom dodatnom edukacijom i višim zračenjem u odnosu na konvencionalne radiološke pretrage, nemali broj kliničara i dalje pribjegava 2D radiološkim prikazima (48).

3.3.2. Radiografski predložak

Radiografski predložak služi tijekom radiološkog snimanja za prijenos protetske informacije o položaju i orijentaciji finalnog rada u CBCT sustav i planiranje optimalne implantacije u odnosu na korijene zuba, maksilarni sinus ili mandibularni kanal. Upotrebljava se kod potpune bezubosti ili nedostatka nekoliko zubi, dok se kod nedostatka samo jednog zuba uz prisutne okolne susjedne zube mogu u softveru koristiti virtualni zubi (38). Osim virtualnih zubi kod

pojedinačnog nedostatka, moguća je uporaba i radiografskih predložaka. Unaprijed precizno oblikovan *wax-up* na studijskom modelu služi u postupku izrade predloška (49).

U potpunoj bezubosti koristiti se postojeća proteza s radioopaknim markerima ili se uzima otisak stare pacijentove proteze za dobivanje njezina duplikata. Postizanju radioopaknosti pridonosi kombinacija barijeva sulfata (BaSO_4) i akrilata. Mješavina 30 %-tnog BaSO_4 i akrilata služi za zube, dok 10 %-tni BaSO_4 i akrilat za bazu proteze. Time se omogućuje razlikovanje baze proteze od zubi (49). Radiografski predlošci mogu se koristiti kod konvencionalnog i kod računalno vođenog postavljanja implantata. Nakon potvrde određenog plana terapije moguća je prenamjena radiografskog u kirurški predložak.

3.4. Softveri u implantoprotetskoj terapiji

Napretkom u tehnologije stvoreni su sustavi koji kliničaru uvelike omogućavaju dijagnozu, planiranje protetskog i kirurškog liječenja. Krajnji je cilj izrada kirurških predložaka koji virtualne informacije iz softvera o definitivnom protetskom radu i idealnoj poziciji implantata prenose u pacijentova usta. Trenutno postoje brojni softverski programi za 3D planiranje implantološke terapije kao što su NobelClinician 3D Software (Nobel Biocare, Göteborg, Švedska), Virtual Implant Placement software (BioHorizons, Inc, Birmingham, SAD), Galileos system (Sirona Dental Systems, Charlotte, SAD), Simplant computer guided implant treatment (Dentsply, Mannheim, Njemačka) i mnogi drugi (50). Nakon trodimenzionalnog snimanja CBCT uređajem, dobiveni podatci pohranjuju se u DICOM format koji je prikladan za većinu softverskih programa. Podatke koje nije moguće učitati potrebno je konvertirati u neki prikladan format (45, 46).

U digitalnom interaktivnom okruženju kliničar upravlja trodimenzionalnim anatomskim prikazima, analizira anatomske strukture i morfološke značajke (mandibularni kanal, maksilarni sinus, korijene zuba, gustoću kosti). Softver omogućuje odabir protetskog rješenja, odnosno odabir virtualnih zubi te prilagodbu njihovih dimenzija s obzirom na okolne zube i lokaciju. Prema protetskom rješenju traži se idealna pozicija implantata. U programu se može birati iz velike baze dentalnih implantata, različitih proizvođača, vrsta i dimenzija koji se mogu virtualno implantirati. Virtualno se može kontrolirati položaj i dubina implantata, njihova paralelnost i udaljenost od susjednih implantata ili zubi te bitnih anatomskih struktura. Za bolju vizualizaciju moguće je mandibularni živac, nazopalatinalni kanal ili mentalni foramen označiti. Kod nedovoljne širine i visine alveolarne kosti, kliničar može vizualizirati fenestracije i dehiscencije kosti (38).

U slučajevima nedostatnog volumena kosti, softver omogućuje simulaciju vertikalne i horizontalne augmentacije kosti i time pomaže u izvršavanju željene implantacije i procijeni potrebne nadoknade. Pošto podatci o mekim tkivima i površinskoj strukturi zubi zbog slabije rezolucije na CBCT snimkama nisu sasvim vidljivi i točni, moguće je u napredne sustave inkorporirati virtualni model dobiven ekstraoralnim skeniranjem konvencionalnog modela ili intraoralnim skenerima. Optički skenirani prikazi uvode se u softver u STL (engl. *standard-tessellation-language*) formatu (50).

3.4.1. Položaj implantata

Mehanička kompresija ili izravna ozljeda tijekom postavljanja implantata može oštetiti živac (donji alveolarni i mentalni živac) i započeti neurodegenerativni proces, oštetiti mikrocirkulaciju i uzrokovati edem ili lokalni hematom ili perforirati anatomske šupljine gornje čeljusti (maksilarni sinus i dno nosne šupljine) (1).

Ako je moguće, s obzirom na anatomsku situaciju, implantate je poželjno postaviti na položaje zuba i u meziodistalnom, ali i u bukolingvalnom smjeru. U normalnom slučaju uzdužna os implantata trebala bi prolaziti kroz okluzalnu plohu definitivnog protetskog nadomjestka. Dentalni implantat mora biti postavljen potpuno u kosti (1). Meziodistalni položaj implantata pomaže u očuvanju papile i konačnoj estetici.

Implantat se postavlja najmanje 1,5 mm od susjednih zuba. Međusobna udaljenost implantata trebala bi iznositi najmanje 3 mm. Udaljenost implantata od bukalne i kortikalne kosti mora biti veća od 0,5 mm. U bukolingvalnoj ravnini kut između implantata i preostale kosti treba biti manji od 20 ° kako bi se spriječilo naginjanje. U postizanju navedenih zahtjeva koriste se kirurški predlošci (51).

3.5. Kirurški predložak

Kirurški predložak kao pomoćno sredstvo usmjerava kliničara prilikom kirurškog zahvata na pravilno postavljanje dentalnih implantata.

Vođenje postavljanja implantata može se odvijati slobodno bez predloška samo na temelju podataka iz CBCT-a i mjerenja u softveru. Način postavljanja rezultira značajnim brojem pogrešaka. Asistirano vođenje odvija se uz pomoć kirurškog predloška poduprtog na kost, sluznicu ili zube kojima se kontrolira angulacija i dubina postave, a potpuno vođenje uključuje specijalizirana svrdla, cilindrične vodilice i nosače za implantate. Takvim vođenjem

postavljanja implantata određen je unaprijed smjer i dubina (52, 53). Također, vođenje postavljanja može biti statičko i dinamičko. Statičko se temelji na izradi kirurškog predloška prema digitalnim podacima iz CBCT-a i softvera. Pozicija implantata ovisna je o cilindričnim vodilicama čiji smjer nije moguće promijeniti. Dinamičko vođenje koristi stereovizijski računalni sustav koji precizno omogućuje planiranje i ugradnju implantata u stvarnom vremenu. Ako se za vrijeme operacije odluči promijeniti plan postavljanja implantata u tom je slučaju to moguće učiniti (53).

Prema načinu izrade kirurške predloške možemo podijeliti na konvencionalne ili računalno dizajnirane i stereolitografijom (SLA) izrađene. Unatoč velikoj rasprostranjenosti konvencionalnih metoda izrade predložaka, zbog određenih nedostataka došlo do je razvoja računalnih metoda. Konvencionalni predlošci izrađuju se na sadrenim modelima, ručno na temelju položaja zubi bez detaljnih informacija o koštanoj anatomiji (54). SLA je jedna od najpoznatijih i najpreciznijih metoda 3D printanja. Kirurški predložak oblikuje se pomoću lasera koji se pomiče prema zadanim podacima i vrši polimerizaciju akrilatne smole. Sarment i sur. dokazali su da predlošci izrađeni metodom stereolitografije dovode do razlike u postavljanju od 1 mm, dok konvencionalni predlošci 2,1 mm u odnosu na planiranu poziciju i stvarne osteotomije u području apeksa (55). Predložak treba biti stabilan, čvrst i nesklon deformaciji, ograničene veličine, jednostavan za rukovanje i umetanje pacijentu u usta. Transparentnost nije neophodna, iako može biti korisna jer pruža kliničaru jasniji pogled na operacijsko polje. Prije korištenja kirurškog predloška obavezno treba obratiti pozornost na opseg otvaranja usta. Minimalno otvaranje usta u području prvih molara treba iznositi 35 mm (2).

Prema vrsti podupiranja predloške dijelimo na alveolarano, mukozno ili dentalno poduprte. Odabir se temelji na vrsti bezubosti, odizanju ili bez odizanja režnja, imedijatnom ili naknadnom opterećenju implantata i potrebi za nadokadom ili preoblikovanjem koštanog i mekog tkiva (38).

Alveolarno poduprti predlošci koriste se kod potpune ili djelomične bezubosti, imedijatne implanacije ili slučajeva gdje je potrebna veća vizualizacija kosti. Nakon odizanja mukoperiostalnog režnja, predložak se postavlja direktno na kost. Krutost koštanog tkiva osigurava preciznost. Nedostatak predloška potreba je za izlaganjem kosti, dužina trajanja zahvata i naknadno cijeljenje.

Mukozno poduprti predložak priliježe direktno na sluznicu potpuno bezubih pacijenata. Zahvat se izvodi bez odizanja režnja, *flapless* pristupom, gdje meka tkiva ostaju očuvana. Manja je trauma i bol poslije operacije, učestalost komplikacija također je smanjena, a oporavak i cijeljenje brže (49).

Dentalno poduprti predlošci oslanjaju se na zube u slučajevima djelomične bezubosti ili kod nedostatka jednog zuba te osiguravaju dobru stabilizaciju. Najčešće se koriste bez odizanja režnja ili ako je potrebno uz minimalno odizanje. Prema istraživanjima dentalno poduprti predložak u odnosu na alveolarni i mukozni pokazuje najmanje odstupanje od planiranog smjera implantata, što znači da dobra stabilnost u ustima ima veliki utjecaj na preciznost postavljanja (38).

Dentalni implantati ušli su u novo doba. U prošlosti, osteointegracija dentalnih implantata bila je jedina briga kliničara. Danas, unatoč napretku u dentalnoj implantologiji, sve lakšem i bržem postavljanju s manje komplikacija, kliničari se i dalje suočavaju s novim izazovima zbog složenosti postupaka i sve većim zahtjevima pacijenata (56).

Tijekom planiranja implantoprotetske terapije, glavni razlog zbog kojeg nam se pacijent obraća je zub, odnosno želja za nadoknadom izgubljenog pomoću protetskog nadomjestka. Primarni pacijentov interes je krunski dio zuba, tj. ono što je njemu vidljivo, funkcionalno i estetski bitno, dok korijenski dio zuba vrlo često pada u drugi plan. Polazište koncepta protetski vođene implantoprotetske terapije upravo je takvo. Planiranje započinje određivanjem izgleda i oblika definitivnog protetskog rješenja poštujući sve funkcijske, okluzalne i estetske kriterije. Na temelju oblikovanog protetskog rješenja određuje se najprikladniji položaj implantata koji će osigurati stabilnost i dugotrajnost cjelokupnog rada.

Razvojem digitalne tehnologije promijenili su se dijagnostički i intervencijski postupci. Softverskim programima za planiranje implantoprotetske terapije stimulira se kirurški i protetski postupak, tj. određuje se najbolji mogući položaj zuba i implantata. Dobivene digitalne informacije izravno se prenose i koriste u izradi kirurških predložaka. Cilj nije bio samo poboljšati preciznosti i predvidljivosti ishoda već promijeniti invazivnost kirurških postupaka, što podrazumijeva implantaciju bez odizanja mukoperiostalnog režnja odnosno *flapless* tehniku. Pokazalo se da su tom tehnikom sve faze cijeljenja, poslijeoperacijska bol i oteklina svedene na najmanju moguću mjeru (20). Cosyn i sur. (57) zaključuju da *flapless* tehnika smanjuje gubitak kosti, poboljšava ponovni rast papile i samim time estetski ishod protetskog rada na implantatu. Izbjegavanjem odizanja mukoperiostalnog režnja, periost se zadržava u kontaktu s kosti te suprapariostalni pleksus ostaje netaknut. Tako se čuva osteogeni potencijal i opskrba krvlju priležeće kosti i/ili implantata (17). Uvođenjem CBCT uređaja u dijagnostiku dobila se treća dimenzija koja je iznimno važna u pozicioniranju dentalnog implantata i izbjegavanju anatomskih struktura. Jedan od poznatih rizika i potencijalnih komplikacija je ozljeda donjeg alveolarnog živca kod postave implantata u stražnji dio donje čeljusti. Izbjegavanje penetracije u mandibularni kanal jedna je od najvažnijih indikacija za CBCT snimanje donje čeljusti i računalno vođenu implantološku terapiju (54). Pacijentima na implantološkoj terapiji CBCT može pomoći u razumijevanju trenutne situacije u usnoj šupljini, uključujući zube koji moraju biti uklonjeni, parodontnu bolest koja se mora liječiti, atrofiju alveolarnog grebena u području gdje nedostaju zubi te kvantitetu i kvalitetu preostale kosti (54).

Prednosti računalno vođenog postavljanja implantata bile bi predvidivost ishoda terapije, skraćeno trajanje terapije, veća sigurnost u planiranju i bolja kontrola pozicioniranja implantološke osi u odnosu na položaj protetskog rada. U slučajevima potpune bezubosti gornje čeljusti protetski vođena implantoprotetska terapija zahtjevnija je. Pomoću trodimenzionalnog uvida u anatomiju gornje čeljusti i individualizirane analize u softverskim programima, računalno vođena implantologija u tom je slučaju iznimno važna (20). Računalno vođeno postavljanje implantata slovi kao vrlo precizna metoda. Brief i sur. ispitivali su preciznost računalno vođenog postavljanja e u odnosu na konvencionalno (58). Na temelju rezultata zaključili su da je računalno vođeno postavljanje značajno preciznije. Međutim, točnost konvencionalnog postavljanja u većini slučajeva bila je dovoljna. Pogreške koje se mogu pojaviti nalaze se u prihvatljivom rasponu. Ako se željeni položaj implantata nalazi u blizini kritičnih anatomskih šupljina u gornjoj čeljusti ili živaca, trebalo bi posebno obratiti pozornost na što sigurnije postavljanje. Prema provedenoj meta analizi otkrivena su klinički prihvatljiva srednja horizontalna odstupanja od 1,1 – 1,6 mm, dok su najveća dopuštena odstupanja oko 2,0 – 2,5 mm (59). Poznavanje najvećih mogućih odstupanja u postavljanju implantata blizu tih struktura omogućuje precizniji i uspješniji ishod terapije. Među prigovore ubrajaju se povećani dodatni troškovi u nabavi softvera, izradi posebnih stereolitografskih kirurških predložaka, stalna potreba za edukacijom te pojava komplikacija vezanih za lom kirurških predložaka i promjenu kirurškog plana za vrijeme operacije. Rane kirurške komplikacije u računalno vođenom postavljanju implantata viđene su u 9,1 % slučajeva, rane protetske komplikacije 18,8 % i kasne protetske u 12 % pacijenata (59). Komplikacije su povezane s nepravilnim postavljanje implantata ili odstupanjima od predviđenog položaja.

Uspješno provedena implantoprotetska terapija podrazumijeva vraćanje pacijentu izgubljene estetsku i funkcionalne komponente u žvačni sustav te postizanje optimalne strukturne i funkcionalne veze između kosti i dentalnog implantata. Protetski vođenom implantoprotetskom terapijom kliničar je prije svega orijentiran planiranju protetskih rješenja. Prema protetskom rješenju traži najbolju moguću poziciju za postavljanje implantata. Razvojem tehnologije unaprijedila se dijagnostika. Omogućilo se predviđanje ishoda terapije te smanjila invazivnost i povećala preciznost kirurških postupaka. Sve je to dovelo do smanjenja učestalosti komplikacija, produžilo dugotrajnost implnatoprotetskog rada i ono što je na kraju najvažnije, vratilo ponovno osmijeh na lice pacijenata.

1. Lindhe J. Klinička parodontologija i dentalna implantologija. 5. hrv izd. Zagreb: Nakladni zavod Globus;2010.
2. Annibali S, La Monaca G, Tantardini M, Cristalli MP. The Role of the Template in Prosthetically Guided Implantology. *J Prosthodont*. 2009;18(2):177-83.
3. Karami D, Alborzinia HR, Amid R, Kadkhodazadeh M, Yousefi N, Badakhshan S. In-Office Guided Implant Placement for Prosthetically Driven Implant Surgery. *Craniomaxillofac Trauma Reconstruction*: 2017;10(3):246-54.
4. Knežević G. Povijesne napomene. U: Osnove dentalne implantologije. Zagreb: Školska knjiga; 2002. p. 9-22.
5. Greenfield EJ. Implantation of artificial crown and bridge abutments. 1913. *Int J Oral Implantol*. 1991;7(2):63-8.
6. Pasqualini U, Pasqualini ME. Treatise of Implant Dentistry: The Italian Tribute to Modern Implantology. Carimate:Ariesdue;2009.
7. Misch, CE. Chapter 3: Generic Root Form Component Terminology. In: *Dental Implant Prosthetics* (2nd ed.). Mosby. 2015. p.32-42.
8. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Branemark PI, Jemt T. A long-term followup study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaw. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1990; 5(4):347-59.
9. Zarb GA, Albrektsson T. Osseointegration: A requiem for the periodontal ligament. *Int J Periodont Res Dent*. 1991;11(1):88-91.
10. Aurer A, Božić D, Paliska J. Ishod medijatno postavljenih implantata. *Sonda*. 2011;12(22): p. 27-34.
11. Kornmann F. Imedijatna sanacija provizorijima odnosno opterećenje nakon imedijatne i/ili odgođene implantacije. *QI*. 2010;61(6):699-707.
12. Fickl S, Kerschull M, Schupbach P, Zuhr O, Schlagenhauf U, Hürzeler MB. Bone loss afret full-thickness and partial thickness flap elevation. *J Clin Periodontol*. 2011;38(2):157-62.
13. Tetè S, Zizzari V, De Carlo A, Sinjari B, Gherlone E. Macroscopic and microscopic evaluation of a new implant design supporting immediately loaded full arch rehabilitation. *Ann Stomatol (Roma)*. 2012;(2):44-50.
14. Ivanoff CJ, Sennerby L, Johansson C, Rangert B, Lekholm U. Influence of implant diameters on the integration of screw implants. An experimental study in rabbits. *Int J Oral and Maxillofac Surg*. 1997;26(2):141-8.
15. Cionca N, Hashim D, Mombelli A. Zirconia dental implants: where are we now, and where are we heading? *Periodontol 2000*. 2017;73(1):241-58.

16. Block MS. Dental Implants: The Last 100 Years. *J Oral Maxillofac Surg.* 2018;76(1):11-26.
17. D' Haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb A. Current state of the art of computer-guided implant surgery. *Periodontol 2000.* 2017;73(1):121-33.
18. Özkurt Z, Kazazoğlu E. Zirconia dental implants: a literature review. *J Oral Implantol.* 2011;37(3):367-76.
19. Bencharit S, Byrd WC, Altarawneh S, Hosseini B, Leong A, Reside G, Morelli T, Offenbacher S. Development and applications of porous tantalum trabecular metal-enhanced titanium dental implants. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2014;16(6):817-26.
20. Katsoulis J, Pazera P, Mericske-Stern R. Prosthetically Driven, Computer-Guided Implant Planning for the Edentulous Maxilla: A Model Study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2009;11(3):238-45.
21. Perić B. Osnovne tehnike podizanja dna maksilarnog sinusa u dentalnoj implantologiji. Zagreb; 2018. p.8.
22. Viskić J. Utjecaj oblika vrata implantata i spoja implantat/nadogradnja na estetiku fiksnoprotetskog rada [specijalistički rad]. Zagreb:Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu;2016.
23. Geng JP, Tan KB, Liu GR. Application of finite element analysis in implant dentistry: review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2001;85(6):585-98.
24. Palmquist A, Omar OM, Esposito M, Lausmaa J, Thomsen P. Titanium oral implants: surface characteristics, interface biology and clinical outcome. *Journal of the Royal Society Interface.* 2010;7(5): p.515-27.
25. Vechiato- Filho AJ, Pesqueira AA, De Souza GM, dos Santos DM, Pellizzer EP, Goiato MC. Are Zirconia Implant Abutments Safe and Predictable in Posterior Regions? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Prosthodont.* 2016;29(3):233-44.
26. Shafie HR, White B. Different implant abutment connections. In: Shafie HR, editor. *Clinical and laboratory manual of dental implant abutments.* Hoboken: Wiley Blackwell; 2014. p. 1-46.
27. Velázquez-Cayón R, Vaquero-Aguilar C, Torres-Lagares D, Jiménez-Melendo M, Gutiérrez-Pérez JL. Mechanical resistance of zirconium implant abutments: A review of the literature. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012;17(2):e246-50.
28. Annibali S, Bignozzi I, Cristalli MP, Graziani F, La Monaca G, Polimeni A. Periimplant marginal bone level: A systematic review and meta-analysis of studies comparing platform

- switching versus conventionally restored implants. *J Clin Periodontol.* 2012;39(11):1097-113.
29. Aiteh MA, Ibrahim HM, Atieh AH. Platform switching for marginal bone preservation around dental implants: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol.* 2010;81(10):1350-66.
30. Schmitt CM, Nogueira-Filho G, Tenenbaum HC, Lai JY, Brito C, Döring H et al. Performance of conical abutment (Morse Taper) connection implants: a systematic review. *J Biomed Mater Res A.* 2014;102(2):552-74.
31. Tripodi D, D'Ercole S, Iaculli F, Piattelli A, Perrotti V, Iezzi G. Degree of bacterial microleakage at the implant-abutment junction in Cone Morse tapered implants under loaded and unloaded conditions. *J Appl Biomater Funct Mater.* 2015;13(4):367-71.
32. Sailer I, Mühlemann S, Zwahlen M, Hämmerle CHF, Schneider D. Cemented and screw-retained implant reconstructions: a systematic review of the survival and complication rates. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(6):163-201.
33. Shadid R, Sadaqa N. A comparison between screw- and cement-retained implant prostheses. A literature review. *J Oral Implantol.* 2012;38(3):298-307.
34. Knežević G. Indikacije za primjenu dentalnih implantata. U: Knežević G, i sur. *Osnove dentalne implantologije.* Zagreb: Školska knjiga; 2002. p. 33.
35. Ćatović A. Krunica nošena implantatom. U: Ćatović A, Komar D, Ćatić A, i sur. *Klinička fiksna protetika i – krunice.* Zagreb: Medicinska naklada; 2015. p. 149-55.
36. Živko-Babić J. Fiksnoprotetička suprastruktura na implantatima. U: Knežević G, i sur. *Osnove dentalne implantologije.* Zagreb: Školska knjiga; 2002 p. 54-9.
37. Henkel GL. A comparison of fixed prostheses generated from conventional vs digitally scanned dental impressions. *Compend Contin Educ Dent.* 2007;28(8):422-31.
38. Parashis A, Diamatopoulos P. *Clinical Application of Computer-Guided Implant Surgery.* Boca Raton etc.: CRC Press; 2013. p.176.
39. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent.* 2016;115(3):313-20.
40. Garcia PP, da Costa RG, Calgaro M, et al. Digital smile design and mock-up technique for esthetic treatment planning with porcelain laminate veneers. *J Conserv Dent.* 2018;21(4):455-8.
41. Cervino G, Fiorillo L, Vladimirovna Arzukanyan A, Spagnuolo G, Cicciù M. Dental Restorative Digital Workflow: Digital Smile Design from Aesthetic to Function. *Dentristy journal.* 2019;7(2):30.

42. Rojas-Vizcaya F. Prosthetically guided bone sculpturing for a maxillary complete-arch implant-supported monolithic zirconia fixed prosthesis based on a digital smile design: A clinical report. *J Prosthet Dent*. 2017;118(5): 575-80.
43. Zadravec D, Krolo I. Dentalni radiološki uređaji. U: Krolo I, Zadravec D. Dentalna radiologija. Zagreb: Medicinska naklada; 2016. p.28-9.
44. Gulati M, Anand V, Salaria SK, Jain N, Gupta S. Computerized implant-dentistry: advances toward automation. *J Indian Soc Periodontol*. 2015;19(1):5.
45. Spin-Neto R, Marcantonio E Jr, Gotfredsen E, Wenzel A. Exploring CBCT-based DICOM files . A systematic review on the properties of images used to evaluate maxillofacial bone grafts. *J Digit Imaging*. 2011;24(6):959-66.
46. Howerton WB Jr., Mora MA. Advancements in Digital Imaging: What is new and on the horizon? *J Am Dent Assoc*. 2008;139(3):20S-4S.
47. Zadravec D. CBCT u dentalnoj medicini. U: Krolo I, Zadravec D. Dentalna radiologija. Zagreb: Medicinska naklada; 2016. p.274-5.
48. Medijević D, Granić M, Katanec D. *Cone beam* kompjutorizirana tomografija. *Sonda*. 2010;11(20):66-8.
49. Tarideu PB, Rosenfeld AL. The art of computer-guided implantology. Chicago: Quintessence Publishing Co, Inc; 2009. p.240.
50. Mora MA, Chenin DL, Arce RM. Software tools and surgical guides in dental- implant-guided surgery. *Dent Clin North Am*. 2014;58(3):597-626.
51. Talwar N, Singh BP, Chand P, U S Pal. Use of diagnostic and surgical stent: a simplified approach for implant placement. *J Indian Prosthodont Soc*. 2010;10(4):234-9.
52. Ganz SD. Three-dimensional imaging and guided surgery for dental implants. *Dent Clin North Am*. 2015;59(2):265-90.
53. Block MS, Emery RW. Static or dynamic navigation for implant placement- choosing the method of guidance. *J Oral Maxillofac Surg*. 2016;74(2):269-77.
54. Greenberg AM. Digital technologies for dental implant treatment planning and guided surgery. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2015;27(2):319-40.
55. Sarment DP, Sukovic P, Clinthron N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *Int J Oral and Maxillofac Implants*. 2003;18(4):571-7.
56. Karami D, Alborzinia HR, Amid R, Kadkhodazadeh M, Yousefi N , Badakhshan S. In-Office Guided Implant Placement for Prosthetically Driven Implant Surgery. *Craniomaxillofac Trauma Reconstr*. 2017;10(3):246-54.

57. Cosyn J, Hoogde N, De Bruyn H. A systematic review on the frequency of advanced recession following single immediate implant treatment. *J Clin Periodontol.* 2012; 39(6):582-9.
58. Brief J, Edinger D, Hassfeld S, Eggers G. Accuracy of image-guided implantology. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(4):495-501.
59. Schneider D, Marquardt P, Zwahlen M, Jung RE. A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(4):73–86.

Laura Vobner rođena je 1. studenoga 1994. u Bietigheim-Bissingenu u Njemačkoj. U Zagrebu završava osnovnu školu, osnovnu glazbenu školu (instrument violinu) i VII. gimnaziju. Od najranije dobi bavi se sportom i umjetnošću. Deset godina bila je aktivna članica plesnog studija *Step by Step* te sudjelovala na brojnim državnim, europskim i svjetskim prvenstvima. Nakon uspješno završene prve godine na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, 2014. godine upisuje Stomatološki fakultet u Zagrebu. Tijekom studija bila je tri godine aktivna članica Z(u)bora — prvog pjevačkog zbora Stomatološkog fakulteta. Zbor i članice nagrađene su posebnom Rektorovom nagradom (2017./2018.). Sudjelovala je u Studentskoj sekciji za stomatološku protetiku te predavala i držala radionice na studentskim kongresima istog fakulteta. Volontirala je niz godina u Javnozdravstvenom odboru i Studentskoj ekipi prve pomoći (StePP) kao službeni fotograf. Zimski semestar (2018./2019.) provela je na sveučilištu Ludwig Maximilian u Münchenu u sklopu programa Erasmus. Asistirala je u ordinacijama u Hrvatskoj i Njemačkoj. Aktivno se služi njemačkim, talijanskim i engleskim jezikom.