

# Usporedba prezivljavanja implantata pod pokrovnom protezom s obzirom na njihove makro i mikro karakteristike

---

Briški, Maja

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:127:337986>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-04**



Repository / Repozitorij:

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





Sveučilište u Zagrebu  
Stomatološki fakultet

Maja Briški

**USPOREDBA PREŽIVLJAVANJA  
IMPLANTATA POD POKROVNOM  
PROTEZOM S OBZIROM NA NJIHOVE  
MAKRO I MIKRO KARAKTERISTIKE**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2020.

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

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Nikola Petričević, dr. dent. med., specijalist dentalne protetike, Zavod za mobilnu protetiku, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Ana Širinić, profesorica hrvatskog jezika i književnosti

Lektor engleskog jezika: Jasmina Balogh - Miletić, profesorica engleskog jezika

Sastav Povjerenstva za obranu diplomskog rada

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Datum obrane rada \_\_\_\_\_

Rad sadrži: 44 stranice

1 slika

1 CD

Rad je vlastito autorsko djelo koje je u potpunosti samostalno napisano uz naznaku izvora drugih autora i dokumenata korištenih u radu. Osim ako nije drukčije navedeno, sve ilustracije (tablice, slike i dr.) u radu 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.

## **Zahvala**

Zahvaljujem svojoj obitelji i prijateljima na podršci i razumijevanju tijekom studiranja.

Hvala kolegama na lijepim uspomenama.

Hvala mentoru izv. prof. dr. sc. Nikoli Petričeviću na savjetima tijekom izrade ovog rada.

## **Usporedba preživljavanja implantata pod pokrovnom protezom s obzirom na njihove makro i mikro karakteristike**

### **Sažetak**

Bezubost se danas uspješno rješava sa pokrovnom protezom retiniranom ili poduprtom implantatima. Ona predstavlja zamjenu za konvencionalnu potpunu protezu. Pokrovnna proteza na implantatima značajno poboljšava kvalitetu života.

Tijekom razvoja dentalne implantologije, razvijale su se različite makro i mikro karakteristike dentalnih implantata, a samo određene su prisutne još i danas. One utječu na preživljavanje implantata. Makro karakteristike podrazumijevaju makro dizajn, dakle oblik i geometriju implantata, a mikro karakteristike podrazumijevaju površina implantata i tehnike njene obrade. One su važan faktor u osiguravanju uspješne osteointegracije. Omogućavaju adheziju stanica na površinu implantata, veći kontakt kost - implantat i ubrzavaju osteointegraciju, koja je ključ dugoročnog uspjeha implantata. Danas se koriste uglavnom cilindrični implantati s navojima, a površine implantata se modificiraju na različite načine kako bi se postigla odgovarajuća hrapavost. Tehnike modifikacije površine implantata mogu biti aditivne i ablativne. Ablativne tehnike danas prevladavaju.

Određene karakteristike implantata važno je imati na umu kako bi se terapija pokrovnom protezom na implantatima prilagodila pacijentu i kako bi se konačni ishod terapije učinio predvidljivijim.

Stopa preživljavanja implantata pod pokrovnom protezom je visoka, ali treba uzeti u obzir da na nju mogu utjecati brojni drugi faktori vezani uz sam implantat kao i oni vezani uz pacijenta, a ne samo makro i mikro karakterstike implantata.

**Ključne riječi:** pokrovnna proteza, makro karakteristike implantata, mikro karakteristike implantata

## **Comparison of implant survival under an overdenture with respect to its macro and micro characteristics**

### **Summary**

Today, edentulism is successfully solved with an implant supported or retained overdenture. It is a replacement for the conventional complete denture. An implant overdenture significantly improves the quality of life.

During the development of dental implantology, various macro and micro characteristics of dental implants were developed, but only some are still in use today. They affect the survival of implants. Macro characteristics imply macro design, i.e. the shape and the geometry of the implant, while micro characteristics imply the surface of an implant and the techniques of its modification. Both are important factors in ensuring successful osseointegration. They enable cell adhesion to the implant surface, larger bone-implant contact, and an acceleration of osseointegration, which is the key to the long-term success implants. Cylindrical threaded implants are the ones mostly used today, and their surface is modified in various ways to achieve the appropriate roughness. Implant surface modification techniques in current use are additive and ablative, with the ablative technique being the most prevalent today.

In order to adapt the implantoprosthesis overdenture therapy to an individual patient, and to make the final outcome of the therapy more predictable, it is important to keep those implant characteristics in mind.

The survival rate of implants under an overdenture is high but it should be taken into consideration that it can be influenced by a number of other factors related to the implant itself, as well as by those related to the patient, and not solely by the macro and micro characteristics of the implant.

**Key words:** overdenture, implant macro characteristics, implant micro characteristics

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. POKROVNA PROTEZA NA IMPLANTATIMA.....	4
3. BIOMEHANIKA POKROVNE PROTEZE NA IMPLANTATIMA.....	8
4. OSTEOINTEGRACIJA .....	11
5. MAKRO I MIKRO KARAKTERISTIKE IMPLANTATA.....	15
5.1. Makro karakteristike implantata.....	16
5.1.1. Implantati oblika korijena zuba.....	18
5.1.1.1. Cilindrični i konični implantati.....	18
5.1.1.2. Implantati bez navoja.....	19
5.1.1.3. Implantati s navojima.....	19
5.1.1.4. Implantati s perforacijama ( <i>hollow implants</i> ).....	20
5.2. Mikro karakteristike implantata.....	21
5.2.1. Aditivne tehnike modificiranja površine implantata.....	22
5.2.1.1. Plazmiranje.....	22
5.2.2. Ablativne tehnike modificiranja površine implantata.....	23
5.2.2.1. Pjeskarenje.....	23
5.2.2.2. Jetkanje.....	24
5.2.2.3. Anodna oksidacija.....	25
5.2.2.4. Tretman laserom.....	26
5.3. Usporedbe preživljavanja implantata.....	26
6. RASPRAVA.....	29
7. ZAKLJUČAK.....	33
8. LITERATURA.....	35
9. ŽIVOTOPIS AUTORA.....	43

## **Popis kratica**

DEA- dvostruko jetkano (engl. *Double Acid-Etched*)

HA- hidroksiapatit (engl. *hydroxyapatite*)

SLA- pjeskareno krupnim pijeskom, nagriženo kiselinom (engl. *Sandblasted, Large grit, Acid-etched*)

Ti- titan

TPS- titanskom plazmom prskano (engl. *Titanium Plasma Sprayed*)



## **1. UVOD**

Gubitak zuba čest je i ozbiljan problem, a njegovi uzroci mogu biti različiti - od karijesa, trauma, pa do parodontalnih bolesti. Gubitak zuba ima negativan utjecaj na opće zdravlje i kvalitetu života, on uzrokuje funkcijski nedostatak utječući na žvakanje i govor, ali ima i psihološki učinak jer stvara osjećaj nelagode i nesigurnosti u kontaktu s drugim osobama te utječe na izgled. Sve su to razlozi zbog kojih se pacijenti javljaju stomatologu i traže rješenje problema.

Bezubost ima značajan utjecaj na resorpciju rezidualnog grebena što dovodi do smanjenja visine alveolarne kosti i smanjenje veličine područja ležišta proteze koje utječe na visinu lica, a samim time i na izgled lica. Gubitak kosti trajni je proces nakon gubitka zuba i on zahvaća mandibulu četiri puta više od maksile (1). Istraživanja su pokazala da je kod bezubih pacijenata prisutan smanjen unos voća, povrća i vlakana te suzabilježene povećane razine kolesterola i zasićenih masnih kiselina u krvi što, osim veće prevalencije pretilosti, može povećati rizik od kardiovaskularnih bolesti i gastrointestinalnih poremećaja (2,3).

Iako se potpune proteze ne mogu smatrati nadomještanjem prirodnih zuba, one su bile i ostale osnovnim tretmanom za bezube pacijente (4). Dakle, najčešća protetska terapijska opcija za potpunu bezubost još uvijek je konvencionalna potpuna proteza, što je alternativa koja često ne zadovoljava pacijentove potrebe i koja ima višestruke nedostatke koji se uglavnom odnose na nestabilnost proteze koja je glavni razlog što je pacijenti nerijetko teško prihvaćaju. Upotreba bilo mobilnih proteza na implantatima bilo fiksnih proteza na implantatima, omogućuje bolji ishod liječenja, uz značajno poboljšanje oralne funkcije i kvalitete života.

Potpuna bezubost uspješno se protetski rješava pokrovnom protezom na implantatima. Njome se nadomještaju izgubljeni zubi i dijelovi resorbiranog alveolarnog grebena, a različitim vrstama veznih elemenata, poput kugle, prečke, lokatora, magneta ili teleskopa, postiže se bolja stabilizacija i retencija pokrovne proteze te se poboljšavaju fonacija i mastikacija. Dentalni implantati imaju ulogu i u očuvanju volumena kosti, budući da se opiru brzom resorpciji alveolarnog grebena koja se može uočiti kod pacijenata koji nose konvencionalne proteze (5). Često u bezuboj gornjoj čeljusti protezu nije potrebno dodatno retinirati implantatima zbog dobrog ventilnog učinka.

Ponovnim uspostavljanjem normalne žvačne i fonetske funkcije te okluzije i estetike, pacijenti se i psihosocijalno rehabilitiraju.

U današnje vrijeme upotreba dentalnih implantata predstavlja uobičajenu praksu, a nastojanje da se zubi nadomjestu različitim materijalima ili drugim zubima postoji oduvijek. Dentalni implantat je nadomjestak, nosač protetskog rada, koji se kirurški može ugraditi u gornju ili u donju čeljust, a koristi se kako u terapiji djelomične bezubosti tako i u terapiji potpune bezubosti.

1980-ih godina dentalni implantati su dramatično poboljšali terapijske mogućnosti, što se posebice odnosilo na pacijente kojima je prilagodba na konvencionalnu potpunu protezu bila teška i prezahtjevna (6).

Primjena implantata između ostalog obuhvaća i različite aspekte prevencije. Naime, posebno je atraktivna činjenica da se ugradnjom implantata okolna kost stimulira pa funkcijskim podražajima dolazi do povećanja gustoće kosti (7).

Aktualne implantološke tehnike unutar maksilofacijalnog područja, uključujući i otorinolaringološko područje, predstavljaju nezaobilaznu nužnost rehabilitacijske djelatnosti stomatološkog područja (7).

Potražnja za dentalnim implantatima danas je velika što je zasigurno povezano s velikim mogućnostima koje implantologija nudi, ali i s činjenicom da su pacijenti sve više i više informirani. Istraživanja o dizajnu, materijalima i obradi površine dentalnih implantata su u porastu i očekuje se da će se njihov broj u budućnosti još više povećavati zbog rasta globalnog tržišta dentalnih implantata i povećane potražnje u kozmetičkoj stomatologiji.

Svrha ovog diplomskog rada je usporediti preživljavanje implantata pod pokrovnom protezom s obzirom na mikro i makro karakteristike implantata. Opisat će se proces osteointegracije, složena biomehanika pokrovne proteze, dizajn dentalnih implantata, tehnike modifikacije i karakteristike površine dentalnih implantata te njihove prednosti i nedostaci, budući da su oni važan čimbenik u postizanju uspješnosti implantoprotetske terapije i u preživljavanju implantata.

## **2. POKROVNA PROTEZA NA IMPLANTATIMA**

Problem slabe retencije i stabilizacije potpunih mobilnih proteza, i to najčešće u donjoj čeljusti, dio su naše svakodnevnice. Iz tog razloga izrađuju se pokrovne proteze. Pokrovne proteze potpune su proteze na implantatima koje pacijent samostalno vadi i namješta. One mogu ležati i na prirodnom zubu ili korijenu zuba, ali bez obzira na to leže li na implantatu ili na prirodnom zubu, smisao im je povećanje retencije i stabilizacije proteze i/ili raspodjela sila kojom baza proteze tlači pripadajuću koštanu podlogu i sluznicu, odnosno da dio opterećenja preuzme implantat (8). Pokrovna proteza može poslužiti i kao privremena proteza te kao šablona za određivanje mjesta implantata (9). U ovom radu govorit će se isključivo o pokrovnim protezama na implantatima.

Pokrovne proteze na implantatima sastoje se od tri strukturna elementa: infrastrukture (implantat), mezostrukture (etečmen) i suprastrukture (pokrovna proteza).

Razlikuju se tri osnovna tipa pokrovnih proteza na implantatima s obzirom na prijenos žvačnih sila:

1. Tkivno poduprta proteza- proteza s dva etečmena koji omogućuju retenciju potpune proteze, ali pritom ne dolazi do prijenosa žvačnih sila na implantate nego se sile u funkciji dalje prenose preko baze proteze na sluznicu usne šupljine
2. Tkivno-implantološki poduprta proteza- uz najmanje dva etečmena potrebno je ugraditi prečku koja u funkciji omogućava prijenos sila na implantate i osigurava manje opterećenje sluznice
3. Potpuno implantološki poduprta proteza- za potpuni aksijalni prijenos sila na kost potrebna su najmanje četiri implantata (10).

Pokrovne proteze na implantatima predstavljaju alternativu konvencionalnim mobilnim protezama i smatraju se optimalnim rješenjem za bezube osobe starije životne dobi. Glavne prednosti pokrovne proteze poduprte implantatima odnose se na poboljšanu retenciju, stabilizaciju i potporu koje ovise o tome koja je retencijska veza korištena, na smanjenu stopu resorpcije kosti u odnosu na konvencionalne mobilne proteze, na mogućnost reduciranja baze proteze u gornjoj čeljusti ako postoji izražen nagon na povraćanje, na bolju kontrolu plaka u odnosu na fiksne proteze na implantatima jer skidanjem proteze pacijent ima dobar pristup periimplantatnom tkivu, ali i na lošiju kontrolu plaka u odnosu na konvencionalne mobilne proteze. U odnosu na konvencionalne mobilne proteze pacijenti se ugodnije osjećaju noseći pokrovne proteze na implantatima, lakše

pričaju i bolja im je žvačna sposobnost. Ako se uzme u obzir relativno jednostavna kirurška intervencija i reduciran broj korištenih implantata, ovu implantoprotetsku terapiju dobro prihvaćaju i pacijenti sa strahom od složenijih medicinskih intervencija (4).

Iako pokrovne proteze ne predstavljaju zlatni standard u terapiji bezubosti, zbog prihvatljivije cijene u odnosu na fiksne proteze na implantatima, smatraju se isplativima uslijed očitih prednosti koje pružaju pacijentu.

Protetska rehabilitacija kod starijih je pacijenata potrebna kako bi se osigurala funkcionalnost stomatognatnog sustava, stoga ako se uzmu u obzir multipli komorbiditeti tih pacijenata i smanjena mogućnost provođenja opsežnijih oralnokirurških zahvata, onda se terapija pokrovnom protezom na implantatima koja podrazumijeva manje invazivne oralnokirurške zahvate, uz jednostavno održavanje protetskog rada i isplativost, čini primjerenom za te pacijente. U takvoj protetskoj rehabilitaciji koriste se manje invazivni kirurški postupci koji skraćuju vrijeme cijeljenja, uglavnom se ne provodi augmentacija kosti te se koristi manji broj implantata koje je moguće imedijatno opteretiti, a i skraćeno vrijeme koje pacijent treba provesti u ordinaciji.

Fiksne proteze na implantatima prikladnije su za mlađe pacijente koji obično teško prihvaćaju mobilne proteze, ali su i spretniji, što je izuzetno važno za održavanje oralne higijene kod odluke na ovo implantoprotetsko rješenje.

Prije ugradnje implantata potrebno je pažljivo proučiti širinu, visinu i gustoću kosti kako bi se odabrao odgovarajući tip implantata, njegov položaj, širina i dužina. Idealno bi bilo kada bi se implantati mogli postaviti ravnomjerno po cijelom bezubom grebenu. U mandibuli je najčešće prirodna kost u interforaminalnoj regiji dostatna za ugradnju implantata, a u maksili je to dio alveolarnog grebena u intermaksilarnoj sinusnoj regiji. U mandibuli je nedostatak kosti najčešće povezan s teškom resorpcijom i smanjenom širinom alveolarnog grebena, dok je u maksili nedostatak kosti uglavnom povezan sa smanjenom visinom alveolarnog grebena i sa smanjenom gustoćom kosti. U slučaju da se tradicionalni dentalni implantat ne može ugraditi bez prethodne augmentacije kosti, u obzir mogu doći uži i mini implantati (11). U mandibulu se mogu implantirati dva konvencionalna dentalna implantata promjera većeg od 3,5 mm, dva uža dentalna implantata promjera manjeg od 3,5 mm ili četiri mini dentalna implantata promjera manjeg od 3 mm, dok se u maksili mogu implantirati četiri konvencionalna implantata, četiri uža ili šest mini implantata minimalne dužine 10 mm (4).

Implantati mogu biti splintirani, kada se kao etečmen koristi prečka, ili nesplintirani, kada se kao etečmen koristi kugla. Istraživanja su pokazala da nema razlike u konačnom ishodu terapije i zadovoljstvu pacijenta pokrovnom protezom bilo da su implantati splintirani ili nesplintirani, ali budući da je proces izrade i reparacije proteze na nesplintiranim implantatima jednostavniji, smatra se da su oni prihvatljiviji za starije bezube pacijente (12).

Indikacije za pokrovnu protezu na implantatima su pacijenti s konvencionalnom mobilnom protezom na koju se teško privikavaju i s kojom su nezadovoljni te kada zbog jake atrofije alveolarnog grebena nije moguće postići odgovarajuće uvjete za ventilni učinak i retenciju gornje potpune proteze, dok je u donjoj čeljusti izražena atrofija jedna od najčešćih protetskih indikacija, a zbog manje površine ležišta potpune proteze u donjoj čeljusti češće se javljaju funkcijski problemi. Mandibularne pokrovne proteze indicirane su kod skeletalne klase II, a maksilarne kod skeletalne klase III. Preporučaju se i kod oralnih i maksilofacijalnih defekata koji mogu biti posljedica tumora, rascjepa i trauma te kod pacijenata s lošom neuromuskularnom koordinacijom. Indikacijom se može smatrati i nošenje pokrovne proteze na implantatima kao preventivni faktor u svrhu usporavanja resorpcije alveolarnog grebena kod visokorizičnih pacijenata koji boluju od dijabetesa ili kod bezubih pacijentica za vrijeme menopauze i u postmenopauzi (4). Nerealna očekivanja od fiksnoprotetskog rada, nemogućnost postavljanja dovoljnog broja implantata na pravilnim pozicijama uz odgovarajuću angulaciju za fiksni rad i viša cijena fiksne proteze u odnosu na pokrovnu protezu na implantatima također su indikacije. Indikacija može biti i hiposijalija i povećana osjetljivost sluznice, kada je ovakva implantoprotetska terapija na neki način i palijativni tretman (4).

Kontraindikacije za pokrovnu protezu na implantatima su jako loša oralna higijena, bruksizam, mala gustoća kosti, generalna medicinska kontraindikacija za kirurške zahvate te smanjen vertikalni prostor. Ova vrsta terapije kontraindicirana je i kod mentalno ili fizički hendikepiranih osoba (8).

### **3. BIOMEHANIKA POKROVNE PROTEZE NA IMPLANTATIMA**



Biomehanika podrazumijeva primjenu zakona mehanike na biološke sustave, a dentalna biomehanika iste zakone primjenjuje kako bi opisala ponašanje oralnih struktura i fizikalni utjecaja protetskih nadomjestaka. Biomehanički pristup može odrediti koji tretman dugoročno povećava rizik neuspjeha protetskom terapijom na implantatima (13). Biomehanika pokrovne proteze na implantatima jako je složena i ovisi o više čimbenika, najviše o načinu prenošenja sila, odnosno radi li se o mješovito ili tkivno nošenoj protezi, o odabiru mezostrukture, odnosno etečmena i čeljusti u kojoj se takav protetski rad nalazi (14). Glavni biomehanički problem predstavlja različita pokretljivost potpornih struktura, to jest velika rezilijencija sluznice i implantat koji je ankilotično vezan za kost.

Kod mješovito nošenih proteza na implantatima javljaju se sile vlaka, tlaka i smicanja koje djeluju na implantate i periimplantatno koštano tkivo, ali je njihov intenzitet manji u usporedbi s potpuno implantološki nošenom protezom, što je razumljivo jer se dio okluzalnog opterećenja prenosi na alveolarni greben. Gingivno nošene proteze na implantatima ne uzrokuju veća naprezanja implantata, periimplantatnog koštanog tkiva i same protetske suprastrukture (14). Opterećenje se prenosi preko velike površine totalne proteze na tkivo, a etečmeni služe isključivo za retenciju proteze. Rezilijentni etečmeni uvelike resterećuju implantate i omogućuju rotacijske i translacijske kretnje proteze (14).

Zubni implantati podvrgavaju se okluzalnim opterećenjima kada se postave u funkciju. Sile opisujemo kao tlačne, vlačne i smične. Pokrovne proteze na implantatima generalno najbolje podnose tlačne sile, a smične sile su najrazornije za implantate i kost u usporedbi s drugim modalitetima opterećenja (15). Tlačne sile održavaju integritet sučelja kost-implantat, dok vlačne i smične sile nastoje razrušiti i uništiti vezu između kosti i implantata. Misch je naveo da štetne smične i vlačne sile mogu biti reducirane oblikom implantata (13).

Kod osteointegriranih implantata se zbog nepostojanja parodontalnog ligamenta, u usporedbi sa zubom, bitno drugačije prenosi opterećenje na okolno koštano tkivo. Izostanak receptora koji se nalaze u parodontalnom ligamentu, a koji inače štite zub i parodont, može uzrokovati traumu potpornih tkiva. Dok kod zuba postoje zaštitini neuromuskularni refleksi, kod pokrovnih proteza na implantatima nema specifičnog obrambenog mehanizma protiv jakih okluzalnih sila.

Kod ugradnje implantata i izrade pokrovne proteze na implantatima postoji nekoliko važnih faktora koji bi se trebali ispoštovati kako bi se prevenirala koštana resorpcija uzrokovana biomehaničkim

čimbenicima (14). Ti faktori su: broj i položaj implantata, raspoloživa površina implantata za prijenos opterećenja na čeljusnu kost, odnos između dužine suprastrukture i tijela implantata, uspostava okluzije usmjerene ka zaštiti implantata, prisutnost dovoljne količine kosti, upotreba dužih i širih implantata kad god je to moguće, izbjegavanje implantata kraćih od 10 mm jer imaju znatno lošiju prognozu te pravilno usmjerenje implantata pri ugradnji (14,16). U prevenciji koštane resorpcije sile bi se trebale prenositi što ravnomjernije.

#### **4. OSTEOINTEGRACIJA**

Razumijevanje osteointegracije i poznavanje mikromehanizama uključenih u nju, važno je kako bi se mogao razumjeti utjecaj makro i mikro karakteristika implantata na uspjeh implantoprotetske terapije.

Jedan od najvažnijih događaja u implantologiji dogodio se 1957. godine kada je švedski ortopedski kirurg Branemark proučavajući cijeljenje i regeneraciju kosti otkrio da bi kost mogla rasti u blizini titana i da bi se mogla učinkovito vezati za titan bez odbacivanja. Taj fenomen Branemark je nazvao osteointegracijom.

Osteointegracija je biološki koncept koji uključuje ugradnju aloplastičnog materijala, odnosno stranog tijela u živu kost, odnosno domaćina, koji uključuje fiksaciju i stabilnost kada je ono izloženo funkcijskom opterećenju. Kontakt kosti i površine implantata nemoguće je ostvariti na 100% površine i zato klinička definicija osteointegracije kaže da je to proces koji omogućava rigidnu vezu implantata u kosti, a koja takva ostaje i tijekom funkcijskog opterećenja. Dokazano je da se oko 60% površine implantata nalazi u direktnom kontaktu s okolnom kosti, ali da i implantati s manjom površinom kontakta pokazuju stabilnost koja odgovara kliničkoj definiciji osteointegracije (14). Povećanje direktnog kontakta između implantata i kosti ima ulogu u produženju vijeka trajanja opterećenog implantata.

Poznato je da se odabirom određenog materijala implantata te obradom površine implantata može dobiti željeni odgovor stanica, dakle može se postići ili čak spriječiti adhezija određene vrste stanica (17). Da bi došlo do osteointegracije, mora postojati adhezija stanica na površinu biomaterijala od kojeg je implantat načinjen. Adhezija stanica na površinu implantata ključni je prvi korak jer on određuje koje stanice i koliko njih će naseliti površinu implantata (18). Karakteristike površine implantata mogu modulirati adsorpciju proteina, lipida i iona prisutnih u tkivnim tekućinama. *In vitro* istraživanja s osteoblastima pokazala su da, kada dođe do adhezije, stanice mijenjaju svoj oblik, šire se i dolazi do reorganizacije citoskeletalnih proteina, a u području kontakta između stanice i biomaterijala dolazi do izmjene informacija između stanica i ekstracelularnog matriksa koja dovodi do aktivacije specifičnih gena i remodelacije (17). I morfologija i površinska hrapavost implantata utječu na diferencijaciju, proliferaciju i oblik stanica te na sintezu ekstracelularnog matriksa (19). Histološki se osteointegracija očituje regeneriranom i potpuno mineraliziranom kosti u području sučelja kost-implantat (17). Stvaranje i stabilnost nove kosti oko implantata dinamičan je proces, kombinacija je resorpcije i apozicije kosti, a na ravnotežu

između resorpcije i apozicije imaju utjecaj različiti podražaji, kao što je biomehanika proteze ili periimplantitis, što upućuje na važnost pravilnog planiranja implantoprotetskog rada i održavanja oralne higijene.

Stimulaciju za pokretanje procesa regeneracije uzrokuje blaga upala koja prati traumu uzrokovanu preparacijom ležišta za implantat (14). Prilikom implantacije dolazi do oštećenja mekih i tvrdih tkiva, do krvarenja i do formiranja ugruška u periimplantatnom prostoru. Ugrušak je fibrinom lagano vezan za kost, ali i za implantat. Tijekom prvog tjedna ugrušak se zamjenjuje granulacijskim tkivom, luče se medijatori upale, od kojih su za oseointegraciju najvažniji faktori rasta koji, između ostalog, aktiviraju fibroblaste koji pak dovode do stvaranja vezivnog tkiva. U vezivnom tkivu se diferenciraju osetoblasti, dolazi do stvaranja vlaknaste i u konačnici lamelarne kosti (20). Osteointegracija maksile traje između 4 i 6 mjeseci, a mandibule oko 3 mjeseca (21).

Stabilnost implantata ovisi o direktnoj mehaničkoj vezi između površine implantata i okolne kosti. Važno je reći da razlikujemo primarnu, odnosno mehaničku, sekundarnu, odnosno biološku te tercijarnu stabilnost ugrađenog implantata. Prijelazi iz jedne stabilnosti u drugu nisu oštro ograničeni. Odmah po ugradnji implantata trebala bi se postići primarna stabilnost, ona se postiže kontaktom površina implantata i kosti (14) i igra glavnu ulogu u uspješnoj osteointegraciji, a ovisi o kvaliteti kosti, površini implantata i načinu preparacije kosti (17). Sekundarna stabilnost postiže se nakon osteointegracije, dok tercijarna stabilnost predstavlja održavanje osteointegracije.

Općepoznato je da uspjeh u implantologiji ovisi o nekolicini parametara na koje se može utjecati uzimajući u obzir biološke i mehaničke kriterije. Kako bi se poboljšala osteointegracija, a samim time i dugoročni uspjeh implantata, sljedeći faktori su ključni i trebali bi se uzeti u obzir: dizajn dentalnih implantata, njihova dužina, širina, geometrijski oblik i biomaterijal od kojeg su građeni, karakteristike površine implantata, biomehanički faktori, kvaliteta kosti te njena visina i širina, zdravlje pacijenta i kirurška tehnika, odnosno nužnost atraumatskog zahvata (22). Slika 1.



Slika 1. Prikaz faktora koji utječu na osteointegraciju

Među kirurškim faktorima od presudne je važnosti preparacija ležišta implantata. Preparacija ne samo da uzrokuje mehaničko oštećenje kosti, već i termičko, povećavajući temperaturu kosti neposredno uz površinu implantata, stoga je potrebno poštovati pravila atraumatskog rada, kao što je smanjivanje broja okretaja svrdla i hlađenje fiziološkom otopinom, kako bi došlo do stvaranja zdrave kosti. Kirurška tehnika preparacije i implantacije mora težiti tome da oštećenja tkiva budu minimalna kako bi se stvorili uvjeti za nesmetano cijeljenje. Kod većih trauma tkiva revaskularizacija u zoni oštećenje može biti nemoguća, što dovodi do neuspjeha osteointegracije (14).

## **5. MAKRO I MIKRO KARAKTERISTIKE IMPLANTATA**

## 5.1. Makro karakteristike implantata

Implantati mogu biti metalni i nemetalni. Uglavnom se upotrebljavaju metalni implantati i to od čistog titana ili titanovih legura (23). Titan je biokompatibilan, otporan na koroziju i ima odlična mehanička svojstva. Bioinertan je, ali zahvaljujući sposobnosti vrlo brze oksidacije u zraku ili u fiziološkim tekućinama, spontano stvara vrlo tanak sloj oksida na svojoj površini, čime se stvaraju uvjeti za oseointegraciju koja se temelji na vezivanju nekoliko vrsta titan-oksida s proteinima i kolagenom biološke sredine (9).

Od nemetala se upotrebljava cirkonij oksidna keramika, iako znatno rjeđe od titana. Ona je bioreaktivna, kalcijevi i fosfatni spojevi sastavni su dio keramičkih implantata i oni ostvaruju izmjenu iona s okolnom kosti što predstavlja temelj osteointegracije. Ovaj materijal nije u široj uporabi zbog mehaničke inferiornosti (9). Pruža visoku estetiku, iako to u slučaju pokrovne proteze ne znači mnogo.

Makro karakteristike implantata određuju mehaničke osobine i sposobnost implantata da optimalno prihvaća i distribuira okluzalno opterećenje (14). Makro karakteristikama se nastoji povećati područje kontakta kosti i implantata koje bi trebalo pospješiti osteointegraciju te osigurati dobru primarnu stabilnost. Dizajn implantata i dalje je jedno od ključnih područja za istraživanja koja su orijentirana na poboljšanje prihvatljivosti i uspjeha implantata.

Implantati mogu biti transosealni (ili transmandibularni), subperiostalni i endoosealni. Transosealni implantati razvijeni su kako bi retinirali proteze u bezuboj donjoj čeljusti, a bili su indicirani u slučajevima teške resorpcije, kada je preostala visina grebena iznosila 10 mm ili manje. Uglavnom su se sastojali od submandibularne metalne pločice i transosealnih iglica. Ugradnji transosealnih implantata pristupalo se ekstraoralno kroz submentalnu inciziju, nakon čega je slijedila transoralna fiksacija, što je zahtijevalo opću anesteziju. Osim toga, i visoke stope komplikacija razlog su zbog kojeg se danas ovi implantati izuzetno rijetko koriste (24).

Subperiostalni implantati bili su dizajnirani prvenstveno za pokrovne proteze, oni se izrađuju u dentalnom laboratoriju po intraoperativno uzetom otisku rezidualnog grebena. Smješteni su ispod periosta. Koriste se kod pacijenata s jako resorbiranim grebenom, kada su endoosealni implantati



kontraindicirani zbog nedostatnih dimenzija kosti i blizine mandibularnog kanala u donjoj čeljusti (23). Činjenica da ugradnja subperiostalnih implantata predstavlja složen kirurški zahvat, štoviše dva kirurška zahvata, skupa izrada individualnog implantata i mogućnost komplikacije u vidu brzog širenja infekcije duž tijela implantata, predstavljaju nedostatke zbog kojih se ovi implantati koriste samo u slučajevima kada druge mogućnosti ne postoje. Stopa preživljavanja subperiostalnih implantata nakon opterećenja pokrovnom protezom u prosjeku je iznosila oko 50% u razdoblju od 5 do 10 godina nakon opterećenja (25,26).

Endoosealni implantati izravno se kirurški ugrađuju u kost. Dolaze u različitim oblicima, mogu biti igličasti, pločasti i oblika korijena zuba.

Igličasti implantati su se uglavnom koristili u slučajevima kad je preostala kost bila smanjene gustoće. Ovi implantati zahtijevaju intraoralno zavarivanje i samim time i posebnu kliničku obuku (27).

Pločasti ili *blade form* implantati svojim izgledom podsjećaju na oštricu sjekire. Imaju tanko tijelo promjera 1-2mm u bukooralnom smjeru te imaju perforacije (14). Do početka osamdesetih godina bili su najčešće korišten implantat, nakon čega su ih potisnuli implantati oblika korijena. Pločasti implantati mogu se upotrebljavati kod izuzetno uskih grebena, kada je preostali koštani greben preuzak za ugrađivanje implantata oblika korijena (23). U slučaju komplikacija i potrebe za uklanjanjem ovih implantata, bit će potrebno dodatno uklanjanje kosti zbog samog dizajna koji je retentivan (28).

Implantati oblika korijena zuba ili *root form* implantati smatraju se standardom u dentalnoj implantologiji. To su najpopularniji i najčešće korišteni implantati diljem svijeta. Svi ostali endoosealni implantati zapravo imaju više povijesni nego stvarni značaj (14). Danas se oni upotrebljavaju u preko 95% slučajeva pa će iz tog razloga fokus biti na njima.

### **5.1.1. Implantati oblika korijena zuba**

Izravnim kontaktom površine dentalnog implantata i koštanog tkiva, postiže se stabilnost implantata, a što je veća primarna stabilnost, veći je i postotak uspješnosti implantološke terapije.

#### **5.1.1.1. Cilindrični i konični implantati**

Prema dizajnu tijela implantata, implantate oblika korijena zuba smo podijelili na:

- a) Cilindrične, koji imaju paralelne stijenke tijela implantata i
- b) konične (23).

Oni mogu i ne moraju imati perforacije i/ili navoje.

Cilindrični implantati nemaju koničnost i nude veće područje površine za koju se kost može vezati u usporedbi s koničnim implantatima. Ako se prilikom preparacije ležišta za implantat posljednjim svrdlom ležište samo malo previše proširi, primarna stabilnost implantata se smanjuje ili čak gubi u potpunosti, a samim time i uspjeh implantata (23).

Tijelo koničnog implantata sužava se prema apeksu i još više oponaša prirodni oblik korijena zuba. Ovi implantati zahtijevaju minimalno bušenje kosti i postižu visoku primarnu stabilnost čak i u kosti niske gustoće, ali mana im je manja površina kojom ostvaruju kontakt s kosti u usporedbi s cilindričnim implantatom istog promjera (23). Implantati koničnog oblika koriste se kada je teže postići zadovoljavajuću primarnu stabilnost cilindričnim oblikom zbog velikog konvergiranja susjednih korijena ili kod implantacije odmah po ekstrakciji zuba, kod područja s manjom gustoćom kosti te kod suženja vestibularne kosti (29).

Istraživanje koje su proveli Cochran i suradnici na mandibulama svinje, sugerira da bi konični implantat trebao imati jednako stopu uspješnosti kao i cilindrični (30), a Alshehri i suradnici preglednim su radom pokazali da cilindričan ili koničan oblik dentalnih implantata ne igra ulogu u

uspješnosti terapije u stražnjim područjima gornje čeljusti (31). U oba istraživanja implantati su imali navoje. U *in vitro* istraživanju u kojem se implantat implantirao u rebro krave, uočena je veća primarna stabilnost kod koničnog Straumannovog implantata u odnosu na cilindrični implantat (32). S druge strane, Gaviria u svom preglednom radu navodi da je više istraživanja pokazalo da konični implantati rezultiraju većim stresom u odnosu na cilindrične implantate i da je to razlog zbog kojeg se cilindrični implantati s navojima najčešće koriste (22).

#### **5.1.1.2. Implantati bez navoja**

Implantati bez navoja postavljaju se u osteotomijom pripremljene utore. Uvijek se ugrađuju konvencionalnim postupkom dvofazne ugradnje koji je tehnički vrlo osjetljiv s obzirom na karakteristike ovog implantata (23).

#### **5.1.1.3. Implantati s navojima**

Implantati s navojima danas se najčešće koriste i dominiraju tržištem. Ovi se implantati ušarafuju u preparirano ležište. Oni ostvaruju dobru mehaničku vezu s koštanim tkivom (*macro-interlocking*). Istraživanja su pokazala da ostvaruju veći kontakt kost-implantat u odnosu na implantate bez navoja i to bez kompromitiranja stope preživljavanja implantata, za razliku od implantata s perforacijama (13). U istraživanju koje je proveo Bolind sa suradnicima, u kojem se uspoređivalo cilindrične implantate s navojima i bez njih, uočeno je da je, osim što je kod implantata s navojima ostvaren veći kontakt kosti-implantat u odnosu na implantate bez navoja, kod implantata bez navoja uočen veći gubitak marginalne kosti (33). Prednost ovih implantata u odnosu na implantate bez navoja je ta da je njihova ugradnja jednostavnija, oni pružaju veću inicijalnu stabilnost, omogućavaju provedbu protokola imedijatnog i ranog opterećenja te doprinose ravnomjernoj distribuciji žvačnih sila na okolnu alveolarnu kost (23).

Navoji mogu biti četvrtasti (*square shape*) koji su neurezujući, zatim mogu biti oštri (*V-shape*) koji su samourezujući i lako se postavljaju u kost te pilasti (*buttress*) i obrnuti pilasti (*reverse buttress*) navoji (34). Idealan dizajn navoja trebao bi ostvariti ravnotežu između vlačnih i tlačnih sila uz istovremeno minimiziranje sila smicanja, koje i kost i implantat najlošije podnose, a u tome su se najbolje pokazali četvrtasti navoji (22,35). Oštri navoji upotrebljavaju se u slučaju smanjene gustoće kosti kod koje se očekuje slabija primarna stabilnost (14).

Značajno viša stopa preživljavanja zabilježena je kod implantata s navojima (96,0%) u usporedbi s implantatima bez navoja (75,4%), dok je u istom istraživanju stopa neuspjeha implantata prema tipu proteze bila najveća kod pokrovne proteze u maksili, u usporedbi s fiksnom parcijalnom i fiksnom potpunom protezom, također u maksili. Iako je kod implantata koji su imali površinu obloženu hidroksiapatitom (HA) uočena brža koštana prilagodba, kod istih se nije pokazalo da taj premaz povećava stopu uspjeha i preživljavanja implantata (36).

#### **5.1.1.4. Implantati s perforacijama (*hollow implants*)**

Histološka istraživanja implantata s perforacijama pokazala su da bi perforirani, odnosno šuplji dio implantata mogao potaknuti rast patogenih bakterija te da bi, ako upalni proces dosegne šuplji dio implantata, infekcija mogla imati brži tijek zbog oskudne vaskularizacije kosti unutar šupljeg dijela implantata, ali i da u slučaju periimplantitisa zbog nepristupačnosti može biti otežana terapija. Usporkos tome, istraživanje je pokazalo da stopa preživljavanja implantata pod pokrovnom protezom u mandibuli, nakon 8 do 12 godina od opterećenja, za cilindrične implantate s perforacijama i navojima iznosi 95,4%, a za cilindrične implantate s perforacijama 85,7% (37).

## 5.2. Mikrokarakteristike implantata

Mikro karakteristike implantata odnose se na morfologiju površine implantata. Presudne su za dinamiku i kvalitetu osteointegracije, one osiguravaju postizanje sekundarne stabilnosti, tzv. biološki tip stabilnosti (14). Mikro dizajn, odnosno površina implantata je tijekom razvoja implantologije pretrpjela brojne modifikacije. Površina implantata može biti glatka (*as machined*) ili hrapava.

Glatka, mašinski obrađena površina titanskih implantata bila je najčešće korištena u prošlosti, ali se danas u pravilu ne koristi zbog poboljšane stabilnosti i veće površine dobivene hrapavom površinom implantata. Wennerberg navodi da implantati s glatkom površinom pokazuju manji gubitak marginalne kosti u odnosu na sve druge implantate s hrapavom površinom, ali istovremeno je kod umjereno hrapavih površina stopa preživljavanja veća u odnosu na glatke površine, dok istraživanje koje su proveli Vroom i suradnici, na implantatima opterećenim pokrovnom protezom u mandibuli, od kojih je jedna polovica imala glatku površinu, a druga polovica pjeskarenu površinu (TiOblast), nije pokazalo značajnu razliku u gubitku marginalne kosti između glatke i hrapave površine implantata (38,39).

Znanstveno je dokazano da hrapava površina titanskog implantata poboljšava njegovo sidrenje u kosti, u usporedbi s konvencionalno obrađenom površinom te čini implantat otpornijim na sile smicanja (40). Hrapava površina olakšava migraciju osteogenih stanica na površinu implantata. Lokalno mehaničko okruženje, koje je ona osigurala, potiče diferencijaciju stanica i sintezu tkiva, pokazuje raniji i veći postotak kontakta kost-implantat, a u konačnici je time ubrzana i poboljšana osteointegracija te se također ostvaruje dodatna mehanička veza s okolinom (*micro-interlocking*) (9,23). Hrapavost se ostvaruje površinskom obradom implantata. Cilj modifikacije površine implantata je, dakle, povećanje površinske nepravilnosti (9). Tehnike modificiranja površine implantata mogu se podijeliti na aditivne i ablativne tehnike, a mogu se raditi i njihove kombinacije. Te tehnike mogu uključivati razne kemijske, mehaničke i biološke postupke.

### 5.2.1. Aditivne tehnike modificiranja površine implantata

Aditivne tehnike modificiranja površine implantata podrazumijevaju nanošenje dodatnog površinskog sloja, to jest oblaganje implantata.

#### 5.2.1.1. Plazmiranje

Plazmiranje površine implantata često je metoda u kojoj se na površinu titanskog implantata u tankom sloju, pomoću mlaza plazme, nanosi prah različitih materijala kao što su titan, kalcij- fosfat, hidroksiapatit i dr.

TPS (*titanium plasma sprayed*) oblog na površini dobiva se na način da se titanska plazma, tj. prah titanovih čestica, u plemenitom plinu zagrijanom na vrlo visokim temperaturama (15000 - 20000°C), plazma pištoljem, velikom brzinom (3000 m/s) nanosi na površinu titanskog implantata. Titanske (Ti) čestice otapaju se u vrućem mlazu plemenitog plina i lijepe se za površinu implantata, što rezultira površinom s nepravilno oblikovanim i nepravilno velikim porama, udubinama i pukotinama, istovremeno povećavajući površnu 6 do 10 puta (23).

Često se za plazmiranje koriste i čestice hidroksiapatita (HA) koje zbog svoje biokompatibilnosti, bioreaktivnosti i kemijske sličnosti s građom kosti ostvaruju bržu osteointegraciju i bolju mehaničku fiksaciju u odnosu na TPS implantate (23,14). Čestice HA nanose se na prethodno pjeskarenu ili jetkanu površinu metala, slično tehnici plazmiranja titanom. Ljuskanje i pucanja nanesenog sloja HA prilikom insercije implantata jače je izraženo u kosti velike gustoće, a veće stope uspjeha bilježe se u kosti manje gustoće (23). Postoje i druge metode oblaganja površine implantata s HA.

Debljina sloja, iako ovisi o veličini čestica materijala, brzini udara, temperaturi i udaljenosti od vrha mlaznice do površine implantata, najčešće varira između 10 do 40  $\mu\text{m}$  za Ti oblog i između 50 do 70  $\mu\text{m}$  za HA oblog (41).

Pokazalo se da pri djelovanju žvačnih sila može doći do lomljenja i dislokacije fragmenata površinski nanesenog materijala s implantata (9). Istraživanja također tvrde da se oblozi nakon dužeg vremena mogu otopiti ili resorbirati (42). Dislokacija i resorpcija obloga mogu uzrokovati gubitak mehaničkog integriteta i mogu stvoriti uvjete za iritaciju okolnog tkiva, ulazak mikroorganizama, periimplantitis i posljedično gubitak implantata. Ong i suradnici u svom su istraživanju iznijeli da se površina Ti implantata plazmirana titanom ili hidroksiapatitom pokazala korisnom samo u početnoj fazi cijeljenja (43). Nakon plazmiranja, površine implantata nemaju uniformnu debljinu. Rane generacije implantata s HAoblogom pokazale su da je veza između metala i HAobloga preslaba da bi podnijela dugotrajno opterećenje (38). To su sve bili razlozi koji su uzrokovali nestanak ovih implantata s tržišta.

Danas je trend upotrebljavati implantate hrapave površine, ali bez nanošenja dodatnog površinskog sloja (9).

### **5.2.2. Ablativne tehnike modificiranja površine implantata**

Ablativne tehnike modificiranja površine implantata metode su koje podrazumijevaju erodiranje površine implantata.

#### **5.2.2.1. Pjeskarenje**

Pjeskarenje titanskih implantata najčešće se provodi česticama aluminijevog oksida ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), titanijevog oksida ( $\text{TiO}_2$ ) ili silicijeva oksida ( $\text{SiO}_2$ ), koje se pri velikim brzinama sudaraju s

površinom implantata pomoću komprimiranog zraka, a sve kako bi se povećala hrapavost površine (41,44). Hrapavost ne samo da povećava kontakt kost-implantat, nego poboljšava i kontaktnu osteogenezu omogućavajući adheziju, proliferaciju i diferencijaciju osteoblasta na površini implantata. Pritisak pod kojim se čestice nanose, njihova brzina i broj utječu na konačni ishod ovog procesa (40). Mane ovog postupka su nejednaka površinska obrada, mogućnost narušavanja preciznosti navoja, gubitak metalne tvari s tijela implantata i prisutnost ostataka materijala za pjeskarenje na površini implantata, čime se može ugroziti osteointegracija (14,22,23).

#### 5.2.2.2. Jetkanje

Jetkanje je postupak u kojem se povećava debljina sloja oksida i hrapavost površine tako što se metalni implantat uroni u otopinu klorovodične, fluorovodične, dušične ili sumporne kiseline, koja onda erodira površinu implantata i na njoj stvara mikrojamice veličine 0.5-2  $\mu\text{m}$  (22,41). Koncentracija kiseline, temperatura i trajanje postupka određuju koliko će površina implantata biti erodirana (44). Najveća prednost tretiranja površine jetkanjem je ta da ona osigurava homogenu hrapavost, poboljšava adheziju stanica i time osigurava brzu osteointegraciju.

U odnosu na pjeskarenje, u ovoj tehnici ne dolazi do zaostajanja čestica na površini implantata.

DAE i SLA površine nastaju modifikacijom tehnike jetkanja koja inducira još veću adheziju stanica i ekspresiju gena uključenih u promociju osteointegracije.

DAE (*Double Acid-Etched*) površina nastaje procesom dvostrukog visokotemperaturnog jetkanja implantata klorovodičnom i sumpornom kiselinom. Ona poboljšava proces cijeljenja, pospješuje adheziju fibrinskog matriksa i njegovu mineralizaciju (14). Primjenjena je kod 3I-Osseotite sistema. Osseotite površina implantata predstavlja tzv. hibridni dizajn, on odgovara na zahtjeve cijeljenja i mekog i koštanog tkiva. Koronarni dio implantata, 3 mm, do trećeg navoja je glatke površine, a ostatak površine implantata je jetkan. Na taj način se, osim poboljšanog koštanog zarastanja, omogućava i kompatibilnost s periimplantatnom mukozom, zahvaljujući glatkoj



površini u zoni vrata implantata (14). Ne smije se podcijeniti važnost prijanjanja mekog tkiva na abutment zato što ono stvara barijeru za kost koja se nalazi ispod i štiti je od bakterija.

SLA (*Sandblasted, Large grit, Acid-etched*) površina je osteokonduktivna površina implantata koja nastaje kombiniranjem tehnika pjeskarenja krupnim česticama i naknadnim jetkanjem, čime se između ostalog eliminiraju rezidualne čestice materijala s kojim se pjeskarilo. Ova površina je postavila nove standarde u implantologiji jer poboljšava osteointegraciju osiguravajući još bolji kontakt kost-implantat. Pruža povećanu stabilnost implantata što će u konačnici produžiti njegovu dugovječnost. Njenom primjenom je razdoblje zarastanja smanjeno na šest tjedana uz provođenje protokola ranog ili čak imedijatnog opterećenja (14). Istraživanje koje su proveli Bornstein i suradnici pokazalo je da implantati sa SLA površinom, opterećeni fiksnom protezom ili solo krunicama, kod djelomično bezubih pacijenata, uz provođenje protokola ranog opterećenja 21 dan nakon implantacije, imaju stopu uspjeha i stopu preživljavanja od 100% tijekom trogodišnjeg praćenja (45). Također se pokazalo da je resorpcija u prosjeku bila između 0,0 mm i 0,3 mm, a nije prešla 1 mm ni u jednom slučaju tokom perioda praćenja. Neki su autori objavili da SLA implantati mogu postići osteointegraciju čak i u odsutstvu primarne stabilnosti (46).

### **5.2.2.3. Anodna oksidacija**

Anodizirana površina dobiva se elektrokemijskim procesom u kojem se implantat uroni u elektrolit dok se primjenjuje struja, što rezultira mikroporama promjenjivog promjera i povećanjem oksidnog sloja (22). Prednosti ove površine su poboljšana biokompatibilnost, adhezija i proliferacija stanica te povećan kontakt kost-implantat u odnosu na implantat s glatkom površinom (40). Implantati s anodiziranom površinom (TiUnite) su najviše istraživani implantati na tržištu, više puta je dokazano da poboljšavaju i ubrzavaju osteointegraciju te time skraćuju vrijeme provedeno u stomatološkoj ordinaciji i da održavaju stabilnost implantata tokom kritične faze cijeljenja. Wennerberg i suradnici u svom su radu pokazali da implantati s anodiziranom površinom

imaju statistički značajno veću stopu preživljenja nakon više od 10 godina od implantacije, u odnosu na sve druge tipove površina (38).

#### **5.2.2.4. Tretman laserom**

Upotreba lasera u modificiranju površine implantata sastoji se u tzv. bombardiranju površine malim sferičnim česticama koje stvaraju male udubine, koristeći lasersku zraku. Površina implantata nakon laserske modifikacije pokazuje pravilni sačasti uzorak s mikroporama (47).

### **5.3. Usporedbe preživljavanja implantata**

Preživljavanje implantata definira se kao prisutnost, odnosno usidrenost samog implantata u kosti neovisno o postojanju eventualnih bioloških ili tehničkih komplikacija. Na preživljavanje utječu faktori kao što su materijal implantata, njegova vrsta, dužina i širina, karakteristike površine i dizajn, kirurško i protetsko iskustvo stomatologa, područje implantacije, pacijentovo opće zdravlje i oralna higijena, dob te kvaliteta kosti (48).

Wennerberg i suradnici autori su jednog od najvećih sustavnih preglednih članaka u kojem je obrađena tema različitih modifikacija površina implantata i njihove stope preživljavanja. Fokus rada bio je isključivo na mikro karakteristikama implantata. Stopa preživljavanja temeljena na 10 godina praćenja pacijenata, za implantate s TPS površinom iznosila je 82,9-98,9%, za implantate s pjeskarenim površinama 89,7-95%, za pjeskarene i jetkane površine 95,1-98,9% i za anodizirane površine 96,6-99,2%. Prosječni gubitak marginalne kosti u 10 godina praćenja bio je najmanji za implantate s pjeskarenim i glatkim površinama, a najveći za implantate s TPS površinom. On je za implantate s pjeskarenim površinama u prosjeku iznosio 0,8 mm, za one s glatkom površinom 0,87 mm, za one s pjeskarenom i jetkanom površinom 1,37 mm, za one s anodiziranom površinom 1,59 mm i za one sa TPS površinom implantata 1,87 mm (38).

Što se tiče gubitka marginalne kosti, implantati s modificiranom površinom su pokazali lošije rezultate u odnosu na implantate s glatkom površinom, ovdje su potrebna dodatna dugoročna istraživanja na još većem broju implantata s modificiranom površinom kako bi se mogla napraviti pouzdana usporedba s implantatima s glatkom površinom. Iz članka također proizlazi da je vjerojatnost neuspjeha najmanja za implantate s anodiziranom površinom, a razlog može ležati u tome što ta površina pruža najveći broj podminiranih područja (38).

Gubitak marginalne kosti normalno se događa oko implantata, a najviše u prvoj godini nakon implantacije, što je vjerojatno posljedica remodelacije i adaptacije kosti nakon samog kirurškog zahvata i primijenjenog opterećenja, smatra se da tada ta vrijednost nebi smjela prelaziti 2 mm. Nakon prve godine, slijedi minimalni godišnji gubitak marginalne kosti koji nebi smio prelaziti 0,2 mm (49). Važno je naglasiti da je ograničena resorpcija kosti pokazatelj uspješne oseointegracije (50). U obzir se mora uzeti i činjenica da će, ako pacijent puši ili ima povijest parodonte bolesti, to rezultirati povećanim gubitkom marginalne kosti od oko 1,2 mm.

Svaka modificirana površina implantata dovodi do očuvanja marginalne kosti, bez klinički značajne superiornosti za bilo koju površinu ili dizajn implantata (38).

Nadalje, Chang je u svom radu iznio kako je stopa preživljavanja, u periodu promatranja od 5 godina, za pokrovnu protezu na implantatima iznosila 95,3%. U tom se radu pokazalo da veću stopu neuspjeha imaju cilindrični implantati s TPS površinom u odnosu na cilindrične implantate s HAoblogom površine, što je i očekivano jer je hidroskiapatit bioaktivna keramika koja ubrzava stvaranje nove kosti i stvara jaču vezu između kosti i implantata. U Changovu radu najviše je neuspjelih implantata prethodno bilo ugrađeno u maksilu, a duplo manje neuspjelih implantata bilo je ugrađeno u mandibulu. I drugi radovi pokazuju veći neuspjeh implantata u maksili, a to se povezuje s koštanom građom maksile i nepravilnim opterećivanjem implantata (51). Danas su najčešće tehnike modificiranja površine implantata pjeskarenje i jetkanje te anodna oksidacija. U daljnjem tekstu opisat će se implantati različitih karakteristika dvaju renomiranih brendova koji se prilično često koriste.

Istraživanje u kojem su bezubim pacijentima, desetorici njih, implantirana po dva cilindrična implantata s navojima i sa SLA površinom (Straumann) u interforaminalno područje mandibule i

koji su dan nakon implantacije bili opterećeni pokrovnom protezom koja je putem prečke bila povezana s implantatima, pokazalo je stopu preživljavanja implantata od 100% u periodu promatranja od dvije godine. Za ovakav uspjeh zasigurno je u velikoj mjeri zaslužna SLA površina implantata i njezino svojstvo osteokonduktivnosti i poboljšanja osteointegracije. U prvoj godini je gubitak marginalne kosti iznosio 0,71 mm, a iduće godine je ta vrijednost bila 0,08 mm. Kod svih deset pacijenata došlo je do poboljšanja kvalitete života, a ohrabrujući kratkoročni rezultati sugeriraju da imedijatno opterećenje dva implantata s pokrovnom protezom može biti uspješno i podupiru upotrebu hrapave površine implantata (52).

Na temelju iznesenih podataka možemo povući paralelu s fiksnom protezom na implantatima, ako ćemo se držati onoga što je rečeno u Zimmermannovu preglednom radu, a on tvrdi da je gubitak marginalne kosti za fiksne proteze i pokrovne proteze na implantatima usporediv (53). Iz toga proizlazi da bi, da se radi o istom kliničkom slučaju, ali da ulogu suprastrukture ima fiksna proteza, a ne pokrovna proteza, gubitak marginalne kosti bio podudaran ili sličan. Općenito je stopa preživljavanja pokrovne proteze na implantatima jako visoka i može se usporediti sa stopom preživljavanja fiksne proteze na implantatima. Pacijenti s pokrovnim protezama na implantatima i oni s fiksnim protezama na implantatima generiraju slične okluzalne sile (54).

Watzak i suradnici proveli su radiološko i kliničko praćenje pacijenata nakon implantacije četiriju titanskih cilindričnih implantata s navojima (Branemark MK III, Nobel Biocare) u interforaminalno područje mandibule, od kojih je jedna polovica imala glatku površinu, a druga je imala anodiziranu površinu (TiUnite). Nakon cijeljenja od tri mjeseca implantati su bili opterećeni pokrovnom protezom koja je s implantatima bila povezana preko prečke. Dvije i pol godine nakon implantacije implantati s anodiziranom površinom pokazali su manji gubitak marginalne kosti (1,17 mm) u odnosu na implantate s glatkom površinom (1,42 mm). Implantati s glatkom površinom imali su stopu preživljavanja od 100%, a zbog neuspjeha jednog implantata ta je stopa kod implantata s anodiziranom površinom iznosila 98,44%(55). Ovo istraživanje pokazalo je da oba tipa implantata u kombinaciji s pokrovnom protezom mogu dati odličan dugoročni rezultat, ali uz manji gubitak marginalne kosti oko implantata s hrapavom površinom.

Druga dva istraživanja koja su koristila TiUnite površinu implantata, pokazala su stopu preživljavanja implantata od 97% i gubitak marginalne kosti od 0,7mm nakon 9-12 godina od implantacije, implantati su bili opterećeni solo kronicama, mostovima ili potpunim protezama na implantatima (ne navodi se jesu li proteze bile fiksne ili mobilne) (50,56).



Istraživanja su pokazala da stopa preživljavanja implantata pod pokrovnom protezom iznosi 95,5% i to u periodu promatranja od 23 godine (57), što je svakako dokaz velike uspješnosti ove implantoprotetske terapije. Više od 50 godina kliničkih istraživanja dentalnih implantata dovelo je do kontinuiranog poboljšanja dizajna implantata, površine implantata i boljeg razumijevanja biologije kosti i mekih tkiva.

Optimalne makro karakteristike kao što je oblik, odnosno geometrija tijela implantata i mikrokarakteristike kao što je površina implantata, mogu pomoći u ostvarivanju što većeg kontakta kost-implantat i time poboljšati primarnu i sekundarnu stabilnost, osigurati još bolji i brži proces osteointegracije te uspješnost i preživljavanje implantata. Fuzija površine dentalnog implantata i okolne kosti igra glavnu ulogu u dugovječnosti i funkciji proteze na implantatima i najvažniji je biološki događaj u fazi cijeljena (58).

Iako su transosealni i subperiostalni implantati razvijeni upravo zato da bi retinirali pokrovnu protezu, danas se oni više ne koriste, a prevladavaju endoosealni implantati i to implantati oblika korijena zuba. Uglavnom se koriste cilindrični implantati s navojima jer ostvaruju veći kontakt s kosti, iako se smatra da bi i cilindrični i konični implantati trebali imati sličnu stopu uspješnosti (30,59). Konični implantati osiguravaju dobru primarnu stabilnost, ali neka istraživanja tvrde da istovremeno stvaraju dodatan stres pa bi to trebalo uzeti u obzir prilikom odabira implantata. Indikacija za konične implantate bila bi kost smanjene gustoće ili suženje vestibularne kosti (22,23,29). Samieirad iznosi da oblik implantata utječe na postoperativnu bol i da konični implantati u odnosu na cilindrične dovode do manje postoperativne boli (60). Implantati s navojima pokazuju višu stopu preživljavanja, a jako dobrima su se pokazali četvrtasti navoji koji, osim što povećavaju kontakt kost-implantat pokazuju smanjen gubitak marginalne kosti u odnosu na implantate bez navoja (33,36). Ako pacijent ima smanjenu gustoću kosti, očekuje se i smanjena primarna stabilnost pa bi implantati s oštrim navojima u tom slučaju bili bolja opcija nego implantati s četvrtastim navojima (14).

Stopa preživljavanja implantata pod pokrovnom protezom između ostalog ovisi i o površini implantata koja osigurava postizanje sekundarne stabilnosti (14). Hrapava površina, u odnosu na glatku, pokazala je da može ostvariti bolju i bržu osteointegraciju. Hrapavljenjem se povećava površina za ostvarivanje kontakta kost-implantat te se olakšava adhezija, proliferacija i

diferencijacija osteoblasta (23). Za hrapavljenje površine implantata danas se najčešće koriste ablativne tehnike modifikacije površine, a to su tehnike anodne oksidacije te tehnike pjeskarenja i jetkanja. Razvijanjem novih metoda modifikacije površine omogućava se dvostruko kraće vrijeme osteointegracije, a time i skraćivanje vremena samog stomatološkog tretmana, ali se isto tako sve više teži očuvanju periimplantatnih tkiva, što se na primjer može vidjeti kod Osseotite površina implantata.

Stopa preživljavanja implantata pod pokrovnom protezom s obzirom na mikro karakteristike implantata pokazala se prilično visokom, bez obzira na to o kojem se tipu modifikacije površine radilo.

Različitim modifikacijama makro i mikrodizajna cilj je olakšati osteointegraciju koja je presudna za uspjeh implantata, a kao što je već spomenuto, njen je pokazatelj ograničena resorpcija kosti, što je razlog zbog kojeg pratimo vrijednost gubitka marginalne kosti nakon implantacije i zbog čega je bitno da te vrijednosti budu unutar propisanih normi (50).

Ovaj diplomski rad temelji se na limitiranom broju preglednih članaka i istraživanja koji se usko tiču same teme. Obuhvaćen je određen broj radova koji uspoređuju različite implantate i neke njihove karakteristike, ali su takve usporedbe rađene pod vrlo promjenjivim uvjetima što dovodi do široke disperzije informacija. Upravo stoga ostaje pitanje koliko su uistinu pouzdani izračuni preživljavanja pokrovne proteze na implantatima s obzirom na njihove makro i mikro karakteristike. Kako bi se dobili što točniji i objektivniji rezultati, stope uspjeha i stope preživljavanja, potrebno je provesti opsežno istraživanje na velikom broju uzoraka koje će se baviti isključivo pokrovnom protezom na implantatima i njihovim mikro i makro karakteristikama, ali koje će uzeti u obzir razne faktore vezane uz pacijenta i uz sam implantat, a koji mogu imati utjecaja na preživljavanje implantata. Faktori koji utječu ili bi mogli utjecati na preživljavanje implantata su vrsta protetskog rada (fiksna ili pokrovna proteza), broj implantata, lokacija (gornja ili donja čeljust), mikro karakteristike implantata, makro karakteristike implantata, stanje kosti, protokol opterećenja i kirurška tehnika.





Jako dobru alternativu konvencionalnim mobilnim protezama predstavljaju pokrovne proteze na implantatima. Takva implantoprotetska terapija pacijentima osigurava dobru stabilizaciju i retenciju proteze, poboljšan govor i žvačnu funkciju te ujedno i psihosocijalnu rehabilitaciju, čime se poboljšava kvaliteta života pacijenta.

Odgovarajuće makro i mikrokarakteristike implantata s adekvatnom preparacijom ležišta implantata ključne su za klinički uspjeh u dentalnoj implantologiji. Poznato je da se odabirom određenog materijala implantata te obradom površine implantata može dobiti željeni odgovor stanica, dakle može se postići osteointegracija.

Poznavanjem makro i mikrokarakteristika implantata može se postići povećanje kontakta kost – implantat što će postići osteointegraciju, a samim time i uspjeh terapije i preživljavanje implantata. Što se makrokarakteristika tiče, odabir cilindričnog implantata s navojima bio bi najbolja opcija, no ipak se u slučaju slabije kvalitete kosti treba odlučiti na konični implantat s navojima. Što se mikrokarakteristika, odnosno površine implantata tiče, valja odabrati implantat hrapave površine. Hrapavost se dobiva kemijskom, mehaničkom ili biološkom obradom površine, koja omogućava dobivanje željenog odgovora stanica. Time se postići adhezija stanica na implantat te se pozitivno utječe na osteointegraciju. Najpopularnije metode za obradu površine implantata su anodizacija, jetkanje i pjeskarenje. Pjeskarenjem i jetkanjem nastaje SLA površina implantata koje je pokazala stopu preživljavanja od 100% u periodu praćenja od dvije godine, a anodnom oksidacijom dobivena TiUnite površina ima stopu preživljavanja od 98,44% u periodu praćenja od dvije i pol godine. Visoka stopa preživljavanja implantata pod pokrovnom protezom uočena je i kod drugih tehnika obrade površine.

Brojni klinički radovi na ovu temu ne daju detaljne informacije i sužavaju istraživačko pitanje do te mjere da se prevede mnogi bitni faktori, ali unatoč tome i unatoč složenosti biomehanike pokrovne proteze na implantatima, uz pravilan odabir pacijenta i odgovarajuće indikacije te pravilno planiranje terapije, moguće je postići dugoročno jako dobre kliničke rezultate.



1. Tallgren A. The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed-longitudinal study covering 25 years. *J Prosthet Dent.* 1972;27(2):120-132.
2. Österberg T, Dey DK, Sundh V, Carlsson GE, Jansson JO, Mellström D. Edentulism associated with obesity: a study of four national surveys of 16 416 Swedes aged 55–84 years. *Acta Odontologica Scandinavica.* 2010;68(6):360–367.
3. Hung HC, Colditz G, Joshipura KJ. The association between tooth loss and the self-reported intake of selected CVD-related nutrients and foods among US women. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2005;33(3):167–173.
4. Preoteasa E, Florica LI, Obadan F, Imre M, Preoteasa CT. Minimally Invasive Implant Treatment Alternatives for the Edentulous Patient — Fast & Fixed and Implant Overdentures. In: Ilser T, editor. *Current Concepts in Dental Implantology.* AvE4EvA; 2015. p. 77-103.
5. Dudley J. Implants for the ageing population. *Aust Dent J.* 2015;60:28-43.
6. Carlsson G, Omar R. The future of complete dentures in oral rehabilitation. A critical review. *J Oral Rehabil.* 2010;37.2: 143-156.
7. Sethi A, Kaus T. Uvod. In: Sethi A, Kuas T. *Praktična implantologija.* Zagreb: Quintessence Publishing Co; 2009. p. 5-8.
8. Zajc I. Pokrovne proteze. *Sonda.* 2004;6(11):94-6.
9. Knežević G i sur. *Osnove dentalne implantologije.* Zagreb: Školska knjiga; 2002.
10. Bešlić A, Radić T, Pelivan I. Pokrovne proteze retinirane prečkama na implantatima - prikaz slučaja. *Sonda.* 2012;13(23):60-5.

11. Preoteasa E. Aspects of oral morphology as decision factors in mini-implant supported overdenture. *Rom J Morphol Embryol.* 2010;51.2: 309-14.
12. Al-ansari A. No difference between splinted and unsplinted implants to support overdentures. *Evidence-based dentistry.* 2012,13.2:54-55.
13. Misch CE. *Contemporary implant dentistry.* St. Louis: Mosby; 1999.
14. Dimitrijević B, Jurišić M, Konstantinović V, Leković V, Stamenković D, Todorović A. *Oralna implantologija.* 1st ed. Beograd: Stomatološki fakultet Beograd; 2006.
15. Reilly DT, Burstein AH. The elastic and ultimate properties of compact bone tissue. *J Biomech.* 1975;8(6):393-405.
16. Nikolopoulou F, Ktena-Agapitou P. Rationale for choices of occlusal schemes for complete dentures supported by implants. *J Oral Implantol.* 2006;32(4):200-3.
17. Elias CN. Factors affecting the success of dental implants. In: Ilser T, editor. *Implant dentistry: a rapidly evolving practice.* 1st ed. Rijeka: In Tech; 2011. p. 319-364.
18. Boyan BD, Lohmann CH, Dean DD, Sylvia VL, Cochran DL, Schwartz Z. Mechanisms involved in osteoblast response to implant surface morphology. *Annu Rev Mater Res.* 2001;31(1):357-71.
19. Jayaraman M, Meyer U, Bühner M, Joos U, Wiesmann HP. Influence of titanium surfaces on attachment of osteoblast-like cells in vitro. *Biomaterials.* 2004;25(4):625-31.
20. Lindhe J, Lang NP, Karring T. *Klinička parodontologija i dentalna implantologija.* 6th ed. Zagreb: Nakladni zavod Globus; 2010.

21. Kobler P. Priprema bolesnika za implantoprotetičku rehabilitaciju. In: Knežević G, editor. Osnove dentalne implantologije. 1st ed. Zagreb: Školska knjiga; 2002. p. 36.
22. Gaviria L, Salcido JP, Guda T, Ong JL. Current trends in dental implants. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg. 2014;40(2):50-60.
23. Singh AV. Dental implant designs and surfaces. In: Singh AV, editor. Clinical implantology. 1st ed. New Delhi: Elsevier; 2013. p. 7-14.
24. Small I, Misiak D. A sixteen-year evaluation of the mandibular staple bone plate. J Oral Maxillofac Surg. 1986;44.1: 60-66.
25. Obwegeser HL. Experiences with subperiosteal implants. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1959;12(7):777-786.
26. Albrektsson T, Sennerby L. State of the art in oral implants. J Clin Periodontol. 1991;18.6:474-481.
27. Dal Carlo L, Pasqualini ME, Carinci F, Mondani PM, Fanali S, Vannini F, Nardone M. A retrospective study on needle implants positioned in the posterior inferior sector: surgical procedure and recommendations. Ann Oral Maxillofac Surg. 2013;1:16.
28. Smithloff M, Fritz ME. The use of blade implants in a selected population of partially edentulous adults. A five-year report. J Periodontol. 1976;47(1):19-24.
29. Buković D, Barko G. Protetsko-kirurški plan liječenja implantatima s osvrtom na osseotite sloj implantata. Medix. 2005;11(59):141-3.
30. Cochran D, Stavropoulos A, Obrecht M, Pippenger B, Dard M. A Comparison of Tapered and Nontapered Implants in the Minipig. Int J Oral Max Impl. 2016;31(6).

31. Alshehri M, Alshehri F. Influence of Implant Shape (Tapered vs Cylindrical) on the Survival of Dental Implants Placed in the Posterior Maxilla: A Systematic Review. *Implant Dent.* 2016;25(6):855-60.
32. Romanos GE, Ciornei G, Jucan A, Malmstrom H, Gupta B. In vitro assessment of primary stability of Straumann® implant designs. *Clin Implant Dent R.* 2014;16(1):89-95.
33. Bolind PK, Johansson CB, Becker W, Langer L, Sevetz EB Jr, Albrektsson TO. A descriptive study on retrieved non-threaded and threaded implant designs. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(4): 447-455
34. Manikyamba YJ, Sajjan S, AV RR, Rao B, Nair CK. Implant thread designs: An overview. *Trends in Prosthodontics and Dental Implantology.* 2020;8(1&2):11-9.
35. Abuhussein H, Pagni G, Rebaudi A, Wang HL. The effect of thread pattern upon implant osseointegration. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21(2):129-36.
36. Kan JY, Rungcharassaeng K, Kim J, Lozada JL, Goodacre CJ. Factors affecting the survival of implants placed in grafted maxillary sinuses: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2002;87(5):485-9.
37. Telleman G, Meijer H, Raghoobar G. Long-term evaluation of hollow screw and hollow cylinder dental implants: clinical and radiographic results after 10 years. *J Periodontol.* 2006;77.2: 203-210.
38. Wennerberg A, Albrektsson T, Chrcanovic B. Long-term clinical outcome of implants with different surface modifications. *Eur J Oral Implantol.* 2018;11(suppl 1):S123-36.
39. Vroom M. Effect of surface topography of screw-shaped titanium implants in humans on clinical and radiographic parameters: a 12-year prospective study. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20.11: 1231-1239.

40. Aljateeli M, Wang HL. Implant microdesigns and their impact on osseointegration. *Implant dent.* 2013 Apr 1;22(2):127-32.
41. Le Guéhennec L, Soueidan A, Layrolle P, Amouriq Y. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dental mater.* 2007 Jul 1;23(7):844-54.
42. Coelho PG, Granjeiro JM, Romanos GE, Suzuki M, Silva NR, Cardaropoli G, Thompson VP, Lemons JE. Basic research methods and current trends of dental implant surfaces. *K Biomed Mater Res.* 2009 Feb;88(2):579-96.
43. Ong JL, Carnes DL, Bessho K. Evaluation of titanium plasma-sprayed and plasma-sprayed hydroxyapatite implants in vivo. *Biomaterials.* 2004 Aug 1;25(19):4601-6.
44. Triplett RG, Frohberg U, Sykaras N, Woody RD. Implant materials, design, and surface topographies: their influence on osseointegration of dental implants. *J Long Term Eff Med Implants.* 2003;13(6).
45. Bornstein MM, Wittneben JG, Brägger U, Buser D. Early loading at 21 days of non-submerged titanium implants with a chemically modified sandblasted and acid-etched surface: 3-year results of a prospective study in the posterior mandible. *J Periodontol.* 2010 Jun;81(6):809-18.
46. Verardi S, Swoboda J, Rebaudi F, Rebaudi A. Osteointegration of tissue-level implants with very low insertion torque in soft bone: a clinical study on SLA surface treatment. *Implant dent.* 2018;27(1):5-9.
47. Parekh RB, Shetty O, Tabassum R. Surface modifications for endosseous dental implants. *Int J Oral Implantol Clin Res.* 2012 Sep 15;3(3):116-21.
48. Raikar S. Factors affecting the survival rate of dental implants: A retrospective study. *J Int Soc Prevent Communit Dent.* 2017;7(6):351.



49. De Bruyn H, Christiaens V, Doornewaard R, Jacobsson M, Cosyn J. Implant surface roughness and patient factors on long-term peri-implant bone loss. *Periodontol.* 2000. 2017;73(1):218-227.
50. Mozzati M, Gallesio G, Del Fabbro M. Long-term (9–12 years) outcomes of titanium implants with an oxidized surface: a retrospective investigation on 209 implants. *J Oral Implantol.* 2015;41(4):437-443.
51. Chang H, Hsieh Y, Hsu M. Long-term survival rate of implant-supported overdentures with various attachment systems: A 20-year retrospective study. *J Dent Sci.* 2015;10(1):55-60.
52. Stricker A. Immediate loading of 2 interforaminal dental implants supporting an overdenture: clinical and radiographic results after 24 months. *Int J Oral Max Impl.* 2004;19(6).
53. Zimmermann J. Marginal bone loss 1 year after implantation: a systematic review for fixed and removable restorations. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2019;11:195.
54. Chao Y. The incomprehensible success of the implant stabilised overdenture in the edentulous mandible: a literature review on transfer of chewing forces to bone surrounding implants. *Eur J Prosthodont and Restor Dent.* 1995;3:255-262.
55. Watzak G. Radiological and clinical follow-up of machined-and anodized-surface implants after mean functional loading for 33 months. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(6):651-657.
56. Östman P, Hellman M, Sennerby L. Ten years later. Results from a prospective single-centre clinical study on 121 oxidized (TiUnite™) Brånemark implants in 46 patients. *Clin Implant Dent R.* 2012;14(6):852-860.

57. Chang H, Hsieh Y, Hsu M. Long-term survival rate of implant-supported overdentures with various attachment systems: A 20-year retrospective study. *J Dent Sci.* 2015;10(1):55-60.
58. Ogle O. Implant surface material, design, and osseointegration. *Dent Clin.* 2015;59(2):505-520.
59. ALSHEHRI, Mohammed; ALSHEHRI, Fahad. Influence of implant shape (tapered vs cylindrical) on the survival of dental implants placed in the posterior maxilla: a systematic review. *Implant Dent.* 2016;25(6):855-860.
60. Samieirad S, Mianbandi V, Shiezadeh F, Hosseini-Abrishami M, Tohidi E. Tapered Versus Cylindrical Implant: Which Shape Inflicts Less Pain After Dental Implant Surgery? A Clinical Trial. *J Oral Maxillofac Surg.* 2019;77(7):1381-1388.

## 9. ŽIVOTOPIS

Maja Briški rođena je 16.05.1994. godine u Zagrebu gdje također završava Osnovnu školu Ivana Gorana Kovačića i XVI. gimnaziju. Upisuje Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu 2014. godine i završava u roku s odličnim uspjehom. Tijekom studija članica je Javnozdravstvenog odbora Udruge studenata dentalne medicine. Dobitnica je Rektorove nagrade za društveno koristan rad u akademskoj i široj zajednici u akademskoj godini 2017./2018.

U rujnu 2019. godine, na 9. Hrvatskom kongresu farmakologije s međunarodnim sudjelovanjem izlaže pregledni rad u obliku poster prezentacije pod nazivom „Intraoral fluoride delivery systems during orthodontic treatment”.

Aktivno se služi talijanskim i engleskim jezikom.

Tijekom studija asistira u dvije privatne stomatološke ordinacije.