

# Pregled mehaničkih i bioloških komplikacija implantoplastike kod liječenja periimplantitisa

---

Znaor, Sara

Professional thesis / Završni specijalistički

2022

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:127:287522>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-03**



Repository / Repozitorij:

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





Stomatološki fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu

Sara Znaor

**PREGLED MEHANIČKIH I BIOLOŠKIH  
KOMPLIKACIJA IMPLANTOPLASTIKE  
KOD LIJEČENJA PERIIMPLANTITISA**

POSLIJEDIPLOMSKI SPECIJALISTIČKI RAD

Zagreb, 2022.

Rad je ostvaren u: Zavod za parodontologiju, Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

Naziv poslijediplomskog specijalističkog studija: Dentalna implantologija

Mentor rada: doc. dr. sc. Domagoj Vražić, Zavod za parodontologiju, Stomatološki fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Karlo Lugarić, univ. bacc. philol. croat.

Lektor engleskog jezika: Marina Pejaković, univ. bacc. philol. angl.

Sastav Povjerenstva za ocjenu poslijediplomskog specijalističkog rada:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Sastav Povjerenstva za obranu poslijediplomskog specijalističkog rada:

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_
4. \_\_\_\_\_
5. \_\_\_\_\_

Datum obrane rada:

Rad sadrži: 35 stranica

1 CD

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

## **Zahvala**

Zahvaljujem dragom mentoru doc. dr. sc. Domagoju Vražiću na pomoći pri odabiru teme i savjetima oko pisanja ovog specijalističkog završnog rada.

Veliko hvala mojoj obitelji koja me podržava u nastavku školovanja. Želim se zahvaliti i mojoj drugoj obitelji, Štimac obitelji, koja mi je ovo omogućila i koja me gura u daljnje stručno usavršavanje.

Kolegici dr. Eleni Štimac zahvaljujem na prijateljstvu koje mi je utjecalo na cijeli život.

## Sažetak

### **PREGLED MEHANIČKIH I BIOLOŠKIH KOMPLIKACIJA IMPLANTOPLASTIKE KOD LIJEČENJA PERIIMPLANTITISA**

Sa sve širom upotrebom dentalnih implantata u stomatologiji, sve se više javljaju i upalne bolesti tkiva oko implantata. Kroz godine su predlagani razni protokoli u liječenju periimplantatnih bolesti. Danas imamo konsenzus u obliku CIST protokola koji se provodi ovisno o fazi i opsegu bolesti. Cilj je uvijek regeneracija tkiva no ponekad to nije moguće te se pristupa resektivnim metodama. Kod uznapredovalih oblika bolesti sa velikim koštanim defektom dok implantat nije za eksplantaciju postoji metoda koja se pokazala značajnom u smanjivanju znakova upale u tkivu i produljenju vijeka implantata. Implantoplastika je metoda kojom se suprakrestalno izloženi navoji implantata uklanjaju i površina se polira kako bi se smanjilo nakupljanje bakterija i plaka za površinu implantata. Time dolazi do cijeljenja upale u okolnom tkivu te se olakšava održavanje oralne higijene u budućnosti. Resektivni postupci, implantoplastika i osteoplastika nisu preporučljivi u estetskoj zoni da se ne narušava estetika. Samim brušenjem i poliranjem navoja postoji opasnost od oštećenja implantata ili veze između implantata i suprastrukture. Sistematični pregledi istraživanja pokazuju kako pažljivim poliranjem navoja na implantatu preostaje dovoljna debljina stijenke te rizik od pucanja implantata nije značajno uvećan. Kod implantata uskog promjera se ipak ne preporuča raditi implantoplastiku jer dodatno smanjivanje promjera narušava čvrstoću implantata. Osim mehaničkih rizika, implantoplastika nosi i rizik od pregrijavanja tkiva uslijed brušenja. Ponovno, istraživanja pokazuju kako obilno vodeno hlađenje prilikom implantoplastike ne dovodi do povećanja temperature koje bi uzrokovalo oštećenje okolnog tkiva. S druge strane, još uvijek je nedovoljno istražen rizik od djelovanja čestica koje zaostaju nakon brušenja u okolnom tkivu.

**Ključne riječi:** periimplantitis; koštani defekt; implantoplastika; poliranje navoja

## **Summary**

### **REVIEW OF MECHANICAL AND BIOLOGICAL COMPLICATIONS OF IMPLANTOPLASTY IN THE TREATMENT OF PERIIMPLANTITIS**

Considering the increasingly widespread usage of dental implants in dentistry, the number of peri-implant tissue inflammations is also increasing. Regarding with peri-implant diseases, today we have a consensus in the form of a CIST protocol. The goal is always tissue regeneration, but sometimes this is not possible and resective methods are used. In advanced forms of the disease with a large bone defect while the implant is not for explantation, there is a method that has been shown to be significant in reducing the signs of inflammation in the tissue and prolonging the life of the implant. Implantoplasty is a method by which supracrestally exposed threads of implants are removed and the surface is polished to reduce the accumulation of bacteria and plaque on the surface of the implant. This heals the inflammation in the surrounding tissue and makes it easier to maintain oral hygiene in the future. This is not recommended in the aesthetic zone so as not to disturb the aesthetics. There is a risk of damaging the implant or the connection between the implant and the superstructure. Systematic reviews of the research show that careful polishing of the threads on the implant leaves a sufficient wall thickness and the risk of implant cracking is not significantly increased. With narrow diameter implants, however, it is not recommended to do implantoplasty because further reduction of the diameter impairs the strength of the implant. In addition to mechanical risks, implantoplasty also carries the risk of tissue overheating due to grinding. Again, studies show that copious water cooling during implantoplasty does not lead to an increase in temperature that would cause damage to the surrounding tissue. On the other hand, the risk of the action of particles remaining after grinding in the surrounding tissue is still insufficiently investigated.

**Keywords:** peri-implantitis; bone defect; implantoplasty; thread polishing

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. RAZRADA.....	3
2.1. Periimplantatne bolesti i stanja.....	4
2.1.1. Periimplantatno zdravlje.....	4
2.1.2. Periimplantatne bolesti.....	4
2.1.2.1. Periimplantatni mukozitis.....	5
2.1.2.2. Periimplantitis.....	5
2.2. Nekirurška terapija periimplantatnih bolesti i stanja.....	6
2.2.1. CIST protokol.....	6
2.3. Kirurška terapija periimplantatnih bolesti i stanja.....	8
2.4. Implantoplastika.....	10
2.4.1. Mehaničke komplikacije implantoplastike.....	10
2.4.1.1. Veličina koštanog defekta.....	11
2.4.1.2. Promjer implantata.....	11
2.4.1.3. Veza spoja implantat-suprastruktura.....	12
2.4.2. Biološke komplikacije implantoplastike.....	13
2.4.2.1. Porast temperature.....	13
2.4.2.2. Zaostatne čestice u tkivu.....	14
2.4.2.3. Oštećenja okolnih struktura.....	15
2.4.3. Protokol poliranja navoja.....	16
3. RASPRAVA.....	18
4. ZAKLJUČAK.....	22
5. LITERATURA.....	24
6. ŽIVOTOPIS.....	34

## Popis skraćenica

N - Newton

mm - milimetar

CIST (engl. *Cumulative Interceptive Supportive Therapy*) - kumulativna interceptivna potporna terapija

CBCT (engl. *Cone Beam Computer Tomography*) – računalna tomografija koničnim izvorom zračenja

GBR (engl. *Guided Bone Regeneration*) – vođena koštana regeneracija

CpTi (engl. *Commercially pure Titanium*) – komercijalno čisti titan

RNK - ribonukleinska kiselina

DNK - deoksiribonukleinska kiselina



## **1.UVOD**

Prema današnjem konsenzusu periimplantatne bolesti se liječe regenerativnim metodama kojima se nastoji postići reoseintegracija (1). U slučajevima kada to nije moguće, kod velikih defekata kosti, posebice horizontalnih, provodi se resektivna kirurgija. Resektivna kirurgija u kombinaciji s implantoplastikom pokazuje dobre rezultate u cijeljenju tkiva i smirivanju upale. Implantoplastikom se hrapava površina implantata zapolira i time se smanjuje nakupljanje bakterija i plaka (2). Bitan faktor u etiologiji periimplantitisa predstavlja hrapavost površine implantata. Pri izlaganju usnoj šupljini, hrapave površine nakupljaju na sebe više plaka u odnosu na glatke površine (3). Hrapava površina izloženog implantata otežava pravilno održavanje oralne higijene koja je glavni čimbenik u održavanju zdravlja periimplantatnih tkiva (4). Stoga se kod nemogućnosti pristupa regenerativnim metodama liječenja periimplantitisa može pristupiti brušenju i poliranju izloženog dijela dentalnog implantata kako bi se stvorila glatka površina. Tim se postupkom uklanja zahvaćena površina dentalnog implantata, ali i smanjuje buduća bakterijska kolonizacija (2). Implantoplastika je tehnika kojom se zaglađuju supra i subgingivno izloženi navoji, bilo zbog periimplantitisa ili zbog suprakrestalnog postavljanja implantata. Sam postupak zaglađivanja i poliranja izloženih navoja na implantatu ovisi o odabiru terapeuta. Ovisno o poziciji implantata, otežan pristup za brušenje navoja kao i morfologija koštanog defekta često odbijaju terapeute od ovog postupka. Osim otežanog pristupa, postoje i potencijalni problemi koji mogu nastati prilikom samog postupka. Mehanička svojstva implantata mogu biti narušena neposredno tijekom poliranja. Poliranje navoja dovodi do smanjenja promjera implantata, što narušava mehaničku stabilnost implantata te time i njegovu snagu. Potencijalni problemi koji mogu nastati uključuju i porast temperature zbog brušenja rotirajućim instrumentima, što može dovesti do pregrijavanja okolnog tkiva. Pri poliranju navoja dolazi do zaostajanja titanskih čestica u okolnom tkivu što može biti uzrokom upalne reakcije tkiva. Prilikom samog zahvata postoji opasnost i od zahvaćanja susjednih zuba te njihovog oštećenja rotirajućim instrumentima (2).

Svrha ovoga rada jest prikaz učestalosti komplikacija koje nastaju prilikom zahvata implantoplastike. Ovim preglednim radom želimo sakupiti podatke iz dostupne znanstvene i stručne literature te opisati kakve se mehaničke i biološke komplikacije pojavljuju prilikom zahvata implantoplastike te koliki je njihov značaj.

## **2. RAZRADA**

## 2.1. Periimplantatne bolesti i stanja

### 2.1.1. Periimplantatno zdravlje

Slično je paradontnom zdravlju a podrazumijeva odsutnost kliničkih znakova upale. Kliničkim pregledom implantata dobivamo uvid u zdravlje periimplantatne sluznice. Inspekcijom procjenjujemo prisutnost edema, hiperplazije i/ili recesije. Sondiranjem oko implantata procjenjujemo dubinu džepa i razinu krestalne kosti. Sila koja se koristi prilikom sondiranja ne bi smjela biti iznad 0,2 Newtona (N) što bi otprilike odgovaralo sili kojom se piše olovkom. Dubina sondiranja oko implantata je veća od dubine sondiranja zuba te iznosi do 5 milimetara (mm) zbog toga što su vlakna u periimplantatnoj sluznici paralelna s površinom implantata. Time je smanjena otpornost na sondiranje te je mogućnost sondiranja povećana u odnosu na zub. Prilikom sondiranja ne bi smjelo doći do krvarenja. Dubine sondiranja potrebno je provesti prije postave protetskog rada na implantatu te prilikom svakog kontrolnog pregleda (5). Ukoliko oblik protetskog rada onemogućuje sondiranje, trebalo bi promijeniti protetiku. Radiološka snimka jedna je od glavnih dijagnostičkih metoda za potvrdu zdravlja periimplantatne kosti te se radi usporedba razine kosti oko implantata na kontrolnim pregledima (6).

### 2.1.2. Periimplantatne bolesti

Patološka stanja periimplantatnog tkiva nastaju ukoliko se mikroorganizmi akumuliraju na površini implantata, čime dolazi do upale u tkivu te pojave periimplantatnog mukozitisa ili periimplantitisa. Glavni uzrok infekcije oko implantata je prisutnost mikroorganizama. Na progresiju i prognozu bolesti utječe broj bakterija kao što su *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Tannerella forsythia* i *Treponema denticola* (6-8). Neki od rizičnih faktora za nastanak upalnih stanja uključuju lošu oralnu higijenu, pušenje, paradontitis te sistemske bolesti poput diabetesa melitusa. Jedan od najbitnijih čimbenika za dugoročni uspjeh implantoprotetske terapije je adekvatno održavanje oralne higijene. Dugoročne kliničke studije pokazale su značajnu korelaciju između loše oralne higijene i periimplantatnih bolesti (9,10). Pušenje je bitan rizični faktor kako kod paradontnih bolesti, tako i kod periimplantatnih bolesti. Implantološki pacijenti koji su pušači imaju povećanu dubinu sondiranja i veće upale mekog tkiva u odnosu na nepušače (11-13). Povezanost diabetesa mellitusa i periimplantitisa je dokazana zbog lošije

metabolične kontrole te povećane razine protuupalnih citokina koji povećavaju upalnu reakciju (12).

#### 2.1.2.1. Periimplantatni mukozitis

Akumulacijom mikroorganizama oko implantata nastaje upala mekih tkiva oko dentalnih implantata bez dodatnog gubitka kosti. Periimplantatni mukozitis je stanje arakterizirano krvarenjem rilikom sondiranja oko implantata, eritemom marginalne sluznice uz implantat, a uz to može biti prisutna i otekline ii/ili supuracija (4). Kroz periimplantatnu mukozu upalne lezije brže progrediraju apikalno nego što je slučaj kod gingivnih lezija. Radiološki razina kosti odgovara razini kosti prilikom postavljanja implantoprotetskog nadomjeska. Mukozitis je prolazno stanje koje se može nekirurški sanirati uz pravilnu preventivnu mjeru čišćenja i pojačan režim oralne higijene.

#### 2.1.2.2. Periimplantitis

Upala veziva oko dentalnih implantata s progresivnim gubitkom kosti. Manifestira se pojavom krvarenja ili supuracije pri sondiranju parodontološkom sondom, povećanim dubinama sondiranja u odnosu na postavljanje suprastrukture ( $\geq 6$  mm) te gubitkom kosti oko implantata koji iznosi 3 mm ili više. Gubitak kosti se može potvrditi radiološki ukoliko iznosi 3mm i više ili usporedbom razine kosti prilikom postavljanja suprastrukture, ako gubitak kosti iznosi više od 2 mm. Periimplantatna je lezija enkapsulirana i svojim napredovanjem može dovesti do gubitka implantata.

## **2.2. Nekirurška terapija periimplantatnih bolesti i stanja**

Liječenje periimplantatnog mukozitisa započinje nekirurškim pristupom, i to podučavanjem pacijenta o provođenju bolje oralne higijene. Liječenje periimplantitisa dijelimo na pripremnu fazu koja pripada nekirurškom liječenju i kasniju odnosno kiruršku fazu. Liječenje periimplantatnog mukozitisa se provodi lokalnim površinskim čišćenjem uz pomoćltrazvučnih sredstava, jeskarenjem te primjenom klorheksidinskih gelova, diodnih lasera ili eventualno sistemskih antibiotika. Time želimo smanjiti krvarenje marginalne gingive kao i mogućnost nastanka supuracije i gubitka kosti (14-17). Pripremna faza liječenja periimplantitisa započinje CIST protokolom A,B,C, odnosno mehaničkim čišćenjem implantata te primjenom klorheksidinskih pripravaka i antibiotika (18, 19, 29). Kirurško liječenje periimplantitisa se označava D fazom CIST protokola te značava regenerativne ili resektivne oralnokirurške zahvate. Izbor odabira tehnike rada prepušta se svakom operateru individualno.

### 2.2.1. CIST protokol

Danas općeprihvaćen terapijski pristup liječenja periimplantitisa jest CIST protokol koji predstavlja kumulativnu interceptivnu potpornu terapiju, konzervativnim i kirurškim pristupom, ovisno o stadiju razvoja bolesti i zahvaćenosti tkiva oko implantata (21). Prije započinjanja CIST protokola, analiziraju se klinički parametri: 1. prisutan plak, 2. krvarenje pri sondiranju, 3. supuracija, 4. dubina sondiranja, 5. gubitak periimplantatne kosti.

#### CIST protokol A

CIST protokol pod oznakom A započinje se ukoliko na implantatima postoji plak, pozitivan indeks krvarenja te dubina sondiranja do 4 mm. CIST protokol A provodi se čišćenjem površine implantata kako bi se uklonile naslaga plaka s njegove površine. Postupak se izvodi posebnim plastičnim ili ugljičnim kiretama, te uz pomoć pjeskarenja posebnim plastičnim nastavcima i perio pijeskom kako ne bi došlo do oštećenja površine implantata. Samim postupkom, odnosno eliminacijom plaka s površine implantata smanjujemo površinsku iritaciju sluznice te time preveniramo prelazak periimplantatnog mukozitisa u periimplantitis.

### CIST protokol A+B

Kod prisutnosti plaka na implantatima, pozitivnog indeksa krvarenja te dubine sondiranja od 4 do 5 mm oko implantata provodi se CIST protokol B. Ovo podrazumijeva primjenu antiseptika nakon provođenja CIST protokola A. Antiseptik koji se najčešće upotrebljava te ima najbolji učinak kod periimplantitisa jest 0,2% klorheksidin diglukonat u obliku gela ili tekućine. Djeluje bakteriostatski i do 12 sati te onemogućava stvaranje plaka. Osim klorheksidinskih pripravaka, koriste se i 3% vodikov peroksid te povidon jodid.

### CIST protokol A+B+C

Ukoliko uz prisutnost plaka i krvarenja pri sondiranju imamo dubinu sondiranja iznad 6 mm, radiološki vidljiv gubitak kosti oko implantata te supuraciju na palpaciju, u terapiju se uključuju i antibiotici. Kod džepova dubine 6 mm i više, daljnje ubrzano napredovanje bolesti omogućuju gram-negativne anaerobne bakterije. Kako bi se smanjili uvjeti koji pogoduju gram-negativnim bakterijama, implantati se mehanički čiste, primijenjuju se antiseptici i tek nakon toga antibiotici. Time se oko implantata već prilikom mehaničkog čišćenja stvaraju aerobni uvjeti kako bi se smanjio broj anaerobnih bakterija. Antibiotici koji se propisuju su amoksisilin i medazol, u trajanju od 7 do 10 dana. Kod pacijenata koji u anamnezi navode alergijsku preosjetljivost na penicilin propisuje se klindamicin.

### CIST protokol A+B+C+D

Obzirom da je nekirurška terapija često nedovoljna u terapiji periimplantitisa, u većini slučajeva potreban je i kirurški pristup (22, 23).

### **2.3. Kirurška terapija periimplantatnih bolesti i stanja**

Kako bi se moglo pristupiti kirurškom liječenju periimplantitisa, potrebno je prvo osigurati stanje bez znakova upale u periimplantatnom tkivu. To podrazumijeva provođenje prethodno opisanih protokola A, B i C. Nakon toga se pristupa regenerativnom ili resektivnom kirurškom zahvatu. Odabir zahvata odlučuje se temeljem radioloških snimki – retroalveolarnih radioloških snimki, ortopantomograma ili CBCT dijagnostikom (eng Cone Beam Computer Tomography) te analizom dubine sondiranja kako bi se klasificirala vrsta koštanog defekta oko implantata. Kirurški postupak počinje odizanjem mukoperiostalnog režnja, prikazivanjem defekta oko implantata te uklanjanjem granulacijskog tkiva. Potom se površina implantata čisti sterilnim kuglicama vate i fiziološkom otopinom, titanskim česticama te različitim antiseptičkim i antibiotskim otopinama i gelovima. Upotrebljavaju se i laseri poput erbijum i diodnih lasera (24). Od kemijskih sredstava najčešće se koriste klorheksidin diglukonat, vodikov peroksid, tetraciklin hidroklorid te natrij hipoklorit (25). Nakon provedenog čišćenja, ispravlja se ekoštani defekt oko implantata resektivnim ili regenerativnim postupcima. Kad god se to može, pristupa se regenerativnim zahvatima kako bi se vratila izgubljena kost te osigurala potpora mekih tkiva oko implantata. Vođena regeneracija kosti odnosno GBR (eng. Guided Bone Regeneration-GBR) predstavlja postavljanje nadomjesnih materijala u defekt oko implantata. Mogu se koristiti i umjena i autogena kost te njihova kombinacija. Umjetna kost nema osteoinduktivno svojstvo već služi uglavnom kao držač volumena, dok kombinacija autogene i umjetne kosti ima i osteoinduktivni potencijal (26). Preko postavljenih nadomjesnih materijala se postavlja membrana koja može biti resorbirajuća ili neresorbirajuća, te se onda mora ukloniti u određenom vremenskom periodu, ovisno o vrsti koštanog defekta. Postavljena membrana služi prvenstveno za održavanje postignutog volumena kosti u defektu te kako bi onemogućila urastanje vezivnog tkiva unutar defekta, pošto vezio brže proliferira od koštanih stanica. Koštanim cijeljenjem smatra se interval od stvaranje 1 mm kosti mjesečno (27-29). Kod horizontalne resorpcije kosti oko implantata i defekata gdje ne postoji omeđenje kosti koje bi omogućilo provođenje regenerativnih postupaka, pristupa se resektivnoj kirurškoj terapiji. Resektivni kirurški postupak provodi se odizanjem mukoperiostalnoga režnja, otklanjanjem granulacijskog tkiva i čišćenjem površine implantata. Nakon toga se režanj fiksira apikalno kako bi se reducirale dubine sondiranja i omogućilo bolje cijeljenje. Zbog apikalnog pomicanja režnja, postoje i nedostaci resektivne kirurgije a označavaju mogućnost pojave recesije i lošu estetiku. U iznimnim slučajevima kod periimplantitisa koji se ne može liječiti, a potrebna je hitna intervencija, resektivna kirurgija može podrazumijevati i eksplantaciju implantata uz



ulanjanje inficiranog tkiva radi omogućavanja pravilnoga cijeljenja. Ovisno o vrsti i mjestu koštanog defekta, odlučuje se o resektivnoj ili regenerativnoj metodi kirurškog pristupa. Ukoliko se radi o estetskoj zoni, zbog mogućeg narušavanja estetike se izbjegava resektivni pristup. Resektivni pristup s implantoplastikom i osteoplastikom koštanog defekta većinom se ostavlja za stražnju regiju gdje estetika nije primarna. Sistematski pregledi studija o protokolima u liječenju periimplantitisa pokazuju kako potpuna dekontaminacija površine implantata nije moguća, ali djelotvornost je veća kada se kombiniraju mehanička i kemijska sredstva (30, 31). Postoje velike varijacije u učinkovitosti različitih pristupa, koji među ostalim ovise o mikro strukturi površine implantata. Kao što su brojne studije dokazuju, to je teže dekontaminirati površinu implantata što je veća i hrapavija površina implantata (32). U nekim slučajevima pristupa se implantoplastici koja podrazumijeva brušenje i poliranje površine implantata dijamantnim ili karbidnim svrdlima s ciljem smanjivanja hrapavosti površine (33).

## 2.4. Implantoplastika

Metoda koja se radi u slučajevima kada je koštani defekt takav da je limitirani potencijal za regeneraciju kosti i reoseointegraciju. Implantoplastika predstavlja mehaničku modifikaciju implantata, odnosno zaglađivanje površine dentalnog implantata uklanjanjem navoja i poliranjem. Postupak je to koji se radi u svrhu smanjivanja nove adherencije bakterija za površinu dentalnih implantata te kako bi se olakšalo čišćenje i time preveniralo ponovno javljanje periimplantatitisa u dijelu implantata izloženom usnoj šupljini. Izlaganjem usnoj šupljini hrapave površine nakupljaju na sebe više plaka u odnosu na glatke površine (33). Implantoplastika je tehnika koja podrazumijeva zaglađivanje i poliranje hrapave površine dentalnih implantata rotirajućim instrumenatima uz vodeno hlađenje. Cilj je dekontaminacija površine implantata te smanjivanje mogućnosti adherencije bakterijskog plaka na površinu implantata. Tehnika implantoplastike smanjuje dubinu sondiranja oko implantata te olakšava formiranje aerobnog i manje patogenog biofilma (34). Sama mikrostruktura implantata utječe na progresiju bolesti i ishod terapijskog postupka. Točnije, periimplantitis napreduje brže kod hrapavih implantata u usporedbi s implantatima poliranih vratova te postoji razlika u brzini progresije bolesti kod različitih mikrostruktura (35-37).

Studije koje su usporedile resektivnu kirurgiju sa i bez implantoplastike pokazuju veće preživljenje implantoprotetskih radova sa implantoplastikom u odnosu na stopu preživljenja bez implantoplastike (38). Pommer i suradnici (2016) su zabilježili postotak uspješnosti od 87% u devetogodišnjem praćenju terapije periimplantitisa kombinacijom implantoplastike i resektivnih metoda (39). Schwartz i suradnici su proučavali slučajeve gdje se implantoplastika kombinirala sa subepitelnim vezivnim transplantatom i pokazale su se značajno manje dubine sondiranja i recesije mekog tkiva (40). Slični rezultati dobiveni su i 2019.godine u istraživanju Bianchinija i suradnika uz trogodišnje praćenje implantata (41). Ipak, postupak uklanjanja navoja donosi rizik od moguće perforacije tijela implantata, uništavanja veze implantata sa suprastrukturuom, pregrijavanja implantata te potencijalnog toplinskog oštećenja okolne kosti, ili moguće upalne reakcije tkiva kao odgovor na zaostatne titanske čestice. Nadalje, smanjenje promjera implantata, koje uključuje vrat implantata, može utjecati na njegovu čvrstoću te povećati rizik od mehaničkih komplikacija poput deformacije ili pucanja vrata implantata.

### 2.4.1. Mehaničke komplikacije implantoplastike

Kako se implantoplastikom uklanja dio implantata, treba uzeti u obzir mogućnost raznih mehaničkih komplikacija do kojih može doći bilo tijekom zahvata ili nakon zahvata. Nepažljivim rukovanjem može nastati perforacija implantata ili se ugroziti veza između implantata i abutmenta. Naknadno može doći i do deformacije vrata implantata te slabljenja veze sa suprastrukturom ili čak do loma vijka. Sam gubitak kosti oko implantata predstavlja pad u mehaničkoj snazi implantata. U kombinaciji sa smanjenjem promjera uslijed poliranja, dodatno se narušava čvrstoća implantata. Dizajn implantata i vrsta veze su bitan faktor glede djelovanja mehaničkih svojstava nakon implantoplastike.

#### 2.4.1.1. Veličina koštanog defekta

Mehaničke komplikacije implantoplastike su u direktnoj korelaciji s veličinom resorpcije kosti oko implantata. Dimenzija implantata preostala u kosti odnosno dimenzija izloženog dijela implantata koji se obrađuje implantoplastikom izravno utječe na čvrstoću implantata nakon implantoplastike. Prema istraživanjima, ukoliko je barem polovica implantata i dalje oseointegrirana, vrijednosti otpornosti implantata na lom ne razlikuju se bitno sa i bez implantoplastike (manje od 10%) (42). Razlog se vjerojatno nalazi u tome što medularna kost prenosi opterećenje sa implantata u obliku rasipanja na okolnu kost umjesto koncentriranja na jednu točku (43). Povećana opasnost od savijanja i pucanja implantata postoji kada je više od polovice implantata zahvaćeno periimplantitisom i izloženo izvan kosti (42). S obzirom na navedeno, implantoplastika je relativno siguran zahvat koji se može provoditi bez velikog straha od frakture implantata ukoliko je barem polovica implantata i dalje integrirana u kost (42, 43).

#### 2.4.1.2. Promjer implantata

Promjer implantata utječe na otpornost implantata na lom i kod zdravog periimplantatnog tkiva. Uski implantati u usporedbi sa regularnim i širokim implantatima, pokazuju povećani rizik od frakture zbog smanjenog promjera. Brojna istraživanja pokazuju kako je kod uskih implantata, promjera manjeg od 3,3 mm opterećenje na području veze sa suprastrukturom povećano te kako promjer izravno utječe na čvrstoću implantata (44-51).

Temeljem istraživanja kojima se ispitivala otpornost implantata na lom prilikom neaksijalnog opterećenja, implantoplastika nema značajni utjecaj na čvrstoću i otpornost implantata šireg promjera (52, 53). S druge strane, studije pokazuju kako uski implantati pokazuju veću vjerojatnost mehaničkog slabljenja nakon postupka implantoplastike (53-55). Rezultati istraživanja koja su ispitivala utjecaj implantoplastike na čvrstoću implantata standardnog promjera su kontradiktorni. Studija Costa-Berenguera i suradnika 2018. pokazuje kako sam zahvat ne utječe bitno na snagu implantata normalnog promjera. Pažljiva primjena svrdla za poliranje bilježi minimalno smanjenje promjera implantata. Radiološki postupci potvrđuju kako se poliranjem zaglađuju navoji implantata, bez značajnog utjecaja na sam promjer. S druge strane, dvije studije pokazuju smanjenje čvrstoće implantata standardnog promjera (53, 54). Povećan rizik od pucanja kod uskih implantata je u izravnoj vezi sa smanjenjem promjera implantata koje nastaje brušenjem i poliranjem navoja, s obzirom na to da debljina stijenke implantata predstavlja glavni faktor snage implantata jer do pucanja dolazi u dijelu gdje je površina najtanja. Stoga povećan rizik treba pridati ukoliko se postupak implantoplastike izvodi na uskim implantatima (56, 57).

Zaključno, temeljem dosadašnjih istraživanja implantoplastika ne pokazuje povećani negativan utjecaj na mehanička svojstva implantata šireg promjera, dok je god promjer unutrašnjeg dijela implantata reduciran minimalno (58). Ipak, mehaničke komplikacije ne mogu biti sasvim isključene. Osim samog promjera implantata, na mehanička svojstva utječe i vrsta veze implantata i abutmenta, pozicija implantata u zubnom luku te stanje antagonista. Na primjer, manje sile djeluju u prednjim regijama usta te ukoliko su antagonisti djelomične proteze u odnosu na sile koje se razvijaju u stražnjoj regiji te fiksno protetskim radovima nošenim implantatima (59, 60). Tako primjerice zaseban implantat u distalnoj regiji nakon implantoplastike nosi veći rizik od mehaničkih komplikacija u usporedbi sa tročlanim mostom u frontalnoj regiji.

#### 2.4.1.3. Veza spoja implantat-suprastruktura

Sama vrsta veze implantata i suprastrukture igra veliku ulogu u čvrstoći spoja, ne samo nakon implantoplastike već i općenito. U prošlosti korišten vanjski šesterkutni spoj sada je zamijenjen unutarnjim spojem zbog loše mehaničke stabilnosti, takvog opterećenja vijka koje može dovesti do njegovog loma te mogućeg mikropropuštanja (61). Kod unutarnjeg spoja se vezujući elementi nalaze unutar samog implantata, čime se sila širi

dublje unutar samog implantata i time manje napreže okolnu kost. Kod sustava s dobrom frikcijskom vezom gotovo da nema rotacijskih pomaka (62). Unutarnji spojevi mogu biti cilindričnog ili koničnog oblika i u kombinaciji s antirotacijskim elementima ili bez njih. Najčešće korišteni su heksagonski oblici (62). Veza unutarnjim spojem implantata i suprastrukture pokazuje manju osjetljivost na distribuciju stresa prilikom opterećenja te ga prenosi na bukalnu kortikalnu kost čime pokazuje prednost nad vanjskim spojem kod kojega dolazi do veće resorpcije kosti (63, 64). Pojam promjene platforme (eng. platform switching) predstavlja oblik dosjeda suprastrukture na implantat, gdje je suprastruktura s dijelom kojim dosjeda u tijelo implantata užeg promjera od samoga implantata. Istraživanja su pokazala kako radovi s manjim promjerom suprastrukture u odnosu na implantat povoljno utječu na okolnu kost u razini spoja (65, 66). Kod dvodijelnih sustava se za bolju stabilnost suprastrukture na implantatu koristi Morseov konus koji označava kut između unutrašnje stijenke implantata i vanjske stijenke suprastrukture te iznosi od 8° do 11°. Takav spoj onemogućava rotacije suprastrukture u implantatu te se time značajno smanjuje rizik od popuštanja ili loma vijka u implantatu (67-70). Promjena platforme smanjuje gubitak marginalne kosti oko implantata (68). Prema studijama koje su istraživale čvrstoću implantata istog promjera ali različitih veza, rezultati nakon implantoplastike pokazuju odstupanja u vrijednostima ovisno o vezi (55). Gehrke i suradnici su laboratorijskim istraživanjem ispitivali otpornost implantata na lom prilikom neaksijalnog opterećenja prije i poslije implantoplastike pri gubitku kosti od 3 do 5mm kod implantata promjera 4mm i tri vrste spoja (unutarnji heksagonalni spoj, vanjski heksagonalni spoj i Morseov konus). Iako se otpornost implantata na lom smanjila kod sve tri skupine, vrijednosti variraju u odnosu na vrstu spoja. Vanjski i unutarnji heksagonalni spoj pokazali su smanjenje otpornosti od otprilike 40% u odnosu na prije poliranja navoja. Veza Morseovim konusom pokazala se najmanje sklona frakturama sa smanjenjem otpornosti od otprilike 20% (55). Razlike u otpornosti na lom ponovno su izravno povezane s različitim debljinama stijenke implantata u području veze sa suprastrukturom preostalima nakon brušenja odnosno poliranja navoja (71).

## 2.4.2. Biološke komplikacije implantoplastike

### 2.4.2.1. Porast temperature

Tijekom samog zahvata može doći do pregrijavanja implantata uslijed brušenja i nedostatnog hlađenja. Pregrijavanje implantata može uzrokovati termičko oštećenje okolne kosti. Poznato

je kako porast temperature između 42°C i 45°C može dovesti do reverzibilnog toplinskog šoka (72) a ukoliko temperatura prijeđe 47°C tijekom trajanja od jedne minute, dolazi do nepovratnog toplinskog oštećenja (73). Istraživanja su pokazala kako postoje varijacije u porastu temperature ovisno o vrsti svrdla koje se koristi te o vremenu kontakta svrdla i površine implantata, no pravilnim hlađenjem temperatura uglavnom ne prelazi prag za toplinsko oštećenje (74-76). Temeljem laboratorijskih istraživanja, temperatura na spoju implantata i površine kosti tijekom implantoplastike sa pravilnim vodenim hlađenjem ne poraste za više od 1,5°C, neovisno o vrsti svrdla i trajanju brušenja (77, 78). Prema studiji o porastu temperature prilikom poliranja navoja, Sharon i suradnici 2011. zabilježili su kako prije samog kontakta svrdla s implantatom, vodeno hlađenje snizi temperaturu implantata za 1,5°C. Kada svrdlo dođe u kontakt s površinom implantata, u prvih 5 sekundi poraste za 1.5 to 1.8°C te se nakon 10 sekundi snizi na početnu temperaturu na kojoj i ostane (77). Termalne promjene se kreću gotovo jednako nevezano uz vrstu svrdla koje se koristi, što govori u prilog tome kako porast temperature nije povezan uz vrstu svrdla već uz sam postupak, turbinu i adekvatno vodeno hlađenje. Međutim, efikasnost različitih svrdala se razlikuje međusobno. Odabir pravog svrdla tako može smanjiti vrijeme brušenja i poliranja. Pregrijavanje kosti predstavlja dakle faktor rizika koji se lako kontrolira standardnim, adekvatnim vodenim hlađenjem. Utjecaj porasta topline i prijenos sa površine implantata na okolno tkivo mjeren je i u studiji Grossa i suradnika. Ovdje su dobiveni rezultati više varirali vezano uz upotrebu različitih svrdala. Prema Grossu i sur., brušenje dijamanantnim svrdlom na turbini uz vodeno hlađenje ne uzrokuje porast temperature veći od 2°C. S druge strane, upotreba karbidnog svrdla bilježi porast temperature od čak maksimalno 4,7°C uz vodeno hlađenje. Ono što preporučaju je intermitentni pritisak turbinom jer to smanjuje temperaturu za 75% (759).

#### 2.4.2.2. Zaostatne čestice u tkivu

Nakon poliranja navoja u tkivu zaostaju sitne čestice koje mogu kontaminirati ranu nakon implantoplastike te imaju potencijalno negativan utjecaj na cijeljenje rane nakon zahvata. Istraživanja vezana uz utjecaj rezidualnih čestica su oskudna i oprečna. Romeo i suradnici nisu utvrdili utjecaj zaostatnog titana na okolno tkivo. S druge pak strane, Schwarz i suradnici u studiji na životinjama pronašli su dokaze kako su rezidualne titanske čestice u priležećim mekim tkivima uzrokovale prisutnost kroničnog upalnog infiltrata stanica. Čestice koje zaostaju u tkivu su mikro i nano veličine (80) te se sastoje ne samo od titana, već i vanadija, aluminija te ugljika. Komercijalno čisti titan koji se koristi u stomatologiji, je takozvani CpTi Grade 5

koji je zapravo legura titana, aluminijska i vanadijska. Osim toga, legure titana sadrže male količine željeza, kisika, ugljika i nikla koji poboljšavaju njegova mehanička svojstva (82). Nanočestice kakve se mogu naći u tkivu nakon poliranja površine implantata, mogu ući unutar stanica pomoću nekoliko načina i to fagocitozom, endocitozom ili makropinocitozom te pasivnom difuzijom (82). Izloženost nanočesticama potencijalno može uzrokovati biološki odgovor na molekularnoj razini u vidu modifikacija RNK ili DNK mutacije (83-85).

U analizi Beheshti Maala i suradnika, udio titanskih zaostatnih čestica je povećan pri upotrebi karbidnih ili dijamantnih svrdala u kombinaciji sa silikonskim gumicama za poliranje (86). Nije zabilježena razlika u otpuštanju iona titana između različitih vrsta implantata. Osim otpuštanja iona iz površine implantata tijekom brušenja, velika količina zabilježenog debrisa nastaje otpuštanjem iz silikonskih gumica za poliranje jer im je tvrdoća manja od tvrdoće implantata. Iako su slitine titana koje se koriste za izradu implantata biokompatibilne, postoji zabrinutost vezano uz citotoksičnost vanadijskih i aluminijskih (87). Vanadijski ioni pronađeni su u okolnom tkivu nakon postupka implantoplastike. Otpuštanje iona vanadijskih prema laboratorijskom istraživanju raste s vremenom, a time i direktna izloženost stanica vanadiju. Utjecaj zaostatnih čestica vanadijskih dovodi do smanjenja vitalnosti stanica u okolnom tkivu. Citotoksičnost vanadijskih je prethodno utvrđena i dokumentirana (88, 89). Studije pokazuju kako se korozija Ti-6Al-4V, odnosno Grade 5 titana odvija u porastu s protokom vremena te se time oslobađa više iona vanadijskih u tkivo (84, 90). Citotoksičnost iona vanadijskih ovisi o dozi. Koncentracije od 23–30 mikrometara ( $\mu\text{M}$ ) ( $1.17\text{--}1.53\mu\text{gml}^{-1}$ ) značajno smanjuju vitalnost stanica fibroblasta. Prema dostupnim istraživanjima, koncentracija vanadijskih u tkivu koja zaostaje nakon poliranja navoja otprilike iznosi  $0.1\mu\text{gml}$  nakon 10 dana.

Prema istraživanju Beheshti Maala i suradnika, zaostatne čestice ne nalaze se samo u okolnom tkivu već i na površini implantata. Tako se analizirajući površinu implantata nakon brušenja i poliranja, mogu na njoj naći područja sa ionima silicija. Najveće količine zaostatnih nanočestica silicija zabilježene su na površini implantata kao i u debrisu u okolnom tkivu nakon upotrebe silikonskih gumica za poliranje (86). Proučavan je i utjecaj titanskih čestica na indukciju sekrecije proinflammatoryh citokina putem fibroblasta. U analizama umjetnih titanskih zglobova bitan aspekt predstavlja utjecaj titanskih čestica na aseptični gubitak implantata putem upalnih citokina i aktivacije makrofaga (85). Iako postoji razlog za zabrinutost u vezi zaostatnih čestica nakon poliranja implantata, samo jedna pretklinička in vivo studija je dokazala postojanje zaostatnih titanskih nanočestica i njihovu povezanost s oskudnim kroničnim upalnim infiltratom (89). Svakako, rizik od zaostajanja čestica u tkivu prilikom brušenja se može

smanjiti i prije samog poliranja navoja i to primjenom ljepljivih pasta za intraoralnu upotrebu koje se jednostavno isperu nakon poliranja. Kada se uspoređuju zaglađene površine nakon implantoplastike sa nepoliranom površinom, zabilježene su manje količine upalnih citokina i fibronektina (87). Između različitih protokola korištenja svrdala za poliranje, nisu zabilježene bitne razlike (89). Povećana proliferacija fibroblasta na glatkim površinama zabilježena je u više studija (91-95). U slučaju periimplantitisa, preinake površine dentalnih implantata poželjne su u svrhu olakšavanja održavanja oralne higijene, ali potencijalno i za poboljšavanje prijanjanja mekog tkiva. (96). Dodatnim istraživanjima se treba tek potvrditi ima li zaista poliranje površine implantata kapacitet da utječe na rast i adheziju fibroblasta u tkivu. To ukazuje kako implantoplastika ne utječe samo na smanjenje broja mikroorganizama u periimplantatnom tkivu, već i na cijeljenje mekog tkiva i postizanje homeostaze.

#### 2.4.2.3. Oštećenja okolnih struktura

Prilikom svake manipulacije u ustima treba biti oprezan, tako i kod implantoplastike. Ovisno o lokalizaciji implantata te vrsti koštanog defekta, brušenje površine implantata je zahtjevan postupak kojem se treba pažljivo pristupiti ne samo zbog mogućeg oštećenja implantata ili kosti, već i zbog mogućeg oštećenja okolnih zuba.

Istraživanjem Sahrmana i suradnika ustvrdilo se kako u čak 63% slučajeva postoje površinska oštećenja susjednih zubi, i to na aproksimalnim spojevima (97).

#### 2.4.3. Protokol poliranja navoja

Postupak implantoplastike započinje primjenom lokalne anestezije i odizanjem mukoperiostalnog reznja s prikazom koštanog defekta i izloženih navoja implantata. Zatim se navoji na implantatu brušenjem zaglade te zapoliraju do makroskopski vidljivog sjaja. Najčešće upotrebljavana svrdla za uklanjanje navoja na eksponiranom implantatu su dijamantna te karbidna svrdla (sastavljena od slitine tungstena i ugljika). Nakon početnog zaglađivanja navoja koriste se silikonske gumice za poliranje (98, 99). Neki kliničari dodatno koriste Arkansas kamen nakon dijamantnog svrdla kako bi dodatno zagladili površinu implantata prije upotrebe same silikonske gumice za poliranje (100). Brojne studije dokazale su kako vrijednosti poliranosti površine mora preći prag Ra u iznosu 0.21  $\mu\text{m}$  (101, 40). Ispod tog praga je hrapavost površine prevelika i ne smanjuje kolonizaciju bakterija za površinu. Karbidna i dijamantna svrdla su tvrđa od titana te se ne troše tako lako. Međutim, silikonski polireri otpuštaju silikonske čestice u tkivo. Zbog tog razloga, neki kliničari ne preporučaju korištenje silikonskih



gumica za poliranje već upotrebu Arkansas kamena (103). Cilj je povećati poliranje površine te ujedno smanjiti količinu debrisa i potrošnju vremena. Obilno ispiranje potrebno je i prilikom samog brušenja ali i nakon kako bi se što detaljnije uklonio debris u tkivu. Različiti kliničari primijenjuju različit protokol u svrhu implantoplastike. Lassere i suradnici preporučaju upotrebu okruglih dijamantnih svrdala manjeg promjera (1.8, 2.3 i 3.5mm) veličine čestica 30mikrona uz rotaciju od 15,000 rotacija u minuti te obilno ispiranje fiziološkom otopinom. Trajanje postupka iznosi otprilike 5 min (54). Prema dosada poznatom, korištenje samo dijamantnih ili samo karbidnih svrdala ne dovodi do dovoljnog poliranja površine kako bi se prevenirala adhezija bakterija. Postupak stoga podrazumijeva korištenje dijamantnog ili karbidnog svrdla za uklanjanje navoja, te zatim poliranje silikonskim gumicama. Poliranje samo Arkansas kamenom ne stvara dovoljno poliranu površinu (104). Pojednostavljeni protokol prema Costa-Berenguera i sur. provodi se pomoću 3 svrdla, dostatno da se postigne poliranost površine implantata između 0.1  $\mu\text{m}$  do 0.2  $\mu\text{m}$ . Postupak se provodi turbinom s adekvatnim vodenim hlađenjem, uz pomoć crvenog karbidnog ovalnog svrdla koje prate smeđa pa zelena silikonska gumica za poliranje (105). In vitro istraživanjem Sahrmana i suradnika 2019. proučavala se brzina, sjaj nakon poliranja, zagađenost tkiva rezidualnim debrisom, utjecaj na susjedne zube i stabilnost implantata te su dobiveni zaključci kako dijamantna svrdla manje zagađuju okolno tkivo, dok karbidna svrdla imaju veću sposobnost rezanja i brže uklanjanju navoje. Veći sjaj je zabilježen kod silikonskih polirera u odnosu na Arkansas kamen. Ograničenja implantoplastike osim mogućih mehaničkih i bioloških komplikacija su također i zahtjevnost izvedbe i trajanje samog postupka. Pristup aproksimalnim ploham je otežan i često ograničen, što može negativno utjecati na ishod terapije. Utvrđeno je kako je otprilike 10 minuta potrebno kako bi se površina implantata dovoljno zapolirala (105). Stavropoulos i suradnici su 2019. u sustavnom preglednom radu zaključili kako su klinički dokazi koji potvrđuju povećan rizik od mogućih mehaničkih i bioloških komplikacija nakon implantoplastike ipak oskudni (2).

### **3. RASPRAVA**

Periimplantitis je svakodnevica koja nas sve više okružuje. Iako je pristup liječenju periimplantitisa određen prema CIST protokolu te se naglasak stavlja na regenerativnu kirurgiju, postoje situacije kada regenerativna kirurgija ne polučuje uspjeh. Kada je oko implantata prisutan veliki defekt kosti s malom šansom za regeneraciju, odabir je na stomatologu kojim će pristupom dalje ići. Resektivne metode u kombinaciji s implantoplastikom pokazale su uspjeh u održavanju stabilnosti implantata i odsutnosti upale u tkivu oko implantata. Usporedbom čisto resektivnih metoda liječenja periimplantitisa i kombinacije sa implantoplastikom, implantati podvrgnuti implantoplastici su mjerili manje dubine sondiranja i manje krvarenje pri sondiranju, te im je preživljenje bilo prema nekim istraživanjima i 100% u odnosu na samo resektivne metode.

Implantoplastika je zahvat kojim se pristupa suprakrestalno izloženoj površini implantata te se bruse navoji implantata i polira površina. Princip se temelji na poznatoj činjenici da glatke površine u ustima na sebe nakupljaju manje plaka. Time se smanjuje adherencija novih bakterija za površinu implantata i omogućava lakše održavanje higijene. Sam protokol implantoplastike ovisi o terapeutu koji može odabrati kakvo će svrdlo koristiti te koliko dugo će raditi. Odabir svrdla ovisi o koštanom defektu te o mogućem pristupu implantatu. Standard je brušenje navoja implantata karbidnim ili dijamantnim svrdlom te poliranje površine gumicama nakon toga. Dijamantna i karbidna svrdla pokazuju sličnu efektivnost. Poliranje silikonskim gumicama nakon toga pokazuje najbolje rezultate u mjerenju poliranosti površine. Silikonske gumice otpuštaju i najviše debrisa u okolno tkivo tako da neki stomatolozi preporučaju upotrebu Arkansas kamena koji je tvrđi te se manje troši pri poliranju. Mjerenja su pokazala kako korištenje Arkansas kamena ipak ne postiže dovoljno glatku površinu kao poliranje gumicama. Postupak brušenja navoja na implantatu nosi i neke rizike koje treba imati na umu. Prilikom uklanjanja navoja na implantatu smanjuje se njegov promjer što utječe na stabilnost i čvrstoću. Potrebno je što opreznije brusiti površinu kako je se ne bi perforiralo te kako bi se što manje površine uklonilo a da se dobije glatka površina implantata. Implantati uskog promjera nakon implantoplastike i dodatnog smanjivanja promjera pokazuju veću sklonost frakturiranju. Sklonost se prema nekim istraživanjima povećava i za 40%. Iako oskudna, istraživanja govore u prilog tome da pažljivom implantoplastikom nema velikog razloga za zabrinutost kod širokih implantata. Poliranjem površine širokih implantata debljina stijenke ostane dostatna za otpor žvačnim silama koje nastaju u ustima. Podaci koji govore o utjecaju implantoplastike na čvrstoću implantata standardnih promjera su kontradiktorni. Prema nekim istraživanjima, i kod

standardnih implantata se brušenjem i poliranjem smanjuje čvrstoća toliko da se povećava opasnost od frakturiranja implantata. Prema drugim pak istraživanjima, nema velike opasnosti od pucanja implantata standardnog promjera nakon brušenja. Osim opasnosti od frakture implantata nakon brušenja, postoji opasnost i od slabljenja ili pucanja spoja implantata i suprastrukture. Bitan faktor ovdje je i sama veza implantata i suprastrukture. Veze unutarnjim šesterokutnim spojem te Morseovim konusom pokazuju općenito bolja mjerenja. Istraživanja koja su proučavala utjecaj implantoplastike na različite veze implantata sa suprastrukturom pokazala su veću sklonost frakturi kod implantata koji su vanjskim spojem povezana sa suprastrukturom. Osim navedenoga, mehaničke komplikacije implantoplastike su izravno povezane s veličinom resorpcije kosti oko implantata. Istraživanja pokazuju kako vrijednosti otpornosti implantata na lom ne padaju bitno ukoliko je barem polovica implantata i dalje oseointegrirana. Kada je više od polovice implantata zahvaćeno periimplantitisom te je izvan kosti, tada se povećava rizik od mehaničkih deformacija implantata u obliku savijanja ili loma. Također, svakako treba uzeti u obzir i poziciju implantata, stanje antagonista te sveukupno stanje u ustima. Rizik od mehaničkih komplikacija nije isti kod primjerice mosta nošenog na više implantata u prednjem dijelu čeljusti, kao i kod krune na zasebnom implantatu u stražnjoj regiji, gdje su i žvačne sile jače. Prilikom svakog brušenja postoji opasnost od pregrijavanja. Vodeno hlađenje je standardni protokol bez kojega ne možemo u stomatologiji. Iako faktor koji predstavlja veliku opasnost zbog mogućnosti nastanka nekroze kosti uslijed pregrijavanja, to je ujedno i faktor koji se najjednostavnije kontrolira. Prema dostupnim istraživanjima, uz adekvatno vodeno hlađenje te eventualno intermitentni pritisak, ne postoji rizik od pregrijavanja implantata i okolne kosti. Nepovratno toplinsko oštećenje kosti nastaje prilikom porasta temperature na 47°C tijekom jedne minute, što u slučaju implantoplastike pravilnim hlađenjem ne nastaje.

Poliranje površine implantata brušenjem podrazumijeva njeno smanjivanje, čime se u okolnom tkivu nakuplja debris. Zaostatni sloj u tkivu je nužno što bolje ukloniti obilnim ispiranjem fiziološkom otopinom. Postoje ljepljive paste koje se preporuča postaviti oko implantata prije implantoplastike. Za pastu se čestice prilikom brušenja lijepe te ih je onda jednostavnije odstraniti. Svejedno, zaostatni sloj je rizik koji nije detaljno istražen. Debris koji možemo naći u okolnom tkivu sastoji se od čestica koje grade implantat te od čestica koje se otpuštaju iz sredstava za poliranje tijekom brušenja. Silikonske gumice koje dovode do visokog sjaja poliranjem, ujedno i otpuštaju najviše debrisa u okolnom tkivu, zbog čega možemo naći silicijeve ione. Implantat je građen od komercijalno čistog titana koji je sam po sebi

biokompatibilan. Međutim, veličina čestica koje mogu zaostati u tkivu nakon brušenja je dovoljno malena tako da može ući unutar stanica i time remetiti funkciju i vitalnost stanica u okolnom tkivu. Osim čestica titana koje se mogu naći u zaostatnom sloju, mogu se naći i druge nanočestice koje se nalaze u sastavu implantata poput vanadija, aluminijske i ugljika. Iako postoji zabrinutost u vezi citotoksičnosti vanadija, istraživanja na implantatima nisu pokazala razloga za brigu. Obilno ispiranje znatno smanjuje rizik od nastanka reakcije tkiva na zaostatni sloj nakon brušenja.

Konačno, nepažljivo rukovanje rotirajućim instrumentima može oštetiti susjedne zube. Najviše površinskih defekata na susjednim zubima nađeno je na dodirima aproksimalnih kontakata. Sam postupak implantoplastike iziskuje ulaganje vremena i truda za terapeuta. Otežan pristup zbog različitih oblika koštanih defekata, ovisnosti o poziciji implantata unutar zubnog luka, te mogućnosti skidanja suprastrukture utječu na samo trajanje postupka brušenja i poliranja navoja. S obzirom na to da se postupak provodi u situacijama kad nema šanse za regenerativnim metodama u terapiji periimplantitisa, ne čudi da je implantoplastika rijetko primijenjivani oblik terapije.

#### **4. ZAKLJUČAK**

Poliranje površine implantata donosi rizik od nekih mehaničkih i bioloških komplikacija. Smanjivanje promjera implantata, posebice u području veze sa suprastrukturuom donosi rizik od perforacije implantata, slabljenja veze sa suprastrukturuom te čak i od frakture implantata. Istraživanja pokazuju kako implantoplastika uskih implantata smanjuje njihovu stabilnost te povećava vjerojatnost frakture. Iako su kontradiktorni rezultati istraživanja rađenih na standardnim implantatima, implantoplastika širokih i standardnih implantata se ne povezuje sa značajnim promjenama čvrstoće implantata. Dizajn implantata i vrsta veze su bitan faktor glede djelovanja mehaničkih svojstava nakon implantoplastike. Moguće pregrijavanje kosti uslijed brušenja je ozbiljna posljedica koja se lako kontrolira obilnim vodenim hlađenjem i eventualno rekurentnim pritiskom svrdla o implantat. Istraživanja pokazuju kako porast temperature tada ne poraste toliko da bi uzrokovalo oštećenje okolne kosti. Samim brušenjem površine implantata nastaje debris koji može ostati u okolnom tkivu te dovesti do upalne reakcije okolnog tkiva. Depozicija zaostatnih čestica u tkivu se teže kontrolira te je očekivana. Obilnim postoperativnim ispiranjem fiziološkom otopinom i taj rizik se može svesti na minimum. Iako oskudna, istraživanja u vezi implantoplastike pokazuju kako postupak ipak nema nekih značajnijih komplikacija.

## **10. LITERATURA**



1. Daugela P, Cicciù M, Saulacic N. Surgical Regenerative Treatments for Peri-Implantitis: Meta-analysis of Recent Findings in a Systematic Literature Review. *J Oral Maxillofac Res.* 2016;7(3):15.
2. Stavropoulos A, Bertl K, Eren S, Gotfredsen K. Mechanical and biological complications after implantoplasty-A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2019;30:833-48.
3. Subramani K, Jung RE, Molenberg A, Hammerle CH. Biofilm on dental implants: a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24(4):616-26.
4. Smeets R, Henningsen A, Jung O, Heiland M, Hammächer C, Stein JM. Definition, etiology, prevention and treatment of peri-implantitis--a review. *Head Face Med.* 2014;3(10):34.
5. Berglundh T, Armitage G, Araujo MG, Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo PM, et al. Peri implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol.* 2018;45:286-91.
6. Van Assche N, Jacobs R, Coucke W, van Steenberghe D, Quirynen M. Radiographic detection of artificial intra-bony defects in the edentulous area. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(3):273-9.
7. Leonhardt A, Renvert S, Dahlén G. Microbial findings at failing implants. *Clin Oral Implants Res.* 1999;10(5):339-45.
8. Schou S, Holmstrup P, Stoltze K, Hjørting-Hansen E, Fiehn NE, Skovgaard LT. Probing around implants and teeth with healthy or inflamed peri-implant mucosa/gingiva. A histologic comparison in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*). *Clin Oral Implants Res.* 2002;13(2):113-26.
9. Lindquist LW, Carlsson GE, Jemt T. A prospective 15-year follow-up study of mandibular fixed prostheses supported by osseointegrated implants. Clinical results and marginal bone loss. *Clin Oral Implants Res.* 1996;7(4):329-36.
10. Ferreira SD, Silva GL, Cortelli JR, Costa JE, Costa FO. Prevalence and risk variables for peri-implant disease in Brazilian subjects. *J Clin Periodontol.* 2006;33(12):929-35.
11. Rinke S, Ohl S, Ziebolz D, Lange K, Eickholz P. Prevalence of periimplant disease in partially edentulous patients: a practice-based cross-sectional study. *Clin Oral Implants Res.* 2011;22(8):826-33.
12. Roos-Jansåker AM, Renvert H, Lindahl C, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part III: factors associated with peri-implant lesions. *J Clin Periodontol.* 2006;33(4):296-301.

13. Heitz-Mayfield LJ. Peri-implant diseases: diagnosis and risk indicators. *J Clin Periodontol.* 2008;35(8):292-304.
14. Van der Weijden GA, van Bommel KM, Renvert S. Implant therapy in partially edentulous, periodontally compromised patients: a review. *J Clin Periodontol.* 2005;32(5):506-11.
15. Schou S, Holmstrup P, Worthington HV, Esposito M. Outcome of implant therapy in patients with previous tooth loss due to periodontitis. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(2):104-23.
16. Karoussis IK, Kotsovilis S, Fourmouis I. A comprehensive and critical review of dental implant prognosis in periodontally compromised partially edentulous patients. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(6):669-79.
17. Quirynen M, Abarca M, Van Assche N, Nevins M, Van Steenberghe D. Impact of supportive periodontal therapy and implant surface roughness on implant outcome in patients with a history of periodontitis. *J Clin Periodontol.* 2007;34(9):805-15.
18. Renvert S, Persson GR. Periodontitis as a potential risk factor for peri-implantitis. *J Clin Periodontol.* 2009;36(10):9-14.
19. Quirynen M, Papaioannou W, van Steenberghe D. Intraoral transmission and the colonization of oral hard surfaces. *J Clin Periodontol.* 1996;67(10):986-93.
20. Quirynen M, Van Assche N. Microbial changes after full mouth tooth extraction, followed by 2-stage implant placement. *J Clin Periodontol.* 2011;38(6):581-8.
21. Jan Lindhe, Jan L. Wennström i Tord Berglundh. Sluznica oko zuba i implantata: Periimplantatna mukoza. In: Jan Lindhe, Niklaus P. Lang, Thorkild Karring. *Klinička parodontologija i dentalna implantologija: Prema 5. engleskom izdanju, Svezak 1.* Zagreb: Nakladni zavod Globus; 2010. p73-6
22. Figuero E, Graziani F, Sanz I, Herrera D, Sanz M. Management of peri-implant mucositis and peri-implantitis. *Periodontol 2000.* 2014;66(1):255-73.
23. Suárez-López Del Amo F, Yu SH, Wang HL. Non-Surgical Therapy for Peri-Implant Diseases: a Systematic Review. *J Oral Maxillofac Res.* 2016;97(3):13.
24. Heitz-Mayfield LJA, Salvi GE, Mombelli A, Faddy M, Lang NP. Anti-infective surgical therapy of peri-implantitis. A 12-month prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(2):205-10.
25. Renvert S, Roos-Jansaker A-M, Claffey NN. Non-surgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: A literature review. *J Clin Periodontol.* 2008;35(8):305-15.

26. Claffey N, Clarke E, Polyzois I, Renvert S. Surgical treatment of peri-implantitis. *J Clin Periodontol.* 2008;35(8):316-32.
27. Ata-Ali J, Candle-Marti ME, Flinchy-Fernández AJ, Peñarrocha- Oltra D, Balaguer-Martinez JF, Peñar-rocha Diago M. Peri-implantitis: associated microbiota and treatment. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2011;16(7):937-43.
28. Renvert S, Roos-Jansåker AM, Claffey N. Non-surgical treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: a literature review. *J Clin Periodontol.* 2008;35(8):305-15.
29. Renvert S, Polyzois IN. Clinical approaches to treat peri-implant mucositis and peri-implantitis. *Periodontol 2000.* 2015;68(1):369-404.
30. Louropoulou A, Slot DE, Van der Weijden F. Mechanical self-performed oral hygiene of implant supported restorations: a systematic review. *J Evid Based Dent Pract.* 2014;14:60-9.
31. Ntrouka VI, Slot DE, Louropoulou A, Van der Weijden F. The effect of chemotherapeutic agents on contaminated titanium surfaces: a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2011;22(7):681-90.
32. Teughels W, Van Assche N, Sliепен I, Quirynen M. Effect of material characteristics and/or surface topography on biofilm development. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(2):68-81.
33. Mengel R, Buns CE, Mengel C, Flores-de-Jacoby L. An in vitro study of the treatment of implant surfaces with different instruments. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1998;13(1):91-6.
34. Greenstein G. Contemporary interpretation of probing depth assessments: diagnostic and therapeutic implications. A literature review. *J Periodontol.* 1997;68(12):1194-205.
35. Albouy JP, Abrahamsson I, Persson LG, Berglundh T. Spontaneous progression of peri-implantitis at different types of implants. An experimental study in dogs. I: clinical and radiographic observations. *Clin Oral Implants Res.* 2008;19(10):997-1002.
36. Berglundh T, Gotfredsen K, Zitzmann NU, Lang NP, Lindhe J. Spontaneous progression of ligature induced peri-implantitis at implants with different surface roughness: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(5):655-61.
37. Wennerberg A, Sennerby L, Kultje C, Lekholm U. Some soft tissue characteristics at implant abutments with different surface topography. A study in humans. *J Clin Periodontol.* 2003;30(1):88-94.
38. Romeo E, Lops D, Chiapasco M, Ghisolfi M, Vogel G. Therapy of peri-implantitis with resective surgery. A 3-year clinical trial on rough screw-shaped oral implants. Part II: radiographic outcome. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18:179–87.

39. Pommer B, Haas R, Mailath-Pokorny G, et al. Periimplantitis Treatment: Long-Term Comparison of Laser Decontamination and Implantoplasty Surgery. *Implant Dent.* 2016;25:646-49.
40. Schwarz F, Sahm N, Becker J. Combined surgical therapy of advanced peri-implantitis lesions with concomitant soft tissue volume augmentation. A case series. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(1):132-6.
41. Bianchini MA, Galarraga-Vinueza ME, Apaza-Bedoya K, De Souza JM, Magini R, Schwarz F. Two to six-year disease resolution and marginal bone stability rates of a modified resective-implantoplasty therapy in 32 peri-implantitis cases. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2019;21:758-65.
42. Tribst, J. P. M., Dal Piva, A. M. de O., Shibli, J. A., Borges, A L. S. & Tango, R. N. Influence of implantoplasty on stress distribution of exposed implants at different bone insertion levels. *Braz Oral Res.* 2017;31.
43. Frost HM. Wolff's Law and bone's structural adaptations to mechanical usage: an overview for clinicians. *Angle Orthod.* 1994;64(3):175-88.
44. Allum, S.R.; Tomlinson, R.A.; Joshi, R. The impact of loads on standard diameter, small diameter and miniimplants: A comparative laboratory study. *Clin Oral Implants Res.* 2008,19,553–9.
45. Gealh WC, Mazzo V, Barbi F, Camarini ET. Osseointegrated implant fracture: causes and treatment. *J Oral Implantol.* 2011;37(4):499-503.
46. Berglundh, T.; Persson, L.; Klinge, B. A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years. *J Clin Periodontol.* 2002;29(3),197–212.
47. Eckert SE, Meraw SJ, Cal E, Ow RK. Analysis of incidence and associated factors with fractured implants: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2000;15(5):662-7.
48. Renouard F, Rangert, B. Risk Factors in Implant Dentistry: Simplified Clinical Analysis for Predictable Treatment. New Malden: Quintessence Publishing Company; 1999. Chapter 3, Biomechanical Risk Factors; 33-57
49. Polizzi, G.; Fabbro, S.; Furri, M.; Herrmann, I.; Squarzoni, S. Clinical application of narrow BrånemarkSystem implants for single-tooth restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999;14:496–503.
50. Rangert, B.; Krogh, P.H.; Langer, B.; Van Roekel, N. Bending overload and implant fracture: A retrospective clinical analysis. *Int. J Oral Maxillofac Implants.* 1995;10:326–34.

51. Anitua E, Saracho J, Begoña L, Alkhraisat MH. Long-Term Follow-Up of 2.5-mm Narrow-Diameter Implants Supporting a Fixed Prosthesis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2016;18(4):769-77.
52. Gehrke SA, Shibli JA, Aramburú Junior JS, de Val JE, Calvo-Girardo JL, Dedavid BA. Effects of different torque levels on the implant-abutment interface in a conical internal connection. *Braz Oral Res*. 2016;30:806-32.
53. Chan HL, Oh WS, Ong HS, Fu JH, Steigmann M, Sierraalta M, Wang HL. Impact of implantoplasty on strength of the implant-abutment complex. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013;28(6):1530-5.
54. Costa-Berenguer X, García-García M, Sánchez-Torres A, Sanz-Alonso M, Figueiredo R, Valmaseda-Castellón E. Effect of implantoplasty on fracture resistance and surface roughness of standard diameter dental implants. *Clin Oral Implants Res*. 2018;29(1):46-54.
55. Gehrke SA, Aramburú Júnior JS, Dedavid BA, Shibli JA. Analysis of Implant Strength After Implantoplasty in Three Implant-Abutment Connection Designs: An In Vitro Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2016;31(3):65-70.
56. Gealh WC, Mazzo V, Barbi F, Camarini ET. Osseointegrated Implant Fracture: Causes and Treatment. *J Oral Implantol*. 2011;37:499–503.
57. Chan HL, Oh WS, Ong HS, Fu JH, Steigmann M, Sierraalta M. Impact of implantoplasty on strength of the implant-abutment complex. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013;28:1530–5.
58. Schwarz F, Hegewald A, John G, Sahm N, Becker J. Four-year follow-up of combined surgical therapy of advanced peri-implantitis evaluating two methods of surface decontamination. *J Clin Periodontol*. 2013;40(10):962-7.
59. Hämmerle CH, Wagner D, Brägger U, Lussi A, Karayiannis A, Joss A, Lang NP. Threshold of tactile sensitivity perceived with dental endosseous implants and natural teeth. *Clin Oral Implants Res*. 1995;6(2):83-90.
60. Coray R, Zeltner M, Özcan M. Fracture strength of implant abutments after fatigue testing: A systematic review and a meta-analysis. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2016;62:333-46.
61. Piermatti J, Yousef H, Luke A, Mahevich R, Weiner S. An in vitro analysis of implant screw torque loss with external hex and internal connection implant systems. *Implant Dent*. 2006;15(4):427-35.
62. Pita MS, Anchieta RB, Barão VA, Garcia IR Jr, Pedrazzi V, Assunção WG. Prosthetic platforms in implant dentistry. *J Craniofac Surg*. 2011;22(6):2327-31.

63. Yamanishi Y, Yamaguchi S, Imazato S, Nakano T, Yatani H. Influences of implant neck design and implant-abutment joint type on peri-implant bone stress and abutment micromovement: Three-dimensional finite element analysis. *Dent Mater.* 2012;28:1126-33.
64. Koo KT, Lee EJ, Kim JY, et al. The effect of internal versus external abutment connection modes on crestal bone changes around dental implants: A radiographic analysis. *J Periodontol.* 2012;83:1104-9.
65. Levine LR, Clem SD III, Wilson GT, Higginbotham F, Solnit G. Multi-center retrospective analysis of the ITI implant system used for single-tooth replacements: Results of loading for 2 or more years. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999;14:516-20.
66. Macedo JP, Pereira J, Vahey BR, Henriques B, Benfatti CAM, Magini RS et al. Morse taper dental implants and platform switching: The new paradigm in oral implantology. *Eur J Dent.* 2016;10(1):148-54.
67. 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.
68. Dibart S, Warbington M, Su MF, Skobe Z. In vitro evaluation of the implant-abutment bacterial seal: The locking taper system. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005;20:732-7.
69. Ding TA, Woody RD, Higginbottom FL, Miller BH. Evaluation of the ITI Morse taper implant/abutment design with an internal modification. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003;18:865-72.
70. de Almeida FD, Carvalho AC, Fontes M, et al. Radio-graphic evaluation of marginal bone level around internal-hex implants with switched platform: A clinical case report series. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011;26:587-92.
71. Gehrke SA, Aramburú Júnior JS, Dedavid BA, Shibli JA. Analysis of Implant Strength After Implantoplasty in Three Implant-Abutment Connection Designs: An In Vitro Study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2016;31(3):65-70.
72. Li S, Chien S, Brånemark PI. Heat shock-induced necrosis and apoptosis in osteoblasts. *J Orthop Res.* 1999;17(6):891-9.
73. Eriksson AR, Albrektsson T. Temperature threshold levels for heat-induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. *J Prosthet Dent* 1983; 50:101-107.24. Li S, Chien S, Brånemark PI. Heat shock-induced necrosis and apoptosis in osteoblasts. *J Orthop Res.* 1999;17:891-9.

74. Brägger U, Wermuth W, Török E. Heat generated during preparation of titanium implants of the ITI Dental Implant System: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res.* 1995;6(4):254-9.
75. Gross M, Laufer BZ, Ormianar Z. An investigation on heat transfer to the implant-bone interface due to abutment preparation with high-speed cutting instruments. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995;10(2):207-12.
76. Huh JB, Eckert SE, Ko SM, Choi YG. Heat transfer to the implant-bone interface during preparation of a zirconia/alumina abutment. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24(4):679-83.
77. Sharon E, Shapira L, Wilensky A, Abu-Hatoum R, Smidt A. Efficiency and thermal changes during implantoplasty in relation to bur type. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2013;15(2):292-6.
78. de Souza Júnior JM, Oliveira de Souza JG, Pereira Neto AL, Iaculli F, Piattelli A, Bianchini MA. Analysis of Effectiveness of Different Rotational Instruments in Implantoplasty: An In Vitro Study. *Implant Dent.* 2016;25(3):341-7.
79. M Gross, B Z Laufer, Z Ormianar, An investigation on heat transfer to the implant-bone interface due to abutment preparation with high-speed cutting instruments *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995;10(2):207-12.
80. Barrak FN, Li S, Muntane AM, Jones JR. Particle release from implantoplasty of dental implants and impact on cells. *Int J Implant Dent.* 2020;12;6(1):50.
81. McCracken M. Dental implant materials: commercially pure titanium and titanium alloys. *J Prosthodont.* 1999;8(1):40-3.
82. Behzadi S, Serpooshan V, Tao W, Hamaly MA, Alkawareek MY, Dreaden EC, et al. Cellular uptake of nanoparticles: journey inside the cell. *Chem Soc Rev.* 2017;46(14):4218-44.
83. Sierra MI, Valdes A, Fernandez AF, Torrecillas R, Fraga MF. The effect of exposure to nanoparticles and nanomaterials on the mammalian epigenome. *Int J Nanomedicine.* 2016;11:6297-306.
84. Albulescu R, Popa AC, Enciu AM, Albulescu L, Dudau M, Popescu ID, et al. Comprehensive in vitro testing of calcium phosphate-based bioceramics with orthopedic and dentistry applications. *Materials (Basel).* 2019;12(22):3704-45.
85. Wu W, Wang L, Mao YQ, Dai KR, Hao YQ. Impaired Autophagy in the fibroblasts by titanium particles increased the release of CX3CL1 and promoted the chemotactic migration of monocytes. *Inflammation.* 2020;43(2):673-85.

86. Beheshti Maal, M., Aanerød Ellingsen, S., Reseland, J. E., & Verket, A. Experimental implantoplasty outcomes correlate with fibroblast growth in vitro. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):25.
87. Costa, B.C.; Tokuhara, C.K.; Rocha, L.A.; Oliveira, R.C.; Lisboa-Filho, P.N.; Pessoa, J.C. Vanadium ionic species from degradation of Ti-6Al-4V metallic implants: In vitro cytotoxicity and speciation evaluation. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2019;96:730–9.
88. Sargeant A, Goswami T, Swank M. Ion concentrations from hip implants. *J Surg Orthop Adv*. 2006;15(2):113–4.
89. Schwarz F, Sahn N, Mihatovic I, Golubovic V, Becker J. Surgical therapy of advanced ligature-induced peri-implantitis defects: cone-beam computed tomographic and histological analysis. *J Clin Periodontol*. 2011;38(10):939-49.
90. Costa BC, Tokuhara CK, Rocha LA, Oliveira RC, Lisboa-Filho PN, Costa PJ. Vanadium ionic species from degradation of Ti-6Al-4 V metallic implants: in vitro cytotoxicity and speciation evaluation. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2019;96:730–9.
91. Okafor CC, Haleem-Smith H, Laqueriere P, Manner PA, Tuan RS. Particulate endocytosis mediates biological responses of human mesenchymal stem cells to titanium wear debris. *J Orthop Res*. 2006;24(3):461–73.
92. Nothdurft FP, Fontana D, Ruppenthal S, et al. Differential behavior of fibroblasts and epithelial cells on structured implant abutment materials: a comparison of materials and surface topographies. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17:1237–49.
93. Wirth C, Comte V, Lagneau C, et al. Nitinol surface roughness modulates in vitro cell response: a comparison between fibroblasts and osteoblasts. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2005;25:51–60.
94. Kunzler TP, Drobek T, Schuler M, et al. Systematic study of osteoblast and fibroblast response to roughness by means of surface-morphology gradients. *Biomater*. 2007;28:2175–82.
95. H, Murakami H, Chehroudi B, et al. Effects of surface topography on the connective tissue attachment to subcutaneous implants. *J Oral Maxillofac Implants*. 2006;21:354–65.
96. Sahrman P, Luso S, Mueller C, Ender A, Attin T, Stawarczyk B, Schmidlin PR. Titanium Implant Characteristics After Implantoplasty: An In Vitro Study on Two Different Kinds of Instrumentation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2019;34(6):1299-1305.
97. Bollen CML, Papaioannou W, Van Eldere J, et al. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Implants Res*. 2006;7:201–11.



98. Romeo E, Lops D, Chiapasco M, Ghisolfi M, Vogel G. Therapy of peri-implantitis with resective surgery. A 3-year clinical trial on rough screw-shaped oral implants. Part II: radiographic outcome. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18(2):179-87.
99. Meier RM, Pfammatter C, Zitzmann NU, Filippi A, Kühl S. Surface quality after implantoplasty. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 2012;122(9):714-24.
100. Matarasso S, Iorio Siciliano V, Aglietta M, Andreuccetti G, Salvi GE. Clinical and radiographic outcomes of a combined resective and regenerative approach in the treatment of peri-implantitis: a prospective case series. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(7):761-7.
101. Bollen CM, Papaioanno W, Van Eldere J, Schepers E, Quirynen M, van Steenberghe D. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Implants Res.* 1996;7(3):201-11.
102. Quirynen M, Papaioannou W, van Steenberghe D. Intraoral transmission and the colonization of oral hard surfaces. *J Periodontol.* 1996;67(10):986-93.
103. Lasserre JF, Brex MC, Toma S. Implantoplasty Versus Glycine Air Abrasion for the Surgical Treatment of Peri-implantitis: A Randomized Clinical Trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2020;35(35):197-206.
104. Ramel, C. F., Lüssi, A., Özcan, M., Jung, R. E., Hämmerle, C. H. F., & Thoma, D. S. Surface roughness of dental implants and treatment time using six different implantoplasty procedures. *Clin Oral Implants Res.* 2015;27(7):776–81.
105. Monje A, Pons R, Amerio E, Wang HL, Nart J. Resolution of peri-implantitis by means of implantoplasty as adjunct to surgical therapy: A retrospective study. *J Periodontol.* 2021; 93(1):110-22.

## **9. ŽIVOTOPIS**

Sara Znaor rođena je 19. siječnja 1992. godine u Zagrebu. Osnovnu školu je završila 2006. u Zagrebu. Maturirala je 2010. godine u XVI. Gimnaziji u Zagrebu. Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu upisala je u akademskoj godini 2010./2011. Za vrijeme studija radila je kao dentalna asistentica u ordinaciji Štimac centar dentalne medicine. Diplomirala je 2016. godine s odličnim uspjehom. Po završetku fakulteta ostaje raditi u Štimac centru dentalne medicine, gdje i danas radi. 2019. godine upisuje poslijediplomski specijalistički studij Dentalna implantologija na Stomatološkom fakultetu u Zagrebu. Godine 2021. započinje sa specijalizacijom iz Oralne kirurgije na Zavodu za oralnu kirurgiju Stomatološkog fakulteta.