

Protetska terapija na jednokomadnim implantatima

Grgečić, Juraj

Professional thesis / Završni specijalistički

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:127:723344>

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

Juraj Grgečić

PROTETSKA TERAPIJA NA JEDNOKOMADNIM IMPLANTATIMA

POSLIJEDIPLOMSKI SPECIJALISTIČKI RAD

Zagreb, 2020.

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

Naziv poslijediplomskog specijalističkog studija: Dentalna implantologija

Mentor rada: Izv.prof.dr.sc. Nikša Dulčić, Zavod za mobilnu protetiku Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Lektor hrvatskog jezika: Katharina Obraz, mag. educ. philol. croat. et phon. rehab.

Lektor engleskog jezika: Ivana Škarpa Dulčić, prof. engl. i njem. jezika i književnosti

Sastav Povjerenstva za ocjenu poslijediplomskog specijalističkog rada:

1. Doc.dr.sc. Josip Kranjčić, predsjednik

2. Izv.prof.dr.sc. Nikša Dulčić, član

3. Doc.dr.sc. Ivica Pelivan, član

Sastav Povjerenstva za obranu poslijediplomskog specijalističkog rada:

1. _____

2. _____

3. _____

Datum obrane rada: 30. lipnja 2020. godine

Rad sadrži: 48 stranica

9 tablica

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 su izvorni doprinos autora poslijediplomskog specijalističkog 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 njihovog podrijetla.

Sažetak

PROTETSKA TERAPIJA NA JEDNOKOMADNIM IMPLANTATIMA

Jednokomadni makrodizajn građe implantata terapijski je oblik u dentalnoj implantologiji, kod kojeg je protetski opteretiva nadogradnja sastavni dio i fizički neodvojiva komponenta od unutarkošanog implantatnog tijela. Osim titanija/titanijskih legura, u suvremenoj dentalnoj medicini za izradu monolitnih implantata sve češće se razvijaju i bezmetalni materijali poput itrijem ojačane cirkonij-oksidne keramike, koja osim poboljšanih mehaničkih pokazuje i obećavajuća oseointegracijska svojstva. Svrha rada je na znanstveno utemeljenim činjenicama prikazati mogućnost, efikasnost i sigurnost primjene jednokomadnih dentalnih implantata u implantoprotetskom zbrinjavanju, neovisno o njihovom gradivnom materijalu. Cilj je prikazati imedijatni ili odgođeni kirurški/protetski protokol kod sustava različitih proizvođača i njihov utjecaj na terapijske ishode te izraditi meta-analizu rezultata pretrage i pregleda stručne i znanstvene literature. Pretraživanje putem *PubMed* internet stranice rezultiralo je pronalaskom 413 članaka od kojih je prema navedenim kriterijima uključivanja/isključivanja njih 13 bilo dio meta-analize. Praćeni su ishodi 595 ugrađenih jednokomadnih dentalnih implantata promjera ≥ 3 mm, različitih duljina, izgubljeno ih je 19, što ukupno čini **96,80%** preživljenja jednokomadnih dentalnih implantata neovisno o materijalu iz kojih su izrađeni. Praćeni jednokomadni implantatni sustavi pokazali su visoke stope uspješnosti kod potpore pojedinačnim kronicama i mostovima kratkih raspona te se ovi pozitivni rezultati tek trebaju potvrditi kvalitetnim dugoročnim studijama na većem uzorku ispitanika.

Ključne riječi: implantoprotetika, keramički dentalni implantati, jednokomadni dentalni implantati, ukupni kumulativni uspjeh implantata, marginalni gubitak kosti.

Summary

PROSTHETIC RESTORATION ON ONE-PIECE DENTAL IMPLANTS

A one-piece macro design of dental implants is a therapeutic form, in which a prosthetically loadable superstructure is an integral part and physically inseparable component of the intra-bone implant body. Apart from titanium and titanium alloys, development of non-metallic materials such as yttrium stabilized zirconia is increasingly fostered for fabrication of monolithic implants in modern dental medicine, which, in addition to improved mechanical properties, show also promising osseointegration properties. The purpose of this study was to show the possibility, efficiency, and safety of using one-piece dental implants in implant-prosthetic therapy, based on scientific facts and regardless of the material they are made of. The aim was to present an immediate or delayed surgical/prosthetic protocol for implant systems of different manufacturers and their impact on therapeutic outcomes, as well as to perform a meta-analysis of the study results and review of the professional and scientific literature. In the search through *PubMed* 413 articles were found, 13 of which became part of the meta-analysis following the prescribed inclusion/exclusion criteria. The outcomes of 595 inserted one-piece dental implants with a diameter of ≥ 3 mm and different lengths were analyzed. Nineteen implants were lost, accounting for the survival rate of **96,80%** for one-piece dental implants regardless of the material they are made of. The follow-up data showed high success rates of one-piece implant systems in support of single crowns and short span bridges. These positive results are still to be confirmed by qualitative long-term studies with a larger number of subjects.

Key words: implant prosthetics, ceramic dental implants, one-piece dental implants, cumulative implant success rate, marginal bone loss.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Svrha rada.....	6
2. MATERIJALI I POSTUPCI.....	7
2.1. Materijali.....	8
2.2. Populacija istraživanja.....	8
2.3. Metode (postupci).....	8
2.3.1. Kriteriji uključivanja.....	8
2.3.2. Kriteriji isključivanja.....	9
2.4. Statistička analiza.....	9
3. REZULTATI.....	12
3.1. Statistički podaci.....	13
3.1.1. Ukupno preživljenje implantata.....	19
3.1.2. Vrste protetskih radova.....	20
3.1.3. Komplikacije.....	20
3.2. Obradena istraživanja.....	21
4. RASPRAVA.....	29
5. ZAKLJUČAK.....	37
6. LITERATURA.....	39
7. ŽIVOTOPIS.....	47

Popis skraćenica

CIS (*cumulative implant success*) – ukupni kumulativni uspjeh implantata

MBL (*marginal bone loss*) – marginalni gubitak kosti

BIC (*bone to implant contact*) – koštano-implantatni kontakt

SDI (*standard diameter implants*) – implantati standardnog promjera

NDI (*narrow diameter implants*) – implantati smanjenog promjera

PCR (*plaque control record*) – pojavnost plaka

BoP (*bleeding on probing*) – krvarenje prilikom sondiranja

PD (*probing depth*) – dubina sondiranja

CAL (*clinical attachment level*) – razina kliničkog pričvrška

PES (*pink esthetic score*) – ocjena crvene estetike

YTZP (*yttria-stabilized zirconia*) – itrijem ojačana cirkonij-oksidna keramika

CAD/CAM (*computer aided design/computer aided manufacture*) – računalom potpomognuto oblikovanje/računalom potpomognuta izrada

ICOI (*The International Congress of Oral Implantologists*) – Međunarodni kongres oralnih implantologa

1. UVOD

Na spoznajama švedskog anatoma P. I. Brånemarka još 1950-ih godina, kada je sasvim slučajno opazio specifično ponašanje okolne kosti u izravnom dodiru sa stranim tijelom izrađenim od titanija, nastavljena su daljnja proučavanja tog fenomena spajanja. Temeljem ove funkcionalno obećavajuće veze, primijećene kod laboratorijskih životinja, započeta su prva istraživanja u svrhu razvoja endosealnog implantata kao sredstva za sidrenje fiksnog protetskog nadomjeska. Ta pojava potpunog sraštavanja nazvana je oseointegracijom. Tada ju je znanstvena zajednica sagledavala sa skepsom, za razliku od danas kada je općeprihvaćena i višestruko dokazana te predstavlja direktnu funkcijsku i strukturnu vezu kosti i površine opterećenog dentalnog implantata (1-3).

Napredak suvremene dentalne medicine posljednjih je desetljeća značajno potpomognut nastojanjima u poboljšanju svojstava postojećih ili inovacijom novih dentalnih materijala. Usporedno s tim razvojem, danas su već rutinski i postupci u digitalnom načinu izrade protetskih radova, a oni skraćuju vrijeme, povećavaju izbor i mogućnosti konvencionalnih načina oralne rehabilitacije, kako pacijentu tako i terapeutu.

Znanstvenim istraživanjima u području dentalne implantologije s ciljem poboljšanja dugoročnog uspjeha implantoprotetskog liječenja, pridonose inovacije u dizajnu dentalnih implantata i njihovih protetskih komponenti, ali i neka druga stručna promišljanja. To su svakako nastojanja u pojednostavljivanju kirurških protokola ugradnje ili protetskih faza izrade suprastruktura, bilo tijekom ili nakon oseointegracije. Ujedinjavanjem intraosealnog i ekstraosealnog dijela u jedinstveni monolitni koncept, dobivena je nova implantoprotetska terapijska opcija. Osim jednostavnijih načina primjene takvih jednokomadnih rješenja, nastoji se eliminirati i problem mikropropuštanja na spoju endosealne komponente i implantatne nadogradnje te posljedične kolonizacije bakterija, a sve sa svrhom povećanja predvidljivosti i uspjeha ishoda provedene terapije.

Dentalni implantati predstavljaju sredstvo za nadoknadu zuba koji nedostaju i nikako nisu zamjena za zube. Oni se danas rutinski primjenjuju. Tradicionalno se izrađuju od titanija ili njegovih legura u prvom redu zbog visoke biokompatibilnosti materijala i otpornosti na koroziju te dobrih mehaničkih svojstava, posebno čvrstoće, bioinertnosti te mogućnosti oseointegriranja (4). Kao odgovor na sveopći trend za bezmetalnim rješenjima i u dentalnoj se implantologiji sve više razvijaju potpuni keramički implantoprotetski sustavi, bilo radi realne potrebe zadovoljavanja visokih estetskih zahtjeva i eliminacije sivkastog prosijavanja boje kod pacijenata s tankim gingivnim biotipom, tako i zbog nepotpuno znanstveno dokazane neželjene alergijske reakcije na metalno strano tijelo dentalnog implantata (5, 6). Neki od tih komercijalno

dostupnih keramičkih sustava usporedivi su mehaničkim svojstvima kao i potencijalom oseointegriranja sa svojim u praksi široko primjenjivanim titanijskim prethodnicima. Poboljšanjem karakteristika cirkonij-oksidge keramike (ZrO_2), osobito mehaničkih svojstava tvrdoće i savojne čvrstoće, ona postaje značajna kao gradivni materijal u dentalnoj implantologiji za izradu unutarkoštanah implantata. Ojačanjem itrijevim oksidom dobiven je polikristalinični cirkonijev oksid, u literaturi poznat pod kraticom YTZP (*yttria-stabilized zirconia*), gdje Y označava stabilizacijski itrijev oksid, T stabiliziranu tetragonalnu kristaliničnu modifikaciju, Z stabiliziran cirkonijev oksid i P polikristaliničnu strukturu. Ovaj materijal nametnuo se kao zamjena aluminij-oksidge keramici u izradi potpunih keramičkih implantata, koja je za tu namjenu uglavnom povučena s tržišta zbog lošijih svojstava i nedovoljne otpornosti na lom (7, 8).

S obzirom na dimenzije, dentalni implantati mogu se podijeliti na implantate standardnog promjera (SDI) $\geq 3,75$ mm i duljine ≥ 8 mm, kratke implantate duljine ≤ 8 mm i promjera $\geq 3,75$ mm te ultra kratke implantate duljine < 6 mm. Implantati dimenzija $\leq 3,5$ mm u području ramena u literaturi se nazivaju implantati smanjenog promjera (NDI). Klasifikacija NDI implantata preciznije ih dijeli na kategoriju 1 - implantati promjera 1,8-2,9 mm (< 3 mm) koji čine skupinu poznatiju pod nazivom "mini implantati". Kategorija 2 je promjera 3-3,25 mm, dok se dimenzija od 3,3-3,5 mm veže uz kategoriju 3. Implantati smanjenog promjera svakako su zanimljivi u situacijama reduciranog koštanog volumena i kao razumna alternativa kada su neophodni komplicirani kirurški postupci augmentacije grebena (9-12).

Prema morfološkoj kategorizaciji razlikuju se pločasti implantati od implantata oblika konusnog ili cilindričnog vijka, čija je primjena raširena u svakodnevnoj kliničkoj praksi. Navojima se postiže bolja stabilnost prilikom kirurške ugradnje, kao i povećanje dodirne površine tijela implantata i okolne kosti (*macro-interlocking*). Daljnja poboljšanja svojstava kliničkog ponašanja, u prvom redu skraćenja vremena oseintegracije, omogućuju se raznim postupcima površinske obrade, kako bi se dodatno povećala hrapavost, a time i *micro-interlocking*. Moguća je i bioaktivacija oseintegracije nanošenjem površinskog sloja nekog drugog materijala koji će ubrzati koštano cijeljenje. Neki od gore navedenih postupaka uključuju pjeskarenje česticama različitih veličina, jetkanje kiselinom, oksidiranje, sprejanje plazmom titanija, nanošenje premaza hidroksiapatita ili cirkonijevog oksida. Često se pojedine metode međusobno kombiniraju, poput pjeskarenja velikim česticama i jetkanja kiselinom (npr. *SLA: Sand-blasted, Large-grit, Acid-etched*) (1-3).

S obzirom na klinički status, kirurška faza implantoprotetske terapije može biti izvedena imedijatno - implantati se ugrađuju odmah nakon vađenja zuba i dio su istog zahvata (tip 1). Odgođena implantacija podrazumijeva ugradnju u alveolu prekrivenu mekim tkivom 4-8 tjedana nakon vađenja (tip 2), 12-16 tjedana nakon vađenja kada je klinički i radiološki vidljivo stvaranje kosti u alveoli izvađenog zuba (tip 3) te ugradnju u potpuno zacijeljenu kost više od 16 tjedana nakon vađenja zuba (tip 4) (1).

Prema procjeni mnogobrojnih individualnih čimbenika rizika, ugrađeni implantati opterećuju se u različito vrijeme od implantacije i krajnja su faza implantoprotetskog liječenja. Imedijatna opskrba podrazumijeva izradu nadomjeska bez okluzijskih antagonističkih kontakata u vremenu do 48 sati nakon ugradnje. Imedijatno opterećenje definira nadomještanje u istom vremenskom razdoblju, ali s rekonstruiranim okluzijskim dodirima. Rano opterećenje izvodi se u vremenu od 48 sati do najkasnije 3 mjeseca nakon kirurškog zahvata, konvencionalno kasno opterećenje u vremenu od 3-6 mjeseci, a odgođeno kasno opterećenje najranije nakon 6 mjeseci cijeljenja (1).

Svrha implantoprotetske terapije je rekonstrukcija narušene žvačne i fonetske funkcije, kao i estetike stomatognatog sustava te predstavlja pošteniji oblik u odnosu na klasično fiksnoprotetsko zbrinjavanje. Implantoprotetskom pacijentu omogućena je sanacija žvačnih jedinica bez nepotrebnih oštećenja preostalih zuba koji bi klasičnim pristupom brušenjem bili preoblikovani u zube nosače fiksnoprotetskog rada. Ti postupci sa sobom nose i određene rizike poput nepovratnog oštećenja zubne pulpe, gubitka vitaliteta te posljedičnog nalaza periapikalnih prosvjetljenja kod dugotrajnog prekrivanja krunicama takvih brušenih zuba (1).

Implantoprotetski koncepti terapije omogućuju zbrinjavanje prekinutog ili skraćenog zubnog niza, ali i rehabilitaciju potpune bezubosti fiksnim nadomjeskom. Ukoliko se izrađuje mobilni nadomjestak, njegova uporabna vrijednost, a time i zadovoljstvo pacijenta, višestruko je povećana zahvaljujući implantatnoj potpori.

Protetski nadomjesci kojima se implantati opskrbljuju ovisno o kliničkoj situaciji mogu biti:

- pojedinačne krunice
- mostovi kraćeg ili dužeg raspona
- privjesni mostovi
- hibridni mostovi koji kao nosače kombiniraju prirodne zube i dentalne implantate
- *All-on-4* ili *All-on-6* koncepti fiksne rehabilitacije potpune bezubosti

- pokrovne proteze poduprte raznim retencijskim elementima poput prečki, lokatora, kugli ili teleskopa nošenih dentalnim implantatima
- mostovi na skidanje - mostu slične reducirane proteze retinirane teleskopskim krunicama na implantatima.

Svakom implantoprotetskom sustavu zajednički su njegovi sastavni dijelovi:

- endoosealni dio (unutarkoštano tijelo implantata, komponenta koja imitira korijen zuba)
- nadogradnja implantata (predstavlja vezu između unutarkoštanog dijela i suprastrukture, zamjena je brušenom bataljaku kod prirodnog zuba)
- suprakonstrukcija (fiksni nadomjestak koji je cementiran ili pričvršćen vijkom ili mobilni protetski nadomjestak kojem su implantati kao nosači različitih retencijskih elemenata sredstvo za poboljšanje pričvršćenja i stabilizacije) (13).

Konvencionalni implantoprotetski sustavi uglavnom su dvodijelni, što znači da su implantat i nadogradnja zasebne komponente međusobno povezane vijkom ili je protetski nadomjestak već laboratorijski cementiran na nadogradnju koja se zatim vijčano fiksira. Zbrinjavanje takvim dvokomadnim sustavima omogućuje s jedne strane zatvoreno cijeljenje implantata ispod gingive kroz određeno vrijeme oseointegracije, a s druge strane daje mogućnost raznolike protetske opskrbe različitim vrstama nadogradnji koje se odabiru u skladu sa zahtjevima kliničke situacije, što je svakako prednost. Postojanje vijka na spoju sa sobom nosi određene rizike poput njegova popuštanja ili frakture. Dodatna mana takvih sustava koja se sama po sebi nameće zbog dvodijelne građe, bez obzira na način spajanja komponenata (vanjski ili unutarnji spoj implantata i nadogradnje, duga ili kratka, konična ili nekonična veza sa čestom antirotacijskom zaštitom) je propusnost konekcije s posljedičnom bakterijskom kontaminacijom unutrašnjosti implantata. Mikropukotine na spoju razmjerno se povećavaju pomacima nadogradnje uslijed aktivnih žvačnih sila. Histomorfometrijskim analizama dokazano je postojanje upalnog staničnog infiltrata na tom mjestu, što je u direktnoj uzročno-posljedičnoj vezi s gubitkom okolne kosti. Kod jednokomadnih sustava upravo zbog njihove monolitne građe i nepostojanja spoja, takva pojava nije primijećena (1). Osim ove očite prednosti, mana im je nemogućnost veće promjene angulacije nadogradnje implantata, koja je tvornički određena. Međutim, djelomične korekcije moguće je izvesti brušenjem i ispravljanjem kuta kao i visine bataljka. Ova ograničenja svakako iziskuju veću kiruršku preciznost prilikom ugradnje jednokomadnih dentalnih implantata, kako bi se izbjegle pretjerane potrebe za naknadnom prilagodbom.

Unatoč svim prednostima i manama, mogućnosti implantoprotetske rehabilitacije jednokomadnim implantatnim sustavima u relativno uskom indikacijskom području, barem zasad popraćenom znanstvenim studijama, prepoznate su u praksi. Njihova šira klinička primjena povećat će se u prvom redu boljom informiranošću praktičara o stopi uspješnosti njihovog preživljenja. Vodeći se ispravnim kirurškim i protetskim protokolima ugradnje i izrade, biološke i tehničke komplikacije mogu se svesti na prihvatljive razine.

1.1. Svrha rada

Svrha rada je prikazati mogućnost, efikasnost i sigurnost primjene jednokomadnih dentalnih implantata te njihovo radiološko i kliničko ponašanje kroz dostupne, uglavnom kratkoročne podatke praćenja. Jednako tako, cilj je analizirati protetske indikacije za primjenu keramičkih ili titanijskih monolitnih dentalnih implantata te izraditi meta-analizu rezultata pretraživanja i pregleda novije stručne i znanstvene literature.

Izvršeno je predistraživanje te je temeljem prikupljenih informacija postavljena hipoteza da su ukupno preživljenje i uspjeh jednokomadnih dentalnih implantata u gornjoj ili donjoj čeljusti slični i usporedivi s objavljenim podacima za standardne dvokomadne implantat/nadogradnja sustave. Preduvjet toj teoriji je poštivanje kirurških i protetskih protokola ugradnje i opterećenja (imedijatnog ili odgođenog) u indikacijskom području kada takva vrsta implantata može biti implantoprotetska terapija izbora.

2. MATERIJALI I POSTUPCI

2.1. Materijali

Pretraživanje putem *PubMed* internet tražilice bioznanstvenih i biomedicinskih tema prikupljeni su članci za ovaj pregledni rad te je izvršena meta-analiza dobivenih podataka. Ključne riječi na engleskom jeziku korištene u pretraživanju bile su: jednokomadni dentalni implantati, jednokomadni cirkonij-oksidi dentalni implantati, jednokomadni titanijski dentalni implantati te implantati smanjenog promjera.

2.2. Populacija istraživanja

Populacija istraživanja obuhvaća punoljetne muškarce i žene.

2.3. Metode (postupci)

Meta-analiza provedena elektroničkom i ručnom pretragom dobivenih podataka bila je zadana ključnim kriterijem, a to je obrada znanstvene i stručne literature u kojoj se navode implantoprotetski radovi, nošeni jednim ili nekoliko isključivo jednokomadnih dentalnih implantata, bez obzira na materijal od kojih su izrađeni.

2.3.1. Kriteriji uključivanja

Kriteriji uključivanja bili su slijedeći:

- jednokomadni dentalni implantati izrađeni od cirkonij-oksidi keramike ili titanija i njegovih legura različitog dizajna, svojstava površine, načina izrade ili dimenzija
- kliničke studije koje su uključivale najmanje 10 ispitanika
- populacija istraživanja oba spola ≥ 18 godina
- vremensko praćenje od najmanje 12 mjeseci
- istraživanja u kojima su zabilježene različite vrste nadomjestaka nošenih jednokomadnim dentalnim implantatima bilo u gornjoj ili donjoj čeljusti te uzročno-

posljedične veze kirurškog pristupa i protetskog opterećenja (imedijatni ili odgođeni način) i njihovog utjecaja na marginalni gubitak kosti, preživljenje i ukupni kumulativni uspjeh implantata

- članci objavljeni na engleskom jeziku.

2.3.2. Kriteriji isključivanja

Kriterijem isključivanja eliminirane su:

- predkliničke studije provedene na laboratorijskim životinjama ili *in vitro* uvjetima
- klinička istraživanja koja navode istu vrstu protetskih radova, ali nošenih konvencionalnim dvodijelnim dentalnim implantatima izrađenih od cirkonij-oksidge keramike ili titanija i njegovih legura, a vrlo su često rezultat pretrage istih ključnih riječi
- studije s kratkim vremenskim praćenjem, manjim od godine dana i malim uzorkom ispitanika (< 10)
- prikazi slučajeva
- istraživanja u kojima su implantati smanjenog promjera korišteni u ortodontske svrhe iz potrebe za skeletalnim sidrištem
- "mini-implantati" izrađeni od titanija ili titanijskih legura čiji je promjer < 3,0 mm
- potpuni keramički implantati/implantološki sustavi možda još donedavno prisutni, a koje je dentalna industrija zbog daljnjeg usavršavanja ili nekog drugog razloga povukla s tržišta, svrstani su u komercijalno nedostupne te takva praćenja iako su novijeg datuma nisu dio meta-analize niti su prikazana u ovom radu.

2.4. Statistička analiza

Pretraga putem *PubMed-a* rezultirala je pronalaskom **413** članaka od kojih je njih **13** prema navedenim kriterijima uključivanja/isključivanja bilo podvrgnuto meta-analizi. Ostali su korišteni kao referentni tekstovi i recenzije koje nisu konkretno uključivale jednokomadne dentalne implantate, ali daju podatke o konvencionalnim dvokomadnim implantatnim sustavima kod kojih su proučavani slični i pritom usporedivi parametri pa su korišteni kao

komparativna referenca. Podaci su grupirani u tablice prema različitim promatranim varijablama zasebno za svaki proučavani materijal, cirkonij-oksidnu keramiku te titanij i njegove legure.

U tablicama su opisane slijedeće varijable:

- autori, godina, vrsta studije (prospektivna, retrospektivna) i mjesto provedbe
- proizvođač/komercijalni naziv jednokomadnog implantološkog sustava te vrsta materijala od kojeg su implantati izrađeni
- broj ispitanika uključenih u istraživanje
- sveukupan broj ugrađenih monolitnih implantata te njihova lokacija u čeljusti
- vrijeme zarastanja/vrijeme trajnog protetskog zbrinjavanja nakon završene oseointegracije
- vrijeme trajanja studije u kojem su praćeni razni klinički parametri (npr. plak indeks, krvarenje pri sondiranju, dubina sondiranja, razina kliničkog pričvrška, gingivna recesija)
- vrste i broj izrađenih protetskih suprastuktura i način pričvršćenja – SC (*single crown*) pojedinačne krunice na implantatima (pričvršćene cementom); FPD (*fixed partial denture*) mostovi nošeni implantatima (pričvršćeni cementom)
- ukupno preživljenje implantata (%) - postotak implantata koji su u predviđenom vremenu praćenja klinički pregledani i još uvijek su na mjestu kirurške ugradnje bez obzira na njihovo stanje i zadovoljstvo ispitanika njihovom funkcijom. Taj se parametar razlikuje od ukupnog kumulativnog uspjeha implantata (%) - definira se kao postotak uspješno oseointegriranih implantata podvrgnutih funkcionalnom opterećenju, koji uslijed žvačne funkcije nisu pokazali biološke ili mehaničke simptome niti znakove kao dokaz gubitka oseointegracije ili prekid funkcije zbog drugih komplikacija
- marginalni gubitak kosti (mm) - razlika udaljenosti ramena implantata do prvog koštano-implantatnog kontakta (BIC) od dana kirurške ugradnje do određene vremenske točke praćenja
- biološke i tehničke komplikacije.

Analizom dostupnih literaturnih podataka prikazat će se svojstva i mogućnost uspješne uporabe jednokomadnih keramičkih, trenutno na tržištu dostupnih sustava, kao i svih ostalih novijim studijama popraćenih monolitnih dentalnih implantata izrađenih od titanija ili titanijskih legura. Kliničko ponašanje, efikasnost i sigurnost upotrebe u relativno uskom indikacijskom području

promatranih terapijskih koncepata različitih proizvođača praćeno je kroz radiološke i druge klinički mjerljive parametre. Ukoliko ih autori navode, obzirom da se radi o jednostavnim nadomjescima nošenih jednokomadnim dentalnim implantatima, tehničke komplikacije navedene su u zasebnoj tablici. Prikazana istraživanja naglasak primarno stavljaju na uzročno-posljedićnu povezanost kirurškog pristupa i protetskog opterećenja (imedijskog ili odgođenog) te njihovog utjecaja na marginalni gubitak kosti, preživljenje i ukupni kumulativni uspjeh implantata.

3. REZULTATI

3.1. Statistički podaci

Od ukupno **413** članaka kao rezultata pretrage zadane ključnim riječima putem elektroničke *PubMed* tražilice, prema navedenim kriterijima uključivanja/isključivanja **13** ih je bilo dio meta-analize. Sedam studija analiziralo je potpune keramičke sustave, a njih 6 pratilo je kliničko ponašanje jednokomadnih implantata izrađenih od titanija i njegovih legura.

Tablice 1 i 2 prikazuju detalje svake obrađene studije za dvije skupine materijala. Analizirano je sveukupno **595** ugrađenih jednokomadnih dentalnih implantata promjera ≥ 3 mm, različitih duljina, a ukupan broj izgubljenih jednokomadnih dentalnih implantata bio je **19**.

Analizom je obuhvaćeno **319** jednokomadnih keramičkih implantata, od toga je izgubljeno **7** komada.

Ukupan broj jednokomadnih implantata izrađenih od titanija/titanijskih legura bio je **276**, od toga je izgubljeno **12** komada.

Tablica 1. Prikaz kliničkih studija koje proučavaju jednokomadne keramičke implantate.

Autor/Godina	Vrsta studije/Mjesto provedbe studije	Ispitanici (n)/ Ugrađeni impl. (n)	Materijal/Tvrtka/Tip implantata	Tretman površine/ Gruboća površine (μm)
Balmer i sur. (2020)	PR/Sveuč.	60/71	YTZP/Vita Zahnfabrik/ceramic.implant	Pjeskarenje, jetkanje kiselinom/Ra 1.2
Kniha i sur. (2017)	PR/Priv. praksa	62/66	YTZP/Straumann/PURE Ceramic Implant	Pjeskarenje, jetkanje kiselinom/Sa 0.70
		16/16	YTZP/Straumann/PURE Ceramic Implant	Pjeskarenje, jetkanje kiselinom/Sa 0.70
Gahlert i sur. (2016)	PR/Priv. praksa i Sveuč.	44/44	YTZP/Straumann/PURE Ceramic Implant	Pjeskarenje, jetkanje kiselinom/Sa 0.70
Grassi i sur. (2015)	PR/Priv. praksa i Sveuč.	17/16	YTZP/Bredent/WhiteSky	Pjeskarenje/Sa 1.17
		17/16	YTZP/Bredent/WhiteSky	Pjeskarenje/Sa 1.17
Spies, Balmer i sur. (2015)	PR/Sveuč.	40/53	ATZ/Metoxit AG/Ziraldent FR 1	Sinteriranje/Ra 1.8
Borgonovo, Censi i sur. (2013)	PR/Sveuč.	13/35	YTZP/Bredent/WhiteSky	Pjeskarenje/Ra 0.9-1.0
Payer i sur. (2013)	PR/Sveuč.	20/20	YTZP/Bredent/WhiteSky	Pjeskarenje/Sa 1.17

PR: prospektivna studija; YTZP: yttria-stabilized zirconia; ATZ: alumina-toughened zirconia.

Tablica 2. Kliničke studije jednokomadnih implantata izrađenih od titanija i/ili njegovih legura.

Autor/Godina studije	Vrsta studije	Ispitanici (n)	Ugrađeni implantati (n)	Materijal/Tvrтка/Tip implantata
Kadkhodazadeh i sur. (2019)	NP	35	42	Ti/BioHorizons/Maximus 3.0
Lauritano i sur. (2014)	RS	21	84	Ti/BioHorizons/NP
Mangano i sur. (2013)	PS	16	15	Ti/Leader-Novaxa/TixOs Nano
Zembić i sur. (2012)	RS	47	57	Ti/Nobel Biocare AG/NobelDirect 3.0
Sohn i sur. (2011)	RS	36	62	NP
Reddy i sur. (2008)	RS	17	31	NP

NP: nema podataka; RS: retrospektivna studija; PS: prospektivna studija.

Tablice 3 i 4 sažimaju kirurške i protetske protokole (mjesto ugradnje jednokomadnih implantata, vrste protetskih nadomjestaka na implantatima te njihov broj i vrijeme opterećenja).

Tablica 3. Kirurški i protetski protokol kod jednokomadnih keramičkih implantata.

Autor/Godina studije	Mjesto ugradnje implantata	Intraoperativna koštana augmentacija	Vrsta protetske suprastrukture (n)	Imedijatna opskrba	Imedijatno opterećenje	Način pričvršćenja	Vrijeme postavljanja trajne protetske opskrbe (u tjednima)
Balmer i sur. (2020)	1, 2, 3, 4	Da	SC (49), FDP (11)	Da	Ne	CM	GČ: 16 DČ: 8
Kniha i sur. (2017)	3, 4	Da	SC (NP)	Ne	Ne	CM	12
	1	Da	SC (NP)	Da	Ne	CM	12
Gahlert i sur. (2016)	2, 3, 4	Da	SC (44)	Ne	Ne	CM	26
Grassi i sur. (2015)	1	Da	SC (NP)	Da	Da	CM	14
	4	Da	SC (NP)	Da	Da	CM	14
Spies, Balmer i sur. (2015)	1, 2, 3, 4	Da	SC (24), FDP (13)	Da	Ne	CM	GČ: 14
							DČ: 6
Borgonovo, Censi i sur. (2013)	NP	Da	SC (NP), FDP (NP)	Da	Ne	CM	24
Payer i sur. (2013)	3, 4	Ne	SC (20)	Da	Ne	CM	16

SC: *single crown* (pojedinačna krunica na implantatu); FDP: *fixed dental partials* (most nošen implantatima);

NP: nema podataka; CM: cementiranje; GČ: gornja čeljust; DČ: donja čeljust.

Tablica 4. Kirurški i protetski protokol jednokomadnih implantata izrađenih od titanija i/ili njegovih legura.

Autor/Godina studije	Mjesto ugradnje implantata	Intraoperativna koštana augmentacija	Vrsta protetske suprastrukture (n)	Imedijatna opskrba	Imedijatno opterećenje	Način pričvršćenja	Vrijeme postavljanja trajne protetske opskrbe (u tjednima)
Kadkhodazadeh i sur. (2019)	GČ, DČ	Ne	SC	Da	Ne	CM	GČ: 24/DČ: 16
Lauritano i sur. (2014)	DČ	NP	NP	Da	Ne	CM	DČ: 16
Mangano i sur. (2013)	GČ, DČ	NP	FDP (16)	Da	Ne	CM	Individualno, najranije nakon 12
Zembić i sur. (2012)	GČ, DČ	Da	SC	Da	Ne	CM	Prosječno 34
Sohn i sur. (2011)	GČ, DČ	Ne	SC (18), FDP (44)	Da	Ne	CM	GČ: 20/DČ: 12
Reddy i sur. (2008)	GČ, DČ	Ne	SC	Da	Ne	CM	NP

GČ: gornja čeljust; DČ: donja čeljust; SC: *single crown* (pojedinačna krunica na implantatu); FDP: *fixed dental partials* (most nošen implantatima); NP: nema podataka ili je podatak nejasan; CM: cementiranje.

Tablice 5 i 6 sistematiziraju primarne ishode uspoređivanih studija, kao što su ukupno preživljenje implantata i marginalni gubitak kosti te broj izgubljenih implantata.

Tablica 5. Jednokomadni keramički implantati, ukupno preživljenje i marginalni gubitak kosti

Autor/ Godina studije	Impl. dostupni analizi (n)	Praćenje nakon protetske rekonstrukcije (mjeseci)	Ukupno preživljenje (%)	Marginalni gubitak kosti (mm)	Izgubljeni impl./ Dropouts (n)	Rani gubitak (n)	Kasni gubitak (n)	Frakt. (n)
Balmer i sur. (2020)	64	60	98,4	0,7 ± 0,6	7	1	0	0
Kniha i sur. (2017)	66	15	100	NP	0	0	0	0
	16	15	100	NP	0	0	0	0
Gahlert i sur. (2016)	42	12	97,6	1,02 ± 0,9	2	1	0	0
Grassi i sur. (2015)	15	61,2	93,3	1,29 ± 0,25	1	1	0	0
	16	61,2	100	1,17 ± 0,33	0	0	0	0
Spies, Balmer i sur. (2015)	52	36	94,2	0,79 ± 0,67	1	3	0	0
Borgonovo, Censi i sur. (2013)	28	48	100	1,63	7	0	0	0
Payer i sur. (2013)	20	24	95	1,29 ± 1	0	1	0	0

NP: nema podataka.

Tablica 6. Ukupno preživljenje i marginalni gubitak kosti kod implantata izrađenih od titanijske/titanijskih legura.

Autor/Godina studije	Impl. dostupni analizi (n)	Praćenje nakon protetske rekonstrukcije (mjeseci)	Ukupno preživljenje (%)	Marginalni gubitak kosti (mm/broj mj.)	Izgubljeni impl./ Dropouts (n)	Rani/ Kasni gubitak impl. (n)	Frakt. (n)
Kadkhodazadeh i sur. (2019)	30	120	100	1,06 ± 0,9/12	12	0	NP
Lauritano i sur. (2014)	84	12	88	NP	0	10	NP
Mangano i sur. (2013)	15	24	100	NP	0	0	0
Zembić i sur. (2012)	54	13	98	1,6 ± 1,2/12	3	1	NP
Sohn i sur. (2011)	62	23 ± 4,3	100	0,53 ± 0,37/12	0	0	NP
Reddy i sur. (2008)	31	12	96,7	0,7/12	0	1	NP

NP: nema podataka ili je podatak nejasan (ne može biti razdvojen).

Tablice 7 i 8 navode biološke i tehničke komplikacije.

Tablica 7. Jednokomadni keramički implantati, biološke i tehničke komplikacije.

Autor/Godina studije	Impl. dostupni analizi (n)	Periimplantitis (n)	Gubitak kosti > 2 mm (n)	Komplikacije mekog tkiva (n)	Frakture nadogradnje (n)	Chipping keramike (n)	Odcement. (n)
Balmer i sur. (2020)	64	0	1	0	NO	NP	NP
Gahlert i sur. (2016)	42	0	0	NP	NO	NP	NP
Grassi i sur. (2015)	31	0	0	0	NO	NP	NP
Spies, Balmer i sur. (2015)	52	0	0	0	NO	NP	NP
Borgonovo, Censi i sur. (2013)	28	0	0	0	NO	NP	NP
Payer i sur. (2013)	20	0	0	0	NO	NP	NP

NP: nema podataka; NO nije objavljeno niti je primjenjivo zbog monolitnog dizajna implantata.

Tablica 8. Biološke i tehničke komplikacije (implantati izrađeni od titanija/titanijskih legura).

Autor/Godina studije	Impl. dostupni analizi (n)	Periimplantitis (n)	Gubitak kosti > 2 mm (n)	Komplikacije mekog tkiva (n)	Frakture nadogradnje (n)	Chipping keramike (n)	Odcement. (n)
Kadkhodazadeh i sur. (2019)	30	0	1	NP	NO	NP	NP
Lauritano i sur. (2014)	84	0	0	NP	NO	NP	NP
Mangano i sur. (2013)	15	0	2	NP	NO	0	0
Zembić i sur. (2012)	54	1	20	1	NO	NP	NP
Sohn i sur. (2011)	62	0	0	NP	NO	NP	NP
Reddy i sur. (2008)	31	0	0	NP	NO	NP	NP

NP: nema podataka ili je podatak nejasan; NO nije objavljeno niti je primjenjivo zbog jednokomadnog dizajna implantata.

3.1.1. Ukupno preživljenje implantata

Ukupno preživljenje implantata (%) označuje postotak implantata koji su istekom predviđenog vremena praćenja pregledani i još uvijek su na mjestu kirurške ugradnje bez obzira na njihovo kliničko stanje i subjektivno zadovoljstvo ispitanika njihovom funkcijom. Ta se stopa razlikuje od ukupnog kumulativnog uspjeha implantata (%), a definira se kao postotak uspješno oseointegriranih implantata podvrgnutih funkcionalnom opterećenju, koji uslijed žvačne funkcije nisu pokazali biološke ili mehaničke simptome niti znakove kao dokaz gubitka oseointegracije ili prekid funkcije zbog drugih komplikacija.

Ukupno preživljenje jednokomadnih dentalnih implantata neovisno o materijalu iz kojih su izrađeni iznosilo je **96,80%**. Ukupan broj jednokomadnih dentalnih implantata bio je **595**, a izgubljeno ih je **19**.

Analizi je bilo dostupno **319** keramičkih jednokomadnih implantata, od toga je izgubljeno **7** komada. Ukupno preživljenje keramičkih jednokomadnih dentalnih implantata iznosilo je **97,80%**.

Ukupno je praćeno **276** jednokomadnih implantata izraćenih od titanija/titanijskih legura, od kojih je izgubljeno **12** komada. Ukupno preživljenje jednokomadnih dentalnih implantata izraćenih od titanija/titanijskih legura iznosilo je **95,65%**.

3.1.2. Vrste protetskih radova

U Tablicama 3 i 4 zabiljeæene su vrste izraćenih suprastruktura i samo djelomićno njihov broj, budući da svi autori ne navode precizno kolićinu pojedinih protetskih nadomjestaka. Radi se o pojedinaćnim krunicama i fiksnim mostovima kratkih raspona cementiranih na jednokomadne implantate.

3.1.3. Komplikacije

Nepoæeljni ishodi terapije mogu se podijeliti na biološke i tehnićke. Prema vremenskoj distribuciji oni mogu nastati rano, u periodu cijeljenja kada dentalni implantati još nisu stavljeni u funkciju ili u kasnijem razdoblju, nakon što su protetski opterećeni.

Biološke komplikacije ukljućuju gubitak kosti > 2 mm u periodu praćenja, probleme vezane uz meko tkivo poput otekline, fistule, mukozitisa i periimplantitisa.

U tehnićke komplikacije ubrajaju se frakture nadogradnje implantata, lom protetskog rada, na/puknuće (*chipping*) obloæne keramike nadomjeska i odcementiravanje suprastrukture. Frakture samog implantata klasificirane su kao posebna kategorija i ne ubrajaju se u tehnićke komplikacije (14).

U Tablicama 7 i 8 navode se komplikacije. Razlozi gubitka oseointegracije prije funkcijskog opterećenja vrlo često su nejasne etiologije stoga su predmet stručnih rasprava. Tehnićke komplikacije u slućajevima praćenih jednokomadnih implantoprotetskih radova bile su relativno rijetke budući da se radi o jednostavnim terapijskim rješenjima, pojedinaćnim krunicama i mostovima kratkih raspona.

3.2. Obradena istraživanja

Balmer i sur. (2020) proveli su prospektivnu kliničku studiju na 60 ispitanika (30 muškaraca i 30 žena) prosječne dobi od $48,1 \pm 13$ godina, čija je svrha bila ocijeniti kliničke i radiološke ishode petogodišnje funkcije jednokomadnih keramičkih implantata kao potpore pojedinačnim krunicama ili fiksnim tročlanim mostovima. Ukupno je ugrađen 71 implantat (*Ceramic Implant Vitaclinical, Vita Zahnfabrik*, Bad Säckingen, Njemačka) promjera 4,0-5,5 mm, dužina 8-14 mm, od kojih je 48 ugrađeno u donju čeljust, a 23 u gornju čeljust te su imedijatno opskrbljeni. Definitivna protetska rekonstrukcija izvršena je dva mjeseca nakon implantacije u donjoj čeljusti i 4 mjeseca postoperativno u gornjoj čeljusti, 11 tročlanih mostova i 49 pojedinačnih krunica. Preliminarni rezultati ove identične studije objavljeni su nakon jedne (Jung i sur. 2016) i tri godine funkcije (Balmer i sur., 2018) (15, 16). Od dana protetske rekonstrukcije mjereni su razni klinički parametri oko implantata i susjednih zuba (PCR - pojavnost plaka, PD - dubina sondiranja, CAL - razina pričvrška, BOP - krvarenje pri sondiranju, gingivna recesija). Šest ispitanika (7 implantata) nije iz raznih subjektivnih razloga sudjelovalo u daljnjem istraživanju te su uključeni u sveukupne rezultate kao implantatni gubitak. Od ukupnog broja ugrađenih implantata, njih 63 kod 53 ispitanika statistički je obrađeno i uključeno u objavljene rezultate s time da je 1 implantat izgubljen 5 tjedana nakon postavljanja. Mjerenje razlike udaljenosti ramena implantata do prvog koštano-implantatnog kontakta od dana kirurške ugradnje kroz cjelokupno petogodišnje praćenje bio je primarni ishod istraživanja i predstavlja prosječan marginalni gubitak kosti od $0,7 \pm 0,6$ mm. Ovi navedeni podaci, stabilno okolno meko tkivo, kao i visoki rezultat preživljenja implantata od 98,4%, svrstavaju proučavani jednokomadni implantološki sustav u sigurno i pouzdano rješenje kod potpore pojedinačnim krunicama i mostovima kratkog raspona. Od ostalih promatranih kliničkih parametara, količina plaka bila je povećana oko zuba tijekom cijelog razdoblja praćenja, no unatoč tome pojavnost krvarenja pri sondiranju, kao i dubina sondiranja, nešto je veća na mjestima ugrađenih implantata. Srednja vrijednost marginalnog gubitka kosti u ovoj studiji pokazala se dosta nižom (≤ 2 mm) od preporuka raznih autora u dentalnoj literaturi (Misch i sur. 2008, Pjetursson i sur. 2018) kao kriterija uspješnosti implantata (17, 18). Rezultati su nešto povoljniji i u usporedbi s drugim studijama koje proučavaju ZrO₂ jednokomadne implantate imedijatno ili konvencionalno ugrađene u istom razdoblju praćenja. Zanimljivo je da su sličniji objavljenim podacima o marginalnom gubitku kosti oko titanijskih implantata nakon 5 godina funkcije (Laurell, Lundgren, 2011) (19, 20).

Kniha i sur. (2017) svojom su prospektivnom studijom pokušali odrediti povezanost između visine papile odnosno njezinog nedostatka i udaljenosti između visine alveolarne kosti i dodirnih točaka kliničkih kruna na implantatu i susjednom zubu. Poseban je osvrt bio usmjeren na razlike kod imedijatnih i konvencionalno ugrađenih jednokomadnih keramičkih implantata. U tu je svrhu kroz godinu dana praćeno 78 ispitanika (32 muškarca i 46 žena prosječne dobi 55 godina) s ukupno 82 implantata (*Straumann PURE Ceramic Implant*) promjera 4 mm i duljina 8, 10 i 12 mm. Ispitanici su podijeljeni u dvije grupe od kojih je grupa A (62 ispitanika i 66 implantata) predstavljala one kod kojih je izvršena konvencionalna odgođena implantacija, 3 mjeseca nakon koštanog cijeljenja. Grupa B od 16 ispitanika uključivala je 16 implantata ugrađenih imedijatno odmah nakon vađenja zuba. Proučavana udaljenost (udaljenost 4) od razine kosti na susjednom zubu odmah do postavljenog implantata pa do najniže točke dodira kliničkih kruna definirana je sumom visine papile i udaljenosti vrha papile do istog mjesta dodira na krunama zuba. Utvrđena je veća povezanost između nedostatka papile i udaljenosti 4 kod grupe ispitanika s odgođenom implantacijom i manja povezanost tih parametara kod imedijatne implantacije. No bez obzira na kirurški pristup, rezultati idu u prilog visokoj razini estetskog uspjeha kod jednogodišnjeg praćenja ispitanika (21).

Gahlert i sur. (2016) izradili su prospektivnu kliničku studiju u koju su uključili 44 ispitanika, 17 muškaraca i 27 žena, u prosječnoj dobi od 48 ± 14 godina. Cilj je bio istražiti kliničko ponašanje potpuno keramičkog ZrO_2 monolitnog implantata (*PURE Ceramic Implant; Institut Straumann AG, Basel, Švicarska*) i to u slučajevima nedostatka jednog zuba bilo u gornjoj ili donjoj čeljusti s posebnim osvrtom na estetsku zonu. U tu je svrhu nakon odabira ispitanika klasičnom operacijom režnja ugrađeno ukupno 44 keramičkih implantata u prethodno zacijeljenu kost nakon vađenja zuba (promjer implantata 4,1 mm, dužina 8, 10, 12 i 14 mm, dvije različite visine bataljka; 4 i 5,5 mm). Većina, odnosno 40 implantata (90,9%) postavljena je u gornju čeljust, dok ih je 4 (9,1%) ugrađeno u donju. U estetsku zonu prednje gornje čeljusti, što je područje od zuba 14-24, postavljeno ih je ukupno 31 (70,5%). Nakon kirurške faze implantacije, protetsko zbrinjavanje izvršeno je nakon 3 i 6 mjeseci potpunim keramičkim pojedinačnim krunicama. Praćena je marginalna količina kosti u trenutku implantacije te nakon 6 i 12 mjeseci. Ukupno preživljenje i uspjeh implantata nakon godine dana praćenja iznosili su 97,6% (daljnje praćenje predviđeno je nakon 24 i 36 mjeseci). Samo je jedan implantat izgubljen prije nego je protetski opterećen. Autori studije zaključili su kako se ovaj komercijalno dostupan keramički implantat jednokomadnog tipa klinički ponaša i usporediv je

s objavljenim podacima o preživljenju i uspjehu implantata izrađenih od titanija istog proizvođača u estetskoj zoni (22).

Prospektivna klinička studija Grassia i sur. (2015) provedena je na 17 ispitanika, 9 žena i 8 muškaraca u dobi od 35-70 godina, s ciljem radiološke i kliničke evaluacije imedijalnog opterećenja jednokomadnih ZrO₂ implantata kroz praćenje od 5 godina. Šesnaest implantata ugrađeno je u svježe postekstrakcijske alveole, a 16 u već zacijeljenu kost. Dvadesetšest implantata postavljeno je u gornju čeljust te 6 u donju čeljust, od kojih 23 u estetsku zonu, a 9 u posteriorni segment. Svi su ispitanici izabrani zbog potrebe za nadomještanjem nedostatka jednog zuba. Pojedinicima je ugrađeno i nekoliko implantata koji međusobno nisu bili povezani. Implantati su imedijatno opterećeni u laganom okluzalnom dodiru, a definitivno opskrbljeni potpuno-keramičkim radovima 3-4 mjeseca nakon operacije. Dimenzije ugrađenih monolitnih implantata (*WhiteSky*, tvrtke *Bredent Medical*) većinom su bili promjera 3,5 mm te 4 i 4,5 mm, dužina od 10, 12 i 14 mm. Sva mjerenja izvedena su u tri definirane vremenske točke, na dan postavljanja implantata, nakon jedne te 5 godina funkcije. Jedan implantat je izgubljen 3 mjeseca od imedijatne ugradnje u postekstrakcijsku alveolu, a jedan ispitanik s jednim ugrađenim implantatom nije uključen u daljnje praćenje (zabilježen je kao *dropout*), što je rezultiralo ukupnom stopom preživljenja od 96,9% nakon godine dana i 96,8% nakon 5 godina. Marginalni gubitak kosti nakon jednogodišnjeg praćenja bio je 0,83 mm te 1,23 mm nakon 5 godina. Zbog zabilježenog gubitka imedijatno ugrađenog implantata u medicinski kompromitirano područje, autori upozoravaju na veći rizik neuspjeha kod takvog pristupa nego kod odgođene implantacije. Svi ostali parametri poput marginalnog gubitka kosti i ukupnog preživljenja implantata usporedivi su s podacima iz studija drugih autora (23).

Spies i sur. (2015) uključili su 40 ispitanika (20 žena i 20 muškaraca) u prospektivnu studiju, kako bi utvrdili kliničko i radiološko ponašanje jednokomadnih ATZ (*alumina toughened zirconia*) implantata te su bilježili i subjektivne opaske ispitanika u smislu njihovog zadovoljstva implantoprotetskim tretmanom. Ukupno je ugrađeno 53 implantata (*Ziraldent FR I*, *Metoxit AG*), od toga 51 u prethodno zacijeljena mjesta, a 2 su imedijatno ugrađena u postekstrakcijske alveole. Svi su implantati privremeno opskrbljeni. Konačna protetska rekonstrukcija izvršena je na 50 implantata (3 su izgubljena zbog manjkave oseointegracije) i to u obliku 24 pojedinačnih krunica i 13 fiksnih tročlanih mostova. Svi promatrani parametri ocijenjeni su u trenutku implantacije, nakon konačne fiksne rekonstrukcije te nakon jedne i tri godine funkcije. Zbog smrti jednog ispitanika uzrokovane malignom bolešću i već spomenutog

gubitka tri implantata, u trogodišnje praćenje bilo je uključeno 36 ispitanika i 49 implantata, što je rezultiralo ukupnom stopom preživljenja od 94,2%. Prosječni marginalni gubitak kosti od dana postavljanja implantata kroz 3 godine funkcije iznosio je 0,79 mm. U usporedbi sa zapažanjima ispitanika prije tretmana, svi subjektivni parametri poput percepcije funkcije, estetike, govora, osjećaja i samopouzdanja značajno su se poboljšali. Na temelju dobivenih podataka kroz trogodišnje praćenje proučavani implantološki sustav pokazao je obećavajuće rezultate kliničkog ponašanja koje tek treba potvrditi nakon 5 godina funkcije (24).

Klinička studija Borgonova i sur. (2013) proučavala je kriterije uspješnosti jednokomadnih ZrO₂ implantata na uzorku od 13 ispitanika (12 muškaraca i jedna žena) prosječne dobi od 60 godina. Ukupno je ugrađeno 35 keramičkih implantata tvrtke *Bredent*, *WhiteSky*, monolitnog tipa prosječnog promjera 4,0 mm i dužine 10-14 mm za rehabilitaciju nedostatka jednog ili nekoliko zuba, no rezultati se temelje na ukupno 28. Dvadeset implantata postavljeno je u gornju čeljust, a 8 u donju čeljust. Svi su implantati imedijatno opskrbljeni akrilatnim krunicama i mostovima bez centričnih i ekscentričnih kontakata, a definitivno su opterećeni trajnim potpuno-keramičkim radovima 6 mjeseci nakon procesa cijeljenja. Tijekom četverogodišnjeg praćenja nije zabilježen niti jedan gubitak, što rezultira ukupnom stopom preživljenja i uspjeha implantata od 100%. Svakih 6 mjeseci nakon opskrbe osim radiološke evaluacije izvršena su i mjerenja raznih parodontoloških indeksa poput plak indeksa, krvarenja prilikom sondiranja, sondiranja džepova, kontrole mobilnosti implantata. Srednja vrijednost marginalnog gubitka kosti iznosila je 1,63 mm nakon četverogodišnjeg praćenja, s nešto izraženijim gubitkom kosti u prvoj godini kod implantata smještenih u gornjoj čeljusti u odnosu na one u donjoj čeljusti. Nije bilo značajnije razlike kod implantata koji su nadomještali molarnu regiju od onih u drugim područjima niti kod implantata opterećenih mostovima ili pojedinačnim krunicama. Autori studije zaključuju kako su vrijednosti gubitka kosti u granicama prihvatljivosti od 0,9-1,6 mm unutar godine dana funkcije, kao i daljnji gubitak od prosječno 0,2 mm godišnje nakon primarne koštane maturacije. Jednokomadna građa keramičkog implantata povoljno utječe na MBL zbog nedostatka mikropukotine koja je prisutna kod konvencionalnog dvokomadnog implantatnog tipa (25).

Payer i sur. (2012) proučavali su 20 potpuno keramičkih ZrO₂ implantata kod 20 ispitanika (9 žena i 11 muškaraca u dobi od 27-71 godine) kroz prospektivnu seriju slučajeva u dvogodišnjem razdoblju. Od ukupnog broja *WhiteSky*, *Bredent* implantata promjera 3,5, 4 i 4,5 mm i dužina 10, 12 i 14 mm, 11 ih je ugrađeno u gornju čeljust i 9 u donju čeljust. Imedijatno su

nefunkcionalno opterećeni na dan operacije te nakon 4 mjeseca trajno rekonstruirani potpunim keramičkim pojedinačnim CAD/CAM krunicama. Jedan implantat je izgubljen tijekom cijeljenja, što dovodi do ukupnog rezultata preživljenja i uspjeha od 95%. Srednja vrijednost marginalnog gubitka kosti unutar godine dana od postavljanja iznosila je 1,01 mm i 1,29 mm nakon dvije godine funkcije. Vremenske točke praćenja određene su 6, 12, 18 i 24 mjeseca poslije kirurške ugradnje, kada su implantati radiološki praćeni te su mjereni plak indeksi, krvarenje prilikom sondiranja, PES test (*Pink Esthetic Score*) i stabilnost implantata. Zaključak autora je da, bez obzira na obećavajuće kliničko ponašanje proučavanih potpunih jednokomadnih keramičkih implantata, ove pozitivne rezultate tek treba potvrditi daljnjim istraživanjima na većem uzorku i kroz duži vremenski period praćenja. Smatraju kako je imedijatna opskrba takvih jednokomadnih implantata čak i obvezujuća, budući da je nošenje zaštitnih udlaga neprihvatljivo u vrijeme oseointegracije s gledišta ispitanika te predstavlja korak unatrag u modernoj implantoprotetskoj rehabilitaciji (26).

Kadkhodazadeh i sur. (2019) su u kliničkoj studiji kroz period od 10 godina analizirali jednokomadne implantate smanjenog promjera izrađene od titanijske legure na uzorku od 35 ispitanika (20 žena i 15 muškaraca). Ukupno je ugrađeno 42 implantata tipa *Maximus 3.0*, tvrtke *BioHorizons* promjera 3,0 i duljine 12 mm, na mjestima gdje su nedostajali maksilarni lateralni ili mandibularni sjekutići. Nakon kirurškog zahvata imedijatno su postavljene privremene akrilatne krunice bez funkcijskog opterećenja, a nakon 4 mjeseca cijeljenja u donjoj čeljusti te poslije 6 mjeseci u gornjoj čeljusti trajno su cementirane definitivne pojedinačne krunice. Za predviđeno dugogodišnje razdoblje praćenja bilo je dostupno 26 ispitanika (20 žena i 6 muškaraca), u dobi od 32-63 godina. Devet implantata nadomještalo je maksilarne lateralne sjekutiće, 20 njih mandibularne sjekutiće i 1 maksilarni očnjak. Na ukupnu sumu od analizi dostupnih 30 praćenih implantata preživljenje je bilo 100%, dok je uspjeh implantata ovisio o odsustvu znakova i simptoma gubitka oseointegracije, gdje nisu opažene značajnije komplikacije. Marginalni koštani gubitak nakon godine dana iznosio je $1,06 \pm 0,9$ mm i kroz desetogodišnje razdoblje povećao se na $1,24 \pm 0,75$ mm. Prosječna dubina džepa bila je $2,3 \pm 0,96$ mm i povećala se za $0,83 \pm 0,68$ kroz 10 godina praćenja. Krvarenje pri sondiranju primijećeno je kod 10% ispitanika, a pojavnost plaka kod njih 20%. Autori zaključuju kako ova vrsta implantata može predvidivo i učinkovito zbrinuti područja ograničenog prostora u kombinaciji s imedijatnim nefunkcijskim opterećenjem, no nužno je potreban pažljiv odabir ispitanika kao jamstvo dugotrajnog terapijskog uspjeha (27).

Lauritano i sur. (2014) izradili su retrospektivnu studiju na uzorku od 84 jednokomadnih titanijskih implantata, u koju je uključeno 12 žena i 9 muškaraca u dobi od 33-67 godina. Implantati promjera 3,0 mm tvrtke *BioHorizons*, Italija, i duljine ≥ 12 mm ugrađeni su u donju čeljust u svježe postekstrakcijske rane kako bi zbrinuli gubitak ukupno 42 donja prva i 42 donja druga sjekutića te su praćeni kroz godinu dana funkcije. Unutar 48 sati privremeno su protetski opskrbljeni, a definitivno zbrinjavanje izvršeno je nakon 4 tjedna cijeljenja. U prvoj godini 10 implantata je izgubljeno, što rezultira ukupnim preživljenjem od 88%. Na preostalom uzorku od 74 implantata mjereno je koštano gubitak te je kod 2 zabilježena resorpcija od 1,5 mm kosti nakon jednogodišnjeg praćenja. Autori zaključuju kako uspjeh rehabilitacije na opisan način ovisi o količini i kvaliteti kosti prilikom ugradnje, što utječe na primarnu stabilnost implantata koja je ključna za adekvatnu oseointegraciju. Jednostavniji kirurški protokol bez odizanja režnja (*flapless* tehnika) i bez potrebe za drugom operacijom otvaranja implantata te imedijatna opskrba svakako su prednosti ovakvog pristupa pred konvencionalnim kod dvokomadnih implantoprotetskih rješenja, a pritom dovoljno pouzdan način rehabilitacije u prednjem segmentu donje čeljusti (28).

Mangano i sur. (2013) uključili su 16 ispitanika (9 muškaraca i 7 žena, starosti 48-69 godina) u prospektivnu studiju kako bi kroz dvije godine pratili ukupno 37 implantata smanjenog promjera (duljine 10-13 mm, 22 komada promjera 2,7 i 15 promjera 3,2 mm) u lateralnim područjima obje čeljusti proizvedenih SLS metodom (*Selective Laser Sintering*). Tim načinom omogućena je izrada implantata slojevanjem praškastih titanijskih mikročestica u trodimenzionalnu formu uporabom računalno kontrolirane laserske zrake. Četrnaest implantata (*TixOs Nano; Leader-Novaxa*, Milano, Italija) ugrađeno je u posteriornu gornju čeljust, 23 u posteriornu donju čeljust te su imedijatno opskrbljeni sa 16 fiksnih mostova, a 3 mjeseca nakon ugradnje i definitivno protetski zbrinuti. Odmah po kirurškom zahvatu te kliničkom i radiološkom evaluacijom nakon 2 godine funkcije, mjerene su razlike udaljenosti od ramena implantata do prvog koštano-implantatnog kontakta, što odgovara MBL-u srednje vrijednosti od $0,4 \pm 0,3$ mm. Svi su implantati na kraju razdoblja praćenja bili u funkciji, što rezultira preživljenjem od 100%, dok je uspjeh određivan prema kriterijima odsutnosti boli pri žvakanju, odsutnosti eksudacije i supuracije, bez kontinuirane okolne radiolucencije, povećane mobilnosti implantata, marginalnog gubitka kosti ili postojanja protetskih komplikacija. Zbog prisutnog povećanog koštanog gubitka > 2 mm kod dva implantata, ukupan uspjeh bio je 94,6%. Unatoč smanjenom promjeru, a pritom i kontaktne površine NDI implantata, postoji potreba za

oprezom i kontrolom žvačnih sila no autori zaključuju kako se unatoč navedenom oni mogu upotrebljavati u rehabilitaciji obje posteriorne čeljusti na predvidiv i uspješan način (29).

Zembić i sur. (2012) u multicentričnoj retrospektivnoj studiji evaluirali su ishode tretmanom imedijatno protetski zbrinutih jednokomadnih titanijskih implantata promjera 3 mm i dužina 13 i 15 mm kroz godinu dana praćenja. Ukupno je ugrađeno 57 implantata (*NobelDirect*, *Nobel Biocare AG*, Göteborg, Švedska) kod 47 ispitanika (26 žena i 21-og muškarca u dobi od 17-76 godina). Nadomještao se gubitak 30 maksilarnih lateralnih sjekutića i 27 mandibularnih sjekutića (20 središnjih i 7 lateralnih), imedijatnom ugradnjom ili u već prethodno zacijeljena mjesta. Provizorne krunice postavljene su odmah po ugradnji, dok je trajna protetska opskrba izvršena nakon prosječnog vremena cijeljenja od 8,5 mjeseci (od 1,9-14,5 mjeseci). U kontrolnom razdoblju, 6 i 12 mjeseci od ugradnje implantata, osim radiološkog snimanja mjerena je pojavnost plaka i krvarenje pri sondiranju, no glavni su ishodi studije bili ukupno jednogodišnje preživljenje i marginalni gubitak kosti. Rezultati su evaluirani na uzorku od 54 implantata kod 44-ero ispitanika. Jedan implantat je izgubljen nakon 3 tjedna, što je utjecalo na ukupno preživljenje od 98% nakon jedne godine funkcije. Srednja vrijednost marginalnog koštanog gubitka u istom razdoblju iznosila je 1,6 mm, točnije, u 62% slučajeva utvrđeno je < 2 mm, kod 20% gubitak od 2-3 mm te je > 3 mm utvrđeno kod 18% promatranih implantata. Unatoč povoljnom rezultatu preživljenja, povećani periimplantatni gubitak kosti kod određenog broja implantata nakon jedne godine funkcije nadvisuje prihvatljiva očekivanja, pa se preporučuje oprez do potvrde ovakvih podataka studijama drugih autora (30).

Sohn i sur. (2011) proučavali su u retrospektivnoj multicentričnoj analizi kliničke ishode imedijatne opskrbe implantata smanjenog promjera (3,0 mm i dužine 12, 15 mm) na uzorku od 36 ispitanika (20 muškaraca i 16 žena) u dobi od 42-72 godine. Od ukupno 62 titanijska jednokomadna implantata, njih 8 ugrađeno je na pozicije maksilarnog lateralnog sjekutića, a 54 na mjesta mandibularnih sjekutića te su nakon perioda cijeljenja od 3 mjeseca u donjoj čeljusti i 5 mjeseci u gornjoj čeljusti definitivno opterećeni trajnim nadomjescima (44 implantata je nosilo fiksne mostove, 18 njih pojedinačne krunice). Nakon srednjeg razdoblja praćenja od $23 \pm 4,3$ mjeseci ukupno preživljenje i uspjeh implantata bio je 100%, a srednja vrijednost marginalnog gubitka kosti nakon jednogodišnjeg praćenja $0,53 \pm 0,37$ mm. Zaključak analize je kako jednokomadni implantati smanjenog promjera mogu na predvidiv način nadomjestiti nedostatak gornjeg lateralnog sjekutića i donjih sjekutića u uvjetima smanjenog interdentalnog prostora i labiolingvalnih širina (31).

Reddy i sur. (2008) svojom su kliničkom retrospektivnom studijom nastojali istražiti promjene interdentalne papile, estetike, marginalne kosti i ukupnog uspjeha imedijatno opterećenih implantata smanjenog promjera izrađenih od titanijske legure nakon godine dana funkcije. U tu su svrhu kod 17 ispitanika ugradili 31 implantat promjera 3,0 mm na mjestima smanjenog prostora (maksilarni lateralni i mandibularnih sjekutići). Na dan kirurškog zahvata te 6 i 12 mjeseci postoperativno izvršeni su standardizirani radiogrami. Jedan implantat je zbog povećane mobilnosti odstranjen, što utječe na ukupno preživljenje od 96,7%. Mjerenjem je utvrđen srednji marginalni gubitak kosti od 0,58 mm kroz prvih 6 mjeseci s progresijom od 0,12 mm, što daje ukupan rezultat od 0,7 mm nakon godine dana praćenja. Kompletna papila bila je prisutna u 92% slučajeva kod gornjih lateralnih sjekutića i u 60% slučajeva na mjestima mandibularnih sjekutića, što je zajedno s ostalim izmjerenim kliničkim parametrima dovelo autore do zaključka kako protokol imedijatno opterećenih jednokomadnih dentalnih implantata smanjenog promjera može biti djelotvoran tretman bez obzira na implantaciju u dimenzijama ograničen prostor (32).

4. RASPRAVA

Prema navodima određenih predavača na značajnim kongresnim okupljanjima struke, 80% od ukupnog implantoprotetskog zbrinjavanja u Europi vezano je uz slučajeve i terapijski je izbor pacijenata kod nadomještanja nedostatka jednog zuba ili do 3 žvačne jedinice. Dakako da su mogućnosti suvremene oralne rehabilitacije potpomognute različitim vrstama, mikro i makro dizajnom, ili konceptima ugradnje i opterećenja dentalnih implantata značajnijeg volumena od navedenih relativno jednostavnih situacija, koje se cementiranjem nadomjestaka na jednokomadna rješenja mogu funkcijski i estetski sanirati na jednostavan, predvidiv i siguran način. S druge strane, sveopći "holistički" pristup koji se sve više nameće i u dentalnoj medicini, predstavlja svojevrsan izazov istraživanjima s ciljem pronalaska bezmetalnih nadoknadnih dentalnih materijala, počevši od zamjene za tradicionalni amalgam, pa sve do suvremenih keramičkih materijala primjenjivih za izradu dentalnih implantata. Oni moraju biti dovoljno mehanički otporni za podnošenje žvačnog opterećenja, a živoj okolini prihvatljivi za koštano sraštavanje. Zanimljiv je i podatak jedne od vodećih kuća u komercijalnoj implantologiji, gdje je više od 250 pacijenata u potrebi za implantoprotetskim nadomjeskom upitano o svojim preferencijama oko materijala izbora za terapijsko zbrinjavanje. Čak 3,5 puta više njih odgovorilo je i dalo bi prednost u osnovi bezmetalnom materijalu, bez obzira što prethodno nisu imali saznanja o indikacijama, razlikama u svojstvima i rezultatima ponašanja dentalnih implantata potpuno izrađenih od keramike ili titanija/titanijskih legura. Sve ove informacije svrstavaju jednokomadne implantološke sustave u jednostavno primjenjive i u određenim indikacijama poželjne te se daje naslutiti kako će daljnji napredak keramičkih materijala kao alternative postojećim omogućiti razvijanje složenijih sustava širih mogućnosti uporabe.

Skraćivanje ukupnog vremena terapije u interesu je prvenstveno pacijenata, no svakako je i zasluga iskusnog terapeuta. Jedan je od razloga što se popularnost imedijatne implantacije i opskrbe/opterećenja značajno povećala i poželjan je koncept liječenja (33, 34). Njegova je glavna prednost ponajprije smanjen broj intervencija i ugradnja implantata u jednoj kirurškoj seansi. Uspjeh takvog pristupa i mogućnost postavljanja privremenog protetskog rada u periodu do najkasnije 48 sati nakon kirurškog zahvata, prvenstveno ovisi o mehaničkom fenomenu primarne stabilnosti implantata koji se oduvijek smatrao iznimno važnim za kontroliranu i neometanu oseointegraciju. Slično kao što se kod koštanog loma u ortopediji imobilizacijom osigurava nemogućnost pomaka frakturiranih segmenata kroz cjelokupan period, a time i adekvatno cijeljenje.

Budući da je nadogradnja nedjeljiv dio od intrakoštanog tijela jednokomadnog implantata, odmah je po ugradnji prisutna u ustima i izložena silama koje nisu samo mastikacijskog

porijekla, nego su i rezultat funkcijske aktivnosti jezika i obraza. Oseintegracija takvim protokolom neće biti ugrožena ukoliko je funkcijsko opterećenje na adekvatan način kontrolirano ispravno izrađenim protetskim radom (35, 36). U svrhu zaštite tek ugrađenog implantata nekada su izrađivani akrilatni splintovi, nespretni za nošenje, kako bi ublažili djelovanje nepovoljnih utjecaja, no neposredno postavljanje privremenog nadomjeska u infraokluziji pokazalo se kao optimalno rješenje, ugodnije pa stoga i bolje prihvaćeno od strane pacijenata (26).

Osim kakvoće i svojstava površine dentalnog implantata koji su odgovorni za potencijal sraštavanja, primarna stabilnost prvenstveno ovisi o količini i kvaliteti kosti na mjestu primaoca, tipu i dizajnu implantata, prvenstveno njegovih navoja, a svi navedeni parametri mogu biti bolje kontrolirati upravo implantatima jednokomadne građe (37, 38). Pritom makro dizajn definira geometriju tijela, dužinu i promjer implantata, a mikro dizajn površinske karakteristike. Pacijenti se lakše odlučuju na zahvat sa nižim stopama postoperativnih komplikacija ili ukoliko je on manje invazivan, što jednovremeni kirurški pristup svakako je, bilo da se radi o klasičnoj operaciji odizanja režnja ili jednostavnijoj *flapless* tehnici. Nema potrebe za naknadnim zahvatom otvaranja implantata, postavljanja gingiva formera na određeni period kako bi se oblikovao izlazni profil i na kraju pričvršćenja implantatne nadogradnje, što je standardni protokol kod dvokomadnih sustava (39). Pažljivo preoperativno planiranje ključno je iz razloga ograničene mogućnosti naknadne prilagodbe jednokomadnog implantata odnosno njegove integrirane i od tijela nedjeljive nadogradnje. Monolitni dizajn eliminira potrebu za sekundarnom operativnom procedurom koja je inače nužna radi vijčane fiksacije nadogradnje i izbjegava naknadne manipulacije već prethodno inicijalno zacijeljenog mekog tkiva. Povrh toga, ugradnja implantata direktno u ekstrakcijsku alveolu izvađenog zuba u istom zahvatu može očuvati veći volumen alveolarne kosti nego odgođeni kirurški pristup (40). Imedijatna opskrba privremenim protetskim radom pacijentu pruža bolji osjećaj samopouzdanja jer je krajnji rezultat zahvata odmah vidljiv ili u vrlo kratkom vremenu. Jednako tako jednokomadni sustavi omogućuju adekvatnije mekotkivno transmukozno cijeljenje i bolju adheziju i brtvljenje pričvrstne sluznice uz vrat implantata na kojem nema mikrospoja intra/ekstraosealne komponente, a time pružaju i učinkovitiju zaštitu apikalnije smještenih koštanih tkiva (41, 42).

Terapijski ishodi implantatima izrađenim od titanija ili njegovih legura ekstenzivno su dokumentirani istraživanjima kroz više od 4 desetljeća u širokim implantoprotetskim indikacijama primjene. Monolitni titanijski tip u kliničkoj praksi uglavnom je vezan za implantate smanjenog promjera, posebno one vrlo malih dimenzija ("mini-implantati" < 3 mm)

kao potpore za bolju retenciju i stabilizaciju pokrovnih proteza u slučajevima izrazito atrofičnih bezubih čeljusti. Oni nešto u ramenu širi, po dimenzijskoj klasifikaciji NDI kategorije 2 (promjera 3-3,25 mm), većinom su jednokomadnog dizajna i koriste se za rehabilitaciju nedostatka jednog zuba u frontalnom području kada je ugradnja implantata standardnih dimenzija onemogućena zbog smanjenog prostora raspoloživog za implantaciju. Pritom u primjeni nije uočena razlika u ishodima implantatnog preživljenja kod usporedbe sa implantatima standardnih dimenzija (SDI), dok su NDI kategorije 1 pokazali statistički lošije rezultate kliničkog ponašanja od SDI implantata (12).

Jednokomadni oblik izrađen od itrijem ojačane cirkonij-oksidge keramike (YTZP) dobiva u suvremenoj implantologiji sve značajnije mjesto zbog pojedinih karakteristika koje su slične i usporedive s implantatima titanijske osnove. Tehnološki sofisticirani keramički materijali zastupljeni su već duže vrijeme u raznim medicini nesrodnim industrijama. U ortopediji se godinama koriste i materijal su izbora u izradi nadomjesnih proteza kuka. Nisu novi niti u dentalnoj implantologiji. Cirkonij-oksidge keramika u implantoprotetici značajnije je prisutna od kraja 1990-ih, uglavnom kao materijal za slojevanje i CAD/CAM izradu skeleta protetskih radova, sve više kao materijal za izradu nadogradnji kod zbrinjavanja estetski zahtjevnijih situacija te tek u manje od 1% slučajeva kao gradivni materijal potpunih keramičkih implantatnih sustava, bilo jednokomadnog ili dvokomadnog tipa.

Bez obzira na to što keramički materijali za izradu dentalnih implantata postoje već određeno vrijeme i komercijalno su pa tako i u kliničkoj praksi prisutni, studije koje proučavaju njihovo dugoročno ponašanje ipak još nisu dostupne i na njih će trebati još pričekati. Pregledom literature, najrecentnija meta analiza Roehlinga i suradnika iz 2018. godine je od ukupno 264 selektiranih članaka na temu kliničkih performansi ZrO₂ dentalnih implantata, uključila njih 18 u detaljniji pregled. Četrnaest studija proučavalo je jednokomadne, a samo 4 dvokomadne keramičke sustave. Funkcijskim praćenjem u kratkoročnom i srednjeročnom razdoblju, rezultati preživljenja implantata i marginalnog gubitka kosti slični su i usporedivi sa onima kod implantata izrađenih od titanija ili njegovih legura. Svi klinički parametri kod keramičkih implantoloških sustava su se usavršavanjem od strane proizvođača značajno poboljšali u posljednje vrijeme, no unatoč sve češćoj primjeni vrlo je malo znanstveno dokazanih činjenica vezanih za dvokomadni potpuno keramički implantatni tip (14).

Pojedini znanstvenici, a ujedno i svakodnevni kliničari stoga si s pravom na tragovima uspoređivanih podataka postavljaju pitanje: ukoliko se dovoljno dobri rezultati mogu postići

dosad poznatim metalnim rješenjima, a oseintegracija, mekotkivno cijeljenje i konačna estetika bezmetalnih koncepata pokazuje obećavajuće kliničke rezultate, da li keramički dentalni implantati mogu biti čak i uspješniji od titanijskih, a pritom i njihovi terapijski učinci bolji?

Tehnička ograničenja pri tvorničkoj izradi kao i ona u kliničkoj praktičnoj primjeni naravno postoje. No više je izazov pred dentalnom industrijom kako doskočiti problemu konekcije keramičkog tijela implantata i nadogradnje kod dvokomadnog tipa, budući da su sistemi na cementiranje te dvije komponente u ustima pacijenata teško izvedivi, a kod vijčanog spoja se još traži pravo rješenje (korištenjem keramičkog vijka, vijka izrađenog od ugljičnih vlakana ili titanijskog navojnog prihvata unutar tijela keramičkog implantata).

Uspjeh u dentalnoj implantologiji predmet je rasprava struke, no postizanje i održavanje oseintegracije funkcijski opterećenih implantata svakako je jedan od odlučujućih kriterija. Sumirajući preporučene smjernice koje uspješnost definiraju, marginalni gubitak kosti kao dokaz postignutog koštanog srašćavanja i jasno mjerljiv parametar, kroz prvu godinu funkcije u iznosu od 2 mm te daljnji gubitak ne veći od 0,2 mm godišnje može se smatrati prihvatljivim rezultatom (17, 18, 20, 43-45).

Kao posljedicu funkcijskog opterećenja, potrebno je MBL razlikovati od procesa koštanog remodeliranja oko dentalnih implantata od dana implantacije koji može biti pod utjecajem i rezultat je multifaktorijskog učinka. Mnogi od njih su: odabrani operativni protokol odnosno izbjegavanje traumatske kirurške tehnike (46), pretjerani uvjeti opterećenja (47), lokacija, oblik i veličina spoja na mjestu intrakoštanog dijela/nadogradnje i njegova mikrobiološka kontaminacija (48, 49), mikropomaci implantata (50), biološka širina i periimplantatno mekotkivo (51), geometrija vrata (52), opetovana zatezanja i odtezanja vijka prilikom proba kod dvokomadnih sustava (53) i okolni upalni infiltrat (54). Proces remodelacije napredovat će sve do trenutka oblikovanja i stabilizacije biološke širine oko dentalnog implantata. Površinska akumulacija plaka promovira mekotkivnu upalnu reakciju stoga podatak o značajnijoj redukciji bakterijskog nakupljanja kod YTZP implantata u usporedbi s titanijskim svakako je obećavajući podatak koji govori o mogućem povoljnom utjecaju na dugoročno očuvanje okolne kosti (55, 56). No unatoč tome povećana incidencija krvarenja pri sondiranju i dubine sondiranja može se povezati s mogućim nalazom zaostatnog cementa kao rizičnog čimbenika za periimplantitis. Stoga se proces cementiranja kao jedini mogući način pričvršćenja protetskih radova kod

jednokomadnih sustava smatra ograničavajućim pred mogućnošću vijčano pričvrstivih nadomjestaka nošenih dvokomadnih implantatnim tipom (57, 58).

Stope preživljenja jednokomadnih cirkonij-oksidnih implantata u dasadašnjim studijama objavljene su u opsegu od 85% - 100% za period jednogodišnjeg praćenja (25, 26, 59-62). Istraživanja duljeg vremenskog trajanja, dvije do 5 godina, rezultirale su implantatnim preživljenjem od 92,77% - 100% (25, 26, 59). Autori tih istraživanja proučavali su multiple varijable kod komercijalno dostupnih implantata različitih proizvođača poput neposredne implantacije jednog ili više njih u postekstrakcijske alveole ili u već zacijeljenu kost. Potom utjecaj imedijatnog ili odgođenog opterećenja sa funkcijski potpuno ili nepotpuno rekonstruiranim okluzijskim kontaktima, u područjima gornje ili donje čeljusti i svaka od njih na specifičan način utječe na stopu implantatnog preživljenja i sveopći uspjeh terapije.

U usporedbi jednokomadnih cirkonij-oksidnih sustava sa srednjeročnim petogodišnjim rezultatima praćenja titanijskih implantata kao potpore pojedinačnim krunicama prema sistematskim preglednim radovima objavljeno je ukupno preživljenje od 97,2% i 95,6% kod jednokomadnih implantata kao potpore mostovima kratkih raspona (63, 64).

Kriteriji uspješnosti dentalnih implantata definirani su od strane nekolicine znanstvenika i njihovih radova (65-70). Jedan od najranijih na tu temu, onaj Albrektssona i sur. bez obzira na davnu 1986. godinu objave, danas se još uvijek široko koristi za kvalitativnu procjenu u dentalnoj implantologiji (68). S vremenom su predložene revizije dotad usvojenih kriterija i izrađene nove smjernice koje se bitno nisu mijenjale no bolje interpretiraju rezultate kliničkih praćenja. Stope uspješnosti često se u izvještajima zamjenjuju sa stopama preživljenja, što je podatak o fizičkoj prisutnosti/odsutnosti implantata u ustima, čiji zagovornici smatraju kako je to najjednostavni način prezentacije znanstvenih podataka. Kritičari tog pristupa zastupaju stav kako se pojedini implantati koji moraju biti uklonjeni prvenstveno zbog boli ili povećane mobilnosti kao glavnih razloga neadekvatne funkcije pogrešno statistički ubrajaju u uspješne (17, 71).

Termin implantatnog uspjeha opisuje idealne kliničke parametre i uključuje period od najmanje godine dana funkcijske potpore protetskom nadomjesku. Prema vremenskoj distribuciji period od 1-3 godine smatra se kratkoročnim, od 3-7 srednjeročnim i više od 7 godina dugoročnim periodom uspjeha. U Tablici 9 prikazana je ljestvica gradacije implantatnog zdravlja prema Mischu i sur., predstavljena 2007. na ICOI (*The International Congress of Oral Implantologists*) konsenzusnoj konferenciji u Pisi. Procjena stanja dijeli ih u 4 kategorije: uspješnu, potom

skupine implantata koji funkcioniraju unatoč narušenom kliničkom statusu i grupu neuspješnih implantata (17).

Tablica 9. Ljestvica gradacije zdravlja dentalnih implantata (Međunarodni kongres oralnih implantologa, Pisa, Italija, "Consensus Conference" 2007.)

Ljestvica kvalitete implantatnog zdravlja	Klinička stanja
I. Uspjeh (optimalno zdravlje)	a) bez boli ili osjetljivosti kod funkcije b) nema pomičnosti c) < 2 mm radiološkog gubitka kosti od dana kirurške ugradnje d) bez podatka o eksudaciji u anamnezi pacijenta
II. Zadovoljavajuće preživljenje	a) bez boli kod funkcije b) nema pomičnosti c) 2-4 mm radiološkog gubitka kosti d) bez podatka o eksudaciji u anamnezi pacijenta
III. Kompromitirano preživljenje	a) može postojati osjetljivost kod funkcije b) nema pomičnosti c) radiološki gubitak kosti > 4 mm (manje od ½ tijela implantata) d) dubina sondiranja > 7 mm e) može postojati podatak o eksudaciji u anamnezi pacijenta
IV. Neuspjeh (klinički neuspjeh ili apsolutni gubitak)	Bilo što od navedenog: a) bol pri funkciji b) pomičnost c) radiološki gubitak kosti > ½ duljine tijela implantata d) nekontrolirana eksudacija e) implantat više nije prisutan u ustima

Interpretaciji objavljenih podataka svakako treba kritički pristupiti pogotovo prilikom međusobne usporedbe možda samo naoko sličnih studijskih praćenja. Objavljeni podaci često koriste smjernice za procjenu uspješnosti prema različitim autorima, pojedini od njih podatke u istraživanjima baziraju na samodefinirajućim kriterijima (72).

Sumirajući raspravu o uspjehu, postizanje i održavanje oseintegracije ostaje predominantan parametar procjene. Ukupan kumulativni uspjeh kao postotna vrijednost dosta je kompleksniji podatak kada ga se osim na razini implantata, sagledava i iz perspektive periimplantatnog mekog tkiva, protetskog nadomjeska i subjektivnih opažanja pacijenta. Kriteriji koji dominiraju na implantatnoj razini procjene su povećana mobilnost, bol, radiolucencija i marginalni gubitak kosti. Na mekotkivnoj razini krvarenje, supuracija, i povećana dubina sondiranja osnovni su parodontološki indeksi za ocjenu uspješnosti. Razina protetskog nadomjeska evaluira pojavnost tehničkih komplikacija, adekvatnost funkcije i estetiku kroz očekivani period praćenja dok se

subjektivno od strane pacijenata ocjenjuje ponašanje pomagala u funkciji/žvakanju/govoru, postignuta estetika, eventualna nelagoda prilikom nošenja i sveukupno zadovoljstvo postignutim. Budući da je incidencija bilo kakve vrste komplikacija vezanih za protetski nadomjestak relativno česta, svakako takav nalaz ima svoju težinu kod odluke u uključivanju ocjene njegove razine u sveukupan rezultat (72).

Postotak ukupnog kumulativnog implantatnog uspjeha u dentalnoj implantologiji kao primarnog ishoda istraživanja značajnije se smanjuje ukoliko se uključuje više parametara u procjenu i idealno bi svaka evaluacija trebala dugoročno pratiti implanto-protetski kompleks kao cjelinu, a ne kao zasebne komponente (72).

5. ZAKLJUČAK

Primarna uloga dentalnog implantata je intrakoštano sidrenje i potpora opterećenom protetskom nadomjesku koji će se u funkciji što sličnije ponašati prirodnom zubu. Žvačna, fonetska i estetska harmonija rehabilitirana nekim od implantoprotetskih terapijskih koncepata temeljena je na rezultatu postignute i dugoročno održavane oseintegracije.

Danas je upotreba potpunih keramičkih sustava opravdana iz razloga sve većeg zahtjeva pacijenata za bezmetalnim implantološkim i protetskim rješenjima. Kod bilo kakve sumnje na moguću pretjeranu reakciju imunološkog sustava na metalno strano tijelo jasna je prednost ovih materijala, kada je njihovo korištenje pritom i apsolutno medicinski indicirano.

Osim povećane mobilnosti djelovanjem sile u aksijalnom ili postraničnom smjeru, pojave boli prilikom funkcije i radiotransparentnosti, opseg marginalnog koštanog gubitka je najčešći kriterij (ne)uspjeha na razini implantata i zajedno s pojavnošću krvarenja pri sondiranju relevantan parametar za dijagnozu periimplantatnog oboljenja.

Proučavani jednokomadni implantatni sustavi kod potpore pojedinačnim krunicama i mostovima kratkih raspona, neovisno o materijalu od kojih su izrađeni, pokazali su visoke i usporedive rezultate ukupnog preživljenja, stabilne okolne kosti i mekog tkiva s dosad ekstenzivno i dugoročno dokumentiranom uporabom konvencionalnih titanijskih dentalnih implantata u sličnim indikacijama primjene. Obećavajući rezultati kliničkog ponašanja kroz kratkoročno i srednjeročno razdoblje praćenja, jednostavniji kirurški i protetski protokol te mogućnost imedijatne ugradnje i opskrbe, razlozi su koji monolitni implantatni dizajn svakako ubrajaju u poželjna terapijska sredstva. Pritom se ne smije zanemariti činjenica da ograničenja upotrebe ipak postoje, poput smanjene kirurške i protetske fleksibilnosti iz istog razloga jednokomadne građe te mogućnost opskrbe samo radovima na cementiranje.

Kvalitetnim dugoročnim studijama s većim uzorkom praćenih ispitanika tek predstoji potvrda ovih pozitivnih i znanstveno utemeljenih činjenica. S druge strane, daljnji će napredak jednokomadnih potpunih keramičkih sustava neminovno voditi i razvoju konvencionalnih vijčano povezivih implantatnih bezmetalnih komponenata. Takvi sustavi bi svakako omogućili raznolikiji pristup u implantoprotetskom zbrinjavanju te nije nerazumno očekivati da se pritom nametnu kao prvi izbor u rješavanju kompleksnijih kliničkih situacija.

6. LITERATURA

1. Wolfart S, Harder S, Reich S, Sailer I, Weber V. Implantoprotetika – koncept usmjeren na pacijenta. 1.izd. Zagreb: Media Ogled; 2015.
2. Knežević G i sur. Osnove dentalne implantologije. Zagreb: Školska knjiga; 2002.
3. Lindhe J, Karring T, Lang NP. Klinička parodontologija i dentalna implantologija, prema 5. engleskom izdanju. Zagreb: Nakladni zavod Globus; 2004.
4. Jorge JR, Barao VA, Delben JA, Faverani LP, Queiroz TP, Assuncao WG. Titanium in dentistry: historical development, state of the art and future perspectives. J Indian Prosthodont Soc. 2013;13:71-77.
5. Jung RE, Sailer I, Hämmerle CH, Attin T, Schmidlin P. In vitro color changes of soft tissues caused by restorative materials. Int J Periodont Res Dent. 2007;27(3):251-57.
6. Javed F, Al-Hezaimi K, Almas K, Romanos GE. Is titanium sensitivity associated with allergic reactions in patients with dental implants? A systematic review. Clin Implant Dent Relat Res. 2013;15(1):47-52.
7. Andreiotelli M, Wenz HJ, Kohal RJ. Are ceramic implants a viable alternative to titanium implants? A systematic literature review. Clin Oral Implants Res. 2009;20(4 Suppl):32-47.
8. Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, Peille CN. Mechanical properties and short-term in-vivo evaluation of yttrium-oxide-partially-stabilized zirconia. J Biomed Mater Res. 1989;23(1):45-61.
9. Neugebauer J, Nickenig H, Zoller J. Update on short, angulated and diameter-reduced implants. European Association of Dental Implantologists. 2016 Feb;1-9.
10. Degidi M, Piattelli A, Carinici F. Clinical outcome of narrow diameter implants: a retrospective study of 510 implants. J Periodontol. 2008 Jan;79(1):49-54.
11. Bidra AS, Almas K. Mini implants for definitive prosthodontic treatment: a systematic review. J Prosthet Dent. 2013;109(3):156-64.
12. Schiegnitz E, Al-Nawas B. Narrow-diameter implants: A systematic review and meta-analysis. Clin Oral Implants Res. 2018 Oct;29 Suppl 16:21-40.

13. Laney WR, Tolman DE, Keller EE, Desjardins RP, Van Roekel NB, Brånemark PI. Dental implants: tissue-integrated prosthesis utilizing the osseointegration concept. *Mayo Clin Proc.* 1986;61(2):91-7.
14. Roehling S, Schlegel KA, Woelfler H, Gahlert M. Performance and outcome of zirconia dental implants in clinical studies: A meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2018 Oct;29 Suppl 16:135-53.
15. Jung RE, Grohmann P, Sailer I, Steinhart Y-N, Feher A, Hammerle C, et al. Evaluation of a one-piece ceramic implant used for single-tooth replacement and three-unit fixed partial dentures: a prospective cohort clinical trial. *Clin Oral Impl Res.* 2016;27(1)1-11.
16. Balmer M, Spies BC, Vach K, Kohal RJ, Hämmerle CHF, Jung RE. Three-year analysis of zirconia implants used for single-tooth replacement and three-unit fixed dental prostheses: A prospective multicenter study. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29(3):290-99.
17. Misch CE, Perel ML, Wang HL, Sammartino G, Galindo-Moreno P, Trisi P, et al. Implant success, survival, and failure: the International Congress of Oral Implantologists (ICOI) Pisa Consensus Conference. *Implant Dentistry.* 2008;17:5-15.
18. Pjetursson BE, Zarauz C, Strasing M, Sailer I, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the influence of the implant-abutment connection on the clinical outcomes of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clinical Oral Implants Research.* 2018;29 Suppl 18:160-83.
19. Laurell L, Lundgren D. Marginal bone level changes at dental implants after 5 years in function: a meta-analysis. *Clin Implant Dent and Related Research.* 2011;13:19-28.
20. Balmer M, Spies BC, Kohal RJ, Hämmerle CHF, Vach K, Jung RE. Zirconia implants restored with single crowns or fixed dental prostheses: 5-year results of a prospective cohort investigation. *Clin Oral Implants Res.* 2020 Jan 25;31(5):452-462.
21. Kniha K, Kniha H, Mohlhenrich SC, Milz S, Holzle F, Modabber A. Papilla and alveolar crest levels in immediate versus delayed single-tooth zirconia implants. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017;46:1039-44.
22. Gahlert M, Kniha H, Weingart D, Schild S, Gellrich N-C, Bormann K-H. A prospective clinical study to evaluate the performance of zirconium dioxide dental implants in single tooth gaps. *Clin Oral Impl Res.* 2015;26:1-9.

23. Grassi FR, Capogreco M, Consonni D, Bilardi G, Buti J, Kalemaj Z. Immediate occlusal loading of one-piece zirconia implants: five-year radiographic and clinical evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015 May-Jun;30(3):671-80.
24. Spies BC, Balmer M, Patzelt SBM, Vach K, Kohal RJ. Clinical and patient-reported outcomes of a zirconia oral implant: three-year results of a prospective cohort investigation. *J Dent Res*. 2015 Oct;94(10):1385-91.
25. Borgonovo AE, Censi R, Vavassori V, Dolci M, Calvo-Guirado JL, Delgado Ruiz RA, et al. Evaluation of the success criteria for zirconia dental implants: a four-year clinical and radiological study. *Int J Dent*. 2013;463-73.
26. Payer M, Arnetzl V, Kirmeier R, Koller M, Arnetzl G, Jakse N. Immediate provisional restoration of single-piece zirconia implants: a prospective case series - results after 24 months of clinical function. *Clin Oral Implants Res*. 2013;24:569-75.
27. Kadkhodazadeh M, Safi Y, Moeintaghavi A, Amid R, Baghani MT, Shidfar S. Marginal bone loss around one-piece implants: a 10-year radiological and clinical follow-up evaluation. *Implant Dent*. 2019 Jun;28(3):237-43.
28. Lauritano D, Grassi R, di Stasio D, Lucchese A, Petruzzi M. Successful mandible rehabilitation of lower incisors with one-piece implants. *J Med Case Rep*. 2014;8:406.
29. Mangano F, Pozzi-Taubert S, Zecca PA, Luongo G, Sammons RL, Mangano C. Immediate restoration of fixed partial prostheses supported by one-piece narrow-diameter selective laser sintering implants. *Implant Dent*. 2013;22:388-93.
30. Zembic A, Johannesen LH, Schou S, Malo P, Reichert T, Farella M, et al. Immediately restored one-piece single-tooth implants with reduced diameter: One-year results of a multi-center study. *Clin Oral Implant Res*. 2012;23(1):49-54.
31. Sohn DS, Bae MS, Heo JU, Park JS, Yea SH, Romanos GE. Retrospective multicenter analysis of immediate provisionalization using one-piece narrow-diameter (3.0-mm) implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 Jan-Feb;26(1):163-8.
32. Reddy MS, O'Neal SJ, Haigh S, Aponte-Wesson R, Geurs NC. Initial clinical efficacy of 3-mm implants immediately placed into function in conditions of limited spacing. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2008 Mar-Apr;23(2):281-8.

33. Dolz J, Silvestre FJ, Montero J. Changes in general and oral health-related quality of life in immediate or conventionally loaded dental implants: a nonrandomized clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29(2):391-401.
34. Papaspyridakos P, Chen CJ, Chuang SK, Weber HP. Implant loading protocols for edentulous patients with fixed prostheses: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29(Suppl):256-70.
35. Attard NJ, Zarb GA. Immediate and early implant loading protocols: A literature review of clinical studies. *J Prosthet Dent*. 2005;94:242-58.
36. Cochran DL, Morton D, Weber HP. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols for endosseous dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19:109-13.
37. Schrott A, Riggi-Heiniger M, Maruo K, Gallucci GO. Implant loading protocols for partially edentulous patients with extended edentulous sites – a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29(Suppl):239-55.
38. Cohen O, Gabay E, Machtei EE. Primary stability following abutment preparation of one-piece dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013;28(2):375-79.
39. Rajput N, Syad KP, Rathinavelu G, Chandrasekaran SG, Mohammed J. Minimally invasive transmucosal insertion and immediate provisionalization of one-piece implant in partially edentulous posterior mandible. *J Clin Diagn Res*. 2013;7(9):2070-73.
40. Hahn JA. Clinical and radiographic evaluation of one-piece implants used for immediate function. *J Oral Implantol*. 2007;33:152-55.
41. Finne K, Rompen E, Toljanic J. Three-year prospective multicenter study evaluating marginal bone levels and soft tissue health around a one-piece implant system. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012;27(2):458-66.
42. Prithviraj DR, Gupta V, Muley N, Sandhu P. One-piece implants: placement timing, surgical technique, loading protocol, and marginal bone loss. *J Prosthodont*. 2013;22(3):237-44.
43. Klinge B. Peri-implant marginal bone loss: An academic controversy or a clinical challenge. *Eur J Oral Implantol*. 2012;5(suppl):S13-9.

44. De Bruyn H, Vandeweghe S, Ruyffelaert C, Cosyn J, Sennerby L. Radiographic evaluation of modern oral implants with emphasis on crestal bone level and relevance to peri-implant health. *Periodontol 2000*. 2013;62:256-70.
45. Galindo-Moreno P, Leon-Cano A, Ortega-Oller I, Monje A, O Valle F, Catena A. Marginal bone loss as success criterion in implant dentistry: beyond 2 mm. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26:e28-34.
46. Becker W, Goldstein M, Becker BE, Sennerby L. Minimally invasive flapless implant surgery: a prospective multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2005;7 Suppl 1:S21-7.
47. Kim Y, Oh TJ, Misch CE, Wang HL. Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale. *Clin Oral Implants Res*. 2005 Feb;16(1):26-35.
48. Weng D, Nagata MJ, Bell M, Bosco AF, de Melo LG, Richter EJ. Influence of microgap location and configuration on the periimplant bone morphology in submerged implants. An experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res*. 2008 Nov;19(11):1141-7.
49. Hermann JS, Schoolfield JD, Schenk RK, Buser D, Cochran DL. Influence of the size of the microgap on crestal bone changes around titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged implants in the canine mandible. *J Periodontol*. 2001 Oct;72(10):1372-83.
50. Trisi P, Perfetti G, Baldoni E, Berardi D, Colagiovanni M, Scogna G. Implant micromotion is related to peak insertion torque and bone density. *Clin Oral Implants Res*. 2009 May;20(5):467-71.
51. Berglundh T, Lindhe J. Dimension of the periimplant mucosa. Biological width revisited. *J Clin Periodontol*. 1996 Oct;23(10):971-3.
52. Van de Velde T, Collaert B, Sennerby L, De Bruyn H. Effect of implant design on preservation of marginal bone in the mandible. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2010 Jun;12(2):134-41.
53. Abrahamsson I, Berglundh T, Lindhe J. The mucosal barrier following abutment dis/reconnection. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol*. 1997 Aug;24(8):568-72.

54. Broggini N, McManus LM, Hermann JS, Medina R, Schenk RK, Buser D, et al. Peri-implant inflammation defined by the implant-abutment interface. *J Dent Res.* 2006 May;85(5):473-8.
55. Scarano A, Piattelli M, Caputi S, Favero GA, Piattelli A. Bacterial adhesion on commercially pure titanium and zirconium oxide disks: an in vivo human study. *J Periodontol.* 2004 Feb;75(2):292-6.
56. Rimondini L, Cerroni L, Carrassi A, Torricelli P. Bacterial colonization of zirconia ceramic surfaces: an in vitro and in vivo study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002 Nov-Dec;17(6):793-8.
57. Linkevicius T, Vindasiute E, Puisys A, Linkeviciene L, Maslova N, Puriene A. The influence of the cementation margin position on the amount of undetected cement. A prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res.* 2013 Jan;24(1):71-6.
58. Staubli N, Walter C, Schmidt JC, Weiger R, Zitzmann NU. Excess cement and the risk of peri-implant disease - a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Oct;28(10):1278-90.
59. Oliva J, Oliva X, Oliva JD. Five-year success rate of 831 consecutively placed zirconia dental implants in humans: A comparison of three different rough surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2010;25:336-44.
60. Kohal RJ, Knauf M, Larsson B, Sahlin H, Butz F. One-piece zirconia oral implants: One-year results from a prospective cohort study. 1. Single tooth replacement. *J Clin Periodontol.* 2012;39:590-7.
61. Kohal RJ, Patzelt SBM, Butz F, Sahlin H. One-piece zirconia oral implants: One-year results from a prospective case series. 1. Three-unit fixed dental prosthesis (FDP) reconstruction. *J Clin Periodontol.* 2013;40:553-62.
62. Cannizzaro G, Torchio C, Felice P, Leone M, Esposito M. Immediate occlusal versus non-occlusal loading of single zirconia implants. A multicentre pragmatic randomized clinical trial. *Eur J Oral Implantol.* 2010;3:111-20.
63. Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of

- single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2012 Oct;23 Suppl 6:2-21.
64. Pjetursson BE, Thoma D, Jung R, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the survival and complication rates of implant-supported fixed dental prostheses (FDPs) after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res.* 2012 Oct;23 Suppl 6:22-38.
65. Schnitman PA, Shulman LB. Recommendations of the consensus development conference on dental implants. *J Am Dent Assoc.* 1979;98:373-7.
66. Cranin AN, Silverbrand H, Sher J, et al. The requirements and clinical performance of dental implants. In: Smith DC, Williams DF, eds. *Biocompatibility of Dental Materials*. Vol. 4. Boca Raton, FL: CRC Press; 1982:92-102.
67. McKinney RV, Koth DC, Steflik DE. Clinical standards for dental implants. In: Clark JW, ed. *Clinical Dentistry*. Harperstown, PA: Harper & Row; 1984:27-41.
68. Albrektsson Z, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1986;1(1):11-25.
69. Albrektsson T, Zarb GA. Determinants of correct clinical reporting. *Int J Prosthodont.* 1998;11:517-21.
70. Smith DC, Zarb GA. Criteria for success of osseointegrated endosseous implants. *J Prosthet Dent.* 1989;62:567-72.
71. ten Bruggenkate CM, van der Kwast WA, Oosterbeek HS. Success criteria in oral implantology: A review of the literature. *Int J Oral Implantol.* 1990;7(1):45-51.
72. Papaspyridakos P, Chen CJ, Singh M, Weber HP, Gallucci GO. Success criteria in implant dentistry: a systematic review. *J Dent Res.* 2012 Mar;91(3):242-8.

7. ŽIVOTOPIS

Juraj Grgečić rođen je 05. ožujka 1979. godine u Zagrebu. Osnovnu školu i Prirodoslovno-matematičku gimnaziju završio je u Samoboru. Ostvaruje odličan uspjeh kroz srednjoškolsko obrazovanje te je oslobođen polaganja mature 1997. godine. Iste godine upisuje Stomatološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Diplomirao je 2003. godine s temom diplomskog rada "Inleji, vrste i načini izradbe", pod mentorstvom prof.dr.sc. Božidara Pavelića. Po završetku fakulteta odraduje pripravnički staž, polaže stručni ispit te se 2006. godine zapošljava u Domu zdravlja Zagrebačke županije, ispostava Jastrebarsko. Od 2016. počinje raditi u ispostavi Samobor istog Doma zdravlja, gdje radi i danas. U travnju 2018. godine upisuje Poslijediplomski specijalistički studij Dentalna implantologija na Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Aktivno se služi engleskim, dok pasivno koristi njemački jezik.