

Usporedba promjene visine kosti oko zuba i implantata između protetskih konstrukcija nošenih zubom i implantatom nasuprot protetskih konstrukcija nošenih implantatom i implantatom

Bujak, Marieta

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, School of Medicine / Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:171:600152>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-26**



Repository / Repozitorij:

[MEFST Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU
MEDICINSKI FAKULTET**

Marieta Bujak

**USPOREDBA PROMJENE VISINE KOSTI OKO ZUBA I IMPLANTATA IZMEĐU
PROTETSKIH KONSTRUKCIJA NOŠENIH ZUBOM I IMPLANTATOM
NASUPROT PROTETSKIH KONSTRUKCIJA NOŠENIH IMPLANTATOM I
IMPLANTATOM.**

Diplomski rad

Akadska godina:

2021./2022.

Mentor:

doc. dr. sc. Ivan Brakus

Split, srpanj 2022.

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD | 1 |
| 1.1 Anatomija gornje i donje čeljusti | 2 |
| 1.2. Koštana građa gornje i donje čeljusti | 3 |
| 1.3. Pregradnja kosti | 3 |
| 1.3.1. Resorpcija kosti | 4 |
| 1.3.2. Resorptivne promjene maksile i mandibule | 5 |
| 1.4. Koštane promjene kod ugradnje implantata | 6 |
| 1.4.1. Razlike između zuba i implantata | 7 |
| 1.4.2. Povezivanje zuba i implantata | 9 |
| 1.4.3. Povezivanje implantata | 10 |
| 2. CILJ ISTRAŽIVANJA | 11 |
| 3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA | 14 |
| 3.1. Ispitanici | 15 |
| 3.2. Organizacija i opis istraživanja | 15 |
| 3.3. Statistička analiza | 15 |
| 4. REZULTATI | 17 |
| 5. RASPRAVA | 37 |
| 6. ZAKLJUČCI | 42 |
| 7. LITERATURA | 45 |
| 8. SAŽETAK | 48 |
| 9. SUMMARY | 51 |
| 10. ŽIVOTOPIS | 54 |

Prije svega želim zahvaliti svom mentoru doc. dr. sc. Ivanu Brakusu na strpljenju i pomoći tijekom pisanja rada.

Zahvaljujem i svim članovima svoje uže i šire obitelji na podršci, razumijevanju i uzastopnom praćenju svih mojih rezultata za vrijeme studiranja.

Veliko hvala svim mojim kolegama i prijateljima koji su mi uljepšavali one sretne i olakšavali one malo manje sretne studentske dane.

Također zahvaljujem i svojoj ujni, kao i svim ostalim doktorima na svakom odgovorenom pitanju, prenesenom znanju i vještini.

Želim zahvaliti i Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Splitu koji me naučio da sve u životu ne ide iz prve te pripremio za stvaran život.

Neizmjereno hvala na dobroj volji, strpljenju i pomoći meni posebnoj osobi, kako u životu, tako i prilikom pisanja ovog rada.

Posebna i najveća zahvala mojoj mami na bezuvjetnom odricanju i realizaciji ovog 18-ogodišnjeg putovanja u kojem mi je sve bilo omogućeno, a moje je bilo "samo da učim".

1. UVOD

1.1. Anatomija gornje i donje čeljusti

Gornja čeljust, maksila, parna je kost koja čini osnovicu prednjeg gornjeg dijela lica. Kost oblikuju tijelo i četiri nastavka: čeoni, nepčani, zubni i sponični. Tijelo je oblika četverostrane prizme te sadrži *sinus maxillaris*, koji može biti u komunikaciji sa pretkutnjacima i kutnjacima gornje čeljusti. Ova komunikacija je od izuzetne važnosti, budući da može biti potencijalni način prijenosa infekcije, kao i stvaranja oroantralne komunikacije. U svom distalno-lateralnom dijelu, maksilarni se sinus nastavlja u tuber maksile koji ujedno čini i distalno-lateralni završetak maksile. Ovaj odnos bitan je iz razloga što distalno pomaknuti maksilarni sinus dovodi do slabljenja stražnjeg dijela alveolarnog grebena, što za vrijeme ekstrakcije, posebno u kombinaciji sa retiniranim/impaktiranim zubima može dovesti do frakture alveolarnog grebena ili samog tubera. Čeoni nastavak (lat. *processus frontalis*) usmjeren je prema gore te se nastavlja na čeonu kost, dok se na medijalnoj strani nastavka nalazi etmoidni greben. Nepčani nastavak (lat. *processus palatinus*) sastavni je dio tvrdog nepca i spaja se s istoimenim nastavkom suprotne strane. Na donjoj strani nepčanog nastavka, gdje završava sjekutićni kanal, nalazimo sjekutićni otvor (lat. *foramen incisivum*) te nepčane žlijebove (lat. *sulci palatini*) u koje su uložene krvne žile i živci. Zubni ili alveolarni nastavak (lat. *processus alveolaris*), koji na donjem slobodnom rubu tvori alveolarni luk (lat. *arcus alveolaris*), sadrži osam zubnih pretinaca (lat. *alveoli dentales*) međusobno odijeljenih pregradama (lat. *septa interalveolaria*), a unutar samih pretinaca nalaze se i međukorijenske pregrade (lat. *septa interradicularia*). Sponični nastavak (lat. *processus zygomaticus*) spaja se sa sponičnom kosti i tvori čvrsto uporište na koje se prenosi tlak prilikom žvakanja (1-4).

Donja čeljust, mandibula, čini najveću kost lica i jedinu pokretnu kost lubanje. Sastavljena je od potkovastog tijela koje s obje strane nastavlja u granu donje čeljusti s kojom zatvara kut donje čeljusti (lat. *angulus mandibulae*). Trup donje čeljusti (lat. *corpus mandibulae*) sastoji se od masivnog donjeg dijela (lat. *basis mandibulae*) na kojem se nalazi zadebljani zubni dio. U području ispod prvog ili drugog pretkutnjaka i na sredini tijela donje čeljusti nalazi se otvor brade (lat. *foramen mentale*) kroz kojeg izlaze živac i krvne žile brade. Kao i zubni nastavak gornje čeljusti, na svakoj strani zubnog dijela nalazi se po osam zubnih pretinaca (lat. *alveolae dentales*) odijeljenih pregradama (lat. *septa interalveolaria*), dok se u pretincima nalaze međukorijenske pregrade (lat. *septa interradicularia*). Grana donje čeljusti (lat. *ramus mandibulae*) koštana je ploča koja završava s dva nastavka, prednji mišićni (lat. *processus coronoideus*) na koji se veže sljepoočni mišić te stražnji zglobni nastavak

(lat. *processus condylaris*). Otvor donje čeljusti (lat. *foramen mandibulae*) početak je kanala donje čeljusti. Otvor je smješten približno u sredini između prednjeg i stražnjeg ruba grane donje čeljusti. Kanal donje čeljusti (lat. *canalis mandibulae*) sadrži vlastitu stijenkicu te se proteže cijelim tijelom kosti sve do otvora brade (lat. *foramen mentale*) nakon čega se nastavlja u kanalić sjekutića (lat. *canalis incisivus*) u kojem se nalaze donje alveolarne krvne žile i živac, te njihovi ogranci. Korijeni zuba nalaze se u neposrednoj blizini kanala, a vršci korijena trećeg i drugog kutnjaka se katkad nalaze i u samom kanalu. U starijoj populaciji, sa ispadanjem zuba dolazi do resorpcije zubnog dijela donje čeljusti pa kanal i otvor brade dopijevaju izravno pod novonastali rub trupa donje čeljusti (1, 2).

1.2. Koštana građa gornje i donje čeljusti

Gornju čeljust pretežno čini tanka kompaktna koštana tvar (lat. *substantia compacta*) i oskudno razvijena spongiozna koštana tvar (lat. *substantia spongiosa*). Kod nepca nalazimo dobro razvijenu kompaktnu sa spongiozom koja dominira u samom alveolnom grebenu te u frontalnom dijelu i u predjelu tubera. Ostatak ispunjavaju sinusne i nosna šupljina, pokrivene tankim lamelama kompakte. Sukladno navedenim karakteristikama, maksilarna kost prikladna je za pleksus-anesteziju (5).

Za razliku od maksile, mandibula ima debelu kompaktnu i dobro razvijenu spongiozu. Na njenoj kompaktni gotovo i nema poroznih mjesta, osim u frontalnom dijelu. Upravo i najveći dio donje čeljusti čini kompaktna, dok je spongioza smještena uglavnom između slojeva kompakte u zadebljanim dijelovima kosti. Najdeblji dijelovi kompakte nalaze se u području brade i donjeg ruba čeljusti, u području drugog i trećeg kutnjaka te na hvatištima mišića. U području korijena sjekutića i očnjaka te oko spine mandibule, nalazi se najtanji sloj kompakte, što omogućuje anesteziju odgovarajućih zubi. Unutrašnju stijenkicu zubnih pretinaca oblikuje samo kompaktna, dok se samo u području spine mandibule nalazi malo spongioze. Iako se kod mandibule zahvati u pleksus-anesteziji rade pretežno u fronti, dok se u ostalim dijelovima bezbolnost postiže provodnom anestezijom, njena molarna regija također ima i dobro razvijenu spongiozu pa se zahvati, poput ugrađnje implantata, u toj regiji rade u pleksus-anesteziji. (1, 5).

1.3. Pregradnja kosti

Kosti su metabolički aktivni organi podvrgnuti kontinuiranim cjeloživotnim promjenama. Tijekom rasta i razvoja, kosti se formiraju procesom oblikovanja (eng. *bone modeling*), što uključuje izgradnju i odlaganje koštanog matriksa na točno određenim mjestima, a sama pregradnja (eng. *bone remodeling*) kosti počinje prije potpunog razvitka skeleta. Svrha

koštane pregradnje je održavanje tkivnog integriteta i biomehaničke funkcije, prilagodbe koštane arhitekture mehaničkim zahtjevima, popravci mikrooštećenja te mobilizacija kalcija i fosfora. Koštana pregradnja precizno je kontroliran proces koji uključuje procese resorpcije i apozicije kosti, omogućene zahvaljujući aktivnost osnovne višestanične jedinice (engl. *basic multicellular unit*). Ova specifična morfološka i funkcionalna višestanična jedinica sastavljena je od osteocita, osteoblasta i osteoklasta, koji koordinirano obavljaju procese razgradnje i izgradnje kosti tijekom ciklusa pregradnje. Sami ciklus sastoji se od 4 faze, uz prethodnu detekciju površine koja će se pregraditi, budući da se ciklus odvija na mjestu oštećenja koštane mase, odnosno na samom hrptu alveolarnog grebena. Na odabranom mjestu nastaje odjeljak koštane pregradnje (engl. *bone remodeling compartment*), gdje su ostvareni uvjeti koji omogućuju spregu osteoklastne resorpcije stare i osteoblastnu produkciju nove kosti. U fazi aktivacije dolazi do mehanosenzacije i mehanotransdukcije osteocita ili odgovora na paratireoidni hormon. Time započinju sve promjene koje dovode do pregradnje kosti, potičući osteoklastne prekursore na proliferaciju, diferencijaciju, pričvršćivanje i razgradnju određene koštane površine u fazi resorpcije. Nakon faze resorpcije, koja završava apoptozom osteoklasta, slijedi faza obrata. Faza obrata uključuje završetak razgradnje i počinje izgradnja koštanog matriksa s mineralizacijom kosti u sljedećoj fazi proizvodnje koštanog matriksa. Ovako nastala kost sada je prilagođena novim biomehaničkim uvjetima, a kada je novostvorena količina kosti ista količini kosti koja se razgradila, zaustavlja se daljnja pregradnja, a koštana površina ulazi u mirnu fazu (6, 7).

1.3.1. Resorpcija kosti

Iako se pregradnja kosti odvija tijekom cijelog života, razgradnja i izgradnja koštane supstancije nisu uvijek u ravnoteži. Alveolarna kost slična je skeletnim kostima, s tom razlikom što su alveolarni nastavci gornje i donje čeljusti, o zubu ovisne tvorbe. Tako do trideset godina izgradnja prevladava nad razgradnjom, od tridesetih do pedesetih godina starosti, izgradnja i razgradnja su u ravnoteži, dok nakon petog desetljeća života, razgradnja prevladava nad izgradnjom te se koštana masa smanjuje. Proces koštane apsorpcije i resorpcije pod utjecajem je sistemskih i lokalnih faktora, a ekstrakcije zuba, traume, parodontne bolesti, ciste i tumori čeljusti, nekroze čeljusti izazvane lijekovima ili zračenjem, bili kongenitalni ili uzrokovani sistemskim oboljenjima, samo su neki od navedenih. Gubitkom zuba gubi se i parodontalni ligament, čime se posljedično smanjuje metabolizam alveolarnoga grebena. Budući da se žvačna sila upravo preko parodontalne membrane i istezanja Sharpeyevih vezivnih vlakana pretvara u vlačne sile, gubitkom iste, opterećenje se prenosi direktno na kost i sluznicu te vlačne

sile tako postaju tlačne. Kao rezultat djelovanja tlačnih sila, dolazi do povećane resorpcije rezidualnoga grebena. Brzina resorpcije postupno se smanjuje, no gubitak alveolarne kosti u bezuboj čeljusti stalan je i ireverzibilan proces. Osim različitih uzroka, postoje i različiti oblici gubitka kosti: vertikalni i horizontalni, koji se razlikuju ovisno o uzroku i dijelu čeljusti u kojoj se događaju. Ovi oblici međusobno se razlikuju i u količini izgubljene kosti pa tako prosječni vertikalni gubitak kosti iznosi 1.5 – 2 mm, a horizontalni 40 – 50 % kroz 6 – 12 mjeseci cijeljenja. Najveći dio dimenzionalnih promjena događa se u prvih 3 mjeseca od ekstrakcije. Koštani gubitci se također javljaju kao posljedica parodontne bolesti, kod koje prevladava horizontalni gubitak sa reduciranom visinom kosti koja je dalje paralelna s caklinsko-cementnim spojištem. Dalje se vertikalni koštani defekti dijele, s obzirom na broj zahvaćenih koštanih zidova, na: jednozidne, dvozidne i trozidne. Broj zidova se može mijenjati idući prema apikalnom, gdje obično postoji više zidova nego u okluzalnom dijelu pa tada govorimo o kombiniranom defektu. Izuzev vertikalnih i horizontalnih defekata, možemo govoriti i o koštanom krateru kao defektu koji okružuje zub te dehiscijacijama i fenestracijama, tj. potpunim i nepotpunim koronarnim defektima, gdje je korijen pokriven samo gingivom i parodontnim ligamentom (8).

1.3.2. Resorptivne promjene maksile i mandibule

Obrazac gubitka kosti razlikuje se, kako između gornje i donje čeljusti, tako i između pojedinih dijelova maksile i mandibule. Tako maksila nakon gubitka jednog ili više zuba pokazuje vertikalni i horizontalni gubitak, mandibula u prednjim dijelovima pokazuje vertikalni i horizontalni gubitak kosti, dok je u stražnjim dijelovima obrazac uglavnom vertikalalan. Iako je kod potpune bezubosti iznos resorpcije rezidualnog grebena najveći u prvoj godini, unutar prvih šest mjeseci nakon gubitka zuba ne postoje značajne razlike u resorpciji grebena gornje i donje čeljusti. Nakon toga se u gornjoj čeljusti proces stabilizira i odvija u manjem iznosu nego u mandibuli, tako da je donja čeljust podložnija resorpciji i do četiri puta više nego gornja. Nakon nekoliko godina dolazi do usporavanja resorpcije, no omjer između resorpcije gornjeg i donjeg grebena uglavnom ostaje nepromijenjen. Ulogu također igra i sama duljina trajanja bezubosti u obje čeljusti, posebno u donjoj (9).

Zbog razlika u njihovoj građi, izloženosti različitim silama, kao i broju i rasporedu mišića, razlikuje se i smjer resorpcije gornje i donje čeljusti. Tako je gornja čeljust izložena silama tlaka, dok je donja čeljust izložena silama vlaka, budući da pokreću brojni mišići koji se na nju hvataju. Sukladno tome u području hvatišta mišića, donja je čeljust kompaktne građe te ujedno i pod djelovanjem sila vlaka pa je u tim područjima resorpcija kosti slabija.

Smjer resorpcije gornje čeljusti je centripetalan, iz vestibularnog smjera prema palatinalnom, dok se alveolarni greben donje čeljusti smanjuje centrifugalno, odnosno iz lingvalnog smjera. Sukladno opisanim promjenama, zajedno sa rotacijom mandibule u smjeru suprotnom od kazaljke na satu, dolazi do nesklada u međučeljusnim odnosima, a osoba poprima pseudoprogenični, tj. „vještičji profil” kao znak ubrzanog starenja (9).

Iznos resorpcije alveolarnog nastavka je individualan za svakog pacijenta. Iako postoji širok spektar, kako lokalnih, tako i sistemskih faktora koji dovode do koštane resorpcije, nije dokazan dominantniji utjecaj jednog. Lokalni faktori, kao što su: nošenje potpunih zubnih proteza, posebno onih slabo retiniranih i destabiliziranih, žvačna sila koja se preko proteze prenosi na ležište, duljina trajanja bezubosti, oblik i građa čeljusti, parafunkcije, upalni procesi, kvaliteta potpunih zubnih proteza te oralna higijena, imaju veći utjecaj na resorpciju rezidualnoga grebena neposredno nakon vađenja zuba. S druge strane sistemski faktori, kao što su: starost, spol, osteoporoza, prehrana, koncentracija kalcija u krvi, sistemske bolesti, lijekovi i hormonalne promjene, veći utjecaj imaju u kasnijim stadijima (8, 9).

1.4. Koštane promjene kod ugradnje implantata

Osim same nadoknade izgubljenog zuba, odnosno korijena, funkcija dentalnog implantata ugrađenog u čeljusnu kost svakako je i zaštita alveolarnog grebena od daljnje resorpcije, odnosno očuvanje razine kosti koja bi se u slučaju nedostatne funkcije ili pak neoptimalnog opterećenja, najčešće akrilatnog sedla, postepeno resorbirala. Da bi postavljeni implantat činio strukturalno-funkcijsko jedinstvo, on zahtjeva uspješan proces osteointegracije s kosti. Sam proces osteointegracije podrazumijeva proces (tzv. funkcionalne ankiloze) koštanoga urastanja na površinu aloplastičnoga materijala od kojega je izrađen implantat, a temelji se na biokompatibilnosti titana zajedno s hrapavom površinom dentalnog implantata, koja omogućuje urastanje vitalnih koštanih stanica u mikrostrukturu površine. Nakon samog procesa ugradnje, potrebno je u prosjeku od tri do šest mjeseci kako bi se u potpunosti integrirao s kosti, uz preduvjet dovoljne gustoće i volumena kosti, koji su presudni čimbenici za osiguravanje uspjeha implantata.

1.4.1. Razlike između zuba i implantata

Za razliku od dentalnog implantata koji je u kost učvršćen rigidnom vezom postignutom osteointegracijom, zub je za okolnu alveolarnu kost povezan pomoću parodontnoga ligamenta. Upravo pričvrstni aparat zuba i implantata čini najveću razliku među njima jer je upravo on zadužen za različita proprioceptivna svojstva, potpornu funkciju i prijenos parafunkcijskoga opterećenja, kao i fleksibilnost samog ligamenta. Sve navedene karakteristike bitne su za kompenzaciju okluzalnih nesavršenosti, kao i za planiranje budućega nadomjeska i u konačnici da bi smanjile šanse za preopterećenjem i posljedičnim komplikacijama, što kod implantata nije slučaj (10, 11).

Tkivna tekućina i specifično usmjerena vlakna parodonta unutar parodontne pukotine, imaju ulogu amortizera i raspršivača sila sa posljedičnim stvaranjem kribriformne kosti pomoću pravilne raspodjele sila na alveolarnom zidu. Tako se kod jakih kosih sila pritisak distribuira na apikalnu trećinu korijena, što čini idealni rasap kojim se smanjuje naprezanje na pojedinom dijelu korijena i kosti. Za vrijeme vertikalnih i horizontalnih sila, dolazi do pomaka ovisno o jačini sile, kao i anatomiji i biološkom faktoru zuba pa vertikalni pomaci iznose od 25 do 100 μm , a bukolingvalni od 56 do 108 μm . S druge strane, iste sile primijenjene na implantat pritisak koncentriraju u području krestalne kosti (dio alveolarne kosti od caklinsko cementnoga spojišta do 4 mm apikalno koja je bitna kod neaksijalnoga opterećenja implantata), a veličina pomaka je manja i u vertikalnom (od 3 do 5 μm) i u bukolingvalnom (od 10 do 50 μm) smjeru. Izuzetak čini pomak u meziodistalnom smjeru, koji zbog nedostatka kortikalne kosti, iznosi od 40 do 115 μm , što se, kao i svi ostali pomaci implantata, malim dijelom pripisuje pomaku između vijka i nadogradnje. Osim razlike u iznosu pomaka, postoji razlika u obrascu pokreta. Pomak zuba sastoji se od dvije faze, gdje se prva faza odvija usred malih lateralnih sila unutar parodontne pukotine, nakon čega slijedi druga faza pomaka, proporcionalna jačini sile i uzrokovana elastičnosti kosti. U slučaju implantata postoji pomak uzrokovan samo elastičnosti kosti, u konačnici manjeg iznosa, a inicijalno uzrokovan većom silom (10, 11).

Parodontni ligament bogat je brojnim receptorima koje centralno šalju informacije o smjeru i jačini sile žvakanja kako bi povratni refleksi regulirali iste. U slučaju prejakog okluzijskog opterećenja, zub se prilagođava nekim od adaptivnih mehanizama. Ovi mehanizmi uključuju, bilo reverzibilno povećanje mobilnosti koje se manifestira proširenjem parodontne pukotine, na rendgenu vidljivo kao zadebljanje lamine dure (kribriformne kosti), bilo abrazivne promjene na zubu. Prirodni zubi također posjeduju i specifičan raspored mehanoreceptora, zbog čega prednji zubi pokazuju veću osjetljivost na slabije sile, u svim smjerovima, dok su stražnji

zubi pak osjetljiviji na jače sile, distalnog i lingvalnog smjera. S obzirom da je uloga ovih receptora kontrola mišićne aktivnosti i pokreta donje čeljusti, poželjno je uspostaviti vođenje prednjim zubima pri ekscentričnim kretanjama jer će se time najprije pokrenuti zaštitni mehanizam. U slučaju implantata, mnogo manje precizna percepcija nastaje nakon mehanostimulacije koštanih receptora, usred vibracije ili dinamičkog opterećenja implantata, ali i simulacijom receptora periosta, sluznice i TMZ-a. S obzirom da se veza implantata ostvaruje kontinuiranim procesima remodelacije, tj. ravnotežom između mikrooštećenja i resorpcije kosti nasuprot apoziciji nove kosti, kad se pređe ta granica, tada dominira resorpcija, odnosno u slučaju implantata, posebno udruženog s upalom, dolazi do ireverzibilnog gubitka okolne kosti. Prema istraživanju kojim se promatrala razlika u percepciji sile između zuba i implantata, pokazalo se da zub ima prosječno 8,75 puta veću taktilnu osjetljivost nego implantat, što objašnjava zašto pacijent prije osjeća preopterećenje na prirodnom zubu nego na implantatu. Primjera radi, čovjek između prirodnih zuba može osjetiti debljinu od 20 μm , između zuba i protetskog rada na implantatu oko 48 μm , između dva implantata oko 64 μm , a između zuba i pokrovne proteze retinirane implantatima 108 μm (10, 11). Razlike u nekim osnovnim karakteristikama prikazane su i na Slici 1.

| | ZUB | IMPLANTAT |
|--|---|--|
| Veza sa okolnom kosti | Parodontni ligament | Oseointegracija-funkcionalna ankiloza |
| Pomičnost u aksijalnom smjeru | 25-100 μm | 3-5 μm |
| Pomičnost u horizontalnom smjeru | 56-150 μm | 10-50 μm |
| Taktilna osjetljivost | Receptori u parodontnom ligamentu, dobra osjetljivost | Bez parodontnog ligamenta, receptori smješteni u okolnoj kosti, slabija osjetljivost |
| Prijenos sile u aksijalnom smjeru na okolnu kost | Dobar, cijelom dužinom korijena | Dobar, cijelom dužinom implantata |
| Prijenos sile u lateralnom smjeru na okolnu kost | Dobar, Uz određeni stupanj rotacije, podjednako cijelom dužinom korijena | Loš, koncentracija sile na krestalnu kost, bez rotacije |
| Modul elastičnosti | Sličan kao i kost | 5 do 10 puta veći modul elastičnosti |
| Raspored fibroznih vlakana | Parodontna vlakana raspoređena u više smjerova radi optimalnog prijenosa sile na kost | Bez parodontnog ligamenta, fibrozna vlakna u okolnoj kosti raspoređena paralelno sa tijelom implantata |
| Pomak u kosti pod opterećenjem | U dvije faze, u prvoj fazi nelinearno zbog istezanja parodontnih vlakana, u drugoj fazi linearno u slijed elastične deformacije kosti | U jednoj fazi, linearno, uslijed elastične deformacije kosti |
| Reakcija na okluzalno preopterećenje | Proširenje lamine dure, proširenje parodontne pukotine, povećana pokretljivost zuba | Potrebna daljnja istraživanja |

Slika 1. Razlike između zuba i implantata (10)

Zub također posjeduje pulpu bogatu živčanim završecima što ga čini osjetljivim na rane znakove komplikacija, za razliku od implantata kod kojeg se bol zna javiti u slučaju mekotkivnog urastanja između implantata i nadogradnje ili loma implantata. Još jedna bitna razlika postoji i u biološkoj barijeri, odnosno u mekom tkivu - gingivi, ali i tvrdom tkivu - cementu. Gingiva zuba posjeduje veći broj različito raspoređenih vlakana, uz dobru vaskularizaciju pričvrstne gingive koja osim periostalno, dolazi i iz samog ligamenta. Za razliku od toga, gingiva oko implantata je oskudnija i usmjerena samo paralelno i cirkularno u odnosu na površinu implantata, a vaskularizacija je isključivo periostalna. Ova mekotkivna razlika očituje se i razlikom u dubini sondiranja. Tako dubina sondiranja kod zuba iznosi u prosjeku 2-3 milimetra, dok kod implantata zna varirati i do 5 mm, što govori u prilog tome da je meko tkivo implantata sklonije razvoju infekcije, a upravo se periimplantitis uz okluzalno preopterećenje smatra glavnim uzrokom kasnijih komplikacija (10, 11).

Za razliku od implantata čiji izbor diktira količina preostale kosti, zubi su svojim položajem prilagođeni posebnoj ulozi kojoj imaju: prednji zubi opiraju silama u protruziji, očajnici kosim, a kutnjaci pak odupiraju aksijalnim silama. Ono što se također razlikuje je i modul elastičnosti, koji je kod zuba sličan okolnoj kosti, a kod implantata 5 do 10 puta veći, sa posljedičnim pritiskom na kortikalnu kost i u konačnici gubitkom marginalne kosti (10, 11).

1.4.2. Povezivanje zuba i implantata

Iz svih navedenih razlika jasno je da povezivanje zuba s implantatima predstavlja biomehanički izazov. Postoji veliki broj onih koji smatraju da u slučaju ovakvog povezivanja može doći do preopterećenja implantata s jedne strane i intruzije zuba sa druge strane te da ovakvi radovi generalno slabije preživljavaju uzimajući razdoblje od 5 - 10 godina. Tako Vukšić u svom istraživanju preporučuje je da se ovakve kombinacije uvijek izbjegavaju, a ako se pak koriste da se u tom slučaju nastoji maksimalno neutralizirati razlika mobilnosti. Pod tim se podrazumijeva uspostava čvrste veze između suprastruktura zuba i implantata, što se postiže cementiranjem ili čvrstom fiksacijom, izbjegavajući precizne spojke zbog neaksijalnoga opterećenja i posljedičnog gubitka kosti, a i samog implantata. Također se u slučaju čvrste veze preporuča ostaviti kontakt na krunici prirodnog zuba koji će mu omogućiti normalne pomake, uz istovremenu diskuziju samog implantata, čime se sprečava se njegovo preopterećenje te izbjegavanje postave u fronti, odnosno lateralnih i horizontalnih sila (11).

1.4.3. Povezivanje implantata

Iako postoje teorije o tome da povezivanjem implantata dolazi do smanjenja njihovog opterećenja, nije dokazano smanjenje gubitka kosti ili gubitka implantata. Ono što je Vukšić u svom istraživanju sugerirao jest da povezivanje više implantata smanjuje mogućnost strukturalnog loma implantata i popuštanja vijka. S druge strane povezivanje više implantata otežava održavanje higijene i otežava izvođenje popravka prilikom pojave komplikacija. Bitnu ulogu također ima i mjesto postave implantata, bilo da se radi o gornjoj ili donjoj čeljusti, prednjem ili stražnjem kvadrantu, linijskom ili lučnom opterećenju, smjeru ugradnje u odnosu na smjer opterećenja te svakako i dovoljan broj implantata (11).

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja je ispitati kakva se promjena u visini kosti događa oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači konstrukcije zub i implantat nasuprot situaciji gdje su nosači protetske konstrukcije implantat i implantat. Zatim, ispitati je li u slučaju gdje su zub i implantat nosači protetske konstrukcije promjena u visini kosti lokalizirana dominantno na zubima ili implantatima. Osim navedenog, daljnji cilj je bio i ispitati utjecaj različitih faktora kao što je broj zuba uključenih u rad, endodontski tretman istih, broj implantata, vrsta implantološkog rada, čeljust u kojoj se rad nalazi, stanje nasuprotne čeljusti, spol, dob, vrijeme nošenja rada, kao i ispitati je li početno stanje kosti imalo utjecaj na sami iznos promjene koštane visine.

Hipoteze ovog istraživanja glase:

- Nakon ugradnje implantata, bilo da se radi o njegovom povezivanju sa prirodnim zubom, bilo sa implantatom, dolazi do resorptivnih promjena rezidualne kosti kako na području implantata, tako i na području zuba.
- Resorptivne promjene kosti veće su u slučaju gdje su zub i implantat nosači protetske konstrukcije, kako na zubu, tako i na implantatu, nasuprot slučaju gdje su implantat i implantat nosači iste
- U slučaju gdje su zub-implantat nosači protetske konstrukcije resorptivne promjene kosti dominiraju oko područja implantata.
- Broj zuba uključenih u rad kod protetskih konstrukcija nošenih zubom i implantatom nema značajan utjecaj na iznos promjene visine kosti na mjestu implantata.
- Razlika u broju implantata nema značajan utjecaj na iznos promjene koštane visine na mjestu implantata neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije.
- Ne postoji značajna razlika u iznosu promjene visine kosti na mjestu zuba, niti implantata povezanih s istim, s obzirom na to je li zub koji je uključen u rad (kod protetskih konstrukcija nošenih zubom i implantatom) endodontski tretiran ili ne.
- Postoji razlika u iznosu promjene visine kosti s obzirom na vrstu implantološkog rada kod protetskih konstrukcija nošenih isključivo implantatima te je veća u slučaju all-on-4 nego klasičnog mosta.
- Ne postoji značajna razlika u iznosu promjene visine kosti ni na mjestu zuba, ni na mjestu implantata, s obzirom na vrstu čeljusti u kojoj se rad nalazi neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije.

- Ne postoji značajna razlika u iznosu promjene koštane visine ni na mjestu zuba, ni na mjestu implantata, s obzirom na stanje nasuprotne čeljusti, bilo da se radi o prirodnim zubima ili metal-keramici kao antagonistu, neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije.
- Ne postoji značajna razlika u iznosu koštane promjene, kako na mjestu zuba, tako ni na mjestu implantata, s obzirom na vrstu spola neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije.
- Dob ispitanika nema značajniji utjecaj na promjenu visine kosti, kako na mjestu zuba, tako ni na mjestu implantata, neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije.
- Vrijeme nošenja rada ima proporcionalan utjecaj na iznos promjene visine kosti na mjestu zuba i na mjestu implantata kod obje kombinacije nosača.
- Početno stanje kosti nema značajniji utjecaj na promjenu visine kosti, kako na mjestu zuba, tako ni na mjestu implantata neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije.

3. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

3.1. Ispitanici

U Salona Dental Poliklinici, provedeno je presječno istraživanje u trajanju od ožujka do svibnja 2022. godine. Istraživanje je provedeno u skladu sa svim etičkim principima uključujući Helsinšku deklaraciju Svjetskog medicinskog udruženja, kao i odobreno od strane Etičkog povjerenstva Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Splitu. U istraživanju su korištene radiološke panoramske snimke od ukupno 50 ispitanika, od čega su 25 činile snimke nositelja protetskih konstrukcija koji su kao nosače imali kombinaciju zuba i implantata, dok su ostalih 25 snimki prikazivale nositelje protetskih konstrukcija nošenih samim implantatima. Sudjelovanje je bilo dobrovoljno, anonimno i bez naknade. Svi sudionici informirani su o cilju samog istraživanja, a svojim potpisom odobrili su pristanak za korištenje radioloških panoramskih snimku u svrhu istog.

3.2. Organizacija i opis istraživanja

Kao ulazni podatci korištene su informacije s radioloških panoramskih snimki (vrsta nosača, dob, spol, endodontski tretman itd.), snimljenih neposredno nakon postave implantata te u razdoblju od pola godine do sedam godina nakon postave samog rada. Mjernim alatom rtg-programa Salona Dental Poliklinike (*i-Dixel*), od strane autorice rada, izmjerene su visine kosti (nakon postave i do nekoliko godina nakon), uzimajući caklinsko-cementno spojište kao referentu točku kod zuba, odnosno vrat implantata kao referentnu točku kod samog implantata. Glavni ishodi samih mjerenja predstavljaju dobivena razlika među visinama kosti, koja ovisno o tome je li negativna, pozitivna ili je uopće nema, predstavljala koštanu resorpciju, odnosno dobitak, gubitak ili pak stanje bez promjene. Svi implantati na kojima je provedeno istraživanje pripadaju *Schütz-Dental-IMPLA, Rosbach vor der Höhe, Germany* sustavu implantata.

3.3. Statistička analiza

Za statističku obradu podataka korišten je programski paket STATISTICA 11.0. Za svaku kategoričku varijablu izračunate su tablice frekvencije, a za kontinuirane varijable izračunati su osnovni statistički parametri. Rezultati su prikazani tablično i grafički. Za potvrđivanje potencijalne razlike u promjeni visine kosti oko zuba i implantata, u između dvije skupine korišten je Mann-Whitney U test, a tri i više skupina Kruskal-Wallis Anova i test višestruke usporedbe. Wilcoxon test podudarnih parova je korišten za provjeru potencijalne razlike između početne i krajnje visine kosti oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači protetske konstrukcije zub i implantat te konstrukcije gdje su nosači iste implantat i implantat. Utjecaj prediktorskih varijabli (dob, spol, veza, vrijeme,

čeljust, broj implantata itd.) na iznos promjene koštane visine ispitan je generalnim regresijskim modelom a rezultati su prikazani tablično i u formi Pareto dijagrama t-vrijednosti. Statistička značajnost je svedena na $P \leq 0,05$.

4. REZULTATI

4.1. Struktura ispitanika po spolu i dobi

U istraživanju je korišteno 50 snimki ispitanika (21 muškarac i 29 žena) u dobi od 32 do 81 godine ($58,3 \pm 10,9$ godina) i medijan vrijednosti 58 godina. Mann-Whitney U testom nije nađena statistički značajna razlika u dobi ispitanika ($p=0,525$) kod kojih je praćena koštana promjena nakon protetske opskrbe gdje su nosači konstrukcije zub i implantat ($59,0 \pm 12,1$ godina; medijan=61 godina) u odnosu na one gdje su nosači konstrukcije implantat i implantat ($57,6 \pm 9,8$ godina; medijan=57 godina).

4.2. Struktura ispitanika s obzirom na početnu visinu kosti

Na snimkama početnih visina kosti u slučaju gdje su nosač protetske konstrukcije zub i implantat srednja vrijednost i standardna devijacija visine kosti oko implantata su iznosile $-1,125 \pm 1,468$ i medijan vrijednosti $-0,840$ (Tablica 1). Srednja vrijednost i standardna devijacija visine kosti oko zuba bile su više i iznosile su $-1,533 \pm 1,122$ i medijan vrijednosti $-1,805$. Ove vrijednosti su se pokazale statistički značajno višima ($p=0,039$) u odnosu na protetske konstrukcije gdje su nosači bili implantat i implantat ($-0,487 \pm 0,732$ i medijan vrijednosti $0,000$). Nije nađena statistički značajna razlika između vrijednosti visine kosti između zuba i implantata u slučaju veze zub-implantat.

4.3. Struktura ispitanika s obzirom na krajnju visinu kosti

Kada se promatraju snimke krajnje visine kosti kod oba tipa veze došlo je do porasta koštane resorpcije, na mjestu implantata ($-1,484 \pm 1,122$ i medijan vrijednosti $-1,180$), kao i na mjestu zuba ($-1,961 \pm 1,375$ i medijan vrijednosti $-2,26$). Porast, ali niži u odnosu na prethodna dva, uočen je u slučaju veze implantat-implantat ($-0,546 \pm 0,738$ i medijan vrijednosti $-0,212$). Razlika u vrijednostima resorpcije kosti između ova tri slučaja pokazala se statistički značajnom ($P=0,012$) između područja samog zuba kod kombinacije nosača zub-implantat i implantata koji se nalaze u sklopu veze implantat-implantat (Tablica 1.).

4.4. Struktura ispitanika s obzirom na promjenu visine kosti

Iz tablice 1. je vidljivo da je promjena visine kosti, izražena kao razlika između početnog i krajnjeg stanja u slučaju veze zub-implantat na mjestu implantata ($-0,359 \pm 1,375$ i medijan vrijednosti $0,000$), kao i na mjestu zuba ($-0,428 \pm 0,746$ i medijan vrijednosti $-0,150$) bila veća

u odnosu na promjene na implantatima kod veze implantat-implantat ($-0,059 \pm 0,200$ i medijan vrijednosti $-0,120$). Međutim ta razlika se nije pokazala značajnom na Kruskal-Wallis Anova testu ($P=0,239$).

Tablica 1. Osnovni statistički parametri za promjenu visine kosti oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači protetske konstrukcije zub i implantat te gdje su nosači iste implantat i implantat.

| | Mjesto | \bar{X}^a | SD ^b | Min | Max | M ^c | P* |
|----------------|-----------------------|-------------|-----------------|--------|-------|----------------|--------------------|
| Početno stanje | Implantat | -1,125 | 1,468 | -5,930 | 0,000 | -0,840 | |
| | Implantat - Implantat | -0,487 | 0,732 | -2,100 | 0,000 | 0,000 | 0,039 [†] |
| | Zub | -1,533 | 1,122 | -2,810 | 0,130 | -1,805 | |
| Krajnje stanje | Implantat | -1,484 | 1,784 | -6,790 | 0,725 | -1,180 | |
| | Implantat - Implantat | -0,546 | 0,738 | -2,220 | 0,000 | -0,212 | 0,012 [†] |
| | Zub | -1,961 | 1,375 | -3,610 | 0,173 | -2,260 | |
| Promjena | Implantat | -0,359 | 1,009 | -2,570 | 1,000 | 0,000 | |
| | Implantat - Implantat | -0,059 | 0,200 | -0,627 | 0,375 | -0,120 | 0,239 |
| | Zub | -0,428 | 0,746 | -1,870 | 0,305 | -0,150 | |

* stat. značajnost dobivena Mann-Whitney U testom

[†] stat. značajno na razini značajnosti $P < 0,05$

^a srednja vrijednost

^b standardna devijacija

^c medijan

Obzirom da je već kod početnog mjerenja postojala statistički značajna razlika u visini kosti na različitim mjestima, u svrhu točnije usporedbe koštane promjene izračunate su srednje vrijednosti postotaka koštane promjene (Tablica 2.) pri čemu je prosječna resorpcija kosti kod veze zub-implantat na mjestu implantata iznosila 24,2%, na mjestu zuba 21,8%, a u slučaju veze implantat – implantat samo 10,8%. Iako je razlika evidentna ista se nije pokazala i statistički značajnom ($P=0,237$).

Tablica 2. Postotak promjene koštane visine oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači protetske konstrukcije zub i implantat u odnosu na konstrukcije gdje su nosači implantat-implantat.

| Mjesto | Srednja vrijednost promjene (%) | <i>P</i> * |
|-----------------------|---------------------------------|------------|
| Implantat | 24,2 | |
| Zub | 21,8 | 0,237 |
| Implantat - Implantat | 10,8 | |

* stat. značajnost dobivena Mann-Whitney U testom

Wilcoxonovim testom podudarnih parova izvršena je usporedba početnih i krajnjih vrijednosti visine kosti. Iz tablice 3. je vidljivo da kod veze zub-implantat, ni promjena na mjestu implantata ($P=0,074$), niti zuba ($P=0,113$) kao ni kod veze implantat – implantat ($P=0,182$) nije bila statistički značajna.

Tablica 3. Promjena visine kosti oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači konstrukcije zub i implantat te konstrukcije gdje su nosači implantat-implantat između početnog i krajnjeg mjerenja.

| Mjesto | T | Z | <i>P</i> * |
|-----------------------|------|-----|------------|
| Implantat | 58,0 | 1,8 | 0,074 |
| Zub | 56,0 | 1,7 | 0,113 |
| Implantat - Implantat | 18,0 | 1,3 | 0,182 |

* Wilcoxonov test podudarnih parova

4.5. Mjesto promjene visine kosti

S obzirom na mjesto nastanka promjene visine kosti, kod veze zub-implantat iz tablice 4. je vidljivo da se najveći postotak (44%) promjena visine kosti dogodio na mjestu implantata, na području zuba resorpcija je uočena u 16% slučajeva, u 20% slučajeva uočene su promjene i na području kosti oko zuba, ali i implantata, dok u ostalih 20% slučajeva nisu uočene promjene. Najveća resorpcija kosti uočena je oko implantata ($-0,669 \pm 1,120$), zatim oko zuba ($-0,523 \pm 1,102$), dok su najmanje promjene, kako na mjestu zuba, tako i na mjestu implantata bile

u slučaju kada su i zub i implantat bili zahvaćeni gubitkom. Iako su razlike vidljive Kruskal-Wallis Anova testom nije potvrđena njihova statistička značajnost ($P=0,384$). Kad pričamo o mjestu promjene visine kosti u slučaju veze implantat-implantat, s obzirom da se radi o malom uzorku i velikoj disperziji podataka (gdje su neki pacijenti bili nositelji klasičnih, neki all-on-4 mostova, a sami implantati nalazili su se na različitim pozicijama, od čega su neki pozicionirani u području fronte, drugi u stražnjem segmentu, treći u kombinaciji), u tom slučaju uvijek je uzet u obzir onaj implantat sa najvećom promjenom visine kosti, budući da se nije pokazala statistički značajna razlika u promjenama visine s obzirom na poziciju implantata. Ta razlika potom je uspoređivana sa promjenama visine kosti na mjestu zuba i implantata u slučaju gdje su oni služili kao nosači protetske konstrukcije.

Tablica 4. Učestalost i osnovni statistički parametri za promjenu visine kosti oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači protetske konstrukcije zub i implantat u ovisnosti o mjestu nastale promjene.

| Mjesto promjene | N (%) | \bar{X}^a | SD ^b | Min | Max | M ^c | P* |
|-----------------|---------|-------------|-----------------|--------|-------|----------------|-------|
| Implantat | 11 (44) | -0,669 | 1,120 | -2,570 | 1,000 | -0,240 | 0,384 |
| Zub | 4 (16) | -0,523 | 1,102 | -1,870 | 0,740 | -0,482 | |
| Bez promjene | 5 (20) | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | |
| Oba | 5 (20) | -0,017 | 0,643 | -1,004 | 0,725 | 0,043 | |

* stat. značajnost dobivena Kruskal-Wallis Anova testom

^a srednja vrijednost

^b standardna devijacija

^c medijan

4.6. Utjecaj broja zuba i endodontskog liječenja istih na promjenu visine kosti

Budući da se kod protetskih konstrukcija nošenih zubima i implantatima, razlikuje broj zuba uključenih u sam rad (Tablica 5.), upravo je najveća resorpcija kosti oko implantata potvrđena kada je kod veze zub-implantat uključeno 5 zuba nosača ($-0,766 \pm 1,118$ i medijan vrijednosti $-0,354$). Međutim, Kruskal-Wallis Anova testom nije potvrđena statistički značajna razlika između navedenih šest skupina ($P=0,904$).

Tablica 5. Učestalost i osnovni statistički parametri za promjenu visine kosti na mjestu implantata kod veze zub-implantat u ovisnosti o broju zuba zahvaćenih radom te statistička značajnost razlike između skupina.

| Broj zuba | N (%) | \bar{X}^a | SD ^b | Min | Max | M ^c | P* |
|-----------|---------|-------------|-----------------|--------|--------|----------------|-------|
| 1 | 13 (52) | -0,443 | 1,060 | -2,570 | 1,000 | 0,000 | 0,904 |
| 2 | 4 (16) | -0,029 | 0,725 | -1,004 | 0,740 | 0,075 | |
| 3 | 2 (8) | -0,100 | 0,141 | -0,200 | 0,000 | -0,100 | |
| 4 | 1 (4) | -0,156 | 0,000 | -0,156 | -0,156 | -0,156 | |
| 5 | 4 (16) | -0,766 | 1,118 | -2,400 | 0,043 | -0,354 | |
| 6 | 1 (4) | -0,240 | 0,000 | -0,240 | -0,240 | -0,240 | |

* stat. značajnost dobivena Kruskal-Wallis Anova testom

^a srednja vrijednost

^b standardna devijacija

^c medijan

U slučaju veze zub-implantat, dio pacijenata podvrgnut je endodontskom tretmanu zuba koji su služili kao nosači protetske konstrukcije, točnije njih 8 od 25 (32%). Tablica 6. pokazuje 66,9% veće vrijednosti resorpcije kosti na mjestu implantata povezanih sa endodontski tretiranim zubima (-0.654±1.245) u odnosu one implantate koji nisu bili povezani sa endodontski tretiranim zubima (-0.199±0.879). Što se tiče resorpcije kosti oko zuba ista je bila 78,5% veća kod ispitanika koji nisu bili podvrgnuti endodonticiji. Iako su razlike vidljive nisu se pokazale značajnim na Kruskal-Wallis Anova testu ($P=0,604$).

Tablica 6. Učestalost i osnovni statistički parametri za promjenu visine kosti oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači konstrukcije zub i implantat ovisno o tome je li rađena endodoncija.

| Endodoncija | Mjesto promjene kosti | N (%) | \bar{X}^a | SD^b | Min | Max | M^c | P* |
|--------------------|------------------------------|--------------|-------------|--------|------------|------------|----------------------|-----------|
| NE | Implantat | 11 (44) | -0,199 | 0,879 | -2,400 | 1,000 | 0,000 | 0,604 |
| | Zub | 6 (24) | -0,615 | 0,781 | -1,870 | 0,305 | -0,488 | |
| DA | Implantat | 6 (24) | -0,654 | 1,245 | -2,570 | 0,740 | -0,282 | |
| | Zub | 2 (8) | 0,132 | 0,125 | 0,043 | 0,220 | 0,132 | |

* stat. značajnost dobivena Mann-Whitney U testom

^a srednja vrijednost

^b standardna devijacija

^c medijan

4.7. Utjecaj broja implantata i vrste implantološkog rada na promjenu visine kosti

Kod protetskih konstrukcija nošenih zubom i implantatom najveća resorpcija na mjestu implantata je potvrđena u slučaju 2 implantata (-0,844±1,174). Kod protetskih konstrukcija nošenih isključivo implantatima najveća resorpcija je potvrđena u slučaju 4 implantata (-0.158±0.212). Navedene promjene prikazane su u tablici 7. Kruskal-Wallis Anova testom nije potvrđena statistički značajna razlika u vrijednostima resorpcije kosti između navedenih skupina ($P=0,573$).

Tablica 7. Učestalost i osnovni statistički parametri za promjenu visine kosti oko implantata nakon protetske opskrbe kod protetskih konstrukcija gdje su nosači zub i implantat ili implantat i implantat u ovisnosti o broju implantata.

| Mjesto | Broj implantata | N | \bar{X}^a | SD ^b | Min | Max | M ^c | P* |
|--------------------------|-----------------|----|-------------|-----------------|--------|--------|----------------|-------|
| Implantat | 1 | 13 | -0,210 | 0,954 | -2,400 | 1,000 | 0,000 | 0,573 |
| | 2 | 4 | -0,844 | 1,174 | -2,570 | 0,000 | -0,402 | |
| | 3 | 0 | | | | | | |
| | 4 | 0 | | | | | | |
| | 5 | 0 | | | | | | |
| | 6 | 0 | | | | | | |
| | 8 | 0 | | | | | | |
| | 1 | 0 | | | | | | |
| Implantat – Implantat | 2 | 7 | 0,088 | 0,196 | -0,120 | 0,375 | 0,000 | 0,573 |
| | 3 | 0 | | | | | | |
| | 4 | 10 | -0,158 | 0,212 | -0,627 | 0,000 | -0,058 | |
| | 5 | 3 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | |
| | 6 | 4 | -0,117 | 0,135 | -0,250 | 0,000 | -0,108 | |
| | 8 | 1 | -0,035 | 0,000 | -0,035 | -0,035 | -0,035 | |

* stat. značajnost dobivena Kruskal-Wallis Anova testom

^a srednja vrijednost

^b standardna devijacija

^c medijan

Kod protetskih konstrukcija nošenih implantatima postoji razlika s obzirom na vrstu samog implantološkog rada. Tako je kod klasičnog mosta (Tablica 8.) uočen prirast kosti (0.036 ± 0.188), dok je kod All-on-4 vidljiva resorpcija kosti (-0.122 ± 0.187). Međutim, ova razlika nije se pokazala statistički značajnom.

Tablica 8. Učestalost i osnovni statistički parametri za promjenu visine kosti oko implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači protetske konstrukcije implantat i implantat u ovisnosti o vrsti implantološkog rada.

| Vrsta implantološkog rada | N (%) | \bar{X}^a | SD ^b | Min | Max | M ^c | P* |
|---------------------------|---------|-------------|-----------------|--------|-------|----------------|-------|
| All-on-4 | 15 (60) | -0,122 | 0,187 | -0,627 | 0,000 | 0,000 | 0,222 |
| Klasičan most | 10 (4) | 0,036 | 0,188 | -0,217 | 0,375 | 0,000 | |

* stat. značajnost dobivena Mann-Whitney U testom

^a srednja vrijednost

^b standardna devijacija

^c medijan

4.8. Utjecaj čeljusti u kojoj se rad nalazi i stanja nasuprotne čeljusti na promjenu visine kosti

Kada se uspoređuje promjena visine kosti na donjoj i gornjoj čeljusti u slučaju gdje su nosači bili zub i implantat, vidljivo je da su promjene visine kosti oko implantata 43,3% veće u gornjoj u odnosu na donju čeljust (Tablica 9.). Upravo je obrnuta promjena visine kosti na mjestu zuba, gdje su promjene na donjoj čeljusti su 87,4% veće u odnosu na gornju čeljust. U slučaju protetskih konstrukcija nošenih samo implantatima, promjene na donjoj čeljusti su 46,8% veće u odnosu na gornju čeljust. Sukladno navedenome, promjene na gornjoj čeljusti kreću se sljedećim nizom: na mjestu implantata kod kombinacije nosača zub-implantat, na mjestu zuba kod kombinacije nosača zub-implantat, na mjestu implantat kod protetskih konstrukcija nošenih samo implantatima. Kod donje čeljusti promjene idu sljedećim nizom: promjene na mjestu zuba kod veze zub-implantat, promjene na mjestu implantat kod veze zub-implantat te promjene na mjestu implantata kod veze implantat-implantat. Iako je razlika vidljiva, zbog malog uzorka i velike disperzije rezultata Kruskal-Wallis Anova testom nije potvrđena statistički značajna razlika između ove četiri skupine ($P=0,651$).

Tablica 9. Učestalost i osnovni statistički parametri za promjenu visine kosti oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači protetske konstrukcije zub i implantat te konstrukcije gdje su nosači implantat-implantat u ovisnosti o čeljusti u kojoj se rad nalazi.

| Mjesto | Čeljust | N (%) | \bar{X}^a | SD ^b | Min | Max | M ^c | P* |
|--------------------------|---------|---------|-------------|-----------------|--------|-------|----------------|-------|
| Implantat | Gornja | 6 (24) | -0,499 | 1,345 | -2,570 | 0,740 | -0,105 | 0,651 |
| | Donja | 11 (44) | -0,283 | 0,840 | -2,400 | 1,000 | 0,000 | |
| Zub | Gornja | 5 (20) | -0,119 | 0,444 | -0,820 | 0,305 | -0,144 | |
| | Donja | 3 (12) | -0,944 | 0,958 | -1,870 | 0,043 | -1,004 | |
| Implantat – Implantat | Gornja | 20 (80) | -0,050 | 0,148 | -0,367 | 0,360 | 0,000 | |
| | Donja | 5 (20) | -0,094 | 0,367 | -0,627 | 0,375 | 0,000 | |

* stat. značajnost dobivena Kruskal-Wallis Anova testom

^a srednja vrijednost

^b standardna devijacija

^c medijan

Kada se uspoređuje promjena visine kosti s obzirom na stanje antagonističke čeljusti, vidljivo je da su promjene visine kosti oko implantata kod veze zub-implantat 66,3% veće u slučaju kad se u antagonističkoj čeljusti nalazi metal-keramika u odnosu na prirodne zube kao antagoniste (Tablica 10). Za promjene na mjestu zuba upravo je obrnuto pa su promjene 54,6% veće u slučaju da su antagonisti prirodni zubi odnosu na metal-keramiku. Promjene u slučaju gdje su nosači bili isključivo implantati su 11,1% veće u slučaju gdje se u antagonističkoj čeljusti nalazila metal-keramika u odnosu na prirodne zube kao antagoniste. Kruskal-Wallis Anova testom nije potvrđena statistički značajna razlika ($P=0,450$).

Tablica 10. Učestalost i osnovni statistički parametri za promjenu visine kosti oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači protetske konstrukcije zub i implantat te konstrukcije gdje su nosači implantat-implantat u ovisnosti o tome je li se u antagonističkoj čeljusti nalaze prirodni zubi ili metal-keramika

| Mjesto | Antag. čeljust | N (%) | \bar{X}^a | SD ^b | Min | Max | M ^c | P* |
|--------------------------|-----------------|---------|-------------|-----------------|--------|--------|----------------|-------|
| Implantat | MK ^d | 4 (16) | -0,729 | 1,389 | -2,570 | 0,725 | -0,535 | 0,451 |
| | Zub | 13 (52) | -0,246 | 0,903 | -2,400 | 1,000 | 0,000 | |
| Zub | MK | 7 (28) | -0,372 | 0,788 | -1,870 | 0,305 | -0,144 | |
| | Zub | 1 (4) | -0,820 | 0,000 | -0,820 | -0,820 | -0,820 | |
| Implantat – Implantat | MK | 8 (32) | -0,063 | 0,285 | -0,627 | 0,375 | 0,000 | |
| | Zub | 17 (68) | -0,056 | 0,157 | -0,367 | 0,360 | 0,000 | |

* stat. značajnost dobivena Kruskal-Wallis Anova testom

^a srednja vrijednost

^b standardna devijacija

^c medijan

^d metal-keramika

4.9. Utjecaj spola i dobi na promjenu visine kosti

Iz tablice 11. vidljivo je da su negativne promjene kosti manje izražene kod muškaraca u odnosu na žene, osim na mjestu implantat u slučaju veze zub-implantat gdje je resorpcija kod muškaraca za 43,6% veća u odnosu na žene. Na mjestu zuba kod veze zub-implantat resorpcija je kod žena je veća za 87,8% dok je za kod veze implantat-implantat također veća u žena za 98,3%. Kruskal-Wallis Anova testom nije potvrđena statistički značajna razlika između navedene četiri skupine ($P=0,654$).

Tablica 11. Učestalost i osnovni statistički parametri za promjenu kosti oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači protetske konstrukcije zub i implantat te konstrukcije gdje su nosači implantat-implantat u ovisnosti o spolu.

| Spol | Mjesto | N (%) | \bar{X}^a | SD ^b | Min | Max | M ^c | P* |
|----------|--------------------------|---------|-------------|-----------------|--------|--------|----------------|-------|
| Muškarci | Implantat | 3 (14) | -0,560 | 0,970 | -1,680 | 0,000 | 0,000 | 0,654 |
| | Zub | 5 (24) | -0,116 | 0,526 | -1,004 | 0,305 | 0,043 | |
| | Implantat – Implantat | 13 (62) | -0,002 | 0,193 | -0,255 | 0,375 | 0,000 | |
| Žene | Implantat | 14 (48) | -0,316 | 1,047 | -2,570 | 1,000 | -0,100 | |
| | Zub | 3 (11) | -0,949 | 0,864 | -1,870 | -0,156 | -0,820 | |
| | Implantat – Implantat | 12 (41) | -0,120 | 0,197 | -0,627 | 0,000 | 0,000 | |

* stat. značajnost dobivena Kruskal-Wallis Anova testom

^a srednja vrijednost

^b standardna devijacija

^c medijan

Tablica 12. daje jasan prikaz kako je promjena visine kosti veća na mjestu implantata kod veze zub-implantat, u odnosu na promjene oko zuba kod iste veze, kao i promjene oko implantat u slučaju veze implantat-implantat. Ta razlika se nije pokazala statistički značajnom ($P=0,256$). Najveća promjena na mjestu implantat kod veze zub-implantat pokazala se upravo u dobnoj skupini od 40 do 50 godina ($-1,200 \pm 1,697$) dok najstarija dobna skupina pokazuje prirast kosti ($0,740 \pm 0,000$). Sukladno tome, iz srednjih i medijan vrijednosti je moguće zaključiti da se resorpcija kosti na mjestu implantata kod veze zub-implantat povećava od 30 do 50 godine, nakon čega se smanjuje, a iza 70-te godine dolazi do prirasta kosti. Kad pričamo o promjenama na mjestu zuba kod veze zub-implantat najveća resorpcija se događa između 50 i 60 godine života ($-0,945 \pm 0,870$) nakon čega se također smanjuje. U slučaju gdje su nosači bili isključivo implantati, najveća resorpcija se događa između 50 i 60 godine života ($-0,167 \pm 0,225$) dok je u dobi između 40 i 50 godine života potvrđen prirast kosti ($0,184 \pm 0,212$).

Tablica 12. Učestalost i osnovni statistički parametri za promjenu visine kosti oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači protetske konstrukcije zub i implantat te konstrukcije gdje su nosači implantat-implantat u ovisnosti o dobi.

| Mjesto | Dob | N (%) | \bar{X}^a | SD ^b | Min | Max | M ^c | P* |
|---------------------|-------|--------|-------------|-----------------|--------|--------|----------------|-------|
| Implantat | 30-40 | 3 (6) | -0,685 | 1,698 | -2,570 | 0,725 | -0,210 | 0,256 |
| | 40-50 | 2 (4) | -1,200 | 1,697 | -2,400 | 0,000 | -1,200 | |
| | 50-60 | 4 (8) | -0,319 | 0,474 | -0,860 | 0,150 | -0,282 | |
| | 60-70 | 7 (14) | -0,160 | 0,790 | -1,680 | 1,000 | 0,000 | |
| | 70+5 | 1 (2) | 0,740 | 0,000 | 0,740 | 0,740 | 0,740 | |
| Implantat-Implantat | 30-40 | 2 (4) | -0,060 | 0,085 | -0,120 | 0,000 | -0,060 | |
| | 40-50 | 4 (8) | 0,184 | 0,212 | 0,000 | 0,375 | 0,180 | |
| | 50-60 | 9 (18) | -0,167 | 0,225 | -0,627 | 0,000 | 0,000 | |
| | 60-70 | 8 (16) | -0,072 | 0,096 | -0,217 | 0,000 | -0,018 | |
| | 70+5 | 2 (4) | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | |
| Zub | 30-40 | 0 | | | | | | |
| | 40-50 | 0 | | | | | | |
| | 50-60 | 3 (6) | -0,945 | 0,870 | -1,870 | -0,144 | -0,820 | |
| | 60-70 | 5 (10) | -0,118 | 0,526 | -1,004 | 0,305 | 0,043 | |
| | 70+5 | 0 | | | | | | |

* stat. značajnost dobivena Kruskal-Wallis Anova testom

^a srednja vrijednost

^b standardna devijacija

^c medijan

4.10. Utjecaj vremena nošenja samog rada na promjenu visine kosti

Obzirom na vrijeme nošenja rada (Tablica 13.) na mjestu implantata kod veze zub-implantat najveća resorpcija kosti je zamijećena nakon 1-2 godine nošenja (-1,023±1,425), dok u razdoblju od 4-7 godina dolazi do prirasta kosti (0,740). U slučaju resorpcije oko zuba kod

veze zub-implantat, ista je također najveća nakon 1-2 godine ($-1,345 \pm 0,742$), a do prirasta kosti dolazi nakon 2 do 4 godine nakon čega ponovo slijedi resorpcija. Kod veze implantat-implantat resorpcija kosti se povećava s vremenom nošenja do 4. godine a zatim slijedi prirast kosti od 4. do 7. godine nošenja. Kruskal-Wallis Anova testom nije nađena statistički značajna razlika između navedenih skupina ($P=0,322$).

Tablica 13. Učestalost i osnovni statistički parametri za promjenu visine kosti oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači protetske konstrukcije zub i implantat te konstrukcije gdje su nosači implantat-implantat u ovisnosti o vremenu nošenja rada.

| Veza | Vrijeme (god) | N (%) | \bar{X}^a | SD ^b | Min | Max | M ^c | P* |
|-----------------------|---------------|---------|-------------|-----------------|--------|--------|----------------|-------|
| Implantat | 0,5-1 | 12 (48) | -0,230 | 0,799 | -2,400 | 1,000 | 0,000 | 0,322 |
| | 1-2 | 4 (32) | -1,023 | 1,425 | -2,570 | 0,725 | -1,123 | |
| | 2-4 | 0 (0) | | | | | | |
| | 4-7 | 1 (4) | 0,740 | 0,000 | 0,740 | 0,740 | 0,740 | |
| Zub | 0,5-1 | 2 (8) | -0,150 | 0,008 | -0,156 | -0,144 | -0,150 | |
| | 1-2 | 2 (8) | -1,345 | 0,742 | -1,870 | -0,820 | -1,345 | |
| | 2-4 | 2 (8) | 0,263 | 0,060 | 0,220 | 0,305 | 0,263 | |
| | 4-7 | 2 (8) | -0,480 | 0,741 | -1,004 | 0,043 | -0,480 | |
| Implantat - Implantat | 0,5-1 | 14 (56) | -0,074 | 0,225 | -0,627 | 0,360 | 0,000 | |
| | 1-2 | 5 (20) | -0,066 | 0,098 | -0,217 | 0,000 | 0,000 | |
| | 2-4 | 5 (20) | -0,094 | 0,129 | -0,255 | 0,000 | 0,000 | |
| | 4-7 | 1 (4) | 0,375 | 0,000 | 0,375 | 0,375 | 0,375 | |

* stat. značajnost dobivena Kruskal-Wallis Anova testom

^a srednja vrijednost

^b standardna devijacija

^c medijan

4.11. Utjecaj početne visine kosti na promjenu visine kosti

Razina resorpcije s obzirom na početno stanje (Tablica 14.) najveća je na mjestu zuba kod veze zub-implantat ($0,442 \pm 0,839$ i medijan vrijednošću $-0,150$), a najmanje izražena u slučaju gdje su nosači protetske konstrukcije bili isključivo implantati ($-0,046 \pm 0,304$ i medijan vrijednošću $-0,035$). Međutim Kruskal-Wallis Anova testom nije potvrđena statistički značajna razlika između skupina ($P=0,503$).

Tablica 14. Učestalost i osnovni statistički parametri za promjenu visine kosti oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači protetske konstrukcije zub i implantat u ovisnosti početnom stanju.

| Mjesto | Početno stanje | N (%) | \bar{X}^a | SD ^b | Min | Max | M ^c | P* |
|--------------------------|----------------|---------|-------------|-----------------|--------|--------|----------------|-------|
| Implantat | Resorpcija | 11 (22) | -0,199 | 0,928 | -2,570 | 1,000 | 0,000 | 0,503 |
| | Bez promjene | 6 (12) | -0,653 | 1,172 | -2,400 | 0,725 | -0,282 | |
| | Prirast | 0 (0) | | | | | | |
| Implantat – Implantat | Resorpcija | 9 (18) | -0,046 | 0,304 | -0,627 | 0,375 | -0,035 | |
| | Bez promjene | 16 (32) | -0,065 | 0,121 | -0,367 | 0,000 | 0,000 | |
| | Prirast | 0 (0) | | | | | | |
| Zub | Resorpcija | 6 (12) | -0,442 | 0,839 | -1,870 | 0,305 | -0,150 | |
| | Bez promjene | 1 (2) | -0,820 | 0,000 | -0,820 | -0,820 | -0,820 | |
| | Prirast | 1 (2) | 0,043 | 0,000 | 0,043 | 0,043 | 0,043 | |

* stat. značajnost dobivena Kruskal-Wallis Anova testom

^a srednja vrijednost

^b standardna devijacija

^c medijan

4.12. Ispitivanje utjecaja odabranih prediktorskih varijabli na promjenu visine kosti pomoću regresijske analize

U slučaju protetskih konstrukcija nošenih isključivo implantatima (Tablica 15, slika 2) potvrđena je umjerena, statistički značajna korelacija ($R=0,45$; $P=0,049$) između odabranih prediktorskih varijabli i koštane promjene. Iz vrijednosti beta koeficijenata i njihove značajnosti

te Pareto dijagrama t-vrijednosti je vidljivo da je broj implantata jedina varijabla sa statistički značajnim doprinosom ukupnoj korelaciji ($\beta=0,54$; $P=0,019$). One prediktorske varijable koje nisu prikazane (u tablici 15. ili slici 2.), a prethodno su spomenute, imale su veliku disperziju na malom uzorku i iz tog razloga su nemjerljive, čime automatski na ovakvom uzorku ne bi pokazale značajan doprinos.

Tablica 15. Rezultati regresijske analize za razinu promjene visine kosti oko implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači konstrukcije bili isključivo implantati u ovisnosti o prediktorskim varijablama.

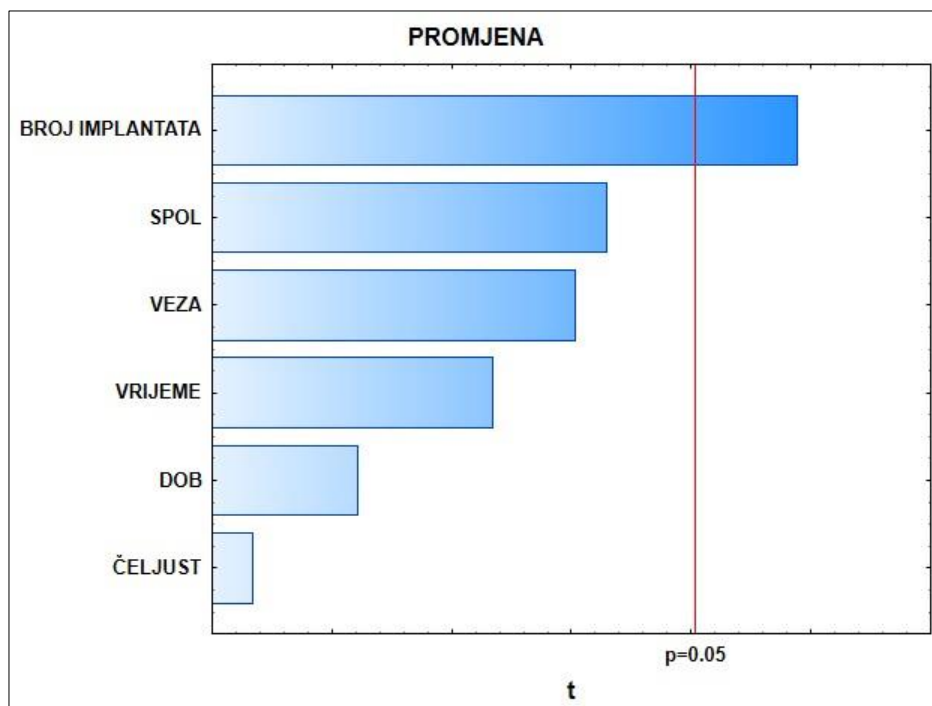
| Prediktor (N=25) | Koeficijent regresije (β^a) | P^* |
|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Veza | 0,24 | 0,137 |
| Vrijeme | 0,17 | 0,249 |
| Čeljust | 0,02 | 0,868 |
| Broj implantata | 0,54 | 0,019 [†] |
| Spol | 0,33 | 0,107 |
| Dob | 0,09 | 0,548 |
| | | $R^b=0,45$; $P=0,049$ [†] |

* stat. značajnost dobivena regresijskom analizom

[†] stat. značajno na razini značajnosti $P<0,05$

^a pojedinačni doprinos svake varijable ukupnoj korelaciji

^b koeficijent korelacije



Slika 2. Pareto dijagram t-vrijednosti ovisnosti promjene visine kosti (PROMJENA) oko implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači konstrukcije bili isključivo implantati u ovisnosti o prediktorskim varijablama. Varijable koje prelaze crvenu liniju imaju statistički značajan doprinos.

U slučaju gdje su nosači protetske konstrukcije bili zub i implantat iz tablice 16. odabrane prediktorske varijable pokazuju dobru, ali ne i statistički značajnu korelaciju s promjenom visine kosti na mjestu zuba nosača ($R=0,57$; $P=0,512$). Iz beta koeficijenata i njihove značajnosti te pareto dijagrama t-vrijednosti (slika 3.) je vidljivo da dob ima najveći pojedinačni doprinos ukupnoj korelaciji, ali taj doprinos nije statistički značajan.

Tablica 16. Rezultati regresijske analize za razinu promjene kosti oko zuba nakon protetske opskrbe gdje su nosači konstrukcije zub i implantat u ovisnosti o prediktorskim varijablama

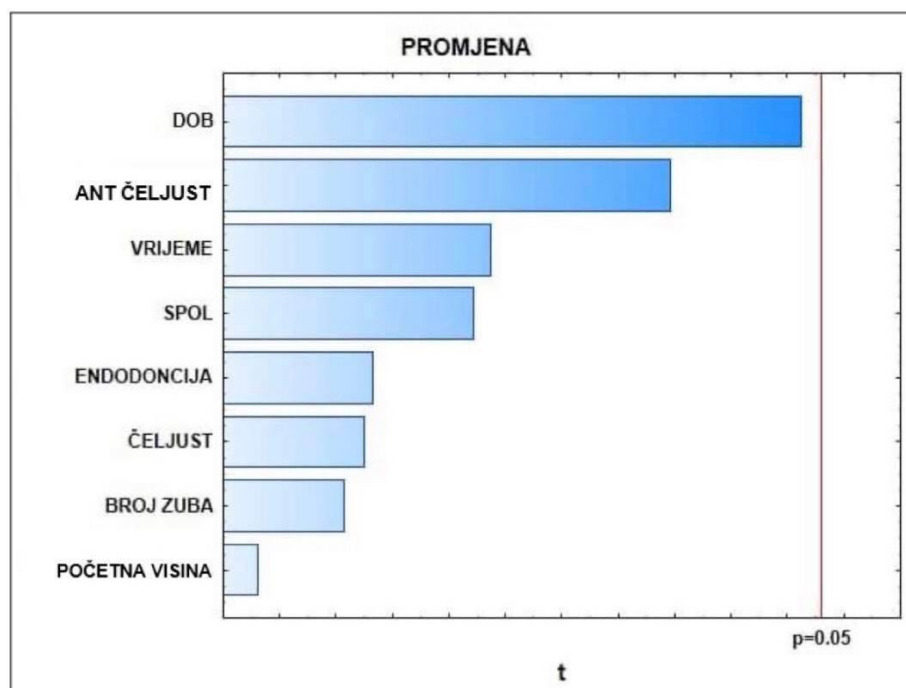
| Prediktor (N=9) | Koeficijent regresije (β^a) | P^* |
|-----------------|-------------------------------------|-------|
| Endodoncija | 0,14 | 0,604 |
| Vrijeme | 0,29 | 0,357 |
| Čeljust | 0,11 | 0,623 |
| Broj zuba | 0,10 | 0,675 |
| Početno stanje | 0,03 | 0,904 |
| Antag. čeljust | 0,40 | 0,133 |
| Spol | 0,24 | 0,387 |
| Dob | 0,54 | 0,057 |

$R^b=0,57; P=0,512$

* stat. značajnost dobivena regresijskom analizom

^a pojedinačni doprinos svake varijable ukupnoj korelaciji

^b koeficijent korelacije



Slika 3. Pareto dijagram t-vrijednosti ovisnosti promjene visine kosti (PROMJENA) oko zuba nakon protetske opskrbe gdje su nosači konstrukcije zub i implantat u ovisnosti o prediktorskim varijablama. Varijable koje prelaze crvenu liniju imaju statistički značajan doprinos.

Kad se u model uključe rezultati gdje su nosači konstrukcije zub i implantat iz tablice 17. vidljivo je da odabrane prediktorske varijable pokazuju dobru, ali ne i statistički značajnu korelaciju s promjenom visine kosti na mjestu implantata ($R=0,54$; $P=0,338$). Iz beta koeficijenata i njihove značajnosti te Pareto dijagrama t-vrijednosti (slika 4.) vidljivo je da broj implantata ima najveći pojedinačni doprinos ukupnoj korelaciji, ali taj doprinos nije se pokazao kao statistički značajan.

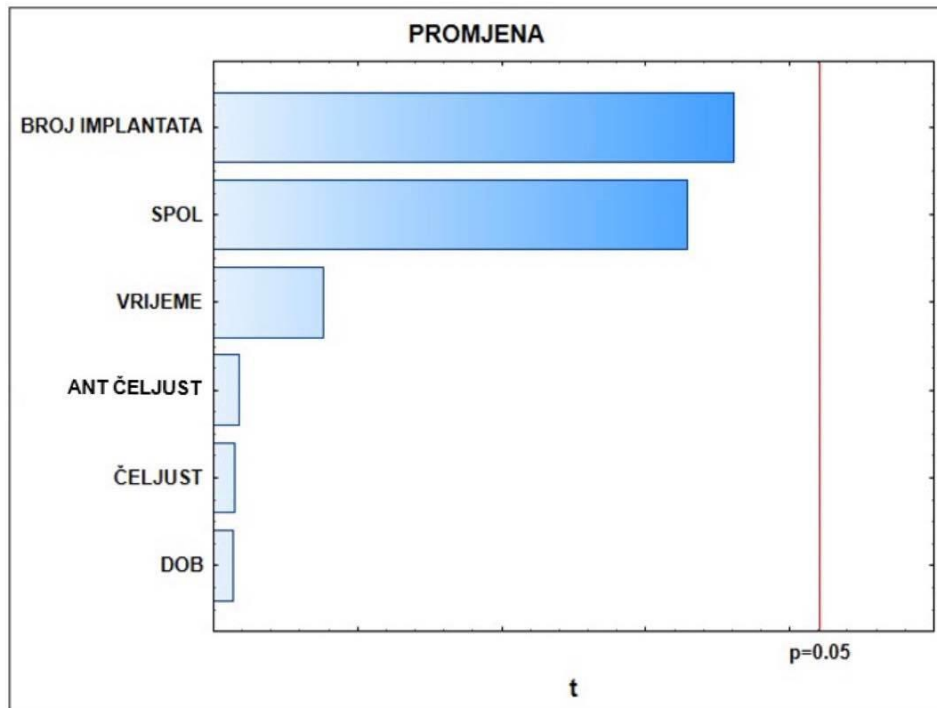
Tablica 17. Rezultati regresijske analize za razinu promjene visine kosti oko implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači konstrukcije zub i implantat u ovisnosti o prediktorskim varijablama

| Prediktor (N=16) | Koeficijent regresije (β^a) | P^* |
|-------------------------|---|-------------------------|
| Vrijeme | 0,08 | 0,709 |
| Čeljust | 0,02 | 0,944 |
| Broj implantata | 0,47 | 0,088 |
| Spol | 0,36 | 0,118 |
| Dob | 0,02 | 0,947 |
| Antag. čeljust | 0,02 | 0,930 |
| $R^b=0,54$; $P=0,338$ | | |

* stat. značajnost dobivena regresijskom analizom

^a pojedinačni doprinos svake varijable ukupnoj korelaciji

^b koeficijent korelacije



Slika 4. Pareto dijagram t-vrijednosti ovisnosti promjene visine kosti (PROMJENA) na mjestu implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači konstrukcije zub i implantat u ovisnosti o prediktorskim varijablama. Varijable koje prelaze crvenu liniju imaju statistički značajan doprinos.

5. RASPRAVA

U ovom istraživanju pokazalo se kako nakon ugradnje implantata, dolazi do resorptivnih promjena okolne kosti, bilo da je isti povezan sa zubom ili implantatom, što je u suglasnosti sa istraživanjima objavljenima od strane Albrektssona i sur. (1986.), u kojem se navodi kako bi nakon same postave implantata trebala uslijediti resorpcija okolne kosti. Za razliku od rezultata ovog istraživanja u kojem resorptivne promjene na mjestu implantata dominiraju određeni period (kod veze zub-implantat 1-2 god, a kod veze implantat 4), nakon 4-7 godina slijedi razdoblje koštanog prirasta u oba slučaja. Prema Albrektssona i sur. resorpcija kosti oko implantata bi u prvoj godini nakon rada, trebala biti manja od 1.5 mm te bi se svake naredne godine trebala povećavati za maksimalnih 0.2 mm. (12).

Iako razlika u prosječnoj resorpciji kosti na različitim mjestima postoji (kod veze zub-implantat na mjestu implantata iznosila 24,2%, na mjestu zuba 21,8% a u slučaju veze implantat – implantat 10,8%), ista se nije pokazala i statistički značajnom. Takav zaključak je prisutan i u istraživanju provedenom od strane Hosny i sur. (2000.), u kojem je ustanovljeno da značajna razlika u koštanoj promjeni na mjestu implantata između veza zub-implantat i implantat-implantat ne postoji. U njihovom radu opisan je gubitak od 1 mm u prvih pola godine te zatim 0.015 mm godišnji pomak narednih 14 godina. Do sličnih zaključaka došli su u svojim radovima Gunne i sur. (1999.) te Lindh i sur. (2001.) koji su istraživanja provodili za iste individue (13-15).

Kad pričamo o utjecaju broja zubi (uključenih u rad kod veze zub-implantat) i promjene visine kosti na mjestu implantata kod veze zub-implantat, nije pokazana statistički značajna razlika u promjeni visine kosti ovisno o broju zuba nosača ni Kruskal-Wallis Anova testom, kao što ni regresijskom analizom nije dokazan statistički značajan utjecaj te prediktorske varijable. Za razliku od toga, regresijska analiza pokazala je broj implantata kao prediktorsku varijablu sa statistički značajnim doprinosom na promjenu visine kosti oko implantata u slučaju veze implantat-implantat. Ostale studije koje se bave odnosom između broja zuba/implantata uključenih u rad i iznosom promjene visine kosti na mjestu implantata također nisu pokazale konkretne rezultate koji bi sugerirali u prilog ili opovrgnule gore navedene rezultate (15).

Kod endodontski liječenih zuba nosača kod veze zub-implantat pokazane su veće resorpcije kosti na mjestu implantata povezanih sa istima, dok je resorpcija na mjestu zuba bila veća na endodontski netretiranim zubima. Navedeni rezultati nisu se pokazali kao statistički značajni, a regresijskom analizom nije dokazan statistički značajan doprinos endodoncije kao prediktorske varijable na promjenu visine kosti. Od ostalih istraživanja koja se bave odnosom endodontskog liječenja zuba kod veze zub-implantat prema koštanoj promjeni valja izdvojiti

ona od Lindh i sur. (2001.) te Block i sur. (2002.). Tako Lindh i sur. nisu pokazali statistički značajan utjecaj endodontskog tretmana na promjenu visine kosti oko zuba, tako ni oko implantata povezanih sa istim, dok su Block i sur. pak pokazali oprečne rezultate na mjestu zuba nosača, prethodno liječenih terapijom korijenskog kanala (15, 16).

Što se tiče utjecaja same vrste implatološkog rada na iznos promjene visine kosti oko implantata, iako je pokazan veći iznos resorpcije u slučaju all-on-4 radova te prirast kosti u slučaju klasičnih mostova, ovi rezultati nisu se pokazali statistički značajnima. Rezultati regresije analize nisu pokazali vrstu implatološkog rada kao prediktorsku varijablu sa statistički značajnim doprinosom na promjenu visine kosti oko implantata. Statistički značajnu razliku u svojim istraživanjima po tom pitanju nisu uspjeli dokazati Malo i sur. (2011.) kao ni Babbush i sur. (2011.). Njihovi zaključci također sugeriraju kako se razlika promjene visine kosti, kod veze implantat-implantat gdje je vrsta implatološkog rada bila klasični most te onda kad je vrsta rada bila all-on-4, nije pokazala statistički značajnom (17, 18).

Nije dokazana statistički značajna promjena visine kosti kako na mjestu zuba, tako ni na mjestu implantata, kod obje kombinacije nosača, ovisno o tome koja je čeljust nositeljica protetske konstrukcije. Regresijskom analizom čeljust nositeljica rada se također nije pokazala kao prediktorska varijabla sa statistički značajnim utjecajem na promjenu visine kosti promjene neovisno o kombinaciji nosača. U istraživanju provedenom od strane Negri i sur. (2014.), kod muških pacijenata s gornjom čeljusti kao nositeljicom rada, promjena se povećava u korelaciji s porastom njihove dobi dok u slučajevima gdje je nositelj rada donja čeljust to nije slučaj tj. podatak o tome je li nositelj rada gornja ili donja čeljust nam ne daje nekakvu naznaku o potencijalnim rezultatima promjene visine kosti na mjestu implantata (19).

Iako postoje razlike u koštanoj resorpciji, koje su veće na mjestu implantata u slučaju da se kao antagonist nalazi metal-keramika, za razliku od zuba koji veću resorpciju kosti pokazuju u slučaju prirodnih zuba kao antagonista. Međutim, navedene razlike nisu se pokazale statistički značajnima, kao što ni regresijskom analizom nije dokazan statistički značajan doprinos antagonističke čeljusti kao prediktorske varijable. Slična situacija ispitivana je u istraživanju Dorj i sur. (2021.), gdje je na 60 ispitanika ustanovljeno kako statistički značajna razlika u koštanoj promjeni, ovisno o ulozi antagonista, postoji. Istraživanje se baziralo na mjerenjima u rasponu od 3 godine, a za razliku od podataka koji su se koristili u ovom radu, gubitak kosti je bio veći kod stanja s metal-keramikom kao antagonistom, tj. manji za slučajeve gdje je antagonist bio prirodni zub. U drugom mjerenju, 3 godine nakon, pokazalo se da postoji statistički značajna razlika između iznosa koštane promjene i stanja antagonističke čeljusti tj.

kada je antagonist prirodni zub svake naredne godine je gubitak kosti bio sve veći, iako je ukupni gubitak i dalje bio manji od onog kod metal-keramike (20).

Kad pričamo o utjecaju spola i dobi na iznos promjene visine kosti neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije, nije dokazan statistički značajna razlika u promjeni koštane visine, neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije. Rezultati regresijske analize također nisu pokazali ni spol, ni dob kao prediktorske varijable sa statistički značajnim doprinosom na promjenu visine kosti, neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije. Istraživanje provedeno od strane Negria i sur. (2014.) na broji od 252 pacijenta je pokazalo kako se prosječna promjena u muškaraca uglavnom povećava u korelaciji s njihovim godinama života, dok kod žena nije takav slučaj i prosječna promjena doseže veću vrijednost ranije tj. godine same za sebe nam nisu indikator koji dokazano utječe na promjenu. Od 252 pacijenta skoro 60% je bilo žena što odgovara postotku kakav je zabilježen i u ovom istraživanju (58% žena naspram 42% muškaraca) (19).

Iako je vrijeme nošenja rada pokazalo različite promjene visine kosti na različitim mjestima (nakon 1-2 godine nošenja dolazi dolazi najveće resorpcije na mjestu implantata, ali i zuba kod veze zub-implantat, gdje nakon 4-7 godina oko implantata, odnosno 2 do 4 godine oko zuba dolazi do koštanog dobitka, nakon čega ponovo slijedi resorpcija na mjestu zuba. Kod veze implantat-implantat resorpcija kosti se povećava s vremenom nošenja do 4. godine a zatim slijedi prirast kosti od 4. do 7. godine nošenja), ove razlike nisu se pokazale statistički značajnima. Rezultati regresijske analize također nisu pokazali vrijeme nošenja kao kao prediktorsku varijablu sa statistički značajnim doprinosom na promjenu visine kosti, neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije. Što se tiče ostalih istraživanja na ovu temu, kao što je već navedeno, u radu od strane Albrektssona i sur. (1986.), se navodi kako bi u prvoj godini gubitak trebao biti manji od 1.5 mm, a svake naredne se maksimalno povećavati za dodatnih 0.2 mm, kao i u radu od strane Dorj i sur. (2021), gdje je pokazana statistički značajna razlika u koštanoj resorpciji u periodu nakon 3 godine te bi se moglo doći do zaključka kako vrijeme nošenja rada zapravo utječe na koštanu promjenu, što je u suprotnosti s našim zaključkom (12, 20).

Kruskal-Wallis Anova testom nije potvrđena statistički značajna razlika u promjeni visine kosti neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije, ovisno o početnoj visini kosti. Regresijska analizom, vrijeme nošenja također nije prikazano kao prediktorska varijabla sa statistički značajnim doprinosom na promjenu visine kosti neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije. U istraživanju Norowski i sur. (2009.) dokazano je da je u ispitanika s

prethodnom parodontalnom bolešću, koji su imali određeni stupanj resorpcije, prevalencija periimplantitisa i koštane resorpcije 4-5 puta veća za razliku od osoba bez takve anamneze, što bi ukazalo na to da početno stanje kosti ima utjecaja na daljni tijek promjene visine kosti kod pacijenata (21).

Kad pričamo o mjestu promjene visine kosti kod protetskih radova nošenih kombinacijom nosača zub-implantat, iako statistički ne dovoljno značajne, u našem istraživanju promjene su se u najvećem broju slučajeva, kao i u najvećem iznosu dogodile na mjestu implantata. Hoffmana i sur. (2012.) u svom istraživanju govore o tome kako je uočena statistički značajna postojanost veće količine koštane promjene, kod veze zub-implantat, na mjestima gdje se nalaze implantati, nego u onim slučajevima kada se ta promjena dogodila na mjestu gdje se nalazi zub (22).

Ono što je potrebno naglasiti, za sve navedene rezultate, jest da je istraživanje provedeno na relativno malom uzorku, na skupini od 50 ispitanika, sa velikom disperzijom podataka koji nisu ravnomjerno raspoređeni. Ono što također treba uzeti u obzir jest i činjenica da su kao ulazni podatci korištena mjerenja sa radioloških panoramskih snimki, koja u procesu nastajanja ovise i o pacijentu i o tehničaru te s obzirom da se radi o 2D snimci povećavaju mogućnost pogreške (superpozicije, distorzije i ostali artefakti).

6. ZAKLJUČCI

Zaključci ovog istraživanja su sljedeći:

- Nakon ugradnje implantata, bilo da se radi o njegovom povezivanju sa prirodnim zubom, bilo sa implantatom, dolazi do resorptivnih promjena rezidualne kosti kako na području implantata, tako i na području zuba.
- Resorptivne promjene kosti nisu pokazale statistički značajnu razliku su u slučaju gdje su zub i implantat nosači protetske konstrukcije, kako na zubu, tako i na implantatu, nasuprot slučaju gdje su implantat i implantat nosači iste
- U slučaju gdje su zub i implantat nosači protetske konstrukcije nije dokazana statistički značajna razlika u promjeni visine kosti oko područja implantata naspram područja zuba.
- Broj zuba uključenih u rad kod protetskih konstrukcija nošenih zubom i implantatom nema statistički značajan utjecaj na iznos promjene visine kosti na mjestu implantata.
- Iako u ovom istraživanju nije dokazana statistički značajna razlika u promjeni visine kosti na mjestu implantata kod protetskih konstrukcija nošenih zubom i implantatom, ovisno o broju implantata, upravo se broj implantata regresijskom analizom pokazao kao jedina varijabla sa statistički značajnim doprinosom na iznos promjene koštane visine kod protetskih konstrukcija nošenih isključivo implantatima.
- Nije dokazana statistički značajna razlika u iznosu promjene visine kosti na mjestu zuba, niti implantata povezanog s istim, s obzirom na to je li zub koji je uključen u rad (kod protetskih konstrukcija nošenih zubom i implantatom) endodontski tretiran ili ne.
- Nije dokazana statistički značajna razlika u iznosu promjene visine kosti s obzirom na vrstu implantološkog rada kod protetskih konstrukcija nošenih isključivo implantatima.
- Ne postoji statistički značajna razlika u iznosu promjene visine kosti ni na mjestu zuba, ni na mjestu implantata, s obzirom na vrstu čeljusti u kojoj se rad nalazi neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije.
- Ne postoji statistički značajna razlika u iznosu promjene koštane visine ni na mjestu zuba, ni na mjestu implantata, s obzirom na stanje suprotne čeljusti, bilo da se radi o prirodnim zubima ili metal-keramici kao antagonistu, neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije.
- Ne postoji statistički značajna razlika u iznosu koštane promjene, kako na mjestu zuba, tako ni na mjestu implantata, s obzirom na vrstu spola neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije.

- Dob ispitanika nema statistički značajan utjecaj na promjenu visine kosti, kako na mjestu zuba, tako ni na mjestu implantata, neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije.
- Nije dokazan statistički značajan utjecaj vremena nošenja rada ima na iznos promjene visine kosti na mjestu zuba i na mjestu implantata kod obje kombinacije nosača.
- Početno stanje kosti nema statistički značajan utjecaj na promjenu visine kosti, kako na mjestu zuba, tako ni na mjestu implantata neovisno o kombinaciji nosača protetske konstrukcije.

7. LITERATURA

- 1.** Miše I. Primijenjena anatomija oralnog područja. U: Arko V, urednici. Oralna kirurgija. 2. izdanje. Zagreb: Jumena; 1988. str. 17-21.
- 2.** Sineljnikov R. D. Atlas anatomije čovjeka. 1. izdanje. Moskva: Medicina; 1966. str. 59-64.
- 3.** Miše I. Vađenje zuba. U: Arko V, urednici. Oralna kirurgija. 2. izdanje. Zagreb: Jumena; 1988. str. 44.
- 4.** Miše I. Vađenje zuba. U: Arko V, urednici. Oralna kirurgija. 2. izdanje. Zagreb: Jumena; 1988. str. 160-1.
- 5.** Miše I. Lokalna anestezija. U: Arko V, urednici. Oralna kirurgija. 2. izdanje. Zagreb: Jumena; 1988. str. 94-8.
- 6.** Zoričić Cvek S, Bobinac D, Đudarić L, Cvijanović O. Pregradnja koštanog sustava. *Medicina*. 2015;51:482-93.
- 7.** Fatović A. Koštana regeneracija u oralnoj kirurgiji. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2017.
- 8.** Knezović-Zlatarić D, Čelebić A, Lazić B. Resorptivne promjene koštanih struktura gornje i donje čeljusti u pacijenata nositelja mobilno-protetskih nadomjestaka. *Acta Stomat Croat*. 2002;36:253-9.
- 9.** Čorluka B. Profilne promjene lica tijekom petogodišnjeg nošenja proteza. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2017.
- 10.** Geštakovski D. Okluzijske koncepcije u implantoprotetici. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2018.
- 11.** Vukšić J. Okluzijska načela pri izradi implantoprotetskih radova. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2019.
- 12.** Albrektsson T, Zarb G, Worthington P. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1986;1:11-25.
- 13.** Hosny M, Duyck J, van Steenberghe D. Within-subject comparison between connected and nonconnected tooth-to-implant fixed partial prostheses: up to 14-year follow-up study. *Int J Prosthodont*. 2000;13:340-6.
- 14.** Gunne J, Astrand P, Lindh T, Borg K, Olsson M. Tooth-implant and implant supported fixed partial dentures: a 10-year report. *Int J Prosthodont*. 1999;12: 216-21.

- 15.** Lindh T, Dahlgren S, Gunnarsson K, Josefsson T, Nilson H, Wilhelmsson P i sur. Tooth-implant supported fixed prostheses: a retrospective multicenter study. *Int J Prosthodont.* 2001;14:321-8.
- 16.** Block MS, Lirette D, Gardiner D, Li L, Finger I M, Hochstedler J i sur. Prospective evaluation of implants connected to teeth. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002;17:473-87.
- 17.** Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A, Francischone C, Rigolizzo M. "All-on-4" immediate-function concept for completely edentulous maxillae: a clinical report on the medium (3 years) and long-term (5 years) outcomes. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00395.x.
- 18.** Babbush CA, Kutsko GT, Brokloff J. The all-on-four immediate function treatment concept with Nobel active implants: a retrospective study. *J Oral Implantol.* 2011;37:431-45.
- 19.** Negri M, Galli C, Smerieri A, Macaluso G M, Manfredi E, Ghiacci G i sur. The Effect of age, gender, and insertion site on marginal bone loss around endosseous implants: results from a 3-year trial with premium implant system. *BioMed Research International.* 2014. doi: 10.1155/2014/369051.
- 20.** Dorj O, Lin HK, Salamanca E, Pan Y H, Wu Y F, Hsu Y S i sur. Effect of opposite tooth condition on marginal bone loss around submerged dental implants: a retrospective study with a 3-year follow-up. *Int J Environ Res Public Health.* 2021. doi: 10.3390/ijerph182010715.
- 21.** Norowski PA, Bumgardner JD. Biomaterial and antibiotic strategies for peri implantitis: a review. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2009;88:530–43.
- 22.** Hoffmann O, Zafiroopoulos GG. Tooth-implant connection: a review. *J Oral Implantol.* 2012;38:194–200.

8. SAŽETAK

Cilj istraživanja:

Cilj ovog istraživanja je ispitati kakva se promjena u visini kosti događa oko zuba i implantata nakon protetske opskrbe gdje su nosači konstrukcije zub i implantat nasuprot situaciji gdje su nosači protetske konstrukcije implantat i implantat. Zatim, ispitati je li u slučaju gdje su zub i implantat nosači protetske konstrukcije promjena u visini kosti lokalizirana dominantno na zubima ili implantatima. Osim navedenog, daljnji cilj je bio i ispitati utjecaj različitih faktora kao što je broj zuba uključenih u rad, endodontski tretman istih, broj implantata, vrsta implantološkog rada, čeljust u kojoj se rad nalazi, stanje nasuprotne čeljusti, spol, dob, vrijeme nošenja rada, kao i ispitati je li početno stanje kosti imalo utjecaj na sami iznos promjene koštane visine.

Materijali i metode:

Istraživanje je provedeno u Salona Dental Poliklinici, gdje su korištene radiološke panoramske snimke od ukupno 50 ispitanika, od čega su 25 činile snimke nositelja rada zub-implantat, dok su ostalih 25 snimki bili nositelji rada implantat-implantat. Mjernim alatima rtg-programa poliklinike su izmjerene razine kosti oko zuba/implantata snimljenih neposredno nakon postave implantata te u razdoblju od pola godine do sedam godina nakon postave samog rada, čime je dobivena razlika među njima (ovisno o tome jeli bila negativna ili pozitivna ili je uopće nije bilo) predstavljala koštanu resorpciju, odnosno dobitak ili pak stanje bez promjene. Kao referentne točke korišteni su vrat implantata i caklinsko-cementno spojište zuba. Prilikom izrade statističke analize korišteni su :tablice frekvencije, osnovni statistički parametri, Mann-Whitney U test, Kruskal-Wallis Anova, Wilcoxon test, regresijska analiza, a rezultati su prikazani tablično i u formi Pareto dijagrama t-vrijednosti. Sudjelovanje je bilo dobrovoljno, anonimno i bez naknade, a svi sudionici su informirani o cilju samog istraživanja, uz pisani pristanak.

Rezultati:

Obradom podataka možemo zaključiti da je u istraživanju sudjelovala raznolika struktura ispitanika, počevši od godina, vremena nošenja, početnog stanja, broja zuba, broja implantata, vrste implantološkog rada itd. Rezultati istraživanja govore u prilog tome da kod ugradnje implantata dominiraju resorptivne promjene, neovisno o vrsti veze. Nije dokazana statistički značajna razlika u iznosu koštane resorpcije između protetskih konstrukcija nošenih

zubom i implantatom naspram protetskih konstrukcija nošenih samo implantatima. Od svih faktora čije je utjecaj ispitan na iznos promjene visine kosti, jedino se broj implantat pokazao kao varijabla sa značajnim doprinosom na promjenu visine kosti kod veze implantat-implantat.

Zaključak:

Kod ugradnje implantata, neovisno o vrsti veze, dolazi do raznovrsnih promjena, među kojima dominiraju resorptivne promjene, a iste su kod veze zub-implantat dominantno lokalizirane na mjestu implantata. Nije dokazana statistički značajna razlika u samom iznosu koštane resorpcije oko zuba i implantata kod veze zub-implantat. Statistički značajna razlika u iznosu same resorpcije između veze zub-implantat i implantat-implantat također nije dokazana. Značajan utjecaj različitih faktora na iznos koštane promjene, kao što je spol, dob pacijenta, vrijeme nošenja rada, broj zuba uključenih u rad, endodontski tretman istih, vrsta implantološkog rada, čeljust u kojoj se rad nalazi, stanje u suprotnoj čeljusti, početno stanje kosti, također nije dokazan. Jedino se broj implantat pokazao kao varijabla sa značajnim doprinosom na promjenu visine kosti kod veze implantat-implantat. Budući da je istraživanje provedeno na skupini od 50 ispitanika, za koje raspodjela podataka nije ravnomjerna, za bilo kakve druge zaključke, potrebna su daljnja istraživanja na većem uzorku.

9. SUMMARY

Title:

Comparison of the bone change around teeth and implants between tooth-implant and implant-implant connection.

Objectives:

The objective of this study was to determine what type of bone change occurs after implant is being placed, as to examine whether the bone loss is being localized predominantly on the teeth or implants. Furthermore, we wanted to examine whether there is a difference in bone change between the tooth-implant and implant-implant connection and check if it is statistically significant. The influence of various factors such as: sex, age of the patient, time of work, number of teeth involved in work, endodontic treatment, number of implants, type of implant work, jaw where the work is being located, condition of the opposite jaw, as well as the initial bone condition on the amount of bone change, was also observed.

Materials and methods:

The research was conducted at the Salona Dental Polyclinic, with total of 50 respondents that participated in the research and were divided into two groups based on the type of the connection, whether it was a tooth-implant or implant-implant connection. Thanks to the special X-ray program of the polyclinic, we were able to measure the levels of bone around the teeth/implants taken immediately after the implant placement and in the period from six months to seven years after the placement. The difference between these two levels (depending on whether it was negative, positive or did not exist at all) represented the bone resorption, the bone formation or a state without change. During the statistical analysis, frequency tables, basic statistical parameters, Mann-Whitney U test, Kruskal-Wallis Anova, Wilcoxon test, regression analysis were used, and the results were presented in tabular form and in the form of a Pareto diagram of t-values. Participation was voluntary, anonymous and free of charge, and all participants were informed about the purpose of the research itself, including the written consent.

Results:

By processing the data, we were able to see that the study involved a diverse structure of respondents, including an age, wearing time, initial condition, number of teeth, number of implants, type of implant work, etc. The results of the study suggest that bone resorption occurs mainly after implant replacement, regardless of the type of connection. In the case of a tooth-

implant connection these kinds of changes predominantly occur at the site of the implant. The difference in the amount of resorption between the tooth-implant and implant-implant connection did not prove to be significant. Of all the factors whose influence was examined on the amount of the bone change, only the number of implants proved to be a variable with a significant contribution to the change in bone height in the case of the implant-implant connection.

Conclusions:

When implant is being placed, different kind of changes occur, among which, resorptive changes definitely predominate. These types of changes and are predominantly localized at the placement of the implant, when talking about the tooth-implant connection, but no statistically significant difference has been proven in the amount of bone resorption around the tooth and implant. A statistically significant difference in the amount of the bone resorption between the tooth-implant and the implant connection, has not been proven as well. Significant influence of various factors on the amount of bone change, such as sex, age of the patient, time of wearing, number of teeth involved, endodontic treatment, number of implants, type of implant work, jaw where the work is being located, condition of the opposite jaw, as well as the initial bone condition, has not been proven. Only the number of implants was shown to be a variable with a significant contribution to the change in bone height in the implant-implant connection. Considering that the research was conducted on a group of 50 respondents, for whom the distribution of data was not equally distributed, for any other conclusion, further research, as well as larger sample is needed.

10. ŽIVOTOPIS

Ime i prezime: Marieta Bujak

Datum rođenja: 26.12.1997.

Mjesto rođenja: Split, Republika Hrvatska

Državljanstvo: hrvatsko

Adresa stanovanja: Karlovačka 26, 21 000 Split

E-mail: marietab9@gmail.com

Obrazovanje:

- 2004.-2012. Osnova škola Manuš, Split
- 2012.-2016. V. gimnazija Vladimir Nazor, Split
- 2016.-2022. Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet, studij dentalne medicine

Materinski jezik:

- hrvatski

Strani jezici:

- engleski
- njemački
- francuski (osnovno)

Aktivnosti:

- Dekanova nagrada za uspjeh u akademskoj godini 2018./2019. – Medicinski fakultet Split
- Volontiranje u društvu multiple skleroze Split 2019./2020.
- Volontiranje u sklopu javnozdravstvenog programa "Live, Learn and Laugh" 2019./2020.

pod pokroviteljstvom Svjetske stomatološke organizacije FDI, kojeg provodi Hrvatsko društvo dentalne medicine HLZ u suradnji sa Hrvatskim društvom za dječju i preventivnu stomatologiju HLZ

- Pohađanje škole stranih jezika Jantar 2019./2020.
- Volontiranje u privatnim ordinacijama dentalne medicine 2019.-2022.