

Procjena oseointegracije dentalnih implantata programskom podrškom za mjerenje zasjenjenja područja interesa na rvg snimkama

Granić, Marko

Doctoral thesis / Disertacija

2015

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:127:678376>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**



Repository / Repozitorij:

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





SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Marko Granić

**PROCJENA OSEOINTEGRACIJE
DENTALNIH IMPLANTATA
PROGRAMSKOM PODRŠKOM ZA
MJERENJE ZASJENJENJA PODRUČJA
INTERESA NA RVG SNIMKAMA**

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2015.



UNIVERSITY OF ZAGREB
SCHOOL OF DENTAL MEDICINE

Marko Granić

**OSSEOINTEGRATION ASSESSMENT OF
DENTAL IMPLANTS USING A
SOFTWARE FOR EVALUATION OF
SHADING AREAS OF INTEREST ON
THE RVG IMAGES**

DOCTORAL THESIS

Zagreb, 2015.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
STOMATOLOŠKI FAKULTET

Marko Granić

**PROCJENA OSEOINTEGRACIJE
DENTALNIH IMPLANTATA
PROGRAMSKOM PODRŠKOM ZA
MJERENJE ZASJENJENJA PODRUČJA
INTERESA NA RVG SNIMKAMA**

DOKTORSKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Davor Katanec

Zagreb, 2015.



UNIVERSITY OF ZAGREB
SCHOOL OF DENTAL MEDICINE

Marko Granić

**OSSEOINTEGRATION ASSESSMENT OF
DENTAL IMPLANTS USING A SOFTWARE
FOR EVALUATION OF SHADING AREAS
OF INTEREST ON THE RVG IMAGES**

DOCTORAL THESIS

Supervisor: prof. dr. sc. Davor Katanec

Zagreb, 2015.

SAŽETAK

Svrha je istraživanja bila testirati mogućnosti uporabe specijaliziranoga računalnog programa za kompjutoriziranu analizu digitalnih RVG snimaka za pronalaženje regije interesa na sukcesivnim snimkama i za mjerenje srednjih vrijednosti zasjenjenja regije interesa oko implantata. Za tu se svrhu obradilo 180 digitalnih rendgenskih snimaka kod 60 ispitanika podijeljenih u dvije grupe po 30 ispitanika, kojima je gubitak jednog zuba u premolarnoj regiji gornje čeljusti nadomješten ugradnjom dentalnog implantata Nobel Replace Tapered Groovy (Nobel Biocare, Gothenburg, Sweden). Prvu skupinu ispitanika čine pacijenti kojima je implantat ugrađen imedijatno, odnosno neposredno nakon ekstrakcije zuba, dok su drugoj skupini ispitanika, koju također čini 30 pacijenata, implantati ugrađeni u formiranu alveolnu kost standardnom odgođenom tehnikom. Svim je ispitanicima 4-6 mjeseci nakon ugradnje implantata postavljena metal keramička krunica. Prije postave krunice implantati nisu bili funkcionalno opterećeni. Računalnim su se programom mjerile digitalne snimke svakog ispitanika regije interesa (veličine 0,5 mm x 0,5 mm i veličine 0,5 mm x 1,5 mm) na sedam mjesta oko implantata tri puta (nakon ugradnje, 4-6 mjeseci nakon ugradnje, odnosno postavljanja suprastrukture i nakon godinu dana). Za provjeru računalnog programa rezultati zasjenjenja su se uspoređivali s Osstell testom i kliničkim parametrima.

Promjene razine zasjenjenja su se između skupina ispitanika pokazale statistički značajnima u smislu veće promjene zasjenjenja kod imedijatno ugrađenih implantata u odnosu na odgođenu implantaciju tijekom praćenja od godinu dana. Promjene razine zasjenjenja su korelirale s vrijednostima Osstell testa i parodontološkim indeksima. Pokazalo se da je za precizniji prikaz zasjenjenja kosti preporučljivo koristi veću regiju interesa (0,5 mm x 1,5 mm) u odnosu na manju (0,5 mm x 0,5 mm).

Računalni se program pokazao pouzdani i objektivni parametar za praćenje promjena razine zasjenjenja u dentalnoj implantologiji.

Ključne riječi: dentalni implantati, dentalna digitalna radiologija, analiza slike s pomoću računala, rezonantna frekvencija

SUMMARY

Osseointegration assessment of dental implants using a software for evaluation of shading areas of interest on the RVG images

The aim of this research was to test the possibility of the use of a specialized software for the analysis of digital RVG images to find the areas of interest on the successive images, and the measurement of average values of shading areas of interest around the implants.

Materials and methods: One hundred and eighty digital radiographs were processed of 60 patients, divided in 2 groups of 30, whose lost tooth in the maxillary premolar region was replaced with a NobelReplace™ Tapered Groovy (Nobel Biocare, Gothenburg, Sweden) dental implant. The first group consisted of patients who received immediate implant placements following tooth extraction, while the other group of patients received their implant placements in healed sites. All patients received metal ceramic crowns four to six months after the implant placement. The implants were not exposed to functional loading prior to crown placement. The computer program was used to measure digital images of each patient's area of interest (sizes 0.5 mm × 0.5 mm and 0.5 mm × 1.5 mm) of seven areas around the implant at three time intervals (after the implant placement, 4-6 months after the placement of implant suprastructure and after one year). To verify the computer program evaluation, the results of shading areas were compared with Ossell test and clinical parameters.

Results: Loss of a single implant has not been described. The results showed a significant increase of shading six months after the implant placement, which corresponded to the osseointegration, while a year after the implant placement a mild decrease in shading was observed, compared to the second measurement, which can be attributed to the functional bone remodelling after functional loading. Changes in the levels of shading monitored for one year between the groups of patients were statistically significant; greater changes in shading were observed in patients who received immediate implant placements following tooth extraction, compared to the patients with implant placements in healed sites. These changes correlated with the values of Ossell test and periodontal indices. There was no statistically significant difference related to average change in ISQ values between the immediate and

delayed groups. Statistically significant correlations between smoking habits and changes in shading, Osstell test and clinical parameters were found.

Conclusion: The computer program appeared to be a promising tool in finding the regions of interest in successive images, i.e. for measuring average values of shading of the areas of interest. Titanium implants for correction, i.e. standardization of images has proven satisfactory outcome in annulling the difference in the exposition of each image. For more precise representation of bone shading, the use of the larger area of interest ($0.5\text{ mm} \times 1.5\text{ mm}$), compared to the smaller one ($0.5\text{ mm} \times 0.5\text{ mm}$), is recommended.

Key words: dental implants, dental digital radiography, computer assisted image analysis, resonance frequency

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Stabilnost dentalnih implantata	2
1.2. Mjerenje stabilnosti dentalnih implantata	4
1.3. Digitalna radiologija u dentalnoj medicini	6
1.3.1. Charged Coupled Device (CCD)	7
1.3.2. Complementary Metal Oxide Semiconductors (CMOS)	8
1.3.3. Fotostimulirajuće fosforne ploče	8
1.3.4. Ekstraoralni senzori	8
1.4. Doze zračenja u dentalnoj radiologiji	9
1.5. Radiološka dijagnostika u dentalnoj implantologiji	10
1.5.1. Retroalveolarna radiografija	10
1.5.2. Okuzalna radiografija	10
1.5.3. Kefalometrijska radiografija	10
1.5.4. Panoramska snimka	11
1.5.5. Kompjutorizirana tomografija (CT)	11
1.5.6. Cone beam kompjutorizirana tomografija (CBCT)	11
1.5.7. Magnetska rezonancija	12
1.6. Praćenje gustoće kosti u dentalnoj medicini	12
1.7. Radiološko praćenje cijeljenja kosti u dentalnoj implantologiji	13
1.8. Kirurške tehnike ugradnje dentalnih implantata	15
1.8.1. Klasična dvofazna kirurška tehnika ugradnje implantata u formiranu alveolu	16
1.8.2. Imedijatna tehnika ugradnje implantata u postekstrakcijsku alveolu	16
1.9. Vrsta koštanih nadomjestaka u dentalnoj implantologiji	17
1.9.1. Autologni koštani transplantati	17
1.9.2. Alogeni koštani nadomjestci	18
1.9.3. Ksenogeni koštani nadomjestci	18
1.9.4. Aloplastični materijali	18
2. SVRHA ISTRAŽIVANJA	19
3. ISPITANICI I METODE	21
3.1. Ispitanici	22
3.2. Upitnik	23
3.3. Rendgensko snimanje	24
3.4. Računalni program za mjerenje zasjenjenja	24
3.5. Osstell test	28
3.6. Statistička analiza podataka	29
4. REZULTATI	31
4.1. Struktura ispitanika	32
4.2. Razlike razine zasjenjenja po skupinama	35
4.3. Rezultati promjena razine zasjenjenja u vremenu V2 i V3 u odnosu na početno vrijeme po skupinama	39

4.4. Rezultati Osstell testa.....	45
4.5. Parodontološki indeksi	46
4.6. Korelacije pokazatelja promjena razine zasjenjenja, promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova te njihova latentna struktura	51
4.7. Rezultati analize promjena razine zasjenjenja, parodontološkog statusa i Osstell testa po skupinama i navici pušenja	57
4.8. Rezultati analize razlike promjene razine zasjenjenja, parodontološkog statusa i Osstell testa po skupinama primjenom metode diskriminacijske analize pušenja	63
5. RASPRAVA	66
6. ZAKLJUČCI	75
7. LITERATURA	77
8. ŽIVOTOPIS	92
9. PRILOG	95

Značaj suvremene implantologije koja započinje s Branemarkom 60-tih godina prošlog stoljeća od iznimne je važnosti u dentalnoj medicini jer je pridonijela zaokretu u rješavanju problematike nadomještavanja izgubljenog zuba, a posljedično time i poboljšanje kvalitete života.

Glavna je odlika suvremene implantologije izravno sidrenje implantata u kost pri čemu dolazi do oseointegracije implantata s kosti. Danas se oseointegrirani implantati upotrebljavaju u standardnom protokolu liječenja parcijalne i totalne bezubosti.

1.1. Stabilnost dentalnih implantata

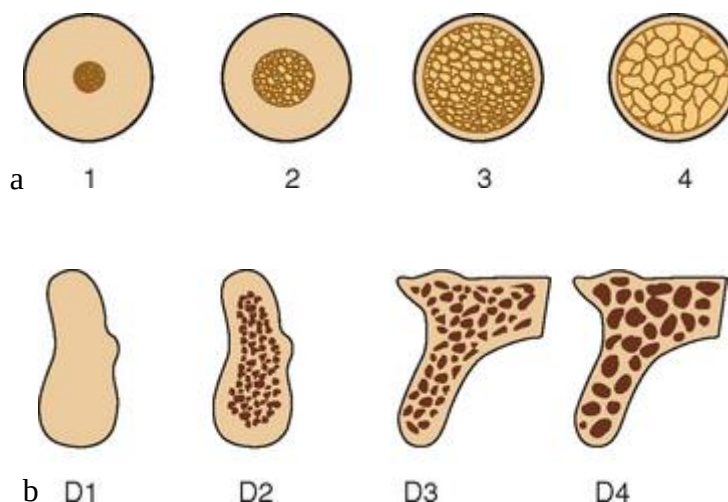
Jedan od glavnih preduvjeta za uspješnu implantološku terapiju postizanje je visokog stupnja primarne stabilnosti (1). Primarna je stabilnost mehaničkog tipa i definirana je vezom površine implantata s okolnim koštanim tkivom pri ugradnji implantata. Smanjena je primarna stabilnost, uz upalu, gubitak kosti, traumatske ozljede i biomehaničko preopterećenje, jedana od glavnih uzroka gubitka implantata (2).

Stupanj primarne stabilnosti ovisi o nizu čimbenika povezanih s koštanim tkivom na mjestu ugradnje, kirurškom tehnikom ugradnje i dizajnom implantata. Biomehanička svojstva koštanog tkiva ovise o odnosu kortikalne i spongiozne kosti. Postotak je primarne stabilnosti značajno veći u kortikalnoj kosti (10-20 puta) u odnosu na spongioznu kost. Za procjenu gustoće kosti opisano je nekoliko klasifikacija i metoda (3).

Prvu su klasifikaciju gustoće kosti čeljusti opisali Linkow i Chercheve 1970. godine (4) gdje je gustoća kosti klasificirana u tri kategorije. Prva se kategorija odnosi na idealnu koštanu strukturu koja se sastoji od ravnomjerno poredanih koštanih trabekula sa smanjenim udjelom spongioze. Druga kategorija opisuje veći udio spongioze, a treća kategorija opisuje veliki udio koštane srži između trabekula.

Godine 1985. Lekholm i Zarb (5) kategorizirali su kost na četiri tipa (slika 1.a). Tip 1 odgovara velikom udjelu kompaktne kosti sa smanjenim udjelom spongioze, dok tip 4 odgovara većim udjelom spongioze sa smanjenim udjelom kompaktne kosti. Kvaliteta kosti je usko povezana s uspješnosti implantološke terapije. Mnoge publikacije (6-8) navode da je od gubitka svih implantata njih 20-78 % opisano u tipu 4 kosti. Misch je 1988. godine (3) klasificirao kost u pet kategorija (slika 1.b) s obzirom na lokalizaciju, makroskopsku

karakteristiku kosti, taktilni osjet prilikom ugradnje implantata te nalaz kompjutorizirane tomografije (CT). Nakon kategorizacije tipa kosti, Misch je predložio protokol ugradnje implantata, dizajn implantata, cijeljenje, te protokol opterećenja za svaki tip kosti.



SLIKA 1.

Klasifikacija kosti: a) prema Lekholm i Zarb-u i b) prema Misch-u (preuzeto iz 3)

Prednja regija donje čeljusti (D1, D2) ima značajno veći postotak primarne stabilnosti u odnosu na stražnju regiju gornje čeljusti (D4). Razumno je reći da je razdoblje oseointegracije duži u gornjoj čeljusti (4-6 mjeseci) u odnosu na donju čeljusti (3-4 mjeseca) (3). Ako je primarna stabilnost smanjena, narušen je proces cijeljenja rane koji za posljedicu može imati stvaranje fibroznog tkiva umjesto koštanog te dolazi do nepotpune oseointegracije, a posljedično tome i do mogućega gubitka implantata (2).

Odabir prikladne kirurške tehnike, dizajn i veličina implantata, također pridonose povećanoj primarnoj stabilnosti implantata (3).

Sekundarna je stabilnost biološkog tipa i postiže se pregradnjom, odnosno promjenom odnosa spongiozne i kortikalne kosti te povećim stupnjem kompaktne kosti s površinom implantata. Sekundarna stabilnost počinje rasti 4 tjedna nakon ugradnje te je u toj fazi prisutna najmanja stabilnost implantata (9).

Vrijeme potrebno za kompletnu koštanu pregradnju je između 12 i 18 mjeseci (3). Glavna je odlika sekundarne stabilnosti, koja utječe na samu uspješnost terapije, remodelacija spongiozne kosti u kortikalnu kost koja je povezana s površinom implantata.

Održavanje stabilnosti veze implantata s kosti temelj je za uspješnu implantološku terapiju. Nakon funkcionalnog opterećenja implantata, sile i stres imaju utjecaj na koštano tkivo. U

prvoj godini, uslijed aktivne pregradnje, implantati su najosjetljiviji na opterećenje i najčešći gubitci implantata se događaju u tom razdoblju. Funkcionalno preopterećenje izaziva resorpciju kosti, smanjenje stabilnosti a samim time i gubitak implantata. Ako je opterećenje u fiziološkim granicama, samo opterećenje može imati pozitivan učinak na koštano tkivo, odnosno može stimulirati daljnju remodelaciju (9).

1.2. Mjerenje stabilnosti dentalnih implantata

Uspješnost implantološke terapije ovisi o dobroj preoperativnoj evaulaciji prije ugradnje implantata, odabiru prikladne kirurške tehnike ugradnje implantata te kontrolnog praćenja pacijenta nakon terapije. Jedna je od glavnih dijagnostičkih metoda praćenja uspješnosti implantološke terapije mjerenje stabilnosti dentalnih implantata. Stabilnost se dentalnih implantata može procijeniti različitim metodama poput vizualnim testovima, perkusijom, procjenom zateznog momenta, analizom rendgenske snimke, Periotestom (Siemens AG, Modautal, Germany) te analizom rezonantne frekvencije (10-22).

Vizualno nepotpuna primarna stabilnost definirana je izostankom otpora tijekom završnog postavljanja pokrovnog vijka ili pomicanja samog implantata.

Zatezni moment prilikom ugradnje implantata definiran je kao sila otpora koja djeluje na implantat prilikom ugradnje ili prilikom učvršćivanja implantata u kost i prikazan je kao objektivnija metoda za mjerenje primarne stabilnosti implantata.

Također, postoji i analiza sile koja se opisuje prilikom preparacije ležišta implantata koja je definirana energijom (J/mm^3) potrebnoj za mehaničku preparaciju koštanog ležišta prije ugradnje implantata. Ta je sila pouzdana metoda za detektiranje kvalitete kosti jer je u korelaciji s gustoćom kosti, koji je jedan od faktora stabilnosti (10-13). Limitiranost te tehnike je da samo daje informacije o kvaliteti kosti tijekom preparacije ležišta te se ne može odrediti kritična točka za ugradnju implantata (13).

Obrnuti zatezni moment mjeri kritični prag zateznog momenta gdje dolazi do uništavanja veze implantat - kost. Indirektno prikazuje informaciju o stabilnosti implantata jer opisuje samo je li došlo ili nije do oseointegracije. Ta je metoda često kritizirana kao destruktivna te se primjenjuje samo u eksperimentima (14). Sulivab navodi da je sila viša od 20 Ncm prihvatljiva za uspješnu oseointegraciju (14).

Test perkusije najjednostavniji je model za procjenu stupnja oseointegracije (15-17). Test je baziran na opisu zvuka prilikom perkusije metalnog instrumenta s implantatom. Ukoliko se

dobije čisti kristalni zvuk, onda on prikazuje uspješnu oseointegraciju, odnosno ukoliko se čuje tupi zvuk, onda se opisuje nepotpuna oseointegracija. Ta je metoda subjektivna i ovisi o iskustvu kliničara.

Periotest (Siemens AG, Modautal, Germany) mjerni je instrument koji je dizajniran za objektivno određivanje stabilnosti implantata, dijagnozu i procjenu parodontopatija (mobilnosti zuba), za procjenu okuzalnog opterećenja (18,19). Princip je rada Periotesta elektromagnetsko kuckanje metalnog nastavka na implantat ili zub 16 puta u četiri sekunde. Periotest detektira vrijeme kontakta metalnog nastavka s implantatom ili zubom. Pomični zubi ili implantati pokazuju duže vrijeme kontakta i vrijednosti Periotesta su veće u odnosu na čvrst zub ili stabilni implantat. Skala Periotesta je od -8 to +50, gdje niže vrijednosti pokazuju bolju vezu implantata ili zuba s okolnom kosti, dok veće vrijednosti pokazuju lošu vezu. Periotest se ne smije upotrebljavati u akutnim apikalnim parodontitisima ili akutnoj traumi (fraktura zuba ili alveolarnog nastavka, dislokacija zuba). Utvrđeno je da za uspješnu stabilnost implantata vrijednost Periotesta je od -5 do 5 (20). Prilikom određivanja protokola opterećenja vrijednosti Periotesta od -8 do 0 prikazuju dobru oseointegraciju, te se implantat može funkcionalno opteretiti, vrijednosti od 1 do 9 prikazuju dobru oseointegraciju, ali je potrebno napraviti klinički pregled prije same odluke o opterećenju, dok se za vrijednosti više od 10 ne preporuča funkcionalno opterećenje implantata (22).



SLIKA 2.
Periotest i Osstell ISQ (preuzeto iz 23,24)

Analiza rezonantne frekvencije unatrag dvadesetak godina u širokoj je primjeni jer je opisivana kao neinvazivna, pouzdana, jasno predvidljiva te objektivna metoda određivanja stabilnosti implantata (11,12,15,16). U širokoj je primjeni za određivanje protokola opterećenja te praćenja promjena stabilnosti implantata tijekom vremena. Aparat za mjerenje rezonantne frekvencije naziva se Osstell (Integration Diagnostics AB, Goteborg, Sweden).

Rezonantna frekvencija radi vibracije od 3500 do 8500 Hz koji su pretvoreni u ISQ vrijednosti od 0 do 100. Visoke ISQ vrijednosti prikazuju visoku stabilnost implantata, dok niske vrijednosti slabiju stabilnost. Uspješno ugrađeni implantati imaju ISQ vrijednosti veće od 65 (1,25-28). Vrijednosti ISQ manje od 50 ukazuju na potencijalni gubitak ili povećani rizik za gubitak implantata (29).

1.3. Digitalna radiologija u dentalnoj medicini

Od samog je otkrića rendgenskih zraka krajem 19. stoljeća pa sve do danas radiologija postala neizostavni dio u dentalnoj medicini. Sama se tehnika snimanja i obrada snimke nisu mijenjale gotovo 80 godina, jedino se poboljšala osjetljivost samog filma, uz smanjenje radijacijske doze (30).

Razvojem informatičke tehnologije razvija se i digitalna radiologija koja postupno zamjenjuje analogne rendgenske filmove. Uspon digitalne ere u dentalnoj medicini započinje 1987. godine kada su se pojavili digitalni radiološki sustavi nazvani RadioVisioGraphy (RVG) (30). Prednosti su digitalne radiologije u odnosu na analogni rendgenski film niska doza zračenja radi bržeg vremena ekspozicije, viša kvaliteta (rezolucija) snimke, automatska digitalizacija snimke bez gubitka rezolucije snimke, lakša pohrana i razmjenjivanje podataka te ušteda vremena (31,32). Za razvijanje digitalne snimke nije potrebna tamna komora koja se koristi za izradu analognih snimaka, a samim time se izbjegava održavanje komore te upotreba opasnih kemikalija potrebnih za razvijanje snimke.

Nedostatak je digitalne tehnologije cijena cijelog sustava, skupo održavanje, debljina, rigidnost, osjetljivost i kratkotrajnost skupih digitalnih senzora (33).

Digitalni se senzori dijele prema načinu rada na direktne i indirektne senzore. Direktni senzori snimke izravno šalju na računalo, dok je za indirektne potrebno skeniranje same snimke prije pohrane na računalo. U dentalnoj se medicini najčešće upotrebljavaju direktni digitalni intraoralni senzori od kojih su najzastupljeniji Charged Coupled Device (CCD), Complementary Metal Oxide Semiconductors (CMOS) i Complementary Metal Oxide

Semiconductors Active Pixel Sensor (CMOS-APS). Direktni senzori koriste sličnu digitalnu tehnologiju s razlikama u snazi, prijenosu napona, unutarnjim komponentama te samoj proizvodnji. Senzori su izravno preko kabela ili bežičnom tehnologijom (CMOS) povezani s računalom.

1.3.1. Senzori Charged Coupled Device (CCD)

CCD senzor koristi se u dentalnoj medicini od 1987. godine i bio je prvi digitalni senzor prilagođen za intraoralno snimanje (34). Digitalni se senzor sastoji od scintilatora koji pretvara rendgenske zrake u fotone svjetlosti, svjetlovoda koji prenosi zrake do silikonskog čipa koji stvara sliku i kabela koji je povezan s računalom. Prilikom intraoralnog snimanja koristi se velika energija rendgenskog zračenja radi efektivne prodornosti kroz organska tkiva. Princip je rada CCD senzora prikazana na slici 3. Rendgenske zrake dolaze do scintilatora koji prilikom sudara s fotonima rendgenskih zraka emitira fotone vidljive svjetlosti. Međutim, scintilator nije u stanju pretvoriti sve rendgenske fotone u vidljivu svjetlost, stoga se između njega i senzora postavlja svjetlovod koji sprečava da preostale rendgenske zrake stignu do senzora (35-37). Nije poželjno da rendgenske zrake dopiju do senzora jer one oštećuju sami senzor te mu smanjuju uporabnu dob. Rendgenske zrake ne pridonose kvaliteti slike te mogu povećati ukupnu energiju piksela u senzoru uz stvaranje šuma na slici što pridonosi gubitku kvalitete same slike. Prilikom interakcije fotona vidljive svjetlosti sa silikonskim čipom oslobađa se električni napon koji nastaje raspadom atoma silicija. Broj elektrona ovisi o količini izloženosti fotona u samom području. Senzori se sastoje od dva tipa silicija (n i p). N-silicij je pozitivniji od p-silicija koji privlači novonastale elektrone. Akumuliranjem elektrona nastaje skup naboja koju detektira elektroda. Analogni signal se putem digitalno-analognog konvertera pretvara u digitalni signal koji se prikazuje na zaslonu računala kao slika (34).



SLIKA 3.
Grada intraoralnoga digitalnog senzora (preuzeto iz 38)

1.3.2. Complementary Metal Oxide Semiconductors (CMOS)

CMOS također sadrži silicijske poluvodiče koji se razlikuje od CCD senzora prema načinu na koji se pikseli obrađuju. Svaki je piksel izoliran od susjednog te je izravno povezan s tranzistorom. CMOS tehnologija najčešće se koristi za izgradnju čipova centralnih računalnih jedinica i za senzore videokamera te se unazad nekoliko godina češće primjenjuje za intraoralna digitalne senzore (34).

1.3.3. Fotostimulirajuće fosforne ploče

Fotostimulirajuće fosforne ploče spadaju u skupinu indirektnih senzora. To su fleksibilni senzori koji su svojom veličinom i debljinom slični klasičnim analognim filmovima. Ploče se sastoje od baze poliestera s kristalnim halogenima od aktiviranih barij-florida (39). Interakcijom rendgenske zrake s fosforom stvara se latentna skrivena snimka u filmu. Skeniranjem latentne snimke oslobađa se energija koja reproducira stvarnu snimku koja se pohranjuje na računalo (32).

1.3.4. Ekstraoralni senzori

Prilikom ekstraoralnog snimanja također se upotrebljavaju oba digitalna sustava. CCD senzori za ekstraoralno snimanje relativno su skupi, stoga se pri panoramskom snimanju najčešće upotrebljavaju fotostimulirajuće fosforne ploče. Skeniranje fosfornih ploča traje najmanje tri minute s rezolucijom od 4 lp/mm (40). Prilikom kefalometrijskog snimanja najčešće se koriste CCD senzori. CBCT koristi detektore ravnih ploča (flat panel detectors). Detektori ravnih ploča mogu pokriti relativno veću mjernu površinu s veličinom piksela manjom od 100 mikrometara, što omogućuje direktni digitalni prikaz većih područja dijelova tijela (glava i vrat). Ti detektori umjesto silicija koriste selen koji ima veći atomski broj u odnosu na silicij te ima veću mogućnost apsorpcije rendgenskih zraka, a samim time i bolju rezoluciju digitalne slike (34).

Digitalna se snimka sastoji od skupa točaka koji se nazivaju pikseli (picture elements). Ukoliko se radi o trodimenzionalnom prikazu struktura (kompjutorizirana tomografija (CT) ili cone beam kompjutorizirana tomografija (CBCT), onda se skup točaka naziva voksel (volumetric pixel). Na kvalitetu, odnosno rezoluciju same slike ovisi broj i veličina piksela/voksel po jedinici površine. Rezolucija snimke može se izraziti i u parovima linija po milimetru (lp/mm). Najmanje su dva piksela potrebna za stvaranje parova linija, jedan za

tamnu i jedan za svijetlu liniju. Ljudsko oko može razlikovati 6 lp/mm bez povećanja slike. Digitalni senzori u pravilu imaju rezoluciju od 8 do 25 lp/mm u odnosu na analogne intraoralne filmove od 16 do 20 lp/mm (41). Svaki piksel sadržava ograničeni broj sivih nijansi. Ovisno o broju bita samog piksela utječe broj razine sivila. Najčešće se koriste 8-bitni pikseli pri čemu se razlikuje 256 razina nijanse sive, dok 16-bitni pikseli mogu razlikovati oko 4000 različitih nijansi sive. Usprkos moći senzora u razlučivanju velikog broja nijanse sive, konvencionalni računalni monitori mogu razlučivati samo 8-bitnu skalu nijanse sive, odnosno 256 razina sivila (42). Ljudsko oko može razlikovati oko 60 razina sivila u idealnim uvjetima, ali najčešće može razlikovati oko 30 razina sivila (34).

1.4. Doze zračenja u dentalnoj radiologiji

Pojedinačne su doze zračenja u dentalnoj radiologiji relativno male i usporedive s nekoliko dana izloženosti prirodnom pozadinskom zračenju. Kod digitalne radiologije zračenja su u pravilu manja u odnosu na klasičnu analognu tehniku (70 % do 80 %) posebice zbog smanjenog vremena ekspozicije (43). Najčešći je problem koji se javlja u digitalnoj tehnologiji broj snimanja same radiološke snimke. Pošto su intraoralni digitalni senzori manji i deblji u odnosu na analogne te se snimka odmah pojavljuje na računalu, doktori dentalne medicine često slikaju više digitalnih snimaka za postizanje reprezentativne snimke, a samim time raste doza zračenja. Doze su zračenja u dentalnoj medicini prikazane u tablici 1.

TABLICA 1.
Doze zračenja pojedinih vrsta pretrage (preuzeto iz 44-53)

VRSTA PRETRAGE	EFEKTIVNE DOZE (μSv)
Retroalveolarne snimke	Digitalne 3-7
Panoramske snimke	Digitalne 5-45 - Analogne 16-54
Okuzalne snimke	Digitalne 7
Bitewing	Digitalne 5
Kefalometrija	3-6
CT	150-1270
CBCT	20-599
MSCT glave	2000
MSCT abdomena	10 000

1.5. Radiološka dijagnostika u dentalnoj implantologiji

Radiološka je dijagnostika u dentalnoj implantologiji neizostavni parametar u planiranju implantološke terapije. Radiološke snimke omogućuju dobru procjenu stanja kvalitete i kvantitete kosti. Radiološka se dijagnostika u dentalnoj implantologiji može podijeliti u tri faze: prijeoperativna, kirurška i postoperativna faza.

U prijeoperativnoj se fazi evaluiraju sve radiološke snimke za procjenu kvantitete, kvalitete i zakrivljenosti alveolarne kosti, opće stanje čeljusti (patologija) te odnos između struktura oko mjesta ugradnje budućeg implantata (3). U kirurškoj fazi procjenjujemo optimalnu poziciju i smjer ugrađenog implantata ili poziciju abutmenta. U postoperativnoj se fazi prate promjene oko implantata nakon funkcionalnog opterećenja.

Radiološki se prikaz u grubo može podijeliti na dvodimenzionalni i trodimenzionalni prikaz struktura. U dvodimenzionalne prikaze ubrajamo intraoralnu retroalveolarnu odnosno periapikalnu snimku, okuzalnu snimku, kefalometriju i panoramske snimke, dok u trodimenzionalne prikaze ubrajamo kompjutoriziranu tomografiju (CT), cone beam kompjutoriziranu tomografiju (CBCT) i magnetsku rezonanciju (MRI).

1.5.1. Retroalveolarna radiografija

Retroalveolarna je radiografija najčešća i najpristupačnija radiološka metoda mjerenja. U dentalnoj se implantologiji najčešće koristi za praćenje promjena kosti nakon ugradnje implantata (54).

1.5.2. Okuzalna radiografija

Kod okuzalne radiografije film se postavlja intraoralno paralelno s okuzalnom plohom, rendgenska cijev se postavlja okomito za donju čeljust i pod kutom od 45° za gornju čeljust. Okuzalna radiografija prikazuje kvalitetan prikaz tijela gornje i donje čeljusti (54). Rijetko se koristi u dentalnoj implantologiji.

1.5.3. Kefalometrijska radiografija

Kefalometrija je standardizirana metoda izrade radiografskih snimki glave koje se mogu koristiti za mjerenja kranija i orofacijalnog kompleksa. Daje odličan prikaz okluzije te je dobra metoda za određivanje duljine, širine i kuta alveolarnog nastavka posebice za frontalnu

regiju. U dentalnoj se implantologiji najčešće koristi za procjenu stanja kosti prije augmentacije grebena ili za uzimanje transplantata sa simfize donje čeljusti (54).

1.5.4. Panoramska radiografija

Panoramska radiografija odlično prikazuje tijelo donje i gornje čeljusti i maksilarne sinuse. Prilikom izrade same slike opisuje se vertikalno i horizontalno povećanje (10 % za vertikalno i 20 % za horizontalno). Stražnja je regija gornje čeljusti najmanje iskrivljena na panoramskoj snimci. To čini panoramske snimke manje pogodnim za točnu procjenu količine kosti. Prednost je panoramske snimke u odnosu na ostale dvodimenzionalne snimke dobra orijentacija, dobra procjena anatomije čeljusti te adekvatno mjerenje vertikalne visine alveolarnog nastavka. Važno je da se prilikom procjene u obzir uzme i stupanj povećanja same slike jer se on često razlikuje između panoramskih snimaka (34).

1.5.5. Kompjutorizirana tomografija (CT)

CT se primjenjuje u medicini od njegova otkrića 1972. godine (55). CT je metoda stvaranja trodimenzionalne slike unutrašnjosti ljudskog tijela na osnovu velike serije dvodimenzionalnih rendgenskih snimaka koje u aksijalnim ili sagitalnim presjecima slojevito snimaju zadano područje tijela. Za vrijeme snimanja rendgenska cijev kruži oko pacijenta, a nasuprot cijevi se nalaze detektori rendgenskog zračenja. Kada cijev napravi puni okretaj prikupljeni signali na detektorima se računalno obrade, uz dobivanje poprečnog presjeka kroz pojedini dio tijela na zaslonu računala. Mjerne se jedinice CT-a nazivaju Hounsfield units (HU) koji mogu razlikovati 4000 razina sivila. HU vrijednosti se kreću u rasponu od -1000 (zrak) do 3000 (dentalni materijali, caklina). CT uređaji su odlični za procjenu kvantitete i kvalitete kosti (56).

1.5.6. Cone beam kompjutorizirana tomografija (CBCT)

CBCT je posljednje tehnološko dostignuće moderne digitalne radiologije (56). U medicini je u uporabi od 1982. godine. Za razliku od klasičnog CT uređaja, CBCT ima divergentni odnosno konični izvor rendgenskog zračenja uz posebni dvodimenzionalni detektor. Zbog konično usmjerenih rendgenskih zraka, uređaju je dovoljna jedna cirkularna rotacija, koja traje manje od 30 sekundi, da se prikupe podatci za stvaranje trodimenzionalne snimke. Prilikom jedna rotacije se detektira 100-700 individualnih projekcija koja sadrže više od 1 milijun piksela. Kao i klasični CT uređaji, CBCT može razlikovati 4000 razina sivila.

Prosječna rekonstrukcija slike traje oko 2 minute. CBCT pruža veliki broj mogućih kombinacija prikaza, jer se od jedne trodimenzionalne snimke može prikazati veliki broj visoko kvalitetnih presjeka (panoramskih, aksijalnih, transverzalnih, poprečnih, sagitalnih, kosih). U dentalnoj je implantologiji CBCT naišao na široku primjenu u planiranju terapije i dijagnostici. CBCT je u mogućnosti prikazati milimetarski precizno anatomske strukture orofacijalne regije, što je u dentalnoj implantologiji od iznimnog značaja radi točne lokalizacije mandibularnog kanala, maksilarnih sinusa i ostalih anatomske struktura. Poznavanje trodimenzionalnog prostora olakšava planiranje implantološkog zahvata, čini ga sigurnijim te smanjuje mogućnost komplikacija tijekom i nakon zahvata. Također, CBCT ima posebno razvijeni računalni program za odabir i postavu gotovo svih komercijalno dostupnih implantata. Nakon računalnog planiranja, može se izraditi individualizirana kirurška šablona koja olakšava i smanjuje komplikacije implantološke terapije (56).

1.5.7. Magnetska rezonancija (MRI)

MRI je trodimenzionalni prikaz struktura koji s pomoću magnetskog polja i elektromagnetskim detektorima detektira protone u tijelu. Zbog smanjenog udjela vode u kosti, MRI ne daje dobar prikaz koštanih struktura te se rijetko koristi u dentalnoj implantologiji. Služi za prikaz mandibularnog kanala ukoliko se ne može vidjeti CT-om (34).

Osnovni imperativ radiološke procjene uspješnosti implantološke terapije je očuvanje visine marginalne kosti koja se detektira radiološkom analizom. Glavni je kriterij koji su predložili Albrektsson i suradnici (57) srednji gubitak marginalne kosti manje od 0,2 mm u godini.

1.6. Praćenje gustoće kosti u dentalnoj medicini

Mjerenje denziteta odnosno gustoće kosti ima značajnu kliničku primjenu u medicini. Mjerenja se temelje na osnovu rendgenskih snimaka učinjenih DEXA-om (dual energy x-ray absorptiometry), CT-om, CBCT-om, panoramskim i retroalveolarnim snimkama (58-65). DEXA je zlatni standard za mjerenje denziteta odnosno gustoće dugih kosti te se rutinski koristi u sklopu dijagnosticiranja i praćenja osteoporoze. Glavni nedostatak DEXA-e je njezina skupoća i masivnost aparata, stoga primjena u dentalnoj medicini nije moguća (66). Bragger je 1988. godine (66-69) opisao denzitometrijsko mjerenje gustoće alveolarne kosti kompjutorskom analizom dentalnih retroalveolarnih snimaka. Program je nazvan CADIA

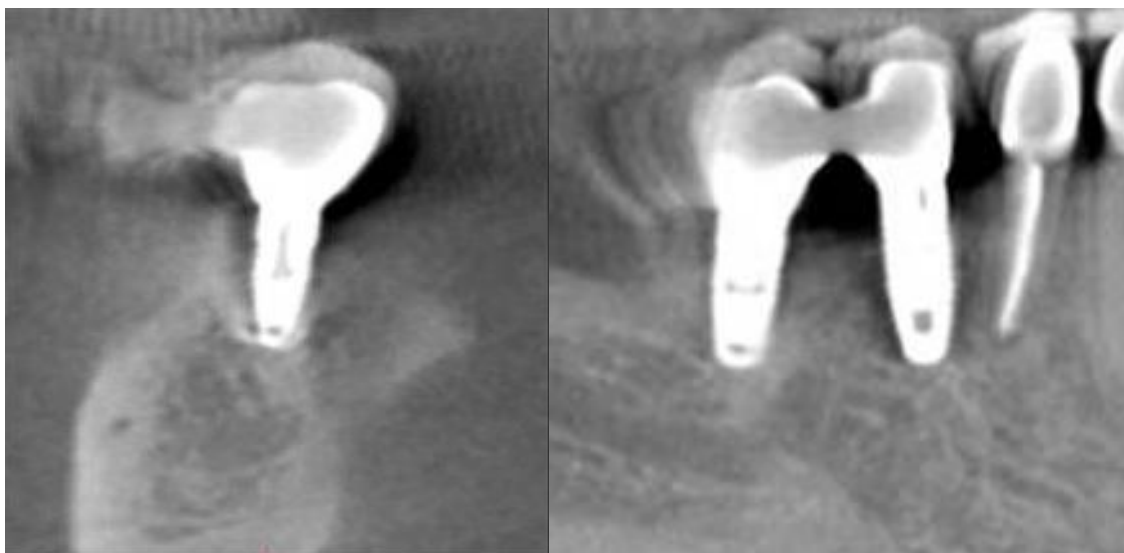
(Computer assisted densitometric image analysis). CADIA je računalni program temeljen na interpretaciji srednje razine sivila (pridruženim svakom pikselu na prethodno digitaliziranim rendgenskim snimkama) u području interesa (66). Prije dolaska RVG aparata, analogne rendgenske snimke pretvorene su u digitalni format skeniranjem. Snimanjem (razlike u naponu), razvijanjem rendgenskih snimki (starost, te koncentracija razvijачa) i skeniranjem znatno se gubila kvaliteta slike (čak do 30 % mogućnosti razlike u razini sive skale od 0 do 255 na istom području u dvije sukcesivno snimljene RTG snimke, dakle kad objektivno nije došlo do nikakve promjene), a time i objektivnost mjerenja (69). Pošto denzitometrijsko mjerenje svoj rad temelji na mjerenju razine sive skale na pojedinim rendgenskim slikama važno je postaviti kriterije standardizacije snimaka zbog razlike u oštini, kontrastu, boji te različitim kutovima snimanja (70-75). Najčešća metoda za standardizaciju rendgenske slike za denzitometrijsko mjerenje je uporaba bakrenog ili aluminijskoga kalibracijskog klina u više slojeva koji se postavljaju na rub rendgenskog filma, kako ne bi bili obuhvaćeni strukturama u usnoj šupljini (58,59,66,76-78). Bakar i aluminij su izabrani jer su njihovi atomski brojevi vrlo slični atomskom broju kalcija koji je glavni gradivni element u kosti. Nedostatak je aluminijskog klina njegova masivnost i otežano apliciranje na film, pogotovo za snimanje malih retroalveolarnih snimaka. Mnogi autori su opisivali i primjenjivali materijale za standardizaciju koji bi bili pogodniji za aplikaciju kao nikal, hidroksiapatit, barijevsulfat i drugi. Nakon kalibracije pristupa se mjerenju gustoće kosti.

U Hrvatskoj Katanec (64) je u svojoj disertaciji 1997. godine denzitometrijskom analizom procjenivao terapijske vrijednosti hidroksilapatitnih koštanih implantata, 2001. godine Knezović-Zlatarić (58) je s pomoću intraoralne mikrodensitometrije mjerila promjenu gustoće kosti pod bazom mobilnih proteza, Baučić-Božić (59) 2007. godine mjerila je gustoću alveolarnoga koštanog tkiva oko zuba nosača mostova.

1.7. Radiološko praćenje cijeljenja kosti u dentalnoj implantologiji

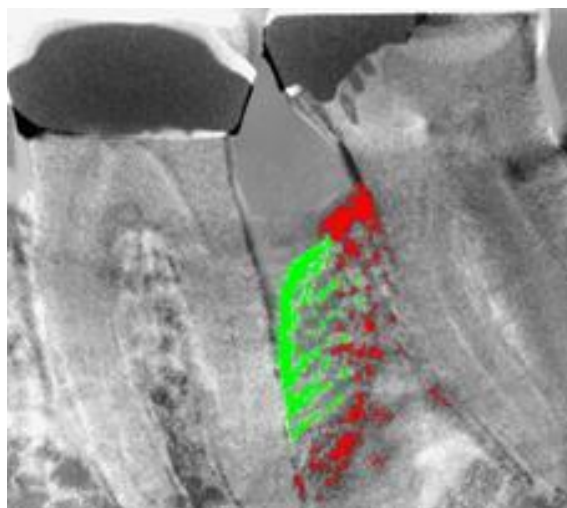
Kao što je već spomenuto, najpreciznije radiološko mjerenje razine sivila, odnosno gustoće kosti prije postave implantata daje CT ili CBCT. Njihova se mjerenja temelje na trodimenzionalnom prikazu struktura i razlikovanju oko 4000 razina sivila. S obzirom na radiološku evaluaciju može se klasificirati kvaliteta kosti, uz određivanje standardiziranog protokola za ugradnju dentalnih implantata prema tipovima kosti. S obzirom na HU jedinice

kost se klasificira po Mischu (3) na: D1 (> 1250 HU), D2 (850-1250 HU), D3 (350-850 HU), D4 (150-350 HU) i D5 (< 150 HU). CT i CBCT su uređaji limitirani u praćenju cijeljenja kosti odnosno procjeni stupnja oseointegracije jer prilikom snimanja metalni titanski implantat daje sjenu oko same kosti, što značajno utječe na procjenu koštanog tkiva (slika 4.). Panoramsko snimanje daje odličan prikaz struktura, ali je također limitirano za praćenje cijeljenja kosti oko implantata zbog slabe rezolucije prilikom povećanja snimke oko željenog područja. Dokazano je da je digitalna retroalveolarna snimka implantata i okolne kosti najpreciznija metoda za praćenje promjene kosti oko implantata. Nedostatci su te tehnike dvodimenzionalni prikaz kosti, mogućnost mjerenja samo mezijanog i distalnog aspekta kosti te potrebitost kalibracije i standardizacije (79,80).



SLIKA 4.
Prikaz sjene dentalnog implantata slikanog CBCT uređajem

Za procjenu kosti oko implantata posebice za procjenu marginalne kosti najčešće se koristi digitalna subtrakcijska radiografija (DSR). DSR je tehnika koja procjenjuje kvalitativne promjene između dviju slika uzete u različitim vremenskim razdobljima. Nakon uspoređivanja dviju slika DSR svaku promjenu detektira (ukoliko dođe do povećanja razine sivila, program boji piksele u zelenu boju, odnosno ako dođe do gubitka razine zasjenjenja, program boji zadane piksele u crveno) (slika 5.). Za potrebe subtrakcije analize slike moraju biti identične, što se postiže upotrebom nosača RVG detektora koji je povezan s rendgenskom cijevi i omogućuje standardizaciju snimaka (81-83).



SLIKA 5.
Digitalna subtrakcijska radiografija (preuzeto iz 84)

Gabrić (63) je u istraživanju opisala mjerenje srednje vrijednosti zasjenjenja kosti oko implantata za procjenu implantološke terapije, gdje je implantat iskorišten kao kalibracija za standardizaciju snimaka. Implantati korišteni u istraživanju su titanski, a titan također ima slični atomski broj kao kalcij, te je kao takav vrlo dobar za kalibraciju. Radi što preciznijeg i objektivnijeg mjerenja koristile su se digitalne retroalveolarne RVG snimke. Slični princip je korišten i u ovom istraživanju. Nedostatak tog sustava je samo mogućnost praćenja cijeljenja bez točnog određivanja gustoće kosti.

1.8. Kirurške tehnike ugradnje dentalnih implantata

Kirurške se tehnike ugradnje dentalnih implantata ugrubo mogu podijeliti na jednofaznu i dvofaznu tehniku ugradnje implantata. Jednofazna tehnika je postupak ugradnje implantata na način da koronarni dio implantata ostaje eksponiran kroz meko tkivo, zbog čega nije potrebno sekundarno kirurško otkrivanje implantata. Kod dvofazne je tehnike ugradnja implantata podijeljena u dvije faze. Prva faza je ugradnja implantata s odizanjem mukoperiostalnog režnja i vraćanjem nakon ugradnje u prvotni položaj, dok se u drugoj fazi otkriva implantat kirurškim putem i postavlja konačna suprastruktura. Nakon ugradnje implantata postoji dva načina opterećenja implantata protetskim suprastrukturama: imedijatno i odgođeno opterećenje. Imedijatnim opterećenjem se implantat optereti neposredno nakon ugradnje ili unutar 48 sati, dok se kod odgođenog opterećenja implantat optereti nakon 48 sati i više mjeseci.

1.8.1. Klasična dvofazna kirurška tehnika ugradnje implantata u formiranu alveolu

Klasična se dvofazna kirurška tehnika ugradnje implantata u formiranu alveolu sastoji od primarnoga kirurškog zahvata odizanja mukoperiostalnog reznja, preparacije koštanog ležišta te same ugradnje implantata. Na kraju se odignuti mukoperiostalni reznj vraća šivanjem u prvobitni položaj. Razdoblje cijeljenja, odnosno oseointegracije ovisi o tipu kosti i stabilnosti same veze implantat-kost i traje najčešće 3-4 mjeseca. Nakon razdoblja cijeljenja pristupa se drugoj fazi otvaranja sluznice i postavljanja oblikovača gingive (gingiformera). Nakon formiranja novoga epitelnog pričvrska oko implantata pristupa se izradi suprastrukture (85).

1.8.2. Imedijatna tehnika ugradnje implantata u postekstrakcijsku alveolu

Koncept imedijatne tehnike ugradnje dentalnih implantata u svježu postekstrakcijsku alveolu prvi su put opisali Schulte i Heimke 1976. godine (86). Kao i sve kirurške tehnike imedijatna tehnika ima svoje prednosti i rizike u odnosu na ugradnju dentalnih implantata u formiranu alveolu. Najveća je prednost kraće vrijeme trajanja implantološke terapije, mogućnost prezervacije, odnosno očuvanje alveole nakon vađenja zuba posebice buknog dijela koji se najranije resorbira, lakše pozicioniranje implantata jer sama postekstrakcijska alveola formira ležište za budući implantat (87-92).

Indikacija za imedijatnu implantaciju su: vertikalna fraktura korijena, resorpcija korijena, parodontopatije, neuspješna endodoncija, traume zuba s nepovoljnom frakturom, postojanje mliječnog zuba bez zametka trajnog (87-92).

Preduvjet za imedijatnu implantaciju je odsutnost aktivne infekcije u postekstrakcijskoj alveoli, intaktna buknalna stijenka te široki koštani greben. Glavni je nedostatak imedijatne tehnike u odnosu na odgođenu smanjena primarna stabilnost implantata i cijeljenje mekih tkiva s učestalim razvijanjem dehicijancija (93). U praksi se najčešće javlja slučaj da postoji koštani defekt nakon ekstrakcije zuba. Defekti se najčešće kompenziraju koštanim nadomjestcima.

1.9. Vrsta koštanih nadomjestaka u dentalnoj implantologiji

Koštani nadomjestci se mogu podijeliti s obzirom na podrijetlo i biološka svojstva samog nadomjeska (94).

a) Prema podrijetlu koštani se nadomjestci dijele na:

- autologne transplantate - transplantati od iste osobe koji se prenose s jednog mjesta na drugo.
- alogene koštane nadomjestke - prenose se između genski nejednakih pripadnika iste vrste
- ksenogene koštane nadomjestke - transplantati uzeti od davatelja neke druge vrste
- aloplastične koštane nadomjestke - inertni anorganski, sintetski materijali koji se rabe kao zamjena za transplantate.

b) Biološka svojstva transplantata:

- osteogenetska svojstva - materijal sadrži brojne vitalne stanice koje mogu stvarati kost na donorskome mjestu
- osteoinduktivna svojstva - materijal sadrži biološke medijatore koje stimuliraju diferencijaciju mezenhimalnih matičnih stanica u osteoblaste uz stvaranje kosti
- osteokonduktivna svojstva - materijal čini matricu za odlaganje kosti, a da pritom ne potiče njezino stvaranje (94).

1.9.1. Autologni koštani transplantati

Autologni koštani transplantati su uzeti s iste osobe s jednog mjesta na drugo. Prema lokalizaciji donorska mjesta mogu biti intraoralna i ekstraoralna. Intraoralno se kost može uzeti s retromolarnog područja donje čeljusti, tubera gornje čeljusti, spine nasalis, područja brade te bezubih dijelova grebena. Ekstraoralno se kost najčešće uzima iz zdjelične kosti, kalvarije, rebra. Zbog velikog morbiditeta kod ekstraoralnog pristupa, češće se uzimaju koštani transplantati intraoralnim pristupom. Kost se može uzeti trepanom ili piezokiruškim uređajem, struganjem kortikalne kosti strugačima ili karbidnom frezom (95-98). Prednosti autoloških koštanih implantata u odnosu na ostale transplantate je mogućnost očuvanja vitaliteta stanica, resorbiraju se postupno uz nadomješćivanje nove kosti, nema rizika od infekcija i imunoloških odgovora (94) te je to jedini materijal koji ima osteogenetski, osteoinduktivni i osteokonduktivni potencijal. Nedostatci su ograničena raspoloživost (pogotovo za intraoralne transplantate) i otvaranje sekundarnoga operativnog polja (95,96).

1.9.2. Alogeni koštani nadomjestci

Alogeni se koštani nadomjestci prenose iz genetski nejednakih jedinka iste vrste. Najčešće se dobivaju iz dugih kostiju davatelja organa. Od alogenih koštanih nadomjestaka se najčešće koristi demineralizirana smrznuta osušena kost koja ima dobar osteokonduktivan i slabi osteoinduktivni potencijal (99-101). Prednosti su alogenih materijala relativno neograničena raspoloživost te izbjegavanje sekundarnoga operativnog polja. Nedostatci su alergeni potencijal i rizik od prijenosa zaraznih bolesti koji je napretkom tehnologije minimalan, ali ne i zanemariv (102-104).

1.9.3. Ksenogeni koštani nadomjestci

Ksenogeni koštani nadomjestci potječu od životinja, najčešće od goveđe kosti. Materijali su biokompatibilni i slični ljudskoj kosti. Deproteinizirana goveđa kost se trenutačno smatra znanstveno najbolje ispitanim koštanim nadomjestkom (105). Deproteinizacijom materijala se sprečava prijenos zaraznih bolesti i imunoloških reakcija (106,107). Ksenogeni materijali služe kao osteokonduktivni skelet za kost koja urasta iz okoline (105). Goveđi deproteinizirani koštani transplantati imaju veliku morfološku sličnost s ljudskom kosti te se uglavnom ne razgrađuju ili se razgrađuju jako sporo. Zbog biokompatibilnih svojstva ksenogeni materijali se oseointegriraju s novonastalom kosti i osiguravaju određenu stabilnost i otpornost na resorpcijske procese (106,107).

1.9.4. Aloplastični materijali

Aloplastični koštani materijali su sintetski, biokompatibilni, resorptivni ili neresorptivni materijali koji djeluju osteokonduktivno. Najčešće se koriste hidroksilapatit, trikalcijev fosfat, bioaktivna stakla te kombinacija tih materijala (108-114).

Za popunjavanje koštanih defekta nakon ugradnje implantata najčešće se primjenjuje kombinacija alogenih koštanih transplantata s aloplastičnim materijalima. Cijeljenje rane se kontrolira vođenom tkivnom regeneracijom (94).

2. SVRHA ISTRAŽIVANJA

Svrha ovog istraživanja bila je:

1. Testirati mogućnosti uporabe specijaliziranoga računalnog programa za kompjutoriziranu analizu digitalnih RVG snimaka za pronalaženja regije interesa na sukcesivnim snimkama i za mjerenje srednjih vrijednosti zasjenjenja regije interesa.
2. Pratiti promjene zasjenjenja kosti oko ugrađenih implantata nakon ugradnje, nakon 4-6 mjeseci, odnosno 12 mjeseci nakon ugradnje.
3. Ispitati mogućnost korištenja ugrađenoga titanskog implantata kao kalibracije za pronalaženje istih regija interesa, gdje će se ispitati razina zasjenjenja svake sukcesivne snimke.
4. Usporediti srednje razine zasjenjenja regija interesa veličine 0,5 mm x 0,5 mm na točno određenim mjestima na kosti oko implantata tijekom triju mjerenja u godini dana te usporediti dvije skupine ispitanika, ovisno o tome jesu li implantati ugrađeni u formiranu alveolarnu kost ili su imedijatno ugrađeni u ekstrakcijsku alveolu.
5. Usporediti srednje razine zasjenjenja regija interesa veličine 0,5 mm x 1,5 mm istog pacijenta tijekom tri mjerenja. Cilj veće regije interesa je pratiti je li došlo do pregradnje kosti uslijed prijenosa sila žvakanja na kost.
6. Usporediti vrijednosti srednje razine zasjenjenja regija interesa s ostalim kliničkim parametrima poput vrijednosti Osstell testa, kliničkim parametrima, navikama pušenja.
7. Usporediti putem specijaliziranoga računalnog programa imedijatnu i odgođenu kiruršku tehniku ugradnje implantata.

Cilj je istraživanja dobiti znanstveno utemeljen pokazatelj pouzdanosti novoga specijaliziranog računalnog programa za praćenje oseintegracije ugrađenih implantata. Tim praćenjem dobili bismo korisne informacije za procjenu uspješnosti ili rizika implantološke terapije.

3. ISPITANICI I METODA RADA

3.1. Ispitanici

U ovom istraživanju sudjelovalo je 60 ispitanika podijeljenih u dvije skupine po 30 ispitanika, kojima je gubitak jednog zuba u premolarnoj regiji gornje čeljusti nadomješten ugradnjom dentalnog implantata Nobel Replace Tapered Groovy (Nobel Biocare, Gothenburg, Sweden). Prvu su skupinu ispitanika činili pacijenti kojima je implantat ugrađen imedijatno, odnosno neposredno nakon ekstrakcije zuba po standardnom kirurškom protokolu za imedijatnu implantaciju. Drugoj skupini ispitanika, koju također čini 30 pacijenata, implantati su ugrađeni u formiranu alveolnu kost standardnom odgođenom tehnikom. Nakon oseointegracije, 4-6 mjeseci nakon ugradnje implantata, svim ispitanicima je postavljena metal keramička krunica. Prije postave krunice implantati nisu bili funkcionalno opterećeni.

Svim je ispitanicima detaljno objašnjena svrha, plan i cilj istraživanja. Svi su ispitanici dobrovoljno sudjelovali u istraživanju te su za sudjelovanje potpisali informirani pristanak. Prilikom svakog kontrolnog pregleda (neposredno nakon ugradnje implantata, 4-6 mjeseci te godine dana nakon ugradnje implantata) svim je ispitanicima napravljena retroalveolarna radiovizigrafska (RVG) snimka ugrađenog implantata te je napravljen detaljan klinički pregled koji uključuje procjenu stanja mekih tkiva oko implantata (stanje marginalne gingive, eventualne upalne ili mehaničke promjene u području ugrađenog implantata), pregled oralne higijene (plak, gingivni i kalkulus indeks), izmjerena je dubina džepova i eventualna retrakcija gingive. Prilikom ugradnje implantata i prije postavljanja metal keramičke krunice, svim je ispitanicima izmjerena stabilnost implantata aparatom za analizu rezonantne frekvencije (Osstell).

Kriterij za odabir ispitanika u istraživanju bio je ugrađen dentalni implantat u premolarnoj regiji imedijatnom ili odgođenom tehnikom ugradnje.

Važno je naglasiti da klinička i radiološka praćenja u ovom istraživanju spadaju u standardna praćenja implantološke terapije. Svim pacijentima koji su bili kandidati za istraživanje, uzeta je detaljna medicinska i stomatološka anamneza.

Iz istraživanja su isključeni ispitanici s medicinskim stanjima koja dokazano utječu na koštano cijeljenje (nekontrolirani dijabetes, povijest imunosupresivne terapije, radijacije, kemoterapije, umjerena do visoko izražena osteoporoza, bifosfonatna terapija, trudnoća). Također, iz istraživanja su isključeni ispitanici s izrazito lošom oralnom higijenom, izrazitim parodontitisom te nedostatkom suradnje.

3.2. Upitnik

U svrhu dobivanja općih podataka o ispitanicima i procjeni stanja implantološke terapije korišten je originalni upitnik (prilog).

U prvom dijelu upitnika dobiveni su opći podatci o ispitanicima. Pitanja su obuhvatila podatke o dobi, spolu (1 = muški spol, 2 = ženski spol) i pušenju (1 = da, 2 = ne).

U drugom dijelu upitnika prikupljeni su podatci kliničkim pregledom usne šupljine. U svrhu procjene oralne higijene korišteni su gingivni, plak i kalkulus indeks po Sillnesu i Loeu (115,116) na susjednim zubima, u prva dva mjerenja te okolnih zuba i krunice u trećem mjerenju. Mjerenja su obavljena s pomoću parodontne sonde (University of Michigan „O“, Williams, Aesculap, 0,5mm) (vestibularno, oralno, mezijalno i distalno).

Stupanj upale gingive mjereno je s pomoću gingivnog indeksa pri čemu je 0 = zdrava gingiva (bez znakova upale), 1 = blaga upala (boja gingive je blago promijenjena, lagano krvari ili ne krvari na sondiranje), 2 = umjerena upala (prisutan edem uz promjenu boje cijele gingive, nakon sondiranja krvari), 3 = izrazita upala (eritem, hipertrofija, ulceracije, krvarenje prilikom sondiranja ili spontano).

Plak indeks je izražen u stupnjevima od 0 do 3, pri čemu je 0 = nema plaka, 1 = plak se ne vidi (dokazuje se bojanjem i moguće ga je skinuti sondom), 2 = plak vidljiv golim okom i 3 = velika količina plaka.

Kalkulus indeks, odnosno indeks zubnog kamenca također je izražen u stupnjevima od 0 do 3 pri čemu je 0 = bez kamenca, 1 = malo vidljiv kamenac, 2 = mala količina supragingivnog i subgingivnog kamenca i 3 = velika količina supragingivnog i subgingivnog kamenca.

Na trećoj kontroli, godinu dana nakon ugradnje implantata, na krunici je izmjerena dubina džepova i retrakcija gingive s pomoću parodontne sonde. Podatci su izraženi u milimetrima, a mjereno su na četiri strane krunice te su upisane najveće i prosječne vrijednosti za pojedinu krunicu.

Za procjenu implantološke terapije koristili su se kriteriji po Misch-u iz 2008. godine (117): implantat prisutan u pacijentovim ustima, bezbolnost prilikom funkcije, bez mobilnosti, nepostojanje periimplantitisa, i gubitak marginalne kosti manji od 1 mm nakon godine dana.

3.3. Rendgensko snimanje

RVG snimke snimane su s pomoću uređaja Orix 70 (Ardet, Buccinasco, Italija, 2002.). Intraoralni digitalni senzor DSX 730, baziran na CCD tehnologiji, vanjskih dimenzija 25 mm x 40 mm x 4,5 mm, aktivne površine 730 mm², posjeduje 1652 milijuna piksela (1620 x 1020). Rezolucija snimke je 23,8 pl/mm, veličina piksela je 21 μ, mogućnost razlučivanja 4096 razine zasjenjenja. Prilikom prikaza snimke na računalu, razina sivila se spustila na očekivanih 256 različitih razina.

Svakom pacijentu napravljene su tri RVG snimke. Obradilo se ukupno 90 retroalveolarnih snimaka, za svaku grupu pacijenta, ukupno 180 RVG snimaka. Prva RVG snimka napravila se neposredno nakon ugradnje implantata, druga snimka šest mjeseci nakon ugradnje, prije postavljanja protetske suprastrukture te treća snimka godinu dana nakon završene implantološke terapije. Radi standardizacije i što preciznijeg snimanja svi su pacijenti koristili individualni silikonski ključ koji je bio smješten na specijaliziranom nosaču RVG filma koji je pod točno određenim kutom i udaljenosti povezan s RVG uređajem. Silikonski ključ osigurava identični smjer rendgenske zrake spram implantata u sva tri snimanja. RVG tehnika je minimalno invazivna metoda snimanja struktura koja, za razliku od klasične dentalne radiografije, ima minimalni efekt ozračivanja pacijenta. U ovom su se istraživanju koristile intraoralne RVG snimke čije zračenje iznosi između 3 μSv i 5 μSv u odnosu na zračenje analogne snimke koje iznosi između 30 μSv i 50 μSv. Važno je naglasiti da se mjerenje srednjih vrijednosti zasjenjenja područja interesa obavlja na RVG snimkama koje su napravljene po standardnom protokolu praćenja implantološke terapije te ne zahtijeva dodatna rendgenska snimanja za potrebe ovog istraživanja.

3.4. Računalni program za mjerenje zasjenjenja

Za potrebe izrade disertacije napravio se specijalizirani računalni program za mjerenje razina zasjenjenja regije interesa (ROI - region of interested) na RVG snimkama.

Računalnim programom se analizira i uspoređuju RVG snimke istog pacijenta snimane u različitim vremenskom razdoblju. Da bi se to postiglo, prilikom pokretanja programa kreirala se nova datoteka za svakoga pojedinog ispitanika. Nakon unosa imena i prezimena ispitanika u njegovoj datoteci pohranile su se tri RVG snimke spremljene u .tiff ili .jpeg

formatu. U istraživanju su se koristile RVG snimke koje su u digitalnom obliku pohranjene u računalo. Kod klasičnih je rendgenskih snimaka bilo potrebno razvijati rendgenski film te nakon razvijanja pretvoriti analognu snimku u digitalni oblik skeniranjem, pri čemu se gubila kvaliteta snimke zbog razvijanja (vrijeme razvijanja, koncentracija razvijача, starost razvijача) i skeniranja. Nakon unosa slika, program je automatski pripremio odabrane slike za mjerenje. Iako je korišten isti rendgenski aparat i silikonski ključ za standardizaciju snimaka, program sadržava opciju „standardizacija“ - pri čemu se postavljaju najmanje dvije linije ili oblika (u istraživanju se koristila širina i dužina implantata) na svakoj pojedinoj snimci te program automatski kalibrira sve snimke u parametrima veličine, širine i smjera na temelju prve snimke. Nakon izjednačavanja snimaka potrebno je postaviti najmanje tri korekcijske točke (KoT) na pojedinim dijelovima implantata za izjednačavanje razlika u sjeni, odnosno boji svake slike s prvom slikom. U slučaju mjerenja denziteta program također sadrži algoritam za izjednačavanje razine sivila u odnosu na kalibracijski klin.

Prva korekcijska točka (KoT1) nalazi se apikalno na implantatu, druga (KoT2) nalazi se na srednjem dijelu implantata i odgovara praznom prostoru između apikalnog dijela implantata i unutarnjeg vijka te treća točka (KoT3) na cervikalnom dijelu implantata koji odgovara poziciji vijka koji se postavlja u sam implantat (slika 6. i 7.). Nakon odabira korekcijskih točaka na sve tri slike, program automatski kalibrira prosječnu razinu zasjenjenja korekcijskih točaka i izjednačava ih prosječnom razinom zasjenjenja prve slike. To znači da ukoliko su prosječne razine zasjenjenja na korekcijskim točkama druge slike veće za 10 razina zasjenjenja u odnosu na prvu, program automatski umanjuje sve razine zasjenjenja na drugoj snimci za 10. Korekcijske točke uzete su na titanskom implantatu jer je sjena implantata konstantna za sva tri mjerenja te titan ima sličan atomski broj kao kalcij koji je glavni element u kosti.

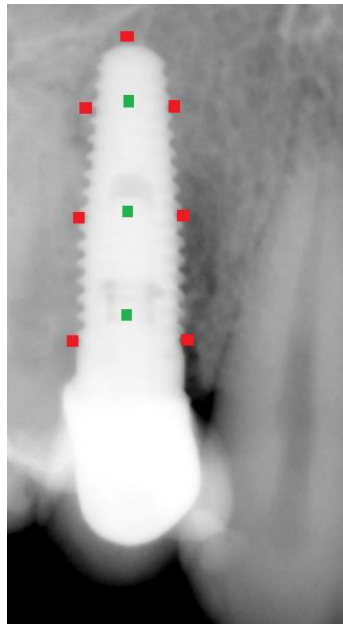
Nakon izjednačavanja svih parametara pristupilo se izračunavanju razina zasjenjenja u ROI. Program sadrži opciju za mjerenje ROI pri čemu se mogu odrediti razni mjerni oblici različitih veličina (slika 8.). U istraživanju za ROI su se koristile mjerne točke (Tx) veličine 0,5 mm x 0,5 mm i mjerne regije oblika pravokutnika (Rx) veličine 0,5 mm x 1,5 mm. Ručno se odredio ROI na kosti oko navoja tijela implantata na prvoj slici, a program je automatski odredio ista područja na preostalim sukcesivnim snimkama istog pacijenta. Postavljeno je sedam mjernih točaka i sedam mjernih regija na kosti oko implantata. Prva se mjerna točka (T1) nalazi 0,5 mm apikalno od apikalnog kraja implantata u središnjoj liniji, druga se mjerna točka (T2) nalazi mezijalno na četvrtom navoju gledano od apikalnog dijela implantata, treća se mjerna točka (T3) nalazi distalno na četvrtom navoju gledano od apikalnog dijela

implantata, četvrta se mjerna točka (T4) nalazi mezijalno od središnjeg dijela implantata (prvi navoj od središnje linije druge korekcijske točke), peta se mjerna točka (T5) nalazi distalno od središnjeg dijela implantata, šesta se mjerna točka (T6) nalazi mezijalno na prvom navoju gledano od cervikalnog dijela implantata, dok se sedma mjerna točka (T7) nalazi distalno na prvom navoju gledano od cervikalnog dijela implantata (slika 6.). Mjerne regije (R) veličine 0,5 mm x 1,5 mm odgovaraju poziciji mjernih točaka s tim da je mjerna regija 1 (R1) bila vertikalno usmjerena, dok su ostale mjerne regije (R2-R7) bile horizontalno orijentirane (slika 9.). Mjernim se točkama mjerila promjena razine zasjenjenja male regije interesa, dok se mjernim regijama procjenjivala promjena pregradnje kosti u svim trima mjerenjima.

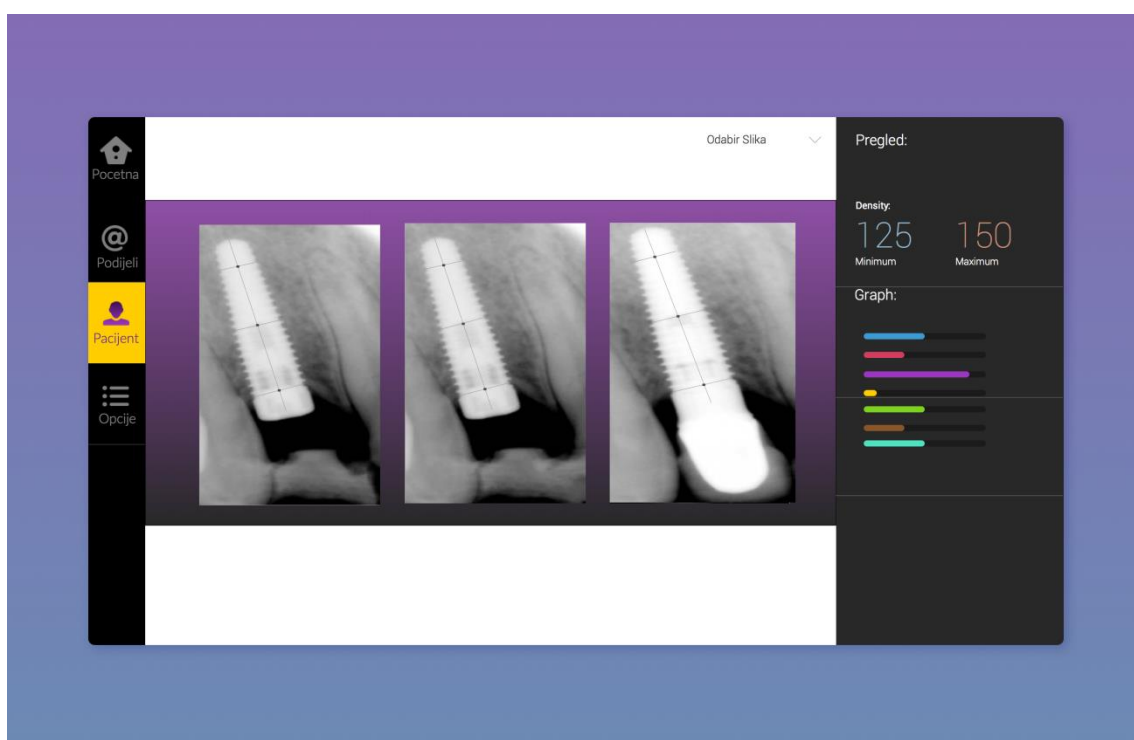
Nakon pozicioniranja mjernih točaka i regija, program očitava srednje vrijednosti zasjenjenja područja interesa i dobiveni podatci se grafički i tabelarno obrađuju. Računalni program prikuplja podatke u binarnom sustavu (brojke 0 i 1). Skup binarnih brojeva tvori jedan bajt. Ukupni broj bajtova u 8-bitnom jeziku je 256 koji se prevode u razine zasjenjenja na slici.

Razina sivila je bila u rasponu od 0 (crno) do 255 (bijelo). Neki sustavi imaju veće vrijednosti kao 10-bitni ili 12-bitnih jezici, ali su oni također reducirani na 256 razina sivila.

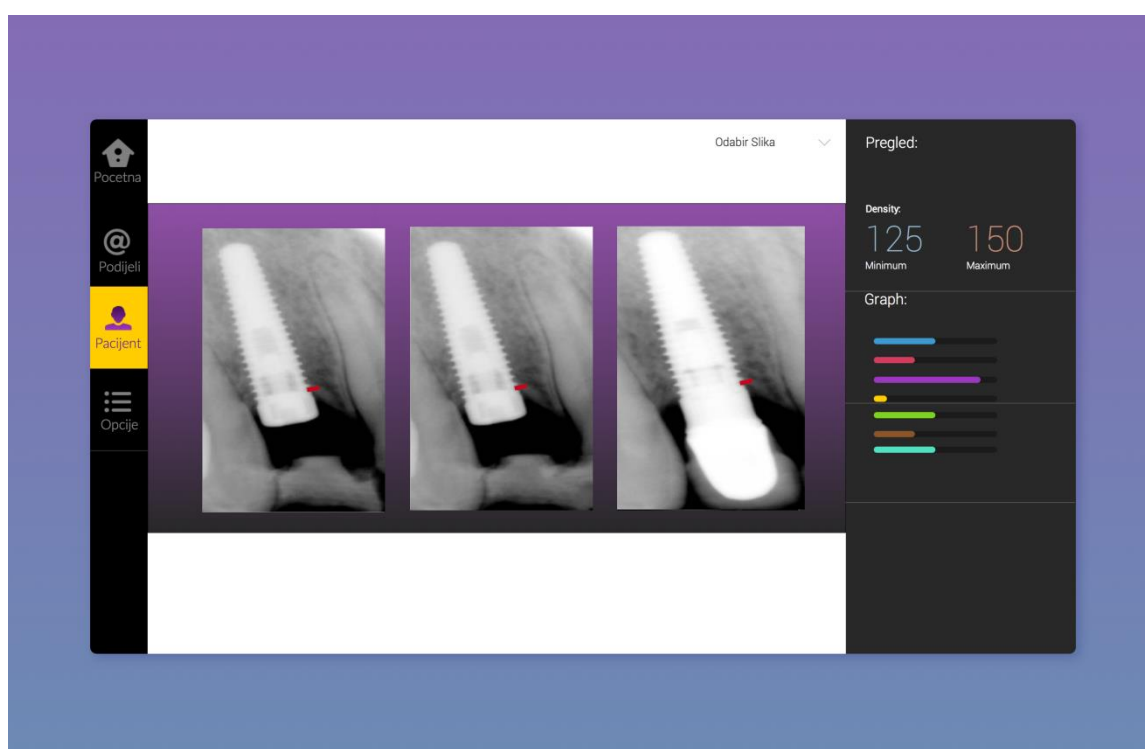
Sučelja računalnog programa nalaze se na slikama od 6 do 10.



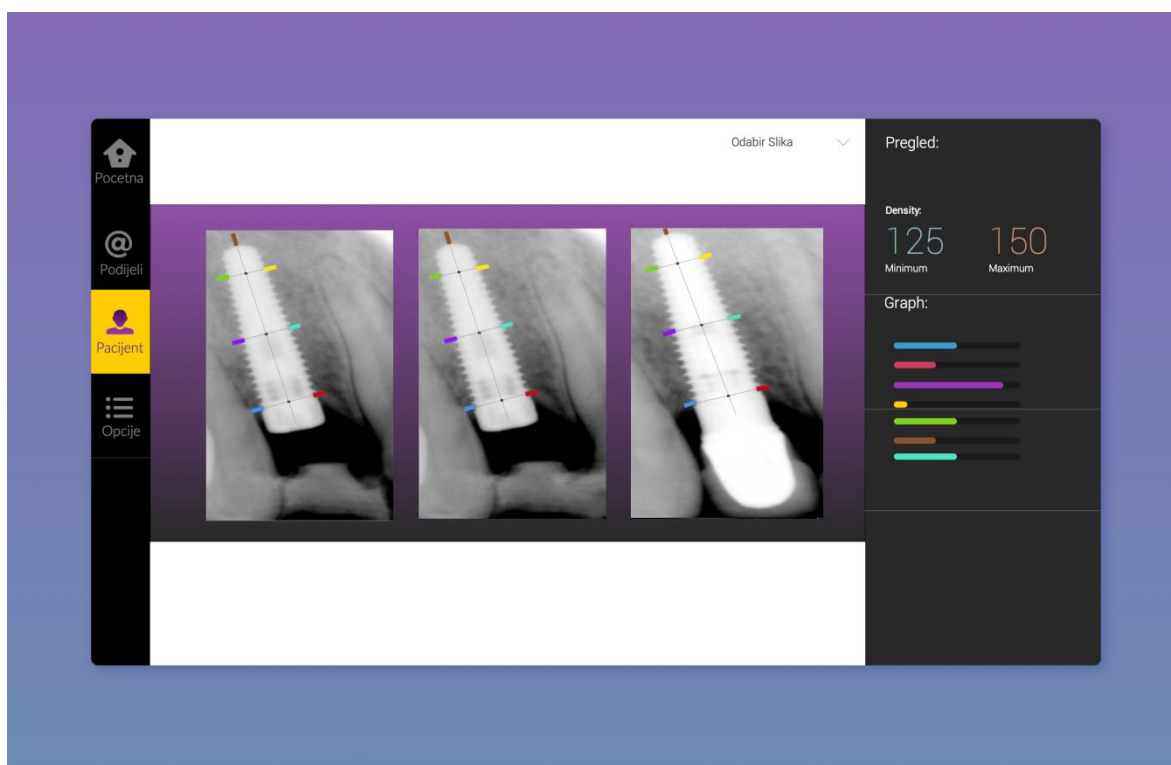
SLIKA 6.
Prikaz korekcijskih i mjernih točaka



SLIKA 7.
Odabir korekcijskih točaka na računalnom programu



SLIKA 8.
Odabir pojedine regije interesa



SLIKA 9.
Odabir svih mjernih regija interesa i mjerenje zasjenjenja

3.5. Osstell test

U kliničko su praćenje bili uključeni i podatci o stabilnosti implantata određeni aparatom za analizu rezonantne frekvencije Osstell Mentor (Integration Diagnostics AB, Goteborg, Sweden) (slika 10.). Rezultati Osstell-a prikazani su u ISQ vrijednosti (Implant Stability Quotient) u rasponu od 1 do 100. Niže vrijednosti ISQ ukazuju na slabiju, odnosno veće vrijednosti na visoku stabilnost veze implantat-kost. Vrijednost Ostella je važan klinički parametar za procjenu uspješnosti implantološke terapije te primarne i sekundarne stabilnosti ugrađenog implantata. Također je važan faktor za određivanje protokola protetskog opterećenja.

Stabilnost se implantata s pomoću Osstell Mentora mjeri detekcijom vibracije Smartpega (Integration Diagnostics AB, Goteborg, Sweden) - metalne probe veličine 1 cm koja je vijčano učvršćena za implantat. Proba na gornjem kraju sadrži magnet koji s Osstellom stvara magnetsko polje. Osstell detektira vibriranje Smartpega te rezultate prikazuje u ISQ jedinici.

Vrijednosti ISQ su određene čvrstoćom ($N/\mu m$) veze implantat-kost i kalibracijskim parametrima SmartPega. Za postavu SmartPega poštivane su smjernice proizvođača: manualno postavljanje probe sa specijalnim ključem za implantat sile 5-8 Ncm; proba ne smije biti u doticaju sa susjednim zubima ili u bilo kakvoj interpoziciji s mekim tkivom; poslije mjerenja probu kompletno ukloniti od implantata. Radi što preciznijeg mjerenja, SmartPeg se zamjenjuje nakon svakih 10 mjerenja. Nakon pozicioniranja SmartPega na implantatu, okomito se prsloni Osstell Mentor te se učine četiri mjerenja (meziobukalno, distobukalno, meziopaltinalno i distopaltinalno) nakon čega se određuje srednja vrijednost ISQ-a za svaki implantat. Osstell je bio primjenjiv u dvama mjerenjima, nakon ugradnje implantata i 4-6 mjeseci nakon ugradnje, odnosno prije postave konačne protetske suprastrukture.



SLIKA 10.
Osstell Mentor korišten u istraživanju

3.6. Statistička analiza podataka

Kvalitativne varijable, kao npr. skupine, spol i navika pušenja ispitanika i parodontni status, opisane su frekvencijama, a moguća zavisnost među njima testirana je χ^2 -testom. Većina su varijabli ovog istraživanja kvantitativne, kao npr. razina zasjenjenja određenih u sedam točaka i njihovoj okolini za tri vremenske točke mjerenja, rezultat Osstell testa, retrakcija gingive i dubina džepova. Opisane su parametrima centralne tendencije i disperzije. Njihove su razdiobe testirane na normalnost Kolmogorov-Smirnovljevim testom. Budući da većina njih prati normalnu razdiobu, testiranje različitih hipoteza (t-test za nezavisne uzorke i korelacije) provedeno je parametrijskim metodama. Ti rezultati su provjereni odgovarajućim neparametrijskim metodama (Mann-Whitneyev test, Spearmanove korelacije). U rad su uvrštene analize dobivene parametrijskim metodama jer su ih potvrdile neparametrijske provjere. Analiza međusobne korelacije pokazatelja promjene razine sivoga, rezultat Osstell

testa, retrakcije gingive i dubine parodontnih po skupinama, određenih posebno za imedijatnu i odgođenu skupinu, nadopunjena je faktorskom analizom s ciljem iznalaženja njezine moguće latentne strukture. Za provjeru zajedničkog utjecaja skupina i navike pušenja na neke promjene razine zasjenjenja, rezultata Osstell testa, retrakcije gingive i dubine parodontnih džepova, korišten je model dvofaktorske analize varijance. Za prag pogreške određen je uobičajenih $\alpha = 0,05$. Rezultati su prezentirani tablično i grafikonima (118-120).

Sama obrada podataka izvedena je s pomoću programskog paketa za analizu podataka PASW Statistics 18.

4. REZULTATI

4.1. Struktura ispitanika

Istraživanje je provedeno na 60 ispitanika raspoređenih u dvije skupine po 30 ispitanika: imedijatnu i odgođenu skupinu. U ovoj točki opisa rezultata navodi se analiza tih dviju skupina prema spolnom sastavu, navici pušenja i dobi.

Raspodjela je ispitanika prema spolu navedena u tablici 3. Ukupno je 25 ispitanika muškog spola (14 u imedijatnoj i 11 u odgođenoj skupini) i 35 ispitanika ženskog spola (16 u imedijatnoj i 19 u odgođenoj skupini). Prema rezultatu χ^2 -testa ($\chi^2 = 0,617$, $df = 1$, $p = 0,601$) testirana je hipoteza o nezavisnosti skupine o spolu ispitanika. Budući da je vjerojatnost te hipoteze $p = 0,601$, zaključuje se da je podjednaka razdioba spolova po skupinama. Omjer ukupnog broja ispitanika i ispitanica 25 : 35 (41,7 % : 58,3 %) reproducira se slično u imedijatnoj (46,7 % : 53,3 %) i odgođenoj (36,7 % : 63,3 %) skupini (tablica 3).

TABLICA 3.
Razdioba ispitanika i ispitanica po skupinama i
rezultati χ^2 -testa

Skupina		Spol		Ukupno
		Muški	Ženski	
Imedijatna	n ^a	14	16	30
	hp ^b	46,7%	53,3%	100,0%
	vp ^c	56,0%	45,7%	50,0%
Odgođena	n	11	19	30
	hp	36,7%	63,3%	100,0%
	vp	44,0%	54,3%	50,0%
Ukupno	n	25	35	60
	hp	41,7%	58,3%	100,0%
χ^2 – test ^d		$\chi^2=0,617$	$df=1$	$p = 0,601$

^a broj ispitanika, ^b horizontalni postotak, ^c vertikalni postotak, ^d Fisherov egzaktni test

Odnos ispitanika obiju skupina prema navici pušenja također je testiran χ^2 -testom. Rezultati testa navedeni su u tablici 4. U obje skupine zajedno je 36,7 % pušača. Budući da je vjerojatnost hipoteze o jednakom broju pušača po skupinama $p = 0,789$, zaključujemo da je podjednaka razdioba ispitanika prema navikama pušenja po skupinama. U imedijatnoj je skupini 33,3 % pušača, dok je u odgođenoj skupini 40 % (tablica 4.).

TABLICA 4.
Razdioba navike pušenja po skupinama i rezultati χ^2 -testa

Skupina		Pušenje		Ukupno
		Ne	Da	
Imedijatna	n ^a	20	10	30
	hp ^b	66,7%	33,3%	100,0%
	vp ^c	52,6%	45,5%	50,0%
Odgođena	n	18	12	30
	hp	60,0%	40,0%	100,0%
	vp	47,4%	54,5%	50,0%
Ukupno	n	38	22	60
	hp	63,3%	36,7%	100,0%
χ^2 -test ^d		$\chi^2 = 0,287$	$df = 1$	$p = 0,789$

^a broj ispitanika, ^b horizontalni postotak, ^c vertikalni postotak, ^d Fisherov egzaktni test

Razlike u navika pušenja ispitanika i ispitanica također je testirano χ^2 -testom čiji su rezultati navedeni u tablici 5. U skupini muškaraca je 36,4% pušača a u skupini žena 40 % pušača što se ne razlikuje bitno od udjela pušača (36,7 %) u svih ispitanika zajedno. Vjerojatnost hipoteze o razlici navike pušenja prema spolu ispitanika ($p = 0,594$) ukazuje na činjenicu da je podjednaka razdioba ispitanika i ispitanica glede navike pušenja (tablica 5.).

TABLICA 5.
Razdioba navike pušenja prema spolu

Pušenje		Spol		Ukupno
		Muški	Ženski	
Ne	n ^a	17	21	38
	hp ^b	44,7%	55,3%	100,0%
	vp ^c	68,0%	60,0%	63,3%
Da	n	8	14	22
	hp	36,4%	63,6%	100,0%
	vp	32,0%	40,0%	36,7%
Ukupno	n	25	35	60
	hp	41,7%	58,3%	100,0%
χ^2 -test ^d		$\chi^2 = 0,402$	$df = 1$	$p = 0,594$

^a broj ispitanika, ^b horizontalni postotak, ^c vertikalni postotak, ^d Fisherov egzaktni test

Rezultati analize dobne razlike među skupinama ispitanika i ispitanica te navici pušenja, provedene t-testom za nezavisne uzorke, navedeni su u tablici 6. Razlika između prosječne dobi imedijatne (37,0 godina) i odgođene (41,3 godine) skupine statistički je značajna ($p = 0,036$), što ukazuje na činjenicu da su ispitanici u imedijatnoj skupini značajno mlađi od onih u odgođenoj skupini.

Prosječna dob ispitanika iznosi 38,7 godina, a ispitanica neznatno više, 39,5 godina. Da se ta razlika u godinama starosti muškaraca i žena, sudionika istraživanja, može zanemariti potvrđuje rezultat t-testa za ta dva nezavisna uzorka: $t = 0,372$, $df = 58$, $p = 0,711$. Iz tog razloga, u daljnjim analizama nije potrebno posebno voditi računa o mogućem utjecaju godine života muškaraca i žena sudionika istraživanja.

Statistički je značajna i razlika u dobi ispitanika prema navici pušenja. Rezultat t-testa nam ukazuje na činjenicu kako su ispitanici pušači statistički značajno stariji od ispitanika nepušača (prosječna godina nepušača je 36,7 godina a pušača 43,3 godina).

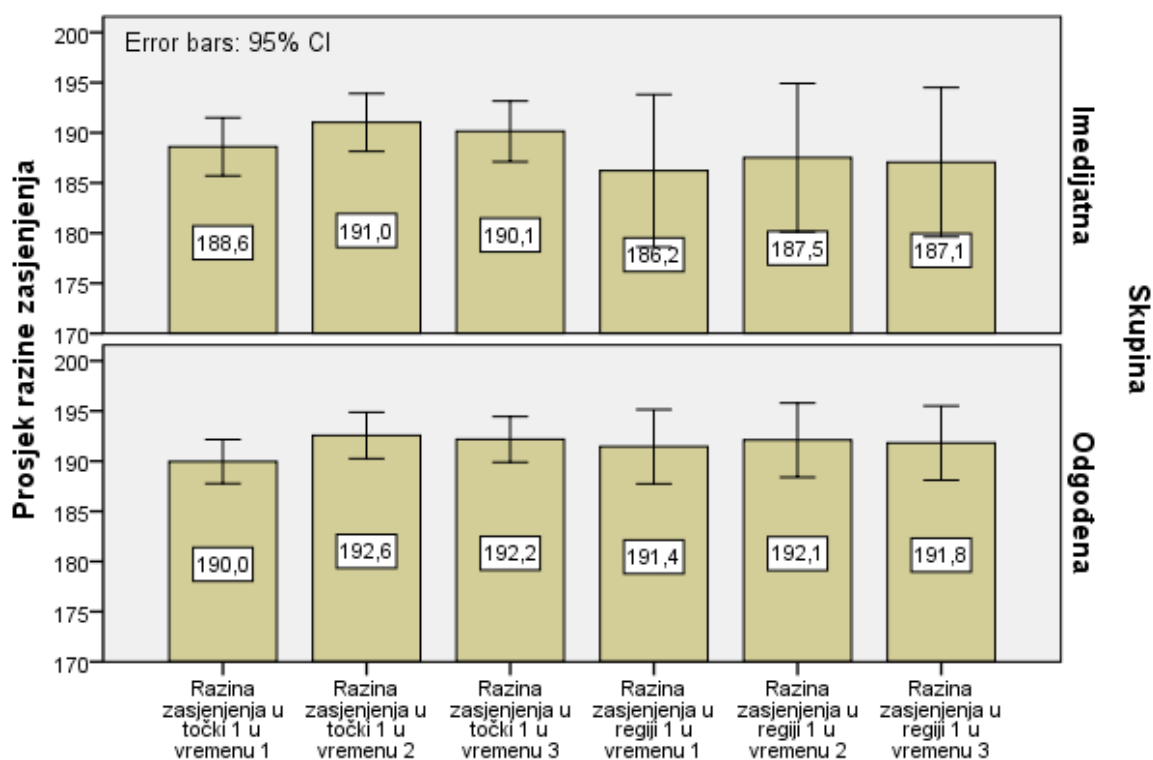
TABLICA 6.
Razlike dobi po eksperimentalnim skupinama, spolu i navici
pušenja - rezultati t-testa

Razlika dobi po	Skupine	N	Prosjek	Stand. dev.	t	df	p
skupinama	Imedijatna	30	37,0	8,26	-2,152	58	0,036
	Odgođena	30	41,3	7,05			
	Ukupno	60	39,1	7,91			
spolu	Muški	25	38,7	8,29	-0,372	58	0,711
	Ženski	35	39,5	7,74			
	Ukupno	60	39,1	7,91			
navikama pušenja	Ne	38	36,7	8,01	-3,382	8	0,001
	Da	22	43,3	5,81			
	Ukupno	60	39,1	7,91			

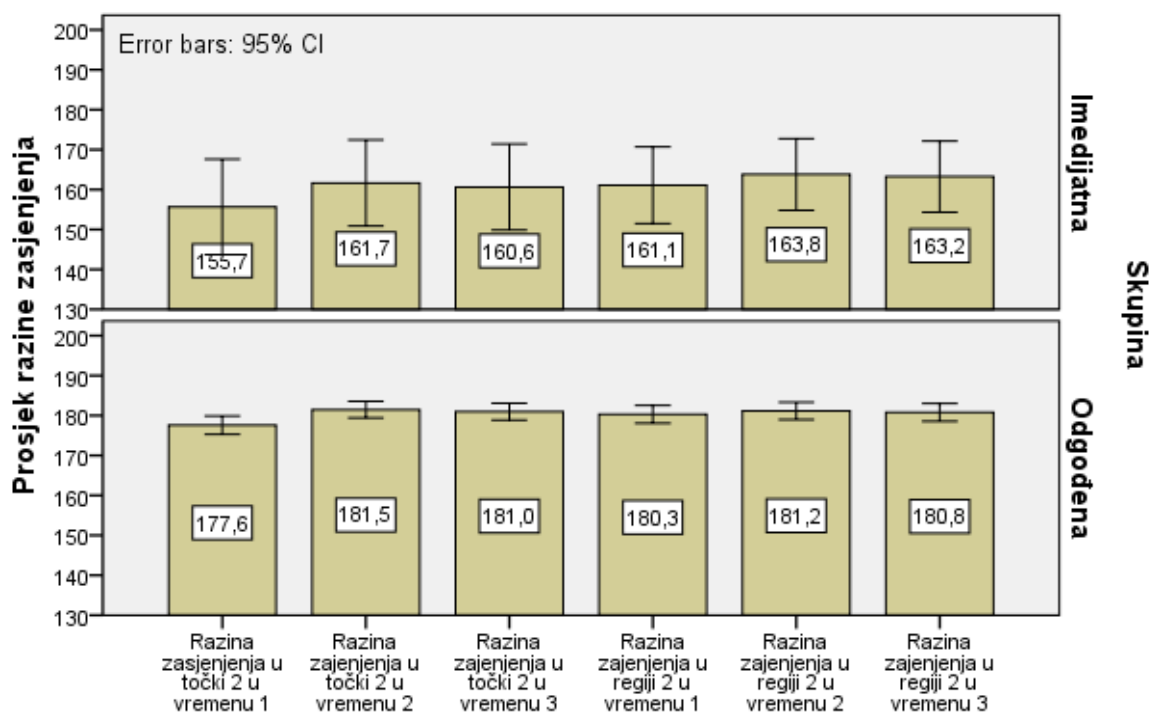
4.2. Razlike razine zasjenjenja po skupinama

Budući da je vrijednost razine zasjenjenja u regiji interesa samo izvor za utvrđivanje promjena sive nijanse u vremenima 1, 2 i 3, u ovom dijelu navedene su samo aritmetičke sredine za imedijatnu i odgođenu skupinu. Na slikama 11. do 17., osim grafičkog prikaza, navedene su i prosječne vrijednosti razine zasjenjenja za imedijatnu i odgođenu skupinu. Visine stupaca odgovaraju naznačenim aritmetičkim sredinama. Na slikama su naznačeni i intervali povjerenja 95 %-ne pouzdanosti, što ukazuje na raspon u kojem se s 95 % vjerojatnosti može očekivati stvarni populacijski prosjek.

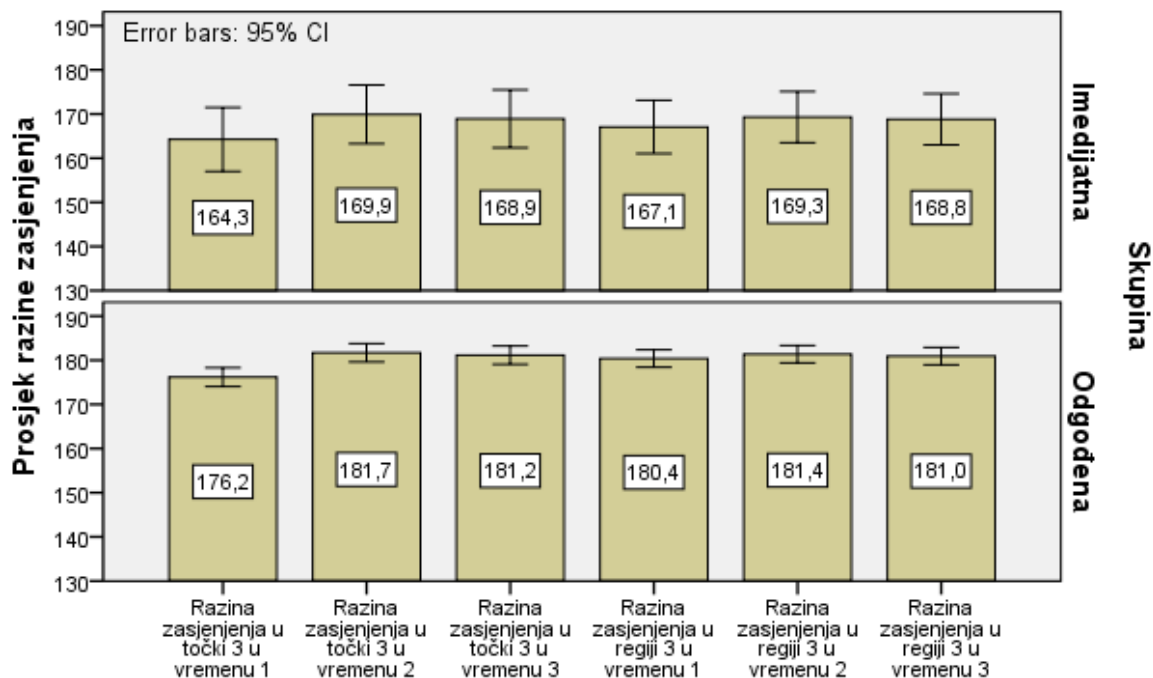
Prema rezultatima t-testa za nezavisne uzorke, nijanse zasjenjenja su statistički značajne za regije R2, R3, R4, R5, R6 i R7 te u točkama T6 i T7.



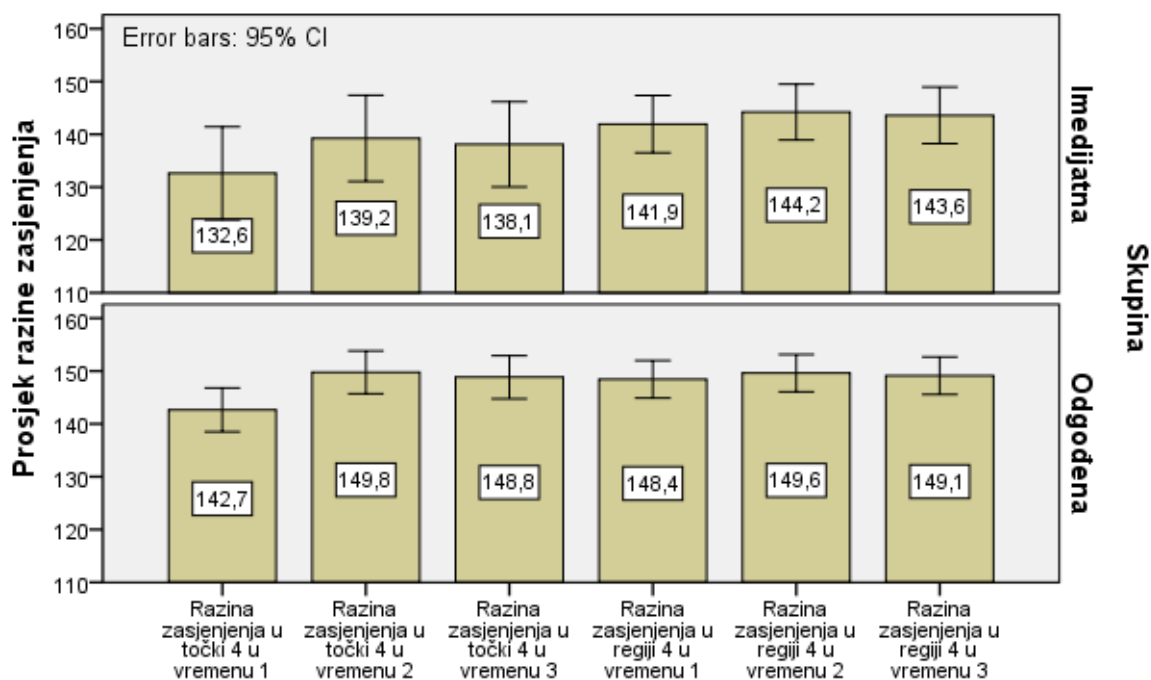
SLIKA 11.
Prosječne vrijednosti razina zasjenjenja u točki 1 i regiji 1 u vremenima od 1 do 3 imedijatne i odgođene skupine



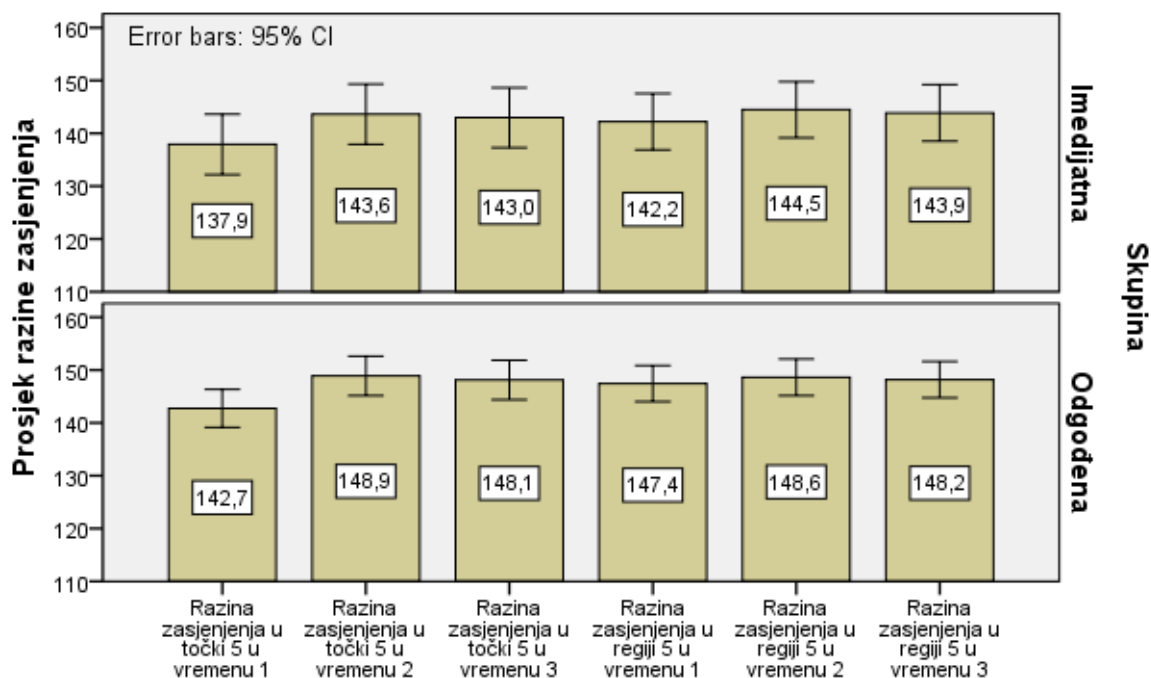
SLIKA 12.
Prosječne vrijednosti razina zasijanja u točki 2 i regiji 2 u vremenima od 1 do 3 imedijatne i odgođene skupine



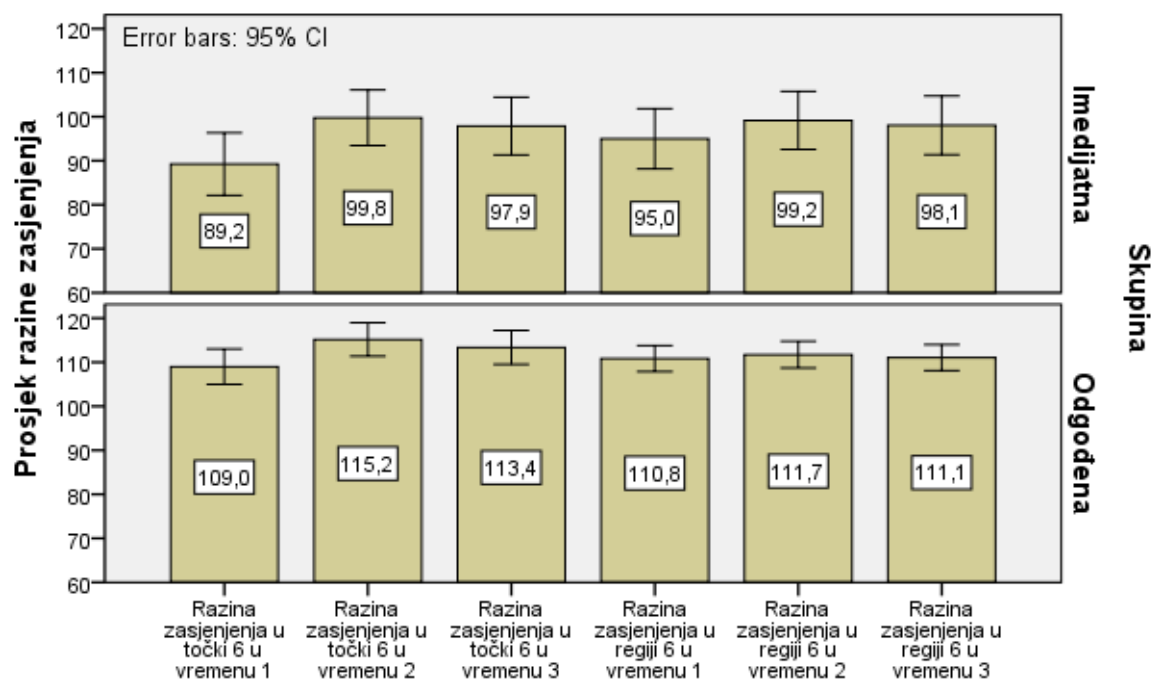
SLIKA 13.
Prosječne vrijednosti razina zasijanja u točki 3 i regiji 3 u vremenima od 1 do 3 imedijatne i odgođene skupine



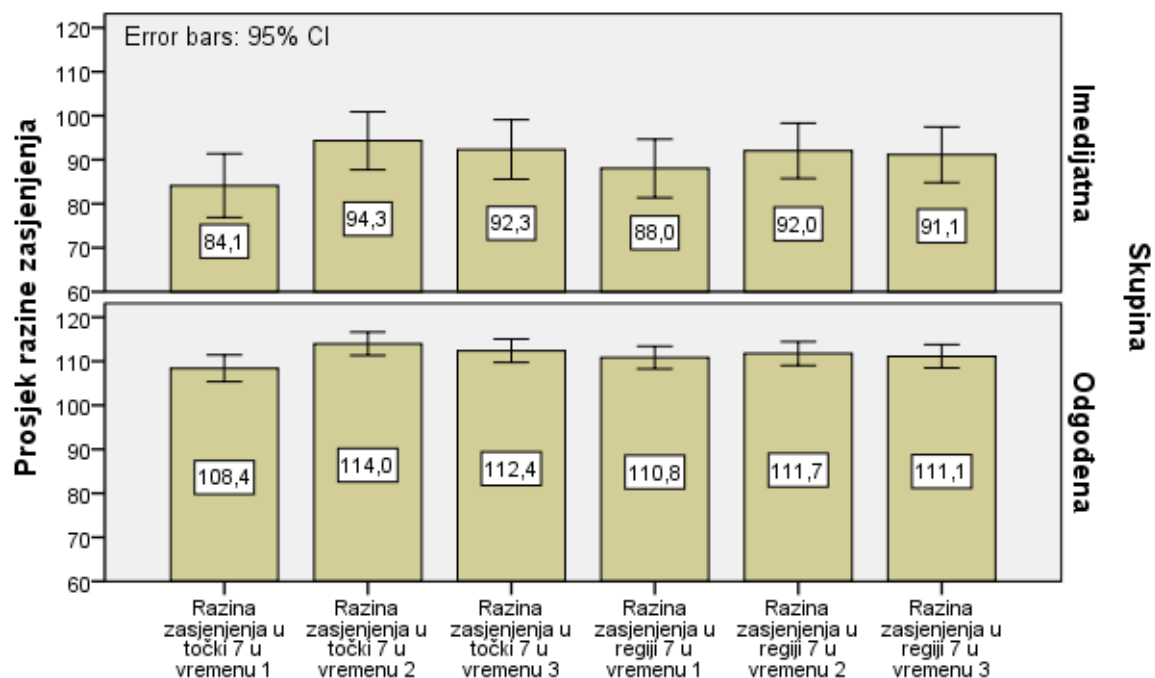
SLIKA 14.
Prosječne vrijednosti razina zasljenjenja u točki 4 i regiji 4 u
vremenima od 1 do 3 imedijatne i odgođene skupine



SLIKA 15.
Prosječne vrijednosti razina zasljenjenja u točki 5 i regiji 5 u
vremenima od 1 do 3 imedijatne i odgođene skupine



SLIKA 16.
Prosječne vrijednosti razina zasjenjenja u točki 6 i regiji 6 u vremenima od 1 do 3 imedijatne i odgođene skupine



SLIKA 17.
Prosječne vrijednosti razina zasjenjenja u točki 7 i regiji 7 u vremenima od 1 do 3 imedijatne i odgođene skupine

4.3. Rezultati promjena razine zasjenjenja u vremenu V2 i V3 u odnosu na početno vrijeme po skupinama

Razlike odnosno promjene razine zasjenjenja od prvog do drugog i od prvog do trećeg mjerenja analizirani su t-testom za nezavisne uzorke po skupinama. Rezultati su prikazani u tablici 7. Istom analizom ustanovili smo da u tim varijablama nema statistički značajne razlike između muškaraca i žena te između pušača i nepušača. Upravo ti rezultati omogućuju da se promjene razine zasjenjenja pripisuju samo utjecaju pripadnosti ispitivanim skupinama.

TABLICA 7.
Razlike promjene razine zasjenjenja u odnosu na početno vrijeme
točaka i regija - rezultati t-testa

Promjene razine sivila	Skupina	N	Prosjek	Stand. dev.	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
T1-V2-V1	Imedijatna	30	2,43	1,96	-0,358	58	0,722
	Odgođena	30	2,61	1,84			
T1-V3-V1	Imedijatna	30	1,54	1,85	-1,422	58	0,161
	Odgođena	30	2,22	1,83			
R1-V2-V1	Imedijatna	30	1,31	1,27	2,745	58	0,008
	Odgođena	30	0,65	0,34			
R1-V3-V1	Imedijatna	30	0,86	1,19	2,215	58	0,031
	Odgođena	30	0,36	0,29			
T2-V2-V1	Imedijatna	30	5,98	4,59	2,264	58	0,027
	Odgođena	30	3,89	2,17			
T2-V3-V1	Imedijatna	30	4,95	4,56	1,712	58	0,092
	Odgođena	30	3,36	2,24			
R2-V2-V1	Imedijatna	30	2,72	3,20	3,124	58	0,003
	Odgođena	30	0,86	0,60			
R2-V3-V1	Imedijatna	30	2,18	3,22	2,851	58	0,006
	Odgođena	30	0,48	0,57			
T3-V2-V1	Imedijatna	30	5,67	2,86	0,224	58	0,824
	Odgođena	30	5,53	2,07			
T3-V3-V1	Imedijatna	30	4,67	3,10	-0,449	58	0,655
	Odgođena	30	4,97	2,05			
R3-V2-V1	Imedijatna	30	2,22	1,25	4,610	58	<0,001
	Odgođena	30	1,00	0,74			
R3-V3-V1	Imedijatna	30	1,73	1,23	4,581	58	<0,001
	Odgođena	30	0,57	0,64			

TABLICA 7. (nastavak)
Razlike promjene razine zasjenjenja u odnosu na početno vrijeme
točaka i regija - rezultati t-testa

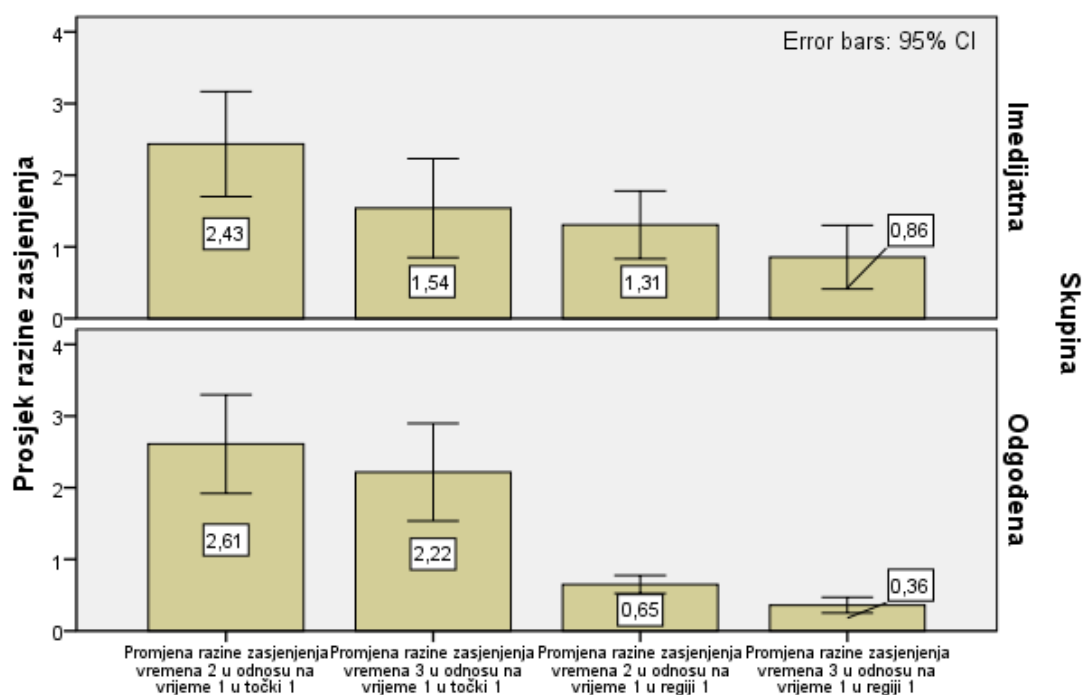
Promjene razine sivila	Skupina	N	Prosjek	Stand. dev.	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
T4-V2-V1	Imedijatna	30	6,64	3,63	-0,588	58	0,559
	Odgođena	30	7,10	2,31			
T4-V3-V1	Imedijatna	30	5,49	3,69	-0,834	58	0,408
	Odgođena	30	6,17	2,52			
R4-V2-V1	Imedijatna	30	2,29	0,94	5,059	58	<0,001
	Odgođena	30	1,18	0,75			
R4-V3-V1	Imedijatna	30	1,66	1,07	4,325	58	<0,001
	Odgođena	30	0,70	0,57			
T5-V2-V1	Imedijatna	30	5,71	2,31	-0,772	58	0,444
	Odgođena	30	6,17	2,29			
T5-V3-V1	Imedijatna	30	5,06	2,32	-0,576	58	0,567
	Odgođena	30	5,40	2,31			
R5-V2-V1	Imedijatna	30	2,28	0,90	4,947	58	<0,001
	Odgođena	30	1,19	0,80			
R5-V3-V1	Imedijatna	30	1,67	1,00	4,183	58	<0,001
	Odgođena	30	0,75	0,67			
T6-V2-V1	Imedijatna	30	10,52	4,22	4,399	58	<0,001
	Odgođena	30	6,19	3,37			
T6-V3-V1	Imedijatna	30	8,67	4,61	4,133	58	<0,001
	Odgođena	30	4,37	3,34			
R6-V2-V1	Imedijatna	30	4,20	2,14	7,937	58	<0,001
	Odgođena	30	0,91	0,75			
R6-V3-V1	Imedijatna	30	3,09	2,25	6,668	58	<0,001
	Odgođena	30	0,24	0,66			
T7-V2-V1	Imedijatna	30	10,18	3,73	5,013	58	<0,001
	Odgođena	30	5,57	3,38			
T7-V3-V1	Imedijatna	30	8,20	4,47	4,197	58	<0,001
	Odgođena	30	3,99	3,19			
R7-V2-V1	Imedijatna	30	4,00	2,32	6,830	58	<0,001
	Odgođena	30	0,91	0,89			
R7-V3-V1	Imedijatna	30	3,11	2,58	5,789	58	<0,001
	Odgođena	30	0,28	0,71			

Legenda: Ti-Vj-V1 - Promjena razine zasjenjenja vremena Vj, j = 2, 3 u odnosu na vrijeme V1 u točki Ti, i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Ri-Vj-V1 - Promjena razine zasjenjenja vremena Vj, j = 2, 3 u odnosu na vrijeme V1 u regiji Ri, i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

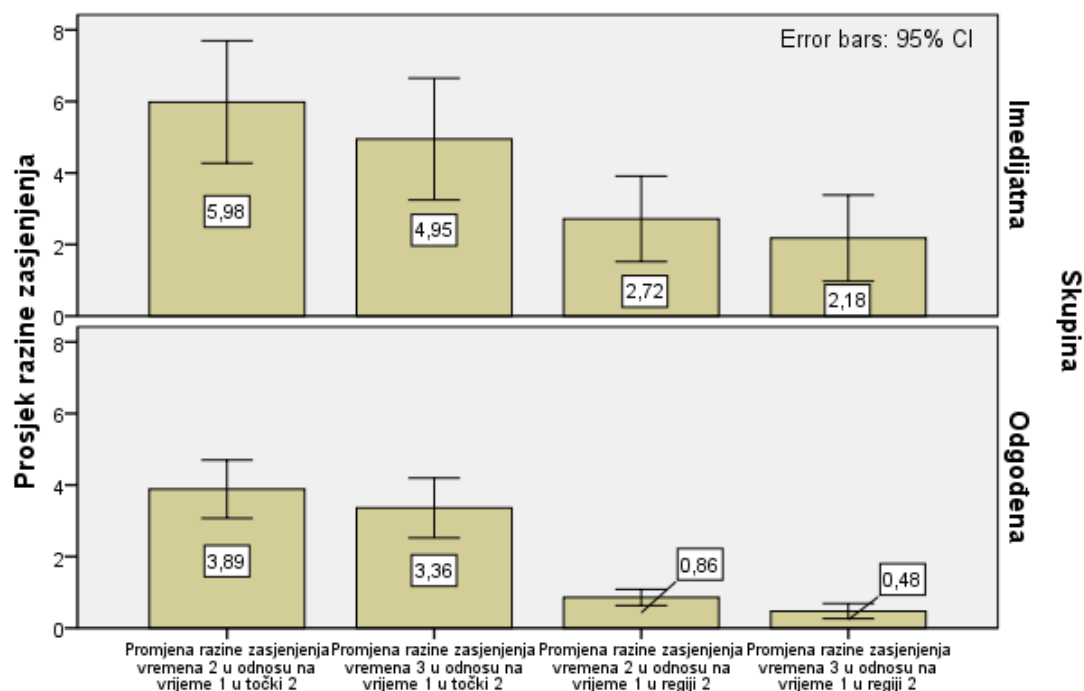
Iz podataka u tablici 7. jasno se vidi da su statistički značajne razlike u promjeni razine zasjenjenja između imedijatne i odgođene skupine nađene u svih sedam regijama, te u točkama T6 i T7. Osim tih sistematskih razlika u promjeni razine zasjenjenja između imedijatne i odgođene skupine razlika je samo u točki T2 i to u promjeni razine zasjenjenja u vremenu V2 u odnosu na vrijeme V1.

Na slikama od 18. do 24., osim grafičkog prikaza, navedene su i prosječne vrijednosti promjene razine zasjenjenja po točkama i regijama u vremenima 2 i 3 u odnosu na vrijeme 1 imedijatne i odgođene skupine. Visine stupaca odgovaraju naznačenim aritmetičkim sredinama. Osim toga na slikama su naznačeni i intervali povjerenja 95 %-ne pouzdanosti, što ukazuje na raspon u kojem se s 95 % vjerojatnosti može očekivati stvarni populacijski prosjek.



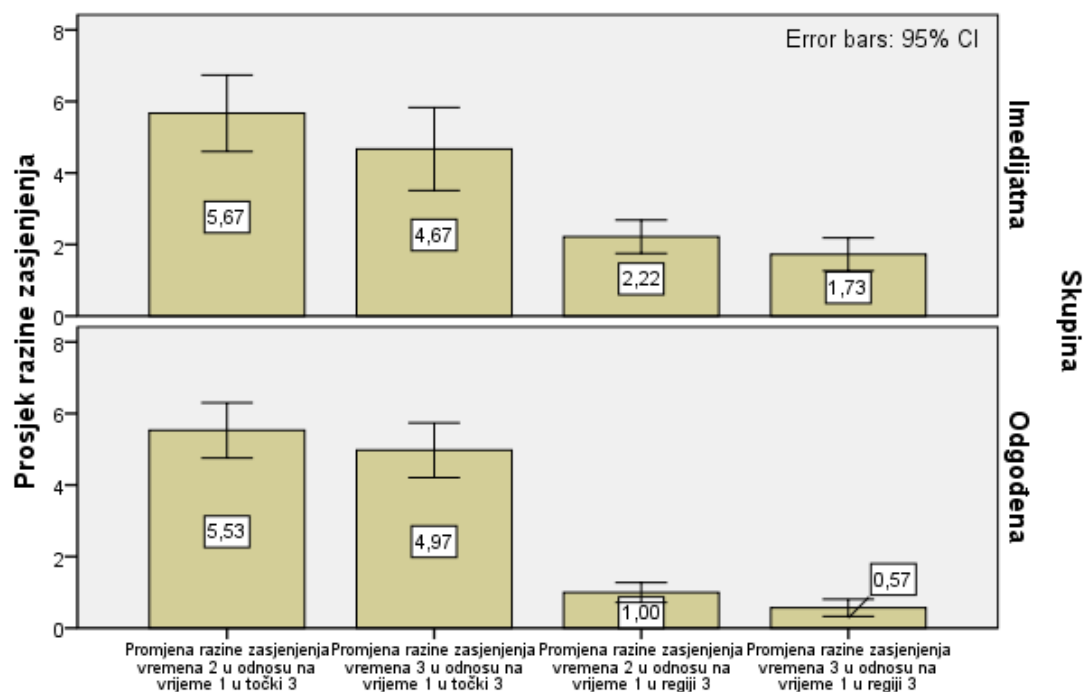
SLIKA 18.

Prosječne vrijednosti promjene razine zasjenjenja u točki 1 i regiji 1 u vremenima 2 i 3 u odnosu na vrijeme 1 imedijatne i odgođene skupine



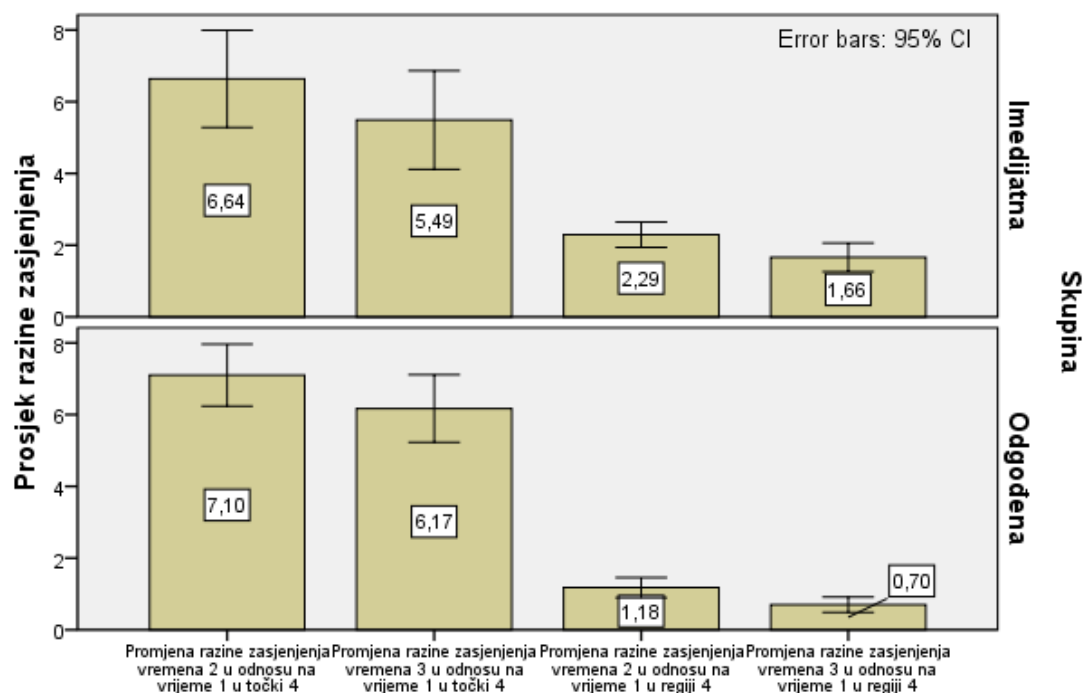
SLIKA 19.

Prosječne vrijednosti promjene razine zasjenjenja u točki 2 i regiji 2 u vremenima 2 i 3 u odnosu na vrijeme 1 imedijatne i odgođene skupine



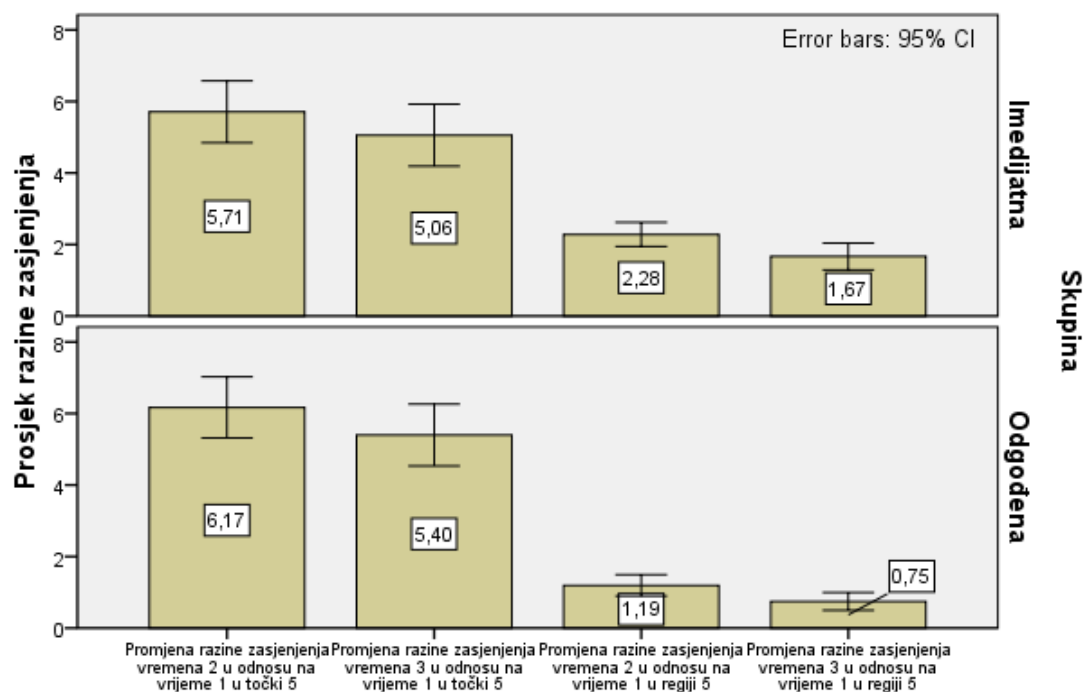
SLIKA 20.

Prosječne vrijednosti promjene razine zasjenjenja u točki 3 i regiji 3 u vremenima 2 i 3 u odnosu na vrijeme 1 imedijatne i odgođene skupine



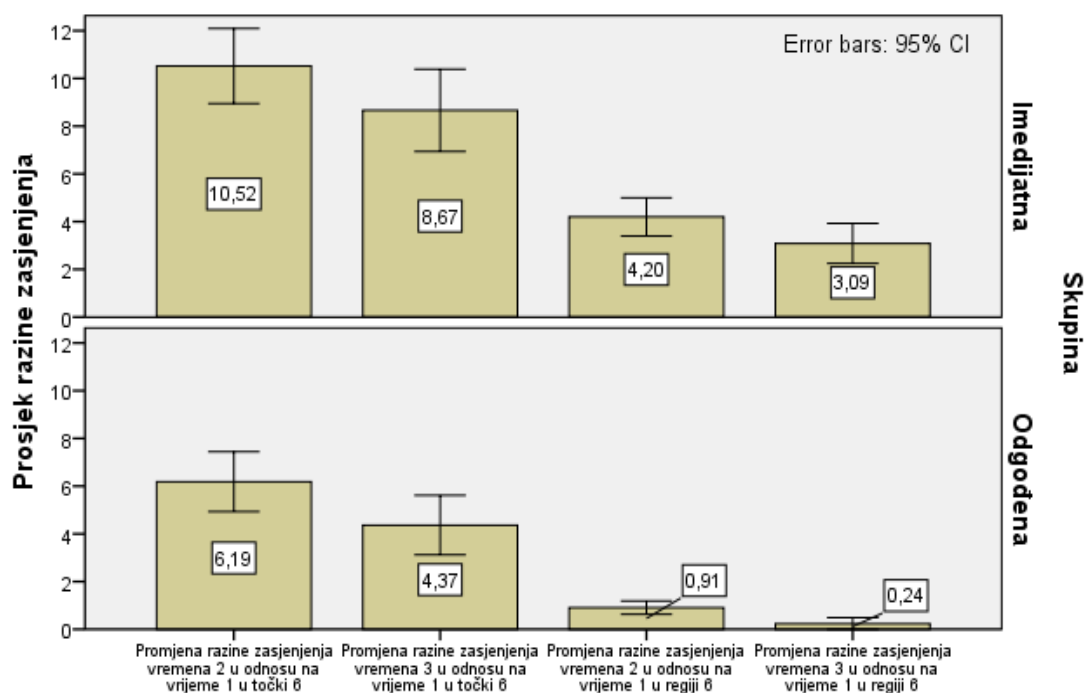
SLIKA 21.

Prosječne vrijednosti promjene razine zasjenjenja u točki 4 i regiji 4 u vremenima 2 i 3 u odnosu na vrijeme 1 imedijatne i odgođene skupine



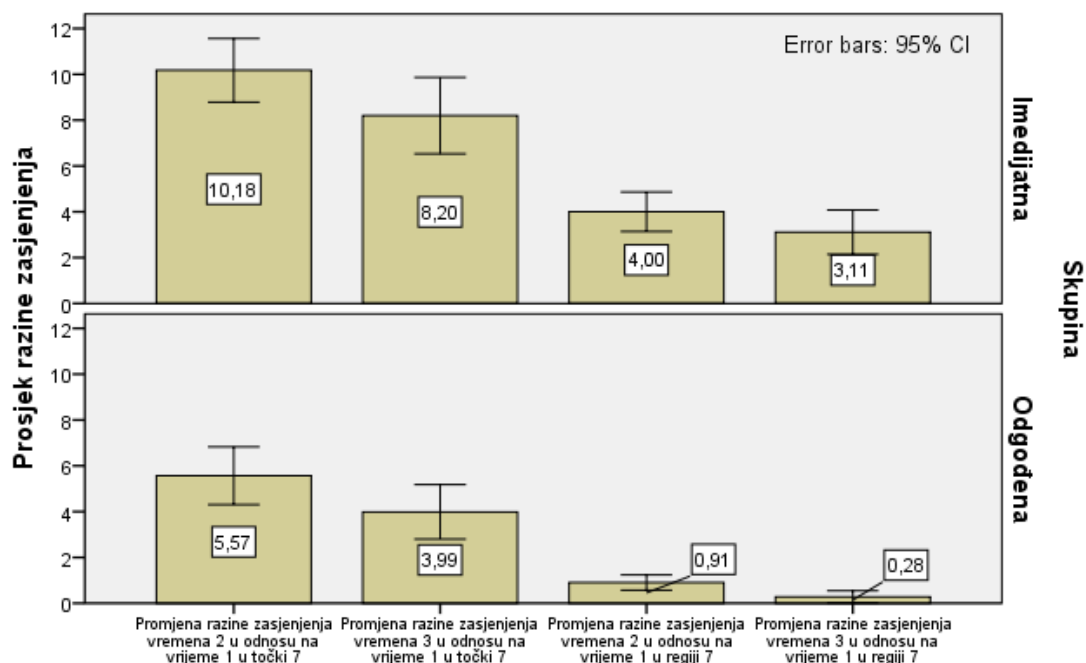
SLIKA 22.

Prosječne vrijednosti promjene razine zasjenjenja u točki 5 i regiji 5 u vremenima 2 i 3 u odnosu na vrijeme 1 imedijatne i odgođene skupine



SLIKA 23.

Prosječne vrijednosti promjene razine zasjenjenja u točki 6 i regiji 6 u vremenima 2 i 3 u odnosu na vrijeme 1 imedijatne i odgođene skupine



SLIKA 24.

Prosječne vrijednosti promjene razine zasjenjenja u točki 7 i regiji 7 u vremenima 2 i 3 u odnosu na vrijeme 1 imedijatne i odgođene skupine

4.4. Rezultati Osstell testa

Tablica 8. prikazuje promjene vrijednosti Osstell testa (ISQ) između skupina od vremena V1 do V2. Razlike između ISQ vrijednosti između skupina testirana je t-testom i statistički je značajna u korist odgođene skupine. Prosjek početnih vrijednosti ISQ testa za imedijatnu skupinu bio je 61,43 u odnosu na odgođenu skupinu od 64,17. Nakon 4-6 mjeseci prosječne ISQ vrijednosti porasle su na 66,23 za imedijatnu i 68,83 za odgođenu skupinu.

Prosječna promjena ISQ vrijednosti od vremena V1 do V2 nije pokazala statistički značajnu razliku između imedijatne i odgođene skupine (4,80 naspram 4,67).

TABLICA 8.
Vrijednosti i promjena vrijednosti ISQ-a od vremena
V1 do V2 - rezultati t-testa

Vrijednost ISQ	Skupina	N	Prosjek	Stand. dev.	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
ISQ-V1	Imedijatna	30	61,43	1,65	-6,229	58	<0,001
	Odgođena	30	64,17	1,74			
ISQ-V2	Imedijatna	30	66,23	1,81	-5,429	58	<0,001
	Odgođena	30	68,83	1,90			
ISQ-V2-V1	Imedijatna	30	4,80	1,30	0,465	58	0,644
	Odgođena	30	4,67	0,88			

Legenda: O-V_j - vrijednost ISQ u vremenu V_j, *j* = 1, 2

O-V2-V1 - promjena vrijednosti ISQ vremena V2 u odnosu na vrijeme V1

4.5. Parodontološki indeksi

Učestalost pojedinih kategorija plak indeksa po skupinama ispitanika, spolu i navici pušenja prikazane su u tablici 9. za sva tri vremena promatranja. Tablice 10. i 11. prikazuju frekvencije gingivalnog indeksa i kalkulusa također po skupinama, spolu i navici pušenja za sva tri vremena promatranja. Iz razloga što je pojava viših kategorija svih triju indeksa relativno malobrojna u odnosu na kategorije izostanka tih pojava, u kasnijim analizama korištene su njihove binarne inačice, tj. dvije kategorije: nema/ima plak, nema/ima krvarenje i nema/ima kalkulus.

U tablicama 12., 13. i 14. prikazane su razdiobe retrakcije gingive i dubine džepova prema skupinama, spolu ispitanika i navici pušenja. Varijable su testirane t-testom koji ne pokazuje statistički značajne razlike po skupinama i prema spolu. Razlike između tih varijabli prema navikama pušenja su međutim i statistički značajne. Retrakcija gingive u imedijatnoj skupini kod nepušača iznosi prosječno 0,43 mm, a kod pušača gotovo 1 mm. Prosječna dubina džepova kod nepušača iznosi 2,87 mm, a kod pušača 3,59 mm.

TABLICA 9.
Razdioba kategorija plak indeksa prema vremenu mjerenja po
skupinama, spolu i navici pušenja

		Kategorije plak indeksa		Vrijeme		
				V1	V2	V3
Skupina	Imedijalna	Nema plaka	n	22	13	15
			%	73,3 %	43,3 %	50,0 %
		Plak se vidi - moguće skinuti sandom	n	7	13	14
			%	23,3 %	43,3 %	46,7 %
	Plak je vidljiv golim okom u većem sloju	n	1	4	1	
		%	3,3 %	13,3 %	3,3 %	
	Odgodena	Nema plaka	n	28	10	18
			%	93,3 %	33,3 %	60,0 %
		Plak se vidi - moguće skinuti sandom	n	2	18	9
			%	6,7 %	60,0 %	30,0 %
Plak je vidljiv golim okom u većem sloju		n		2	3	
		%		6,7 %	10,0 %	
Spol	Muški	Nema plaka	n	23	8	14
			%	92,0 %	32,0 %	56,0 %
		Plak se vidi - moguće skinuti sandom	n	2	16	9
			%	8,0 %	64,0 %	36,0 %
	Plak je vidljiv golim okom u većem sloju	n		1	2	
		%		4,0 %	8,0 %	
	Ženski	Nema plaka	n	27	15	19
			%	77,1 %	42,9 %	54,3 %
		Plak se vidi - moguće skinuti sandom	n	7	15	14
			%	20,0 %	42,9 %	40,0 %
Plak je vidljiv golim okom u većem sloju		n	1	5	2	
		%	2,9 %	14,3 %	5,7 %	
Navike pušenja	Ne	Nema plaka	n	37	21	26
			%	97,4 %	55,3 %	68,4 %
		Plak se vidi - moguće skinuti sandom	n	1	15	12
			%	2,6 %	39,5 %	31,6 %
	Plak je vidljiv golim okom u većem sloju	n		2		
		%		5,3 %		
	Da	Nema plaka	n	13	2	7
			%	59,1 %	9,1 %	31,8 %
		Plak se vidi - moguće skinuti sandom	n	8	16	11
			%	36,4 %	72,7 %	50,0 %
Plak je vidljiv golim okom u većem sloju		n	1	4	4	
		%	4,5 %	18,2 %	18,2 %	

TABLICA 10.
Razdioba kategorija gingivalnog indeksa prema vremenu
mjerenja po skupinama, spolu i navici pušenja

		Kategorije gingivalnog indeksa		Vrijeme		
				V1	V2	V3
Skupina	Imedijalna	Nema upale	n	19	25	25
			%	63,3 %	83,3 %	83,3 %
		Blaga upala	n	11	5	3
			%	36,7 %	16,7 %	10,0 %
		Upala krvari na sondiranje	n			2
			%			6,7 %
	Odgođena	Nema upale	n	25	24	26
			%	83,3 %	80,0 %	86,7 %
		Blaga upala	n	5	6	2
			%	16,7 %	20,0 %	6,7 %
		Upala krvari na sondiranje	n			2
			%			6,7 %
Spol	Muški	Nema upale	n	20	23	23
			%	80,0 %	92,0 %	92,0 %
		Blaga upala	n	5	2	1
			%	20,0 %	8,0 %	4,0 %
		Upala krvari na sondiranje	n			1
			%			4,0 %
	Ženski	Nema upale	n	24	26	28
			%	68,6 %	74,3 %	80,0 %
		Blaga upala	n	11	9	4
			%	31,4 %	25,7 %	11,4 %
		Upala krvari na sondiranje	n			3
			%			8,6 %
Navike pušenja	Ne	Nema upale	n	35	35	37
			%	92,1 %	92,1 %	97,4 %
		Blaga upala	n	3	3	
			%	7,9 %	7,9 %	
		Upala krvari na sondiranje	n			1
			%			2,6 %
	Da	Nema upale	n	9	14	14
			%	40,9 %	63,6 %	63,6 %
		Blaga upala	n	13	8	5
			%	59,1 %	36,4 %	22,7 %
		Upala krvari na sondiranje	n			3
			%			13,6 %

TABLICA 11.
Razdioba kategorija kalkulusa prema vremenu mjerenja po
skupinama, spolu i navici pušenja

		Kategorije kalkulusa		Vrijeme		
				V1	V2	V3
Skupina	Imedijalna	Nema kamenaca	n	30	20	15
			%	100,0 %	66,7 %	50,0 %
		Malo kamenaca - jedva vidljivo	n		6	12
			%		20,0 %	40,0 %
		Supragingivni i subgingivni kamenac	n		4	3
			%		13,3 %	10,0 %
	Odgodena	Nema kamenaca	n	30	19	16
			%	100,0 %	63,3 %	53,3 %
		Malo kamenaca - jedva vidljivo	n		10	12
			%		33,3 %	40,0 %
		Supragingivni i subgingivni kamenac	n		1	2
			%		3,3 %	6,7 %
Spol	Muški	Nema kamenaca	n	25	19	15
			%	100,0 %	76,0 %	60,0 %
		Malo kamenaca - jedva vidljivo	n		5	8
			%		20,0 %	32,0 %
		Supragingivni i subgingivni kamenac	n		1	2
			%		4,0 %	8,0 %
	Ženski	Nema kamenaca	n	35	20	16
			%	100,0 %	57,1 %	45,7 %
		Malo kamenaca - jedva vidljivo	n		11	16
			%		31,4 %	45,7 %
		Supragingivni i subgingivni kamenac	n		4	3
			%		11,4 %	8,6 %
Navike pušenja	Ne	Nema kamenaca	n	38	30	23
			%	100,0 %	78,9 %	60,5 %
		Malo kamenaca - jedva vidljivo	n		7	14
			%		18,4 %	36,8 %
		Supragingivni i subgingivni kamenac	n		1	1
			%		2,6 %	2,6 %
	Da	Nema kamenaca	n	22	9	8
			%	100,0 %	40,9 %	36,4 %
		Malo kamenaca - jedva vidljivo	n		9	10
			%		40,9 %	45,5 %
		Supragingivni i subgingivni kamenac	n		4	4
			%		18,2 %	18,2 %

TABLICA 12.
Razlika retrakcije gingive i dubine džepova po skupinama -
rezultati t-testa

	Skupina	N	Prosjek	Stand. dev.	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Retrakcija gingive (mm)	Imedijatna	30	0,65	0,53	0,384	58	0,703
	Odgođena	30	0,60	0,48			
Dubina džepova (mm)	Imedijatna	30	3,30	0,92	1,531	58	0,131
	Odgođena	30	2,97	0,76			

TABLICA 13.
Razlika retrakcije gingive i dubine džepova po spolu -
rezultati t-testa

	Spol	N	Prosjek	Stand. dev.	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Retrakcija gingive (mm)	Muški	25	0,50	0,43	-1,657	58	0,103
	Ženski	35	0,71	0,53			
Dubina džepova (mm)	Muški	25	3,12	0,93	-1,715	58	0,092
	Ženski	35	3,14	0,81			

TABLICA 14.
Razlika retrakcije gingive i dubine džepova prema navici pušenja -
rezultati t-testa

	Pušenje	N	Prosjek	Stand. dev.	<i>t</i>	<i>df</i>	<i>p</i>
Retrakcija gingive (mm)	Ne	38	0,45	0,38	-3,700	58	0,001
	Da	22	0,93	0,54			
Dubina džepova (mm)	Ne	38	2,87	0,78	-3,439	58	0,001
	Da	22	3,59	0,80			

4.6. Korelacije pokazatelja promjena razine zasjenjenja, promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova te njihova latentna struktura

Međuzavisnost između pokazatelja promjena razine zasjenjenja, promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova moguće je istražiti preko koeficijenata njihovih međusobnih korelacija. U tablici 15. navedeni su Pearsonovi koeficijenti korelacije tih svojstava za imedijatnu skupinu ispitanika organizirane u matričnom obliku. Zbog izostanka normalne razdiobe nekih varijabli rezultati Pearsonovih korelacije provjerene su i neparametrijskom metodom, tj. Spearmanovim korelacijskim koeficijentima. Rezultati se tih dviju metoda dobro slažu te su iz tog razloga prezentirani Pearsonovi koeficijenti, tj. parametrijska verzija procjene povezanosti parova varijabli (tablica 15.). Zasjenjeni koeficijenti prema statističkoj značajnosti jasno ukazuju na činjenicu da varijable promjene razine zasjenjenja za točke i regije od 1 do 5 međusobno koreliraju u znatno manjoj mjeri nego one za točke i regije 6 i 7, koje su u potpunoj međusobnoj korelaciji. Te potonje varijable (T6-V3-V1, R6-V3-V1, T7-V3-V1 i R7-V3-V1) u značajnoj su korelaciji i s promjenom Osstell testa (ISQ-V2-V1) a djelomično i s retrakcijom gingive i dubinom džepova. Promjena Osstell testa, retrakcija gingive i dubina džepova su u međusobnoj statistički značajnoj korelaciji.

Uočeno formiranje skupina međusobno sličnih svojstava, tj. u korelacijsku analizu uvrštenih varijabli imedijalne skupine ispitanika, nameće pitanje njihove latentne strukture. Taj se problem rješava modelom faktorske analize, točnije redukcije dimenzionalnosti sa 17 manifestnih varijabli na manji broj glavnih komponenti. U tablici 16. navedeni su rezultati faktorske analize 17 manifestnih svojstava promjena razine zasjenjenja, promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova imedijatne skupine ispitanika.

Za iznalaženje faktorske strukture promjena razine sivog, promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova, ispitanika imedijatne skupine, korištena je metoda glavnih komponenta na koje je primijenjena *varimax* rotacija. Imedijatna skupina je pogodna za primjenu faktorske analize, naime KMO pokazatelj adekvatnosti uzorka iznosi zadovoljavajućih 0,614, a Barlettov test sferičnosti je značajan ($\chi^2 = 270,6$, $df = 136$, $p < 0,001$). Komunaliteti manifestnih varijabli (promjena razine sivog, promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova) iznad su 0,500 (tablica 16.) što ukazuje na činjenicu da su varijance svih manifestnih varijabli objašnjene u zadovoljavajućoj mjeri.

TABLICA 15.
Koeficijenti Pearsonovih korelacija pokazatelja promjena razine zasjenjenja,
promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova imedijatne skupine

	T1-V3-V1	R1-V3-V1	T2-V3-V1	R2-V3-V1	T3-V3-V1	R3-V3-V1	T4-V3-V1	R4-V3-V1
T1-V3-V1	---	0,330	0,262	0,055	0,438	0,360	0,131	-0,131
R1-V3-V1	0,330	---	0,029	0,029	-0,225	-0,016	0,492	0,183
T2-V3-V1	0,262	0,029	---	0,694	0,373	0,403	0,529	0,542
R2-V3-V1	0,055	0,029	0,694	---	0,052	-0,002	0,443	0,480
T3-V3-V1	0,438	-0,225	0,373	0,052	---	0,663	0,044	-0,126
R3-V3-V1	0,360	-0,016	0,403	-0,002	0,663	---	0,088	0,106
T4-V3-V1	0,131	0,492	0,529	0,443	0,044	0,088	---	0,606
R4-V3-V1	-0,131	0,183	0,542	0,480	-0,126	0,106	0,606	---
T5-V3-V1	0,333	0,012	0,161	-0,041	0,522	0,393	0,007	0,034
R5-V3-V1	0,176	0,059	0,245	0,045	0,263	0,377	-0,077	0,170
T6-V3-V1	0,179	0,314	0,222	0,127	0,137	0,140	0,105	0,102
R6-V3-V1	0,107	0,281	0,229	0,200	0,039	0,212	0,243	0,381
T7-V3-V1	0,334	0,419	0,174	-0,020	0,365	0,397	0,232	0,096
R7-V3-V1	-0,019	0,436	-0,004	0,053	0,075	0,278	0,067	0,095
O-V2-V1	0,350	0,312	0,359	0,172	0,132	0,287	0,095	0,181
RET	-0,287	-0,426	-0,056	-0,138	-0,141	-0,142	-0,168	0,025
DZ	0,020	-0,266	0,168	0,098	0,204	0,011	0,113	0,115

	T5-V3-V1	R5-V3-V1	T6-V3-V1	R6-V3-V1	T7-V3-V1	R7-V3-V1	ISQ-V2-V1	RET	DZ
T1-V3-V1	0,333	0,176	0,179	0,107	0,334	-0,019	0,350	-0,287	0,020
R1-V3-V1	0,012	0,059	0,314	0,281	0,419	0,436	0,312	-0,426	-0,266
T2-V3-V1	0,161	0,245	0,222	0,229	0,174	-0,004	0,359	-0,056	0,168
R2-V3-V1	-0,041	0,045	0,127	0,200	-0,020	0,053	0,172	-0,138	0,098
T3-V3-V1	0,522	0,263	0,137	0,039	0,365	0,075	0,132	-0,141	0,204
R3-V3-V1	0,393	0,377	0,140	0,212	0,397	0,278	0,287	-0,142	0,011
T4-V3-V1	0,007	-0,077	0,105	0,243	0,232	0,067	0,095	-0,168	0,113
R4-V3-V1	0,034	0,170	0,102	0,381	0,096	0,095	0,181	0,025	0,115
T5-V3-V1	---	0,473	0,235	0,031	0,241	0,223	0,321	-0,212	-0,066
R5-V3-V1	0,473	---	0,086	0,191	0,082	0,345	0,464	-0,372	-0,298
T6-V3-V1	0,235	0,086	---	0,744	0,686	0,545	0,509	-0,324	-0,354
R6-V3-V1	0,031	0,191	0,744	---	0,620	0,551	0,500	-0,369	-0,344
T7-V3-V1	0,241	0,082	0,686	0,620	---	0,603	0,537	-0,433	-0,270
R7-V3-V1	0,223	0,345	0,545	0,551	0,603	---	0,452	-0,496	-0,456
ISQ-V2-V1	0,321	0,464	0,509	0,500	0,537	0,452	---	-0,534	-0,470
RET	-0,212	-0,372	-0,324	-0,369	-0,433	-0,496	-0,534	---	0,582
DZ	-0,066	-0,298	-0,354	-0,344	-0,270	-0,456	-0,470	0,582	---

Legenda:

p=0,005 p=0,001

Za iznalaženje faktorske strukture promjena razine zasjenjenja, promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova, imedijatne skupine ispitanika, korištena je metoda glavnih komponenata na koje je primjenjena *varimax* rotacija. Imedijatna skupina je pogodna za primjenu faktorske analize, naime KMO pokazatelj adekvatnosti uzorka iznosi zadovoljavajućih 0,614, a Barlettov test sferičnosti je značajan ($\chi^2 = 270,6$, $df = 136$, $p < 0,001$). Komunaliteti manifestnih varijabli (promjena razine zasjenjenja, promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova) iznad su 0,500 (tablica 16.), što ukazuje na činjenicu da su varijance svih manifestnih varijabli objašnjene u zadovoljavajućoj mjeri. Ekstrahirano je pet glavnih komponenti koje objašnjavaju 74,8 % ukupne varijance. Nakon primjene *varimax* rotacije glavnih komponenata dobivena su faktorska opterećenja navedena u tablici 16.

TABLICA 16.
Rezultati faktorske analize i rotirana matrica faktorskih opterećenja
pokazatelja promjena razine zasjenjenja, promjene ISQ-a, retrakcije gingive
i dubine džepova imedijatne skupine

	Fak. 1	Fak. 2	Fak. 3	Fak. 4	Fak. 5	Komu- naliteti
T1-V3-V1	-0,006	0,589	-0,031	0,047	0,634	0,751
R1-V3-V1	0,290	-0,198	0,110	0,196	0,810	0,830
T2-V3-V1	0,066	0,408	0,821	0,012	0,026	0,846
R2-V3-V1	0,008	-0,003	0,805	0,053	0,007	0,651
T3-V3-V1	0,086	0,912	0,009	-0,084	-0,025	0,847
R3-V3-V1	0,214	0,770	0,114	0,088	-0,039	0,661
T4-V3-V1	0,099	-0,031	0,707	-0,140	0,510	0,791
R4-V3-V1	0,147	-0,109	0,841	0,046	-0,051	0,745
T5-V3-V1	0,034	0,657	-0,021	0,352	0,014	0,558
R5-V3-V1	-0,034	0,381	0,147	0,780	-0,145	0,798
T6-V3-V1	0,865	0,109	0,066	0,098	0,079	0,781
R6-V3-V1	0,842	-0,009	0,269	0,165	0,010	0,808
T7-V3-V1	0,810	0,322	-0,014	0,034	0,321	0,864
R7-V3-V1	0,690	0,029	-0,020	0,438	0,071	0,674
ISQ-V2-V1	0,443	0,238	0,185	0,588	0,186	0,668
RET	-0,288	-0,074	0,006	-0,651	-0,434	0,701
DZ	-0,355	0,235	0,213	-0,708	-0,096	0,737
Svojstvena vrijednost	3,171	2,802	2,734	2,314	1,692	
Postotak varijance	18,7	16,5	16,1	13,6	10,0	
Kumulativni % varijance	18,7	35,1	51,2	64,8	74,8	

U skupini imedijatnih ispitanika prvi faktor saturira promjene razine zasjenjenja u točkama T6 i T7 i njima pripadnim regijama (R6 i R7) objašnjavajući 18,7 % varijabiliteta manifestnih varijabli (tablica 16.). Drugi i treći faktor saturiraju naizmjenice promjene razine zasjenjenja:

drugi faktor T1, T3, R3 i T5 objašnjavajući 16,5 % varijabiliteta manifestnih varijabli, treći faktor T2, R2, T4 i R4 objašnjavajući 16,1 % varijabiliteta manifestnih varijabli. Četvrti faktor saturira promjene vrijednosti Osstell testa (ISQ-V2-V1), retrakcija gingive, dubina džepova i promjena razine zasjenjenja u točki T5 objašnjavajući 13,6 % varijabiliteta manifestnih varijabli. Zadnji faktor objašnjava 10,0 % varijabiliteta manifestnih varijabli, a saturirana je s promjenom razine sivoga u točki T1 i njoj pripadnoj regiji R1.

Slična analiza koeficijenata korelacija moguće je provesti i s ispitanicima odgođene skupine. Tako su u tablici 17. navedeni Pearsonovi koeficijenti korelacije promjena razine zasjenjenja, promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova za odgođenu skupinu ispitanika organizirane u matričnom obliku. Zbog izostanka normalne razdiobe nekih varijabli i u ovom slučaju su rezultati Pearsonovih korelacije provjerene i neparametrijskom metodom, tj. Spearmanovim korelacijskim koeficijentima. Rezultati se tih dviju metoda dobro slažu te su iz tog razloga prezentirani Pearsonovi koeficijenti, tj. parametrijska verzija procjene povezanosti parova varijabli (tablica 17.). Zasjenjeni koeficijenti prema statističkoj značajnosti ne ukazuju na sistematičnu zavisnost varijabli promjene razine zasjenjenja, a potpuno su izostale korelacije retrakcije gingive i dubine džepova s varijablama promjene razine zasjenjenja pa i međusobno.

Bez obzira na činjenicu da se u matrici korelacija promjena razine zasjenjenja, promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova ispitanika odgođene skupine vjerojatno ne krije neka latentna struktura, vrijedi istražiti njihovu faktorsku strukturu, kao i kod imedijatne skupine, metodom glavnih komponenata na koje je primijenjena *varimax* rotacija. Odgođena skupina je slabo pogodna za primjenu faktorske analize, naime KMO pokazatelj adekvatnosti uzorka iznosi nezadovoljavajućih 0,453, a Barlettov test sferičnosti je ipak značajan ($\chi^2 = 263,9$, $df = 136$, $p < 0,001$). Komunaliteti manifestnih varijabli (promjena razine zasjenjenja, promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova) iznad su 0,500 (tablica 18.) što ukazuje na činjenicu da su varijance svih manifestnih varijabli objašnjene u zadovoljavajućoj mjeri. Ekstrahirano je sedam glavnih komponenti koje objašnjavaju 80,6 % ukupne varijance. Nakon primjene *varimax* rotacije glavnih komponenata dobivena su faktorska opterećenja navedena u tablici 18. Kako je uočljivo u tablici, korelacije manifestnih varijabli, u skupini odgođenih ispitanika, s latentnim varijablama ne ukazuju na interpretabilnu latentnu strukturu. Ta činjenica zapravo potvrđuje da se odgođena skupina suštinski razlikuje od imedijatne skupine.

TABLICA 17.
Koeficijenti Pearsonovih korelacija pokazatelja promjena razine zasjenjenja,
promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova odgođene skupine

	T1-V3-V1	R1-V3-V1	T2-V3-V1	R2-V3-V1	T3-V3-V1	R3-V3-V1	T4-V3-V1	R4-V3-V1
T1-V3-V1	---	0,378	0,210	-0,114	0,136	-0,054	-0,027	-0,199
R1-V3-V1	0,378	---	-0,046	0,180	0,238	0,460	-0,294	0,007
T2-V3-V1	0,210	-0,046	---	-0,084	0,109	0,034	0,096	-0,027
R2-V3-V1	-0,114	0,180	-0,084	---	0,022	0,547	0,057	0,327
T3-V3-V1	0,136	0,238	0,109	0,022	---	0,530	0,045	-0,045
R3-V3-V1	-0,054	0,460	0,034	0,547	0,530	---	-0,239	0,139
T4-V3-V1	-0,027	-0,294	0,096	0,057	0,045	-0,239	---	0,505
R4-V3-V1	-0,199	0,007	-0,027	0,327	-0,045	0,139	0,505	---
T5-V3-V1	0,002	0,034	-0,013	0,064	0,184	0,171	-0,010	0,276
R5-V3-V1	-0,043	0,298	-0,184	0,268	0,302	0,533	0,243	0,704
T6-V3-V1	0,264	0,515	-0,162	0,239	0,583	0,562	-0,116	-0,014
R6-V3-V1	-0,181	0,036	-0,219	0,734	-0,027	0,340	0,191	0,463
T7-V3-V1	0,200	0,363	-0,025	0,323	0,458	0,566	-0,049	-0,007
R7-V3-V1	-0,077	0,171	-0,252	0,434	0,441	0,599	-0,095	0,214
O-V2-V1	-0,083	0,020	0,188	0,423	0,311	0,483	0,084	0,081
RET	-0,099	-0,002	-0,032	0,020	-0,049	0,019	-0,051	-0,207
DZ	0,057	0,017	-0,085	0,118	0,132	0,034	0,302	-0,008

	T5-V3-V1	R5-V3-V1	T6-V3-V1	R6-V3-V1	T7-V3-V1	R7-V3-V1	ISQ-V2-V1	RET	DZ
T1-V3-V1	0,002	-0,043	0,264	-0,181	0,200	-0,077	-0,083	-0,099	0,057
R1-V3-V1	0,034	0,298	0,515	0,036	0,363	0,171	0,020	-0,002	0,017
T2-V3-V1	-0,013	-0,184	-0,162	-0,219	-0,025	-0,252	0,188	-0,032	-0,085
R2-V3-V1	0,064	0,268	0,239	0,734	0,323	0,434	0,423	0,020	0,118
T3-V3-V1	0,184	0,302	0,583	-0,027	0,458	0,441	0,311	-0,049	0,132
R3-V3-V1	0,171	0,533	0,562	0,340	0,566	0,599	0,483	0,019	0,034
T4-V3-V1	-0,010	0,243	-0,116	0,191	-0,049	-0,095	0,084	-0,051	0,302
R4-V3-V1	0,276	0,704	-0,014	0,463	-0,007	0,214	0,081	-0,207	-0,008
T5-V3-V1	---	0,290	0,261	0,188	0,340	0,146	0,222	-0,021	0,065
R5-V3-V1	0,290	---	0,371	0,373	0,304	0,660	0,308	-0,269	0,113
T6-V3-V1	0,261	0,371	---	0,207	0,783	0,536	0,367	-0,113	0,230
R6-V3-V1	0,188	0,373	0,207	---	0,326	0,557	0,266	-0,080	0,253
T7-V3-V1	0,340	0,304	0,783	0,326	---	0,458	0,446	-0,017	0,244
R7-V3-V1	0,146	0,660	0,536	0,557	0,458	---	0,537	-0,237	0,197
ISQ-V2-V1	0,222	0,308	0,367	0,266	0,446	0,537	---	-0,284	-0,017
RET	-0,021	-0,269	-0,113	-0,080	-0,017	-0,237	-0,284	---	0,150
DZ	0,065	0,113	0,230	0,253	0,244	0,197	-0,017	0,150	---

Legenda:

p=0,005

p=0,001

TABLICA 18.
Rezultati faktorske analize i rotirana matrica faktorskih opterećenja
pokazatelja promjena razine zasjenjenja, promjene ISQ-a, retrakcije gingive
i dubine džepova odgođene skupine

	Fak. 1	Fak. 2	Fak. 3	Fak. 4	Fak. 5	Fak. 6	Fak.7	Komu- naliteti
T1-V3-V1	0,111	-0,199	-0,130	0,774	0,163	0,225	-0,110	0,757
R1-V3-V1	0,287	0,158	0,095	0,789	-0,268	-0,121	0,076	0,831
T2-V3-V1	0,008	-0,068	-0,036	0,077	-0,008	0,919	-0,004	0,857
R2-V3-V1	0,131	0,926	0,076	0,024	-0,001	0,048	0,050	0,887
T3-V3-V1	0,792	-0,138	0,064	0,055	0,069	0,095	-0,076	0,672
R3-V3-V1	0,653	0,504	0,146	0,130	-0,305	0,032	0,044	0,815
T4-V3-V1	-0,157	0,038	0,384	-0,123	0,751	0,236	-0,153	0,832
R4-V3-V1	-0,154	0,320	0,867	-0,017	0,154	0,011	-0,180	0,934
T5-V3-V1	0,413	-0,125	0,602	-0,150	-0,066	0,057	0,292	0,664
R5-V3-V1	0,347	0,262	0,712	0,121	0,041	-0,220	-0,317	0,860
T6-V3-V1	0,812	0,120	0,034	0,347	0,053	-0,185	-0,044	0,834
R6-V3-V1	0,097	0,808	0,241	-0,084	0,221	-0,186	-0,026	0,811
T7-V3-V1	0,781	0,246	0,037	0,208	0,103	0,010	0,104	0,736
R7-V3-V1	0,612	0,461	0,124	-0,091	0,000	-0,319	-0,350	0,835
ISQ-V2-V1	0,571	0,386	0,011	-0,279	-0,066	0,349	-0,347	0,800
RET	-0,059	0,044	-0,123	-0,035	0,055	-0,017	0,880	0,799
DZ	0,245	0,123	-0,099	0,057	0,780	-0,194	0,207	0,778
Svojstvena vrijednost	3,549	2,494	1,925	1,561	1,469	1,361	1,343	
Postotak varijance	20,9	14,7	11,3	9,2	8,6	8,0	7,9	
Kumulativni % varijance	20,9	35,5	46,9	56,1	64,7	72,7	80,6	

4.7. Rezultati analize promjena razine zasjenjenja, parodontološkog statusa i Osstell testa po skupinama i navici pušenja

Odnos razine zasjenjenja u točkama i regijama 6 i 7, rezultate Osstell testa, kao i retrakciju gingive i dubine džepova analizirali smo dvofaktorskim modelom analize varijance, budući da su retrakcija gingive i dubina džepova statistički značajno zavisni o navici pušenja. Iz tog razloga pored skupine kao faktora uvedena je i navika pušenja kao drugi faktor. U tablici 19. navedeni su rezultati tih dvofaktorskih modela analize varijance za sve gore navedene varijable.

TABLICA 19.
Rezultati analize varijance promjene razine zasjenjenja, promjene ISQ-a, retrakcije gingive i dubine džepova sa skupinom i navikom pušenja kao faktorima

Varijabla		Faktori	df	MS	F	p
T6-V3-V1	Glavni efekti	SKUPINA	1	277,049	20,783	< 0,001
		PUŠENJE	1	154,046	11,556	0,001
	Interakcija	SKUP×PUŠE	1	40,224	3,017	0,088
	Model		3	157,106	11,785	< 0,001
R6-V3-V1	Glavni efekti	SKUPINA	1	121,895	58,591	< 0,001
		PUŠENJE	1	29,552	14,205	< 0,001
	Interakcija	SKUP×PUŠE	1	12,933	6,217	0,016
	Model		3	54,793	26,337	< 0,001
T7-V3-V1	Glavni efekti	SKUPINA	1	265,988	19,031	< 0,001
		PUŠENJE	1	65,155	4,662	0,035
	Interakcija	SKUP×PUŠE	1	28,023	2,005	0,162
	Model		3	119,722	8,566	< 0,001
R7-V3-V1	Glavni efekti	SKUPINA	1	119,935	42,857	< 0,001
		PUŠENJE	1	36,656	13,098	0,001
	Interakcija	SKUP×PUŠE	1	14,173	5,064	0,028
	Model		3	56,921	20,340	< 0,001
ISQ-V2-V1	Glavni efekti	SKUPINA	1	0,267	0,321	0,573
		PUŠENJE	1	23,365	28,132	< 0,001
	Interakcija	SKUP×PUŠE	1	1,590	1,915	0,172
	Model		3	8,407	10,123	< 0,001
RET	Glavni efekti	SKUPINA	1	0,037	0,186	0,668
		PUŠENJE	1	3,335	16,546	< 0,001
	Interakcija	SKUP×PUŠE	1	0,154	0,765	0,385
	Model		3	1,175	5,832	0,002
DZ	Glavni efekti	SKUPINA	1	1,667	2,889	0,095
		PUŠENJE	1	7,800	13,519	0,001
	Interakcija	SKUP×PUŠE	1	1,156	2,003	0,163
	Model		3	3,541	6,137	0,001

Dvofaktorskim modelom analize varijance moguće je ispitati temeljni utjecaj svake od nezavisnih varijabli (skupina i navike pušenja) kao i mogući utjecaj njihove interakcije na pojedine zavisne varijable (promjena razine zasjenjenja, vrijednosti Osstell testa, retrakciju gingive i dubine džepova). Interakcija se događa u slučaju kada se utjecaj jedne nezavisne varijable na zavisnu varijablu mijenja u zavisnosti od kategorija druge nezavisne varijable. Nezavisne se varijable (faktori) u terminologiji analize varijance nazivaju glavnim efektima. U sklopu analize testiraju se i valjanost, odnosno značajnost postavljenog modela. Kada model nije statistički značajan, analiza nije pogodna za rješavanje postavljenog problema.

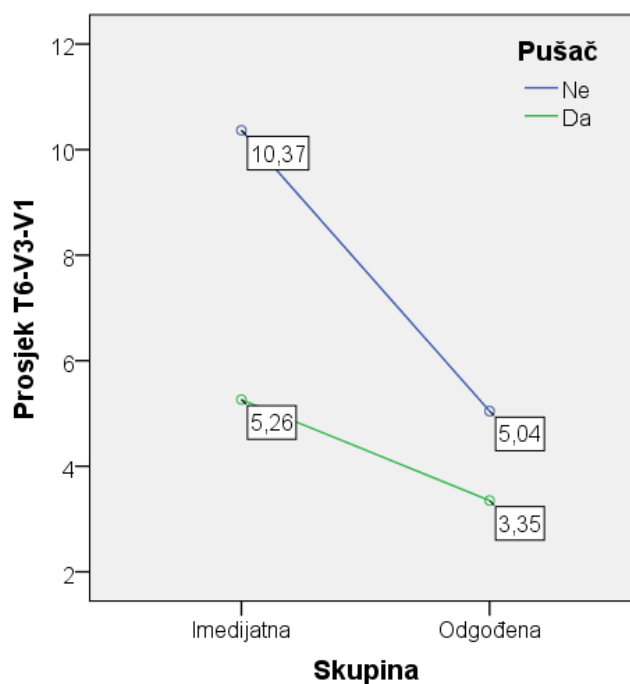
Iz rezultata analize varijance promjene razine zasjenjenja u točki 6 značajni su samo glavni efekti (tablica 19.). Na slici 25. uočljiva je suština te razlike: značajna je razlika među skupinama, a nezavisno od toga značajne su i razlike među pušačima i nepušačima u istom smjeru u obje skupine ispitanika – prosječna je vrijednost promjene razine zasjenjenja veća u nepušača.

Promjena razine zasjenjenja u regiji 6 osim glavnih efekata značajan je utjecaj njihove interakcije (tablica 19) što ima posljedicu da se razlike među pušačima i nepušačima ostvaruju na različit način u imedijatnoj i odgođenoj skupini (slika 26).

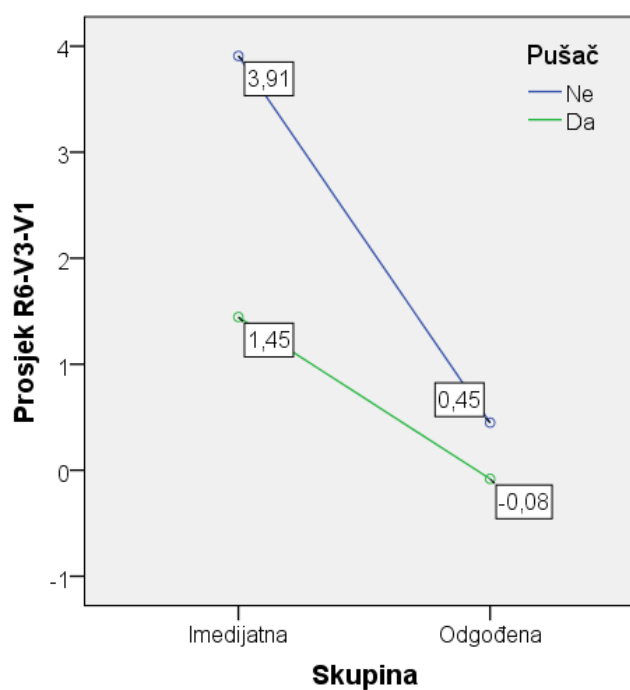
Rezultati analize promjene razine zasjenjenja u točki i regiji 7 slični su onima u točki i regiji 6. U točki 7 značajan je samo utjecaj glavnih efekata, dok u pripadnoj regiji 7 značajna je interakcija glavnih efekata. Interpretacija je sukladna onoj u svezi s točkom 6, što zorno pokazuju i sličnosti slike 27. sa slikom 25. i sličnost slike 28. sa slikom 26.

U slučaju promjene vrijednosti Osstell testa (ISQ-V2-V1) interpretacija rezultat analize je jednostavna – skupina i interakcija faktora ne utječu statistički značajno na formiranje vrijednosti Osstell testa nego samo navike pušenja. Kako je uočljivo na slici 29. razlika između ISQ-a pušača i nepušača znatna je u korist nepušača u obje skupine ispitanika, što znači da na formiranje promjene vrijednosti Osstell testa značajni utjecaj ima samo navika pušenja.

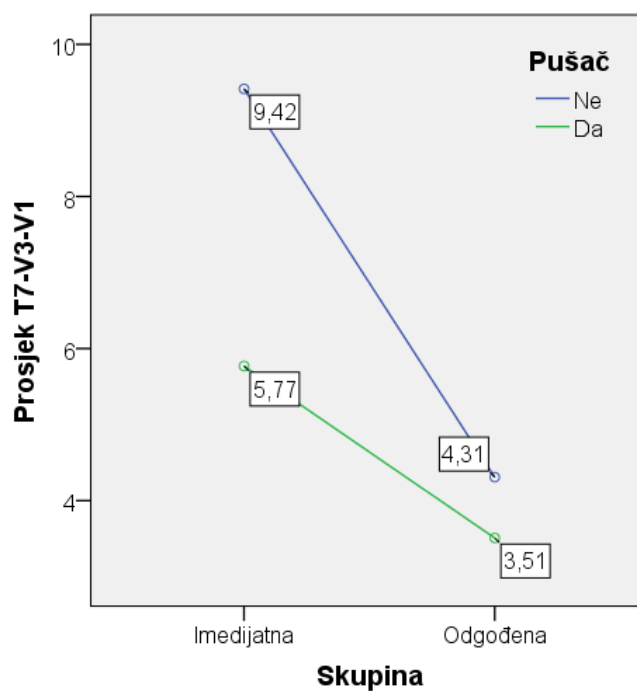
Rezultati analize retrakcije gingive i dubine džepova pokazuju da i u njihovom slučaju značajan utjecaj ima samo faktor koji opisuje navike pušenja (tablica 19.). Prosječne vrijednosti retrakcije gingive i dubina parodontnih džepova po skupinama i navici pušenja prikazani su na slikama 30. i 31., slično kao i za prethodne zavisne varijable. Vidljiva je istosmjerna promjena zavisnih varijabli (retrakcija gingive i dubina džepa) po skupinama, no znatno su veći prosjeci pušačke skupine.



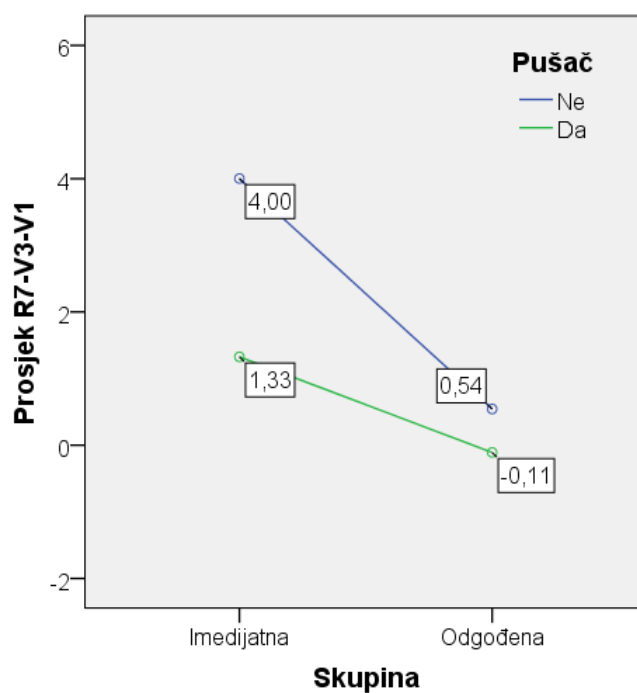
SLIKA 25.
Prosječne vrijednosti promjene razine zasjenjenja u točki 6 (T6-V3-V1) po skupinama i navici pušenja



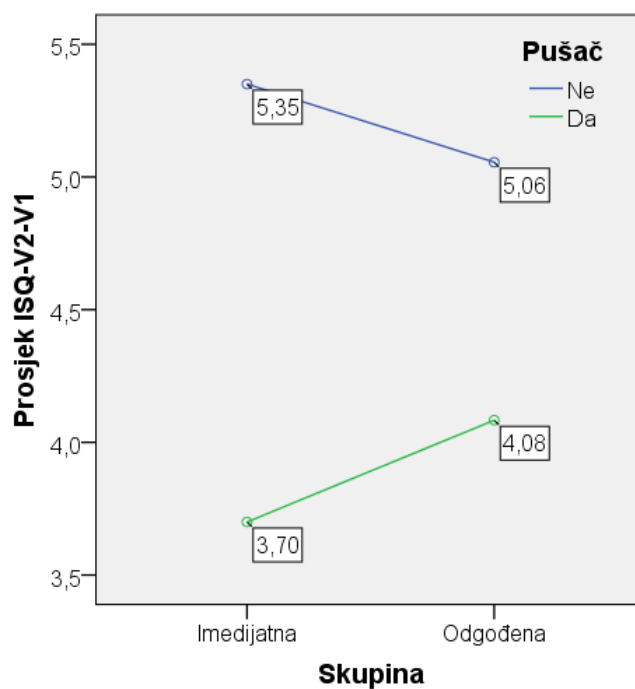
SLIKA 26.
Prosječne vrijednosti promjene razine zasjenjenja u regiji 6 (R6-V3-V1) po skupinama i navici pušenja



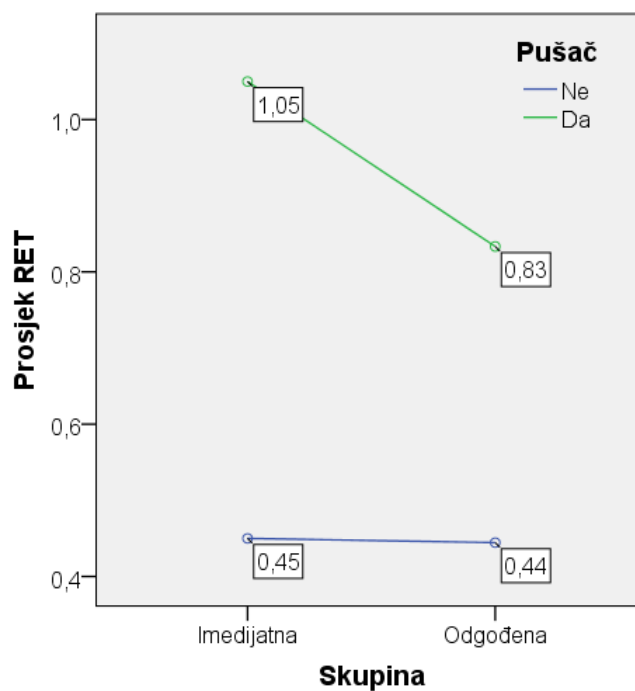
SLIKA 27.
Prosječne vrijednosti promjene razine zasjenjenja u točki 7 (T7-V3-V1) po skupinama i navici pušenja



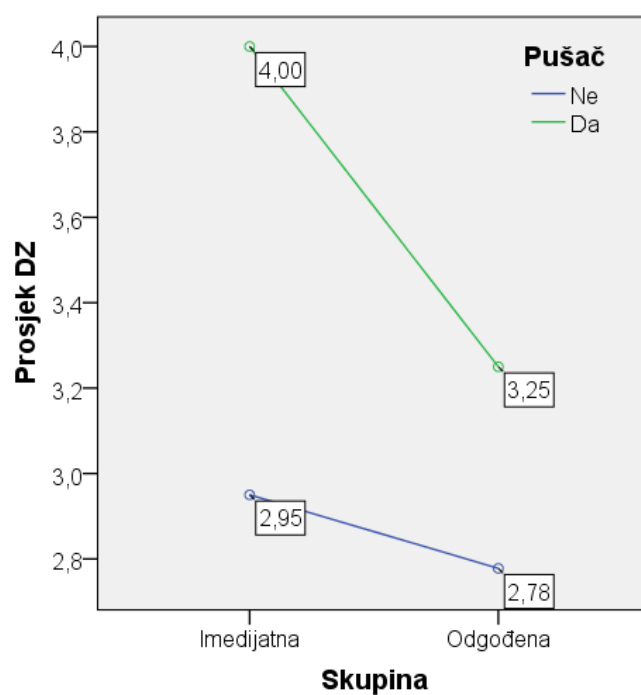
SLIKA 28.
Prosječne vrijednosti promjene razine zasjenjenja u regiji 7 (R7-V3-V1) po skupinama i navici pušenja



SLIKA 29.
Prosječne vrijednosti Osstell testa (ISQ-V2-V1) po skupinama i navici pušenja



SLIKA 30.
Prosječne vrijednosti retrakcije gingive (RET) po skupinama i navici pušenja



SLIKA 31.
Prosječne vrijednosti dubine džepova (DZ) po skupinama i
navici pušenja

4.8. Rezultati analize razlike promjene razine zasjenjenja, parodontološkog statusa i Osstell testa po skupinama primjenom metode diskriminacijske analize

Problem određivanja razlika između imedijatne i odgođene skupine u ovom slučaju moguće je formulirati i kao multivarijatni diskriminacijski problem u prostoru 17 manifestnih varijabli (promjene razine zasjenjenja, parodontni status i vrijednosti Osstell testa) te rješavati metodom multivarijatne diskriminacijske analize s dvije skupine ispitanika. Rezultati analize navedeni su u tablicama od 20. do 22. i prikazani na slici 32.

TABLICA 20.
Kanonička diskriminacijska funkcija - svojstvene vrijednosti i Wilksova Λ

Disk. funk.	Svojstv. vrijedn.	Post. varija.	Kumu. postot.	Kanon. korel.	Test dis.fun.	Wilksova Λ	χ^2	df	p
1	2,275	100,0	100,0	0,833	1	0,305	58,723	17	<0,001

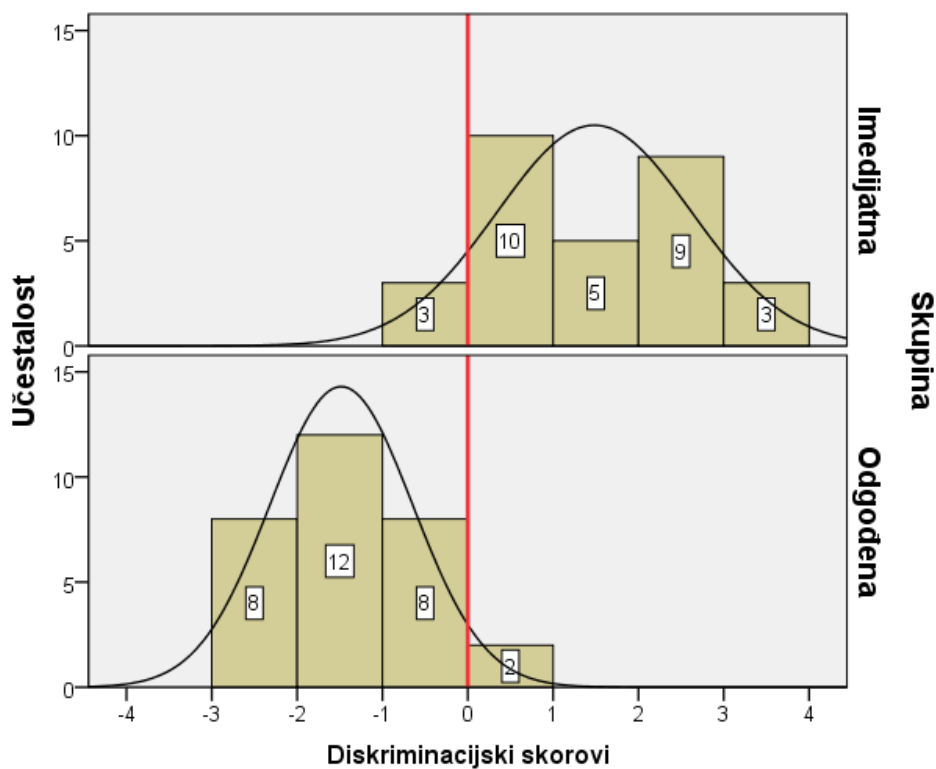
Kanonička korelacija koja pokazuje odnos varijance među skupinama i ukupne varijance iznosi 0,833. Test preko Wilksova Λ koeficijeta pokazuje da je jedina moguća diskriminacijska funkcija statistički značajna ($p < 0,001$), tj. da su na njoj skupine statistički značajno udaljene (tablica 20). Tom redukcijom dimenzionalnosti, tj. svođenjem testiranja razlike sa 17 na jednu varijablu, skupine se mogu prikazati u jednodimenzionalnome diskriminacijskom prostoru (koliko je uopće moguće odrediti u slučaju dviju skupina). Određivanje sadržaja svodi se na njezine korelacije s polaznim (manifestnim, tj. originalnim) varijablama što omogućuje i njezino imenovanje. Koeficijenti korelacije manifestnih varijabli s diskriminacijskom funkcijom navedeni su u tablici 21.

Kako se vidi iz korelacija navedenih u tablici 21, diskriminacijsku funkciju najviše objašnjavaju varijable koje opisuju promjenu razine zasjenjenja i to redom u regijama R6, R7, R3 i R4, zatim u točki T7, pa u regiji R5, potom u točki T6, te na kraju u regiji R2. Promjena razine zasjenjenja u ostalim točkama i regijama, vrijednost Osstell testa i pokazatelji parodontnog statusa ne utječu bitno na razdvajanje istraživanih skupina.

Pozicija pojedinih skupina u ovom slučaju jednodimenzionalnom diskriminacijskom prostoru može se jasno razabrati na slici 32., na kojoj su prikazane razdiobe vrijednosti diskriminacijskih skorova posebno za imedijatnu i odgođenu skupinu.

TABLICA 21.
Korelacije varijabli i
kanoničke diskriminacijske
funkcije

Šifra	Funk. 1
R6-V3-V1	0,581
R7-V3-V1	0,504
R3-V3-V1	0,399
R4-V3-V1	0,377
T7-V3-V1	0,365
R5-V3-V1	0,365
T6-V3-V1	0,360
R2-V3-V1	0,248
R1-V3-V1	0,193
T2-V3-V1	0,149
DZ	0,133
T1-V3-V1	-0,124
T4-V3-V1	-0,073
T5-V3-V1	-0,050
ISQ-V2-V1	0,040
T3-V3-V1	-0,039
RET	0,033



SLIKA 32.
Razdioba diskriminacijskih skorova po skupinama (N = 60)

Na osnovu diskriminacijske varijable moguće je prognozirati pripadnost entiteta pojedinim skupinama. U ovom je slučaju 91,7 % svih ispitanika ostalo u svojoj prvobitnoj skupini. Od 30 imedijatnih ispitanika na osnovi svojih podataka tri su ispitanika klasificirani u odgođenu skupinu, a iz odgođene skupine dva su ispitanika klasificirani u imedijatnu skupinu (tablica 22.). Te „prekvalifikacije“ ispitanika među skupinama jasno prikazuje slika 32. sa stupcima histograma lijevo (za imedijatnu skupinu) i desno (za odgođenu skupinu) od crvene vertikale.

TABLICA 22.
Rezultati klasifikacije ispitanika u skupine

Aktualno članstvo u skupini	N	Procjena članstva u skupini	
		Imedijatna	Odgođena
Imedijatna	30	27	3
		90,0 %	10,0 %
Odgođena	30	2	28
		6,7 %	93,3 %

Mnogi su autori opisivali različite metode mjerenja za procjenu gustoće kosti, najčešće za procjenu osteoporoze (58-65). Neke su metode bile jednostavne za primjenu, ali neprecizne, druge su bile izuzetno precizne, ali nažalost skupe i složene. Do sada ima malo studija o radiološkom praćenju promjena alveolarne kosti oko implantata (121-123). U dentalnoj se implantologiji za prijeoperativno određivanje gustoće kosti a samim time i procjenu kvalitete kosti najčešće upotrebljava analiza Hounsfield jedinica dobivenih CT ili CBCT uređajem (124,125). Te su se trodimenzionalne analize pokazale najobjektivnije za procjenu stanja kosti prije ugradnje implantata jer mogu razlikovati više od 4000 razine zasjenjenja. Međutim, limitiranost CT/CBCT uređaja sjena je koju stvara metalni implantat te se samo praćenje promjena denziteta kosti oko ugrađenog implantata pokazalo neučinkovito. Za procjenu promjene razine zasjenjenja kosti oko implantata najpreciznija i najsigurnija pokazala se digitalna retroalveolarna snimka (79,80). Prednosti retroalveolarnih snimaka je odličan prikaz koštanih struktura bez stvaranja sjene implantata, pristupačnost samog snimanja, ugodnost za pacijenta te povoljna cijena. Limitiranosti te tehnike su mogućnost praćenja promjena samo mezijano i distalno oko implantata, potrebitost standardizacije snimka, te dvodimenzionalni prikaz 265 razina sivila u odnosu na trodimenzionalni prikaz 4000 razina sivila CT uređajem. Jedna je od najčešćih mogućih pogrešaka u kvantitativnoj analizi promjena razine zasjenjenja kroz određeno vrijeme u seriji retroalveolarnih snimaka otežana standardizacija snimaka. Prije svega tu utječu varijacije parametra snimanja, osjetljivost filma sa stvaranjem svijetlih ili tamnijih snimaka te različiti kutovi snimanja (70-75). Nekolicina je autora predložila mjerenje koštanih promjena koje se očituju kao promjena zasjenjenja na rendgenskim snimkama. Mjerenje promjena kosti može se podijeliti na apsolutne i relativne metode. Za apsolutnu procjenu kosti koristi se referentni objekt (kalibracijski klin), dok se za relativnu procjenu koriste standardizirane regije na slici koje se ne mijenjaju na seriji rendgenskih snimaka i služe za standardiziranje serije snimaka bez kalibracijskoga klina. Relativne metode često se koriste u subtrakcijskoj radiografiji.

U apsolutnoj metodi za procjenu gustoće kosti potrebno je postaviti kalibracijski klin. Za kalibraciju je do sada korišten veliki broj materijala kao aluminij, bakar, nikal, hidroksiapatit, barijevsulfat (58,59,66,76-78). Aluminij i bakar su najzastupljeniji za mjerenje. Prihvatljivi su zbog vrlo sličnog atomskoga broja kao kalcij (20), koji je glavni element u kosti. Pošto je atomski broj aluminija 13 potreban je masivniji aluminijski klin da bi se mogao vidjeti na rendgenskoj snimci. Aluminij je zamijenio bakar čiji atomski broj iznosi 29, pa je potreban

manji klin da bude vidljiv na snimci, koji se preporuča za intraoralna snimanja. Kalibracijski klinovi služe nam za korekcije očitanih razina zasjenjenja i za mjerenje gustoće kosti. Na taj je način omogućena standardizacija snimaka, odnosno zadovoljavajuća preciznost dijagnosticiranja promjena gustoća koštanog tkiva. Ukoliko se procjenjuje gustoća kosti na klasičnim analognim snimkama, snimke je potrebno digitalizirati najčešće s pomoću skenera ili digitalnog fotoaparata. Nakon digitaliziranja slike se pohranjuju na računalu i s pomoću specijalnih programa pristupa se mjerenju razine zasjenjenja na samoj slici u odnosu na kalibracijski klin. U istraživanju Knezović-Zlatarić (58) prikazano je denzitometrijsko mjerenje na panoramskim snimkama s pomoću bakrenoga kalibracijskog klina pri čemu je bilo potrebno izmjeriti razinu zasjenjenja pozadine oko klina zbog ispravljanja vrijednosti optičkih gustoća klina nastalih zbog čestog preklapanja mekih i tvrdih tkiva s klinom. Za oduzimanje sjena superponiranih preko kalibracijskog klina potrebno je od svake snimke izraditi pozitiv, odnosno invertirati snimku uz očitavanje razine zasjenjenja (58). Vrijednosti invertiranih zasjenjenja (0 predstavlja najveću atenuaciju zračenja, odnosno najjače zacrnjenje, dok 255 predstavlja najslabiju atenuaciju zračenja, odnosno najslabije zacrnjenje) pretvaraju se u optičke denzitete prema formuli $OD = -\log (I_i/255)$, gdje je I_i vrijednost izmjerene razine zasjenjenja za svaki sloj kalibracijskog klina. Optički se denziteti svake stepenice klina stavljaju u odnos s poznatom debljinom klina te se na taj način oduzimaju superponiranja. Zatim se na slici određuju područja interesa (ROI) i mjere se srednje razine zasjenjenja i pripadajuće optičke gustoće. Ukoliko se slike istog pacijenta snimane u različitim vremenskim intervalima uspoređuju, potrebno je vrijednosti izraziti u ekvivalente debljine kalibracijskog klina zbog razlika u postupku snimanja, razvijanja slika i skeniranja. Mjerenje se razine zasjenjenja u ekvivalente kalibracijskog klina postiže stavljanjem u odnos optičkih gustoća svakog sloja kalibracijskog klina i stvarne debljine kalibracijskog klina. Mnogi autori navode da je odnos optičke gustoće i stvarne debljine kalibracijskog klina najbolje prikazan s pomoću regresijske formule polinoma funkcije trećeg stupnja (58,59,76-78). S pomoću formule optičke se gustoće ROI preračunavaju u ekvivalente stvarne debljine kalibracijskog klina. U ovom istraživanju i istraživanju Baučić-Božić (59) korištene su digitalne retroalveolarne snimke, gdje je svaka snimka dobivena izravno u digitalnom obliku. Za mjerenje nije potrebno razvijati rendgenski film, niti skenirati snimku, pa su eliminirane pogreške koje mogu nastati na analognim snimkama prilikom razvijanja i prilikom skeniranja (31,60,61,126-130). U istraživanju su se koristile digitalne retroalveolarne snimke regije premolara gornje čeljusti. Za izračunavanje razine zasjenjenja nije bilo potrebno vrijednosti pretvarati u optičku gustoću, odnosno invertiranje slike iz negativa u pozitiv.

U pilot studiji iz 2008. godine (63) prikazano je mjerenje razine zasjenjenja kosti oko implantata, pri čemu je implantat korišten kao korekcijski faktor za izjednačavanje svih mjernih snimaka. Implantat je građen od titana, a titan također ima slični atomski broj u odnosu na kalcij i kao takav je pogodan materijal za standardizaciju serije snimaka. Nažalost, implantat nije pogodan kao kalibraciji klin jer klasični kalibracijski klinovi obuhvaćaju niže i više razine zasjenjenja, dok su implantati dostupni samo u višim vrijednostima. Implantati su se pokazali dobrim za standardizaciju serije snimaka jer postoje tri različite vrijednosti na implantatima. U istraživanju iz 2008. godine (63) koristilo se više programa za kompletno mjerenje koje je oduzimalo puno vremena za obradu podataka te su zbog korištenja više programa za obradu slike pogreške u samoj obradi i rezultatima bile učestale. Zbog tih se razloga pristupilo programiranju novog programa za mjerenje razina zasjenjenja u dentalnoj implantologiji koji bi obuhvatio sve alate za obradu slike i standardizaciju snimka u cjelinu, uz bržu i precizniju obradu same slike.

Trenutačno postoji više različitih računalnih programa za obradu digitalne slike. Problem koji se javlja prilikom snimanja istog pacijenta u različitim vremenskim intervalima odabir je istog mjesta regije interesa. Posljedično je zaključiti da je pogreška prilikom snimanja manja ukoliko se odrede veća područja interesa, što obuhvaća više piksela, jer je gotovo nemoguće obuhvatiti identične piksele na seriji snimaka. U istraživanju se pokušao ovaj problem riješiti dvostrukom provjerom, odnosno upotrebom individualnoga silikonskoga ključa koji je bio postavljen na nosač rendgenskog filma i dodatnom provjerom na samom računalnom programu. Na programu su se odredile dvije linije, odnosno širina i duljina implantata na svim slikama te je program automatski standardizirao sve snimke u odnosu na prvu snimku. Za mjerenje razine zasjenjenja regije interesa korištena je točka kvadratnog oblika veličine 0,5 mm x 0,5 mm koja u svom mjernom dijelu sadrži 23,8 različitih piksela i regija pravokutnog oblika veličine 0,5 mm x 1,5 mm koja sadrži 71,4 različitih piksela. Program sadržava mogućnost uvećanja snimke koje nam omogućuje preciznije pozicioniranje svih regija interesa. Kada se standardiziraju slike prilikom određivanja regija interesa, program automatski prikaže regiju interesa na točno istom mjestu na svim trima sukcesivnim snimkama. Mjerne su točke postavljene između određenog navoja implantata, dok su mjerne regije postavljene na istim mjestima kao točke s tim da su usmjerene horizontalno, osim prve regije koja je usmjerena okomito. Prilikom određivanja regija interesa mjerna točka veličine 0,5 mm x 0,5 mm postavila se na kosti oko navoja implantata na prvoj snimci. Program automatski postavlja mjerne regije na ostalim slikama, pri čemu se primjetilo da većina mjernih regija obuhvaća kost oko navoja i mali dio navoja implantata. Zbog toga su mjerne

regije interesa postavljen je izvan navoja, pazeći da pritom regije interesa ne dodiruju implantat na preostalim snimkama. Navoji implantata su neizravno služili za provjeru točnosti same standardizacije jer je prosječna udaljenost između navoja 0,5 mm. Taj podatak govori da je gotovo nemoguće dobiti sve tri identične slike. Pokazalo se da je za preciznije mjerenje potrebno odrediti veće regije interesa. Mjerne regije veličine 0,5 mm x 0,5 mm korelirale su s regijama veličine 0,5 mm x 1,5 mm, ali nisu pokazale statističku značajnost u odnosu na regiju veličine 0,5 mm x 1,5 mm. CCD senzor korišten u ovom istraživanju ima rezoluciju i veličinu piksela od 21 x 21 mikron. U istraživanju nije korišten kalibracijski klin jer se nije mjerila gustoća kosti, nego se mjerila promjena razine zasjenjenja kroz dva mjerenja u odnosu na prvo. Za standardizaciju je korišten implantat kao korekcijska točka za izjednačavanje boje svake snimke.

Za provjeru samog programa u istraživanju su se uspoređivale dvije tehnike, odnosno dva načina ugradnje dentalnih implantata: imedijatna tehnika ugradnje implantata neposredno nakon ekstrakcije zuba i klasična dvofazna odgođena kirurška tehnika u formiranu alveolu. Za dodatnu provjeru koristili su se i klinički nalazi te mjerenje Osstellom.

U istraživanju Baučić-Božić (59) denzitometrijskom analizom pratila se promjena gustoće alveolarnog nastavka oko zuba nosača. U njezinom je istraživanju opisana statistički značajna razlika u gustoći alveolarnoga koštanog tkiva s mezijane i distale strane uzduž korijena zuba. Kost je uvijek bila gušća na distalnoj strani u odnosu na mezijalnu. Ipak ova razlika je prepisana zadebljanju alveolarnog nastavka prema distalno. U tom se istraživanju mjerila pregradnja, odnosno razlika zasjenjenja u drugom i trećem mjerenju u odnosu na prvo. Uspoređujući promjene zasjenjenja mezijalno i distalno uzduž samog implantata nije opisana statistički značajna razlika.

U rezultatima istraživanja opisuje se statistički značajna razlika između dviju skupina ispitanika. Ukoliko se gleda po mjernim točkama i regijama mjerenja statistički se značajne razlike najbolje opisuju u točkama 6 i 7 te u regiji 6 i 7. Te regije interesa odgovaraju regijama marginalne kosti. Kod gotovo svih ispitanika najniže zasjenjenje je očitano u koronarnim regijama u odnosu na središnje i apikalno područje, što je uvjetovano anatomskom građom kosti koja zadebljava prema apikalno, te se u koronarnoj regiji mogu očekivati najveći negativni učinci koji smanjuju gustoću kosti bilo uslijed velike količine plaka, upale gingive, kamenca, odnosno nepovoljnog djelovanja pušenja ili kombinacije navedenih razloga. Uspoređujući točke i regije možemo zaključiti da gotovo sve mjerne točke pozitivno koreliraju s pridruženim regijama. Međutim, uspoređujući imedijatnu i odgođenu

tehniku nije nađena statistički značajna razlika između mjernih točaka dok je nađena statistički značajna razlika između mjernih regija.

Postoje mnogobrojne publikacije o koštanom cijeljenju, odnosno stupanju oseointegracije dentalnih implantata ugrađenih imedijatnom i odgođenom tehnikom (131-135). Uspoređujući promjene razine zasjenjenja u mjernim točkama i regijama opisala se statistički značajna razlika u svim mjernim regijama između dviju skupina ispitanika te između mjernih točaka 6 i 7. Te rezultate možemo prepisati pojačanoj pregradnji kosti kod imedijatne tehnike u odnosu na slabiju pregradnju kod stabilne formirane alveole. Često je prilikom ugradnje implantata u svježju postekstrakcijsku ranu potrebno augmentirati kost oko samog implantata radi postizanja veće stabilnosti a time i uspješnije implantološke terapije. Imedijatna tehnika pokazuje veće promjene u pregradnji, odnosno veće promjene zasjenjenja s obzirom na odgođenu tehniku.

U istraživanju se navodi da je u drugom mjerenju (šest mjeseci nakon ugradnje implantata bez funkcionalnog opterećenja) došlo do značajnog porasta razine zasjenjenja u obje tehnike, pogotovo u imedijatnoj tehnici, dok je u trećem mjerenju (godinu dana nakon ugradnje implantata, odnosno šest mjeseci nakon funkcionalnog opterećenja) došlo do blagog pada razine sivila oko implantata posebice u mjernoj regiji 6 i 7 u obje skupine ispitanika. Tu promjenu možemo prepisati pregradnji kosti prilikom funkcionalnog opterećenja. Regija 6 i 7 najpodložnije su negativnim promjenama uslijed sila (posebice okuzalnih), navika pušenja, plaka i kamenca. Mnogi autori navode da je najveća promjena kosti opisana u području alveolarnog sedla u prvoj godini nakon implantacije uslijed funkcionalne pregradnje. Jedno od prednosti imedijatne ugradnje implantata u postekstrakcijsku ranu je preservacija bukalne stijenke, odnosno smanjena resorpcija alveolarnog sedla. Prosječna resorpcija bukalne stijenke kod imedijatne tehnike ugradnje varira od 0,1 mm do 3,14 mm u godini (136-140). Taj se podatak održava i na ovo istraživanje gdje je navedeno da je najveća promjena razine zasjenjenja u regiji marginalne kosti (regije 6 i 7) u odnosu na druge regije interesa.

Neki su autori opisali značajnu resorpciju kosti nakon odizanja režnja prilikom ugradnje implantata (141), dok drugi autori te tvrdnje odbacuju (142-144). U istraživanju su svi implantati ugrađeni s odizanjem mukoperiostalnog režnja. U ekperimentalnim je studijama (136,139) prikazano što je veći promjer postekstrakcijske alveolarne kosti, to je slabija resorpcija bukalnog dijela kosti nakon imedijatne implantacije. Kliničke su studije pokazale da su širina alveolarnoga grebena te dimenzija praznog prostora između alveolarnog zida i površine implantata ključni faktori koji utječu na remodelaciju nakon ugradnje implantata (145,146). Isti autori navode da je remodelacija puno aktivnija nakon imedijatne ugradnje

implantata u odnosu na odgođenu implantaciju. To je potvrđeno i u ovom istraživanju gdje je pregradnja, odnosno promjena razine zasjenjenja bila statistički značajna u svim mjernim regijama između dviju skupina.

Rezultati korelacije u imedijatnoj skupini ne pokazuju na sustavno značajne korelacije između regije interesa u odnosu na promjene Osstella, retrakcije i dubine džepova do mjerne regije odnosno mjerne točke 6 i 7 koja pokazuje značajnu korelaciju između promjene razine zasjenjenja u odnosu na druge faktore. Kod odgođene tehnike nema sustavne korelacije između mjernih parametra.

Gulsahi (147) je pratio cijeljenje dentalnih implantata ugrađenih kondenzirajućom i konvencionalnom tehnikom u premolarnoj regiji gornje čeljusti s pomoću DEXA-e i intraoralnih snimaka. Implantati su ugrađeni u formiranu alveolu i opterećeni šest mjeseci nakon ugradnje. Istraživanje je prikazalo značajnu razliku u promjeni gustoće kosti šest mjeseci nakon ugradnje i neznatnu promjenu između šest i dvanaest mjeseci. U ovom je istraživanju također opisana statistički značajna promjena razine zasjenjenja za odgođenu tehniku nakon šest mjeseci i blagi neznatni pad razine zasjenjenja između šestog i dvanaestog mjeseca. Također, potrebno je spomenuti da je Gulsahi u istraživanju isključio pušače, dok su se u ovom istraživanju pokazalo da navike pušenja imaju značajnu korelaciju prema promjeni razine zasjenjenja.

Naser u svom istraživanju (123) također opisuje znatno poboljšanje razine zasjenjenja tri mjeseca nakon ugradnje implantata. Bittar-Cortez (148) nije opisao značajnu promjenu u razini zasjenjenja šest mjeseci nakon ugradnje. Mjerio je zasjenjenja bez standardizacije, što značajno pridonosi pogreškama u rezultatima zbog nejednakih snimaka.

Choi (149) procjenjuje kvalitetu u svim regijama s pomoću CT uređaja kosti kod 30 pacijenta intradentalno od alveolarnog sedla od 6 mm prema apikalno. Navodi da je u premolarnoj regiji gornje čeljusti prosječni denzitet kosti oko 850 HU što odgovara tipu D2 kosti po Mischu (3). Navodi da je prosječna bukalna strana između drugog premolara i prvog molara klasificirana kao D3 kost. Implantati u gornjoj čeljusti pokazuju značajne neuspjehe u odnosu na donju čeljust (147,150-152). Ove nalaze možemo prepisati lošoj kvaliteti kosti koja je bogata spongiozom, te se ne može postići visoka primarna stabilnost. Kao što smo već naveli, kvaliteta kosti u premolarnoj regiji gornje čeljusti je između D2 i D3 (3) kosti sa znatno boljom prognozom nego molarna regija koja ima najčešće D4 kost. Neuspjesi implantološke terapije u gornjoj čeljusti mogu iznositi do 20 %. (153). U istraživanju nismo opisali gubitak niti jednog implantata. Rezultati Osstell testa pokazali su statistički značajnu razliku između prosječnih početnih i završnih vrijednosti između skupina koja prikazuje manje vrijednosti

kod imedijatne tehnike ugradnje implantata što je u skladu s istraživanjima (154-156). Međutim, promjene između Osstell testa nisu bile statistički značajne između skupina. Mnoge su studije pokazale da implantati imaju 99 % uspješnosti čija je vrijednost ISQ bila viša od 65 prije funkcionalnog opterećenja, dok se ISQ vrijednosti između 57 i 82 smatraju zadovoljavajućim (1,25-28). ISQ vrijednosti manje od 45 ukazuju na gubitak implantata, odnosno neuspjeh implantološke terapije (29). Prosječne su ISQ vrijednosti u ovom istraživanju prije protetskog opterećenja bile 66,23 za imedijatnu i 68,83 za odgođenu tehniku. Rezultati zadovoljavaju protokole opterećenja za uspješnu implantološku terapiju. Turkeyilmaz (154) je prikazao 170 uspješnih implantata koji su imali prosječne ISQ vrijednosti od 62,6 u odnosu na 20 neuspješnih koji su završili gubitkom implantata prosječnih vrijednosti ISQ od 54,9. Rowan (156) je uspoređivao 41 implantat ugrađenih imedijatnom tehnikom i 96 implantata ugrađenih odgođenom tehnikom. Svi implantati su funkcionalno opterećeni četiri mjeseca nakon ugradnje isto kao i u ovom istraživanju. Njegovi su rezultati Osstell testa bili kod imedijatne ugradnje 68,56 nakon ugradnje i 71,23 prije opterećenja, dok su kod odgođene tehnike bile 70,14 nakon ugradnje i 77,31 prije opterećenja. Uspoređujući s rezultatima ovog istraživanja, ISQ vrijednosti bile su niže iz razloga što je Kim (157) u istraživanju uključio obje čeljusti, a u donjoj čeljusti su vrijednosti ISQ veće u odnosu na gornju čeljust. Iako mnogi autori opisuju da povećanje ISQ vrijednosti ukazuje na uspješnu oseointegraciju (25,27,155,156), rezultati Kimova (157) istraživanja pokazuju da je vrijednost ISQ u stražnjoj regiji gornje čeljusti upitna za procjenjivanje rizika implantološke terapije. Kim (157) je uspoređivao 46 implantata i opisao je tri izgubljenja implantata ISQ vrijednosti 62,7, 66 i 72. Sva su tri implantata izgubljenja unutar prvih šest tjedana nakon ugradnje. Implantati su bili imedijatno opterećeni.

Prilikom uspoređivanja rezultata promjene Osstell testa i promjene razine zasjenjenja na slikama opisana je statistički značajna korelacija između promjene ISQ s promjenama razine zasjenjenja u mjernim točkama i regijama 6 i 7. Iz rezultata možemo zaključiti da na vrijednost Osstell testa izravno utječe pregradnja kosti, posebice u alveolarnom sedlu.

U ovom istraživanju rezultati su pokazali da navika pušenja značajno korelira s promjenom razine zasjenjenja u regiji alveolarnog sedla, rezultatima Osstell testa te s dubinom džepova i recesijom gingive. Pušenje kompromitira cijeljenje nakon mukogingivalne kirurgije, te povećava incidenciju nakupljanja plaka, često izaziva gingivitis, parodontitis i periimplantitis (158-163). Lindquist (164,165) je uspoređivao gubitak marginalne kosti oko ugrađenih implantata između pušača i nepušača, gdje je ustanovljeno da je gubitak marginalne kosti tri puta veći kod pušača u odnosu na nepušače. Mnogi autori navode da

pušenje ima štetne faktore na dentalne implantate sa značajno većim indeksom krvarenja, većom dubinom džepova te povećanim gubitkom kosti (165-168). Pokazalo se da pušenje izravno utječe na gubitak marginalne kosti usprkos nepostojanja bakterijskog plaka koji je glavni etiološki čimbenik za nastanak periimplantitisa ili parodontitisa (169). Gubitak marginalne kosti i češće komplikacije kod pušača su izraženije u gornjoj čeljusti (168,170-172). Međutim, teško je prognozirati koliko pušenje ima utjecaja na sami gubitak implantata. Schwartz-Arad (158) je u pet godina pratio 959 implantata gdje je opisao pojačanu incidenciju komplikacija kod imedijatne tehnike ugradnje u odnosu na odgođenu tehniku. Nakon pet godina izgubljenih implantata kod nepušača je bilo 2 % u odnosu na pušače od 4 %. Gorman i Lambert (167,173) pratili su više od 2000 dentalnih implantata te navode da pušenje puno više utječe na drugu fazu kirurgije, odnosno nakon funkcionalnog opterećenja. Moy (174) je pratio 4680 implantata 20 godina i navodi da je najčešći gubitak implantata bio kod pušača unutar prve godine nakon ugradnje. U istraživanju se pokazalo da je veći pad promjene sivila u vremenu V3 kod pušača kod imedijatne tehnike u odnosu na nepušače ili kod odgođene tehnike. Pušenje također negativno korelira s promjenama Osstell testa, što nam može ukazivati na kompromitirano cijeljenje. Međutim u istraživanju nije opisan gubitak implantata, što nam referira istraživanje od Lindquista (164) koji je opisao znatno veći gubitak marginalne kosti kod pušača, ali to nije dovelo do gubitaka samog implantata u desetogodišnjem praćenju.

6. ZAKLJUČCI

1. Računalni se program za kompjutoriziranu analizu digitalnih RVG snimaka pokazao pouzdanim u pronalaženju regija interesa na sukcesivnim snimkama, odnosno za mjerenje srednjih vrijednosti zasjenjenja regije interesa.
2. Ugrađeni se titanski implantat za korekciju, odnosno za standardizaciju snimaka pokazao zadovoljavajućim u poništenju razlike u ekspoziciji svake pojedine snimke.
3. Regije interesa veličine 0,5 mm x 0,5 mm pozitivno su korelirale s pripadajućim regijama interesa veličine 0,5 mm x 1,5 mm. Uspoređujući imedijatnu i odgođenu skupinu statistički značajna razlika opisala se u regijama 0,5 mm x 1,5 mm, iz kojeg se može zaključiti da je u budućim mjerenjima prihvatljivije koristiti regiju interesa 0,5 mm x 1,5 mm za objektivniji prikaz promjene zasjenjenja.
4. Vrijednosti srednje razine zasjenjenja regija interesa posebice oko marginalne kosti korelirale su s vrijednostima Osstell testa i kliničkim parametrima.
5. Vrijednosti zasjenjenja između odgođene i imedijatne tehnike pokazali su se statistički značajnima. Opisana je povećana promjena zasjenjenja, odnosno povećana pregradnja kosti, u imedijatnoj tehnici u odnosu na odgođenu tehniku ugradnje.
6. Šest mjeseci nakon ugradnje rezultati zasjenjenja pokazali su značajni porast, koji odgovara oseointegraciji, dok je godinu dana nakon ugradnje opisan blagi pad zasjenjenja u odnosu na drugo mjerenje, koje se može prepisati funkcionalnoj pregradnji kosti nakon funkcionalnog opterećenja.
7. Navike su pušenja pokazale statistički značajnu korelaciju između promjene zasjenjenja, Osstell testom i kliničkim parametrima.
8. Pojačana promjena zasjenjenja, uz navike pušenja i lošije kliničke parametre ne mora nužno završiti gubitkom implantata.

7. LITERATURA

1. Gapski R, Wang HL, Mascarenhas P, Lang NP. Critical review of immediate implant loading. *Clin Oral Implants Res.* 2003;14:515-27.
2. Tonetti MS, Schmid J. Pathogenesis of implant failures. *Periodontol* 2000. 1994;4:127-38.
3. Misch CE. Contemporary implant dentistry. 3rd ed. Louis, Mosby Elsevier. 2008.
4. Linkow LI, Chercheve R. Theories and techniques of oral implantology. Vol 1, St Louis, Mosby. 1970.
5. Lekholm U, Zarb GA. Patient selection. In: Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T. Tissue integrated prosthesis. Osseointegration in Clinical Dentistry. Chicago, Quintessence. 1985:199-209.
6. Engquist B, Bergendal T, Kallus T, Linden U. A retrospective multicenter evaluation of osseointegrated implants supporting overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1988;3(2):129-34.
7. Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4,641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1991;6(2):142-6.
8. Johns RB, Jemt T, Heath MR, Hutton JE, McKenna S, McNamara DC, van Steenberghe D, Taylor R, Watson RM, Herrmann I. A multicenter study of overdentures supported by Brånemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1992;7(4):513-22.
9. Raghavendra S, Wood MC, Taylor TD. Early wound healing around endosseous implants: A review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005;20:425-31.
10. Friberg B, Sennerby L, Roos J, Lekholm U. Identification of bone quality in conjunction with insertion of titanium implants. A pilot study in jaw autopsy specimens. *Clin Oral Implants.* 1994;9:213-9.
11. Friberg B, Sennerby L, Roos J, Johansson P, Strid CG, Lekholm U. Evaluation of bone density using cutting resistance measurements and microradiography: An in vitro study in pig ribs. *Clin Oral Implants Res.* 1995;6:164-71.
12. Friberg B, Sennerby L, Meredith N, Lekholm U. A comparison between cutting torque and resonance frequency measurements of maxillary implants. A 20-month clinical study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1999;28:297-303.

13. Friberg B, Sennerby L, Grondahl K, Bergstrom C, Back T, Lekholm U. On cutting torque measurements during implant placement: A 3-year clinical prospective study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 1999;1:75-83.
14. Sullivan DY, Sherwood RL, Collins TA, Krogh PH. The reverse-torque test: A clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996;11:179-85.
15. Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont*. 1998;11:491-501.
16. Meredith N, Allayne D, Cawley P. Quantitative determination of the stability of the implant-tissue interface using resonance frequency analysis. *Clin Oral Implants Res*. 1996;7:261-7.
17. Meredith N, Friberg B, Sennerby L, Aparico C. Relationship between contact time measurements and PTV values when using the Periotest to measure implant stability. *Int J Prosthodont*. 1998;11:169-75.
18. Walker L, Morris HF, Ochi S. Periotest values of dental implants in the first 2 years after second stage surgery: DICRG interim report no.8. Dental Implant Clinical Group. *Implant Dent*. 1997;6:207-12.
19. Truhlar RS, Morris HF, Ochi S. Stability of the bone-implant complex. Results of longitudinal testing to 60 months with the Periotest device on endosseous dental implants. *Ann Periodontol*. 2000;5:42-55.
20. Olive J, Aparicio C. Periotest method as a measure of osseointegrated oral implant stability. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1990;5:390-400.
21. The Implant Stability Quotient Whitebook: The Relationship between Reliable Diagnostics and Safe, Successful Dental Implant Procedures. 1st ed. 2014.
22. Mistry G, Shetty O, Shetty S, Singh RD. Measuring implant stability: A review of different methods. *J Dent Implants*. 2014;4:165-9.
23. <http://www.ceraroot.com/2011/02/periotest-m/>.
24. <http://www.osstell.com/>.
25. Bornstein MM, Hart CN, Halbritter SA, Morton D, Buser D. Early loading of non-submerged titanium implants with a chemically modified sand-blasted and acid-etched surface: 6-Month results of a prospective case series study in the posterior mandible focusing on peri-implant crestal bone changes and implant stability quotient (ISQ) values. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2009;11:338-47.

26. Ostman PO, Hellman M, Sennerby L. Direct implant loading in the edentulous maxilla using a bone density-adapted surgical protocol and primary implant stability criteria for inclusion. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2005;7:S60-9.
27. Sennerby L, Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: Biological and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontol* 2000. 2008;47:51-66.
28. Meredith N, Shagaldi F, Alleyne D, Sennerby L, Cawley P. The application of resonance frequency measurements to study the stability of titanium implants during healing in the rabbit tibia. *Clin Oral Implants Res*. 1997;8:234-43.
29. Sennerby L, Roos J. Surgical determinants of clinical success of osseointegrated oral implants: a review of the literature. *Int J Prosthodont*. 1998;11:408-20.
30. Mouyen F, benz C, Sonnabend E, Lodter JP. Presentation and physical evaluation of RaddioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1989;68(2):238-42.
31. Wenzel A, Grondahl HG. Direct digital radiography in the dental office. *Int dent J*. 1995;45(1):27-34.
32. National Council for Radiation Protection & Measurements. Radiation protection in dentistry. Bethesda, Md.: National Council for Radiation Protection & Measurements; 2003.
33. Wenzel A, Moystad A. Work flow with digital intraoral radiography: a systematic review. *Acta Odontol Scand*. 2010;68(2):106-14.
34. White SC, Pharoah MJ. Oral radiology: Principles and Interpretation. St Louis, Mosby Inc. 2009.
35. Parks ET, Williamson GF. Digital radiography: An overview. *J Contemp Dent Pract*. 2002;4:23-39.
36. Brennan J. An introduction to digital radiography in dentistry. *J Orthodont*. 2002;29:66-9.
37. Wenzel A. Two decades of computerized information technologies in dental radiography. *J Dent Res*. 2002;9:590-3.
38. <http://www.henryschein.com/us-en/Dental/Equipment/Products/Acteon-Sopix2.aspx>.
39. Hildebolt CF, Couture RA, Whiting BR. Dental photostimulable phosphor radiography. *Dent Clin North Am*. 2000;44(2):273-97.
40. Langland OE, Langlais RP, Preece JW. Principles of dental imaging. 2nd ed. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins 2002.

41. Farman AG, Farman TT. A comparison of 18 different x-ray detectors currently used in dentistry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2005;99(4):485-9.
42. van der Stelt PF. Principles of digital imaging. *Dent Clin North Am.* 2000;44(2):237-48.
43. Hayakawa Y. Optimum exposure ranges for computed dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 1996;2:71-5.
44. Lecomber AR, Yoneyama Y, Lovelock DJ. Comparison of patient dose from imaging protocols for dental implant planning using conventional radiography and computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2001;30:255-9.
45. Gijbels F, Sanderink G, Wyatt J. Radiation doses of indirect and direct digital cephalometric radiography. *Br Dent J.* 2004;197:149-52.
46. Hirsch E, Wolf U, Heinick F. Radiation doses from the cone beam CT-veraviewepocs 3D. 16 th Int. Conf. Dentomaxillofacial Radiology, abstract OP-54, Beijing, 2007.
47. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35:219-26.
48. Ludlow J, Davies-Ludlow LE, Mol A. Dosimetry of recently introduced CBCT Units for Oral and Maxillofacial Radiology. 3D. 16 th Int. Conf. Dentomaxillofacial Radiology, abstract OP-53, Beijing, 2007.
49. Visser H, Hermann KP, Bredemeier S, Kohler B. Dose measurements comparing conventional and digital panoramic radiography. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 2000;4:213-6.
50. Cohnen M, Kemper J, Mobes O, Pawelzik J, Modder U. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol.* 2002;3:634-7.
51. Ngan DC, Kharbanda OP, Geenty JP, Darendeliler MA. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Aust Orthod J.* 2003;19:67-75.
52. Broer N, Fuhrmann A, Bremert S, Schulze D, Kahl-Nieke B. Evaluation of transversal slice imaging in the diagnosis of tooth displacement with special consideration of the upper canines. *J Orofac Orthop.* 2005;66:94-109.
53. Hagtvedt T, Aalokken TM, Notthellen J, Kolbenstvedt A. A new low-dose CT examination compared with standard-dose CT in the diagnosis of acute sinusitis. *Eur Radiol.* 2003;5:976-80.

54. Goaz PW, White SC. Oral radiology: principles and interpretation, St Louis, Mosby. 1992
55. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography). Br J Radiol. 1973;46:1016-22.
56. Zoller JE, Neugebauer J. Cone-beam volumetric imaging in dental, oral and maxillofacial medicine. Quintessence Publishing Co. 2008.
57. Albrektsson T, 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;1:11-25.
58. Knezović – Zlatarić D. Promjene gustoće kosti pod bazom mobilnih proteza izmjerene metodom intraoralne mikrodensitometrije. Disertacija. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu. 2001.
59. Baučić – Božić M. Promjene gustoće alveolarnog koštanog tkiva oko zuba nosača mostova različitih konstrukcija. Disertacija. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu. 2007.
60. Knoch A, Janal M, Harasty L, Chang KM. Comparison of direct digital and conventional intraoral radiographs in detecting alveolar bone loss. J Am Dent Assoc. 2003;134(11):1468-75.
61. Pecoraro M, Azadivatan-le N, Janal M, Knoch A. Comparison of observer reliability in assessing alveolar bone height on direct digital and conventional radiographs. Dentomaxillofac radiol. 2005;34(5):279-84.
62. Katanec D, Kobler P, Šljaj M, Anić I, Milošak T. Computer assisted densitometric image analysis (CADIA) of bone density in periradicular bone defects healing. Coll Antropol (Supplement). 1998;22:7-13.
63. Gabrić Pandurić D, Katanec D, Granić M, Komljenović Blitva D, Basha M, Sušić M. Densitometric Analysis of Dental Implant Placement between Flapless technique and the Two-Stage Technique – A pilot study. Coll. Antropol. 2008;32(2):315-9.
64. Katanec D. Kompjuterizirana denzitometrijska analiza i standardizacija kliničkih i laboratorijskih kriterija u procjeni terapijske vrijednosti hidroksilapatitnih koštanih implantata. Disertacija. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu. 1997.
65. Benn JA, Passeri LA, Boscolo FN, Haiter-Neto F. Comparison of hard tissue density changes around implants assessed in digitized conventional radiographs and subtraction images. Clin Oral Implants Res. 2006;17(5):560-4.

66. Brägger U, Pasquali L, Rylander H, Carnes D, Kornman KS. Computer-assisted densitometric image analysis in periodontal radiography. A methodological study. *J Clin Periodontol*. 1988;15(1):27-37.
67. Brägger U, Pasquali L, Kornman KS. Remodelling of interdental alveolar bone after periodontal flap procedures assessed by means of computer-assisted densitometric image analysis (CADIA). *J Clin Periodontol*. 1988;15(9):558-64.
68. Brägger U, Burgin W, Fourmoussis I, Lang NP. Image processing for the evaluation of dental implants. *Dentomaxillofac Radiol*. 1992;21(4):208-12.
69. Brägger U, Burgin W, Lang NP, Buser D. Digital subtraction radiography for the assessment of changes in peri-implant bone density. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1991;6(2):160-6.
70. Lurie AG, Greenberg RJ, Kornman KS. Subtraction radiology demonstrates crestal bone loss in experimentally induced marginal periodontitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1983;55(5):537-41.
71. Payot P, Haroutunian B, Pochon Y, Herr P, Bickel M, Cimasoni G. Densitometric analysis of lower molar interradicular areas in superposable radiographs. *J Clin Periodontol*. 1987;14(1):1-7.
72. Graf JM, Mounir A, Payot P, Cimasoni G. A simple paralleling instrument for superimposing radiographs of the molar regions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1988;66(4):502-6.
73. Duckworth JE, Judy PF, Goodson JM, Socransky SS. A method for the geometric and densitometric standardization of intraoral radiographs. *J Periodontol*. 1983;54(7):435-40.
74. Shroot MK, Hildebolt CF, Vannier MW. Alignment errors in bitewing radiographs using uncoupled positioning devices. *Dentomaxillofac Radiol*. 1993;22(1):33-7.
75. Jeffcoat MK. Radiographic methods for the detection of progressive alveolar bone loss. *J Periodontol*. 1992;63(4 Suppl):367-72.
76. Campos GM, Tamburus JR. A method to evaluate and compare roentgenograms. *Braz Dent J*. 1991;2:95-102.
77. Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H, Sasaki T. Correction of background noise in direct digital dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 1996;25:256-62.
78. Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H, Sasaki T. Quantitative subtraction with direct digital dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol*. 1997;26:286-94.

79. Kavadella A, Karayiannis A, Nicopoulou Karayianni K. Detectability of experimental periimplant cancellous bone lesions using conventional and direct digital radiography. *Aust Dent J.* 2006;51(2):180-6.
80. Wyatt CC, Bryant SR, Avivi Arber L, Chaytor DV, Zarb GA. A computer-assisted measurement technique to assess bone proximal to oral implants on intraoral radiographs. *Clin Oral Implants Res.* 2001;12(3):225-9.
81. Wenzel A, Anthonisen PN, Juul MB. Reproducibility in the assessment of caries lesion behaviour: a comparison between conventional film and subtraction radiography. *Caries Res.* 2000;34(3):214-8.
82. Lee SS, Huh YJ, Kim KY, Heo MS, Choi SC, Koak JY, Heo SJ, Han CH, Yi WJ. Development and evaluation of digital subtraction radiography computer program. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98(4):471-5.
83. Ortman LF, Dunford R, McHenry K, Hausmann E. Subtraction radiography and computer assisted densitometric analyses of standardized radiographs. A comparison study with 125I absorptiometry. *J Periodontal Res.* 1985;20(6):644-51.
84. <http://www.implantdentist.co.nz/procedures/15/>.
85. Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstorm J, Hallen O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand Plast Reconstr Surg.* 1997;16:1-132.
86. Schulte W, Heimke G. The Tubinger immediate implant. *Quintessenz.* 1976;27:17-23.
87. Chen ST, Wilson, TG, Hammerle CH. Immediate or early placement of implants following tooth extraction: review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19 Suppl:12-25.
88. Lazzara RJ. Immediate implant placement into extraction sites: Surgical and restorative advantages. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1989;9:332-43.
89. Watzek G, Haider R, Mendsdorff-Pouilly N. Immediate and delayed implantation for complete restoration of the jaw following extraction of all residual teeth: A retrospective study comparing different types of serial immediate implantation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995; 10:561-7.
90. Van Der Weijden F, Dell'acqua F, Slot DE. Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: A systematic review. *J Clin Periodontol.* 2009;36:1048-58.
91. Schultz AJ. Guided tissue regeneration (GTR) of nonsubmerged implants in immediate extraction sites. *Pract Periodontics Aesthet Dent.* 1993;5:59-65.

92. Werbitt MJ, Goldberg PV, Full CTF. The immediate implant: Bone preservation and bone regeneration. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1992;12:206-17.
93. Wilson T, Weber H. Classification of and therapy for areas of deficient bony housing prior to dental implant placement. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1993;13:451-59.
94. Christgau M. Knochen- und Knochenersatzmaterialien. Welchen Stellenwert haben sie heute in der regenerativen Parodontistherapie? *Parodontologie*. 2009;20:237-58.
95. Chiriac G, Herten M, Schwarz F, Rothamel D, Becker J. Autogenous bone chips: Influence of new piezoelectric device (Piezosurgery) on chip morphology, cell viability and differentiation. *J Clin Periodontol*. 2005;32:994-9.
96. Siervo S, Ruggli-Milic S, Radici M, Siervo P, Jager K. Piezoelectric surgery. An alternative method of minimally invasive surgery. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2004;114:365-77.
97. Erpenstein H, Diedrich P, Borchard R. Gewinnung and Aufbereitung autogener Knochentransplantate. In: Erpenstein H, Diedrich P. *Atlas der Parodontalchirurgie*. Munchen: Elsevier. 2004:223-35.
98. Springer ING, Terheyden H, Geia S, Harle F, Hedderich J, Acil Y. Particulated bone grafts – effectiveness of bone cell supply. *Clin Oral Implants Res*. 2004;15:205-12
99. Sepe WW, Bowers GM, Lawrence JJ, Friedlaender GE, Koch R. Clinical evaluation of freeze dried bone allografts in periodontal osseous defects – Part II. *J Periodontol*. 1978;49:9-14.
100. Bowers GM, Chadroff B, Carnevale R. Histologic evaluation of new attachment apparatus formation in humans. Part II. *J Periodontol*. 1989;60:675-82.
101. Camelo M, Nevins ML, Schenk RK. Clinical, radiographic and histologic evaluation of human periodontal defects treated with Bio-Oss and Bio-Guide. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1998;18:321-31.
102. Brunsvold MA, Mellonig JT. Bone grafts and periodontal regeneration. *Periodontol* 2000. 1993;1:80-91.
103. Nasr HF, Aichelmann-Reidy ME, Yukna RA. Bone and bone substitutes. *Periodontol* 2000. 1999;19:74-86.
104. Mellonig JT, Prewett AB, Moyer MP. HIV inactivation in a bone allograft. *J Periodontol*. 1992;63:979-83.

105. Hallamn M, Thor A. Bone substitutes and growth factors as an alternative/complement to autogenous bone for grafting in implant dentistry. *Periodontol* 2000. 2008;47:172-92.
106. Jensen SS, Aaboe M, Pinholt EM, Hjorting-Hansen E, Meisen F, Ruyter IE. Tissue reaction and material characteristics of four bone substitutes. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1996;11:55-66.
107. Weibrich G, Trettin R, Gnoth SH, Gotz H, Duschner H, Wagner W. Bestimmung der Grosse der spezifischen Oberfläche von Knochenersatzmaterialien mittels Gasadsorption. *Mund Kiefer Gesichts Chir*. 2000;4:148-52.
108. Froum SJ, Weinberg MA, Tarnow D. Comparison of bioactive glass synthetic bone graft particles and open debridement in the treatment of human periodontal defects. A clinical study. *J Periodontol*. 1998;69(6):698-709.
109. Furusawa T, Mizunuma K. Osteoconductive properties and efficacy of resorbable bioactive glass as a bone-grafting material. *Implant Dent*. 1997;6(2):93-101.
110. Lovelace TB, Mellonig JT, Meffert RM, Jones AA, Nummikoski PV, Cochran DL. Clinical evaluation of bioactive glass in the treatment of periodontal osseous defects in humans. *J Periodontol*. 1998;69(9):1027-35.
111. Low SB, King CJ, Krieger J. An evaluation of bioactive ceramic in the treatment of periodontal osseous defects. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 1997;17(4):358-67.
112. Schepers EJ, Ducheyne P. Bioactive glass particles of narrow size range for the treatment of oral bone defects: a 1-24 month experiment with several materials and particle sizes and size ranges. *J Oral Rehabil*. 1997;24(3):171-81.
113. Schepers EJ, Ducheyne P, Barbier L, Schepers S. Bioactive glass particles of narrow size range: a new material for the repair of bone defects. *Implant Dent*. 1993;2(3):151-6.
114. Jepsen S, Topoll H, Rengers H, Heinz B, Teich M, Hoffmann T, Al-Machot E, Meyle J, Jervøe-Storm PM. Clinical outcomes after treatment of intra-bony defects with an EMD/synthetic bone graft or EMD alone: a multicentre randomized-controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2008;35(5):420-8.
115. Loe H, Silness J. Periodontal disease in pregnancy. I Prevalence and severity. *Acta Odontol Scand*. 1963; 21:533-41.
116. Silness J, loe H. Periodontal disease in pregnancy. II Correlation between oral hygiene and periodontal condition. *Acta Odontol scand*. 1964; 22:112-35.

117. Misch C, Perel ML, Wang H, Sammartino G, Galindo-Moreno P, Trisi P, Steigmann M, Rebaudi A, Palti A, Pikos MA, Schwartz-Arad D, Choukroun J, Gutierrez-Peraz J, Marenzi G, Valavanis DK. Implant success, survival, and failure: international congress of oral implantologists (icoi) Pisa consensus conference. *Implant Dent.* 2008;17:5-15.
118. Petz B, Kolesarić V, Ivanec D. *Petzova statistika. Osnovne statističke metode za nematematičare.* Naklada Slap, Jastrebarsko, 2012.
119. Ivanković D, i sur. *Osnovne statističke analize za medicinare.* Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 1991.
120. Pallant J. *SPSS: Priručnik za preživljavanje. Potpuni vodič kroz analizu Podataka SPSS-a.* Prevod 4. izdanja. Beograd: Mikro knjiga, 2011.
121. Buchter A, Kleinheinz J, Wiesmann HP, Kersken J, Nienkemper M, Weyhrother H. Biological and biomechanical evaluation of bone remodelling and implant stability after using an osteotome technique. *Clin Oral Implants Res.* 2005;16(1):1-8.
122. Nkenke E, Kloss F, Wiltfang J, Schultze-Mosgau S, Radespiel Troger M, Loos K. histomorphometric and fluorescence microscopic analysis of bone remodeling after installation of implants using an osteotome technique. *Clin Oral Implants Res.* 2002;13(6):595-602.
123. Naser AZ, Etemadi S, Rismanchian M, Sheikhi M, Tavakoli M. Comparison of conventional and standardized bone densitometry around implants in periapical radiographs during a three months period. *Dent Res J.* 2011;8(1):33-8.
124. Berman CL. Osseointegration. Complications. Prevention, recognition, treatment. *Dent Clin North Am.* 1989;33:635-63.
125. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6:31-6.
126. Scarfe WC, Norton S, Farman AG. Measurement accuracy: a comparison of two intra-oral digital radiographic systems, radioVisiography-S and FlashDent, with analog film. *Dentomaxillofac Radiol.* 1995;24(4):215-20.
127. Horner K, Shearer AC, Walker A, Wilson NH. Radiovisiography: an initial evaluation. *Br Dent J.* 1990;24;168(6):244-8.
128. Mouyen F, Benz C, Sonabend E, Lodter JP. Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1989;68(2):238-42.
129. Mairgunther RH. Film-less digital x-ray image processing-new prospects with the RadioVisioGraphy equipment. *Schweiz Monatssch Zahnmed.* 1994;104(1):31-4.

130. van der Stelt, PF. The uses of digital radiography in dental practice. *J Am Dent Assoc.* 2006;136(10):1379-87.
131. Vignoletti F, Discrepoli AM, de Sanctis M, Munoz F, Sanz M. Bone modelling at fresh extraction sockets: immediate implant placement versus spontaneous healing. An experimental study in the beagle dog. *J Clin Periodontol* 2012;39(1):91-7.
132. Anneroth G, Hedstrom KG, Kjellman O, Kondell PA, Nordenram A. Endosseous titanium implants in extraction sockets. An experimental study in monkeys. *Int J Oral Surg.* 1985;14(1):50-4.
133. Barzilay I, Graser GN, Iranpour B, Natiella JR, Proskin HM. Immediate implantation of pure titanium implants into extraction sockets of *Macaca fascicularis*. Part II: histologic observations. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996;11(4):489-97.
134. Karabuda C, Sandalli P, Yalcin S, Steflik DE, Parr, GR. Histologic and histomorphometric comparison of immediately placed hydroxyapatite-coated and titanium plasma-sprayed implants: a pilot study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999;14(4):510-5.
135. Wilson TG, Schenk R, Buser D, Cochran D. Implants placed in immediate extraction sites: a report of histologic and histometric analyses of human biopsies. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1998;13(3):333-41.
136. Vignoletti F, Johansson C, Albrektsson T, de Sanctis M, San Roman F, Sanz M. Early healing of implants placed into fresh extraction sockets: an experimental study in the beagle dog. De novo bone formation. *J Clin Periodontol.* 2009;36:265-77.
137. Araujo MG, Lindhe J. Ridge alterations following tooth extraction with and without flap elevation: an experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20:545-9.
138. Araujo MG, Lindhe J. Socket grafting with the use of autologous bone: an experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res.* 2011;22:9-13.
139. Araujo MG, Sukekava F, Wennstrom JL, Lindhe J. Tissue modeling following implant placement in fresh extraction sockets. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17:615-24.
140. Botticelli D, Persson LG, Lindhe J, Berglundh T. Bone tissue formation adjacent to implants placed in fresh extraction sockets: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17:351-8.
141. Blanco J, Nunez V, Aracil L, Munoz F, Ramos I. Ridge alterations following immediate implant placement in the dog: flap versus flapless surgery. *J Clin Periodontol.* 2008;35:640-8.

142. Caneva M, Botticelli D, Salata LA, Souza SL, Bressan E, Lang NP. Flap vs. “flapless” surgical approach at immediate implants: a histomorphometric study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:1314-9.
143. Caneva M, Salata LA, de Souza SS, Baffone G, Lang NP, Botticelli D. Influence of implant positioning in extraction sockets on osseointegration: histomorphometric analyses in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:43-9.
144. Caneva M, Salata LA, de Souza SS, Bressan E, Botticelli D, Lang NP. Hard tissue formation adjacent to implants of various size and configuration immediately placed into extraction sockets: an experimental study in dogs. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:885-90.
145. Sanz M, Cecchinato D, Ferrus J, Pjetursson EB, Lang NP, Lindhe J. A prospective, randomized-controlled clinical trial to evaluate bone preservation using implants with different geometry placed into extraction sockets in the maxilla. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:13-21.
146. Ferrus J, Cecchinato D, Pjetursson EB, Lang NP, Sanz M, Lindhe J. Factors influencing ridge alterations following immediate implant placement into extraction sockets. *Clin Oral Implants Res.* 2010;21:22-9.
147. Gulsahi A, Paksoy CS, Yazicioglu N, Arpak N, Kucuk NI, Terzioglu H. Assessment of bone density differences between conventional and bone-condensing techniques using dual energy x-ray absorptiometry and radiography. *Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104:692-8.
148. Bittar-Cortez JA, Passeri LA, Boscolo FN, Haiter-Neto F. Comparison of hard tissue density changes around implants assessed in digitized conventional radiographs and subtraction images. *Clin Oral Implants Res.* 2006;17(5):560-4.
149. Choi JH, Park CH, Yi SW, Lim HJ, Hwang HS. Bone density measurement in interdental areas with stimulated placement of orthodontic miniscrew implants. *Orthop.* 2009;136:766.e1-766e12.
150. Devin H, Horner K, Ledgerton D. A comparison of maxillary and mandibular bone mineral densities. *J Prosthet Dent.* 1998;110:910-3.
151. Choel L, Duboeuf F, Bourgeois D, Brigueat A, Lissac M. trabecular alveolar bone in the human mandible: a dual-energy x-ray absorptiometry study. *Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;95:364-70.

152. Higuchi KW, Folmer T, Kultje C. Implant survival rate sin partially edentulous patients: a 3-year prospective multicenter study. *J Oral Maxillofac Surg.* 1995;53:264-8.
153. Martinez H, Davarpanah M, Missika P, Celletti R, Lazzara R. Optimal implant stabilization in low density bone. *Clin Oral Implants Res.* 2001;12:423-32.
154. Turkyilmaz I, Mcglumphy EA. Influence of bone density on implant stability parameters and implant success: a retrospective clinical study. *BMC Oral Health.* 2008;8:32.
155. Valente ML, De Castro DT, Shimano AC, Lepri CP, Dos Reis AC. Analysis of the influence of implant shape on primary stability using the correlation of multiple methods. *Clin Oral Investig* 2015. Feb 14. [Epub ahead of print]
156. Rowan M, Lee D, Pi-Anfruns J, Shiffler P, Aghaloo T, Moy PK. Mechanical versus biological stability of immediate and delayed implant placement using resonance frequency analysis. *J Oral Maxillofac Surg.* 2015;73:253-7.
157. Kim SJ, Ribeiro ALVL, Atlas, AM, Saleh N, Royal J, Radvar M, Korostoff J. Resonance frequency analysis as a predictor of early implant failure in the partially edentulous posterior maxilla following immediate non-functional loading or delayed loading with single unit restorations. *Clin Oral Implants Res.* 2015;26:183-90.
158. Schwartz-Arad D, Samet N, Samet N, Mamlider A. Smoking and complications of endosseous implants. *J Periodontol.* 2002;73(2):153-7.
159. Hutton JE, Heath MR, Chai JY. Factors related to success and failure rates at 3-year follow-up in a multicenter study of overdentures supported by Branemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1995;10:33-42.
160. Bergstorm G, Floderus-Myrhed B. Co-twin control study of the relationship between smoking and some periodontal disease factors. *Community Dent Oral Epidemiol.* 1983;11:113-6.
161. Krall EA, Dawson-Huges B, Garvey AJ, Garcia RI. Smoking, smoking cessation and tooth loss. *J Dent Res.* 1997;76:1653-9.
162. Scabbia A, Cho KS, Sigurdsson TJ, Kim CK, Trombelli L. Cigarette smoking negatively affects healing response following flap debridement surgery. *J Periodontol.* 2001;72:43-9.
163. MacFarlane GD, Herzberg MC, Wolff LF, Hardie NA. Refractory periodontitis associated with abnormal PMN leukocyte phagocytosis and cigarette smoking. *J Periodontol.* 1992;63:908-13.

164. Lindquist LW, Carisson GE, Jemt T. Association between marginal bone loss around osseointegrated mandibular implants and smoking habits: A 10 year follow-up study. *J Dent Res.* 1997;76:1667-74.
165. Lindquist LW, Carisson GE, Jemt T. A prospective 15 year follow-up study of mandibular fixed prostheses supported by osseointegrated implants. *Clin Oral Implants Res.* 1996;7:329-36.
166. Haas R, Haimbock W, Mailath G, Watzek G. The relationship of smoking on peri-implant tissue: A retrospective study. *J Prosthet Dent.* 1996;76:592-6.
167. Lambert PM, Morris HF, Ochi S. The influence of smoking on 3-year clinical success of osseointegrated dental implants. *Ann Periodontol.* 2000;5:79-89.
168. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II) Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci.* 1998;106:721-64.
169. Bergstrom J, Eliasson S. Cigarette smoking and alveolar bone height in subjects with a high standard of oral hygiene. *J Clin Periodontol.* 1987;14:466-9.
170. Bain CA, Moy PK. The association between the failure of dental implants and cigarette smoking. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1993;8:609-15.
171. De Bruyn H, Collaert B. The effect of smoking on early implant failure. *Clin Oral Implants Res.* 1994;5:260-4.
172. Nitzan D, Mamlider A, Levin L, Schwartz-Arad D. Impact of smoking on marginal bone loss. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005;20:605-9.
173. Gorman LM, Lambert PM, Morris HF, Ochi S, Winkler S. The effect of smoking on implant failure at second stage surgery. *Implant Dent* 1994;3:165-8.
174. Moy PK, Medina D, Shetty V, Aghaloo TL. Dental implant failure rates and associated risk factors. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2005;20:569-77.

Marko Granić rođen je u Zagrebu 16. prosinca 1983. godine. Osnovnu školu i gimnaziju završio je također u Zagrebu.

Redoviti student na Stomatološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu postaje 2002. godine, a diplomirao je 2008. godine.

Tijekom studija dobitnik je Rektorove nagrade za izvorni znanstveni rad 2007. godine. Obvezni jednogodišnji pripravnički staž obavio je na Stomatološkom fakultetu u Zagrebu, a stručni ispit položio je 2009. godine.

Od 2009. godine radi kao znanstveni novak na Zavodu za oralnu kirurgiju Stomatološkog fakulteta u Zagrebu.

Sudjelovao je na brojnim radnim i demonstracijskim tečajevima za trajno usavršavanje. Godine 2014. položio je specijalistički ispit iz oralne kirurgije.

Redoviti je član Hrvatske komore dentalne medicine, Hrvatskoga liječničkog zbora, Hrvatskog društva za oralnu kirurgiju, Europskog društva za oseointegraciju i međunarodnog društva za dentalnu implantologiju.

Autor je nekolicine radova objavljenih u Hrvatskoj i inozemstvu.

Oženjen je i otac jednogodišnje djevojčice.

Popis radova:

1. **Granić M**, Katanec D, Vučićević Boras V, Sušić M, Bago Jurič I, Gabrić D. Implant stability comparison of immediate and delayed maxillary implant placement by use of resonance frequency analysis – a clinical study. *Acta Clin Croat*. 2015. Prihvaćen za objavljivanje.
2. Katanec D, **Granić M**, Gabrić Pandurić D, Majstorović M, Trampuš Z. Use of recombinant human bone morphogenetic protein (rhBMP2) in bilateral alveolar ridge augmentation: case report. *Coll Antropol*. 2014;38(1):325-30.
3. Gabrić Pandurić D, **Granić M**, Sušić M, Brkić H, Filipović Zore I. Dens invaginatus - terapijske mogućnosti. *Medix*. 2011;94:135-8.
4. Gabrić Pandurić D, **Granić M**, Sušić M, Katanec D. Current concept of densitometry in dental implantology In: Turkyilmaz I. *Implant dentistry - the most promising discipline of dentistry*. Rijeka. InTech. 2011.
5. Gabrić Pandurić D, Katanec D, **Granić M**, Komljenović Blitva D, Basha M, Sušić M. Densitometric Analysis of Dental Implant Placement between Flapless technique and the Two-Stage Tecchnique – A pilot study. *Coll Antropol*. 2008;32(2):315-9.

U ovom prilogu navodi se izvorni oblik upitnika za ispitanike.

PACIJENTOV UPITNIK

Ime i prezime: _____

Dob: _____

Spol: M Ž

Broj telefona: _____

Implantat: _____ Regija: _____

Datum operacije: _____

Datum protetskog opterećenja: _____

Prvi dan nakon operacije:

Bol : odsutna blago izražena srednje izražena intezivna

Parestezija: prisutna odsutna

Gnojenje: prisutno odsutno

Plak indeks: 0 - nema plaka

1 – plak se ne vidi (dokazuje se bojanjem)

2 – plak vidljiv golim okom

3 – velika količina plaka

Gingivalni indeks: 0 – zdrava gingiva

1 – blaga upala (boja gingive je blago promjenjena, lagano krvari ili ne krvari na sondiranje)

2 – umjerena upala (prisutan edem uz promjenu boje cijele gingive, krvari nakon sondiranja)

3 – izrazita upala (eritem, hipertrofija, ulceracije, spontano krvarenje)

Kalkulus indeks: 0 – nema kamenca

1 – malo vidljiv kamenac

2 – mala količina supragingivnog i subgingivnog kamenca

3 – velika količina supragingivnog i subgingivnog kamenca

Mobilnost implantata:_____

Vrijednost OSSTELLA:_____

Prosječan denzitet kosti:_____

Opasaka:_____

4-6 mjeseci nakon operacije:

Bol : odsutna blago izražena srednje izražena intezivna

Parestezija: prisutna odsutna

Gnojenje: prisutno odsutno

Dubina sondiranja: M:_____ D: _____ L:_____ P:_____

Plak indeks: 0 - nema plaka

1 – plak se ne vidi (dokazuje se bojanjem)

2 – plak vidljiv golim okom

3 – velika količina plaka

Gingivalni indeks: 0 – zdrava gingiva

1 – blaga upala (boja gingive je blago promjenjena, lagano krvari ili ne krvari na sondiranje)

2 – umjerena upala (prisutan edem uz promjenu boje cijele gingive, krvari nakon sondiranja)

3 – izrazita upala (eritem, hipertrofija, ulceracije, spontano krvarenje)

Kalkulus indeks: 0 – nema kamenca

1 – malo vidljiv kamenac

2 – mala količina supragingivnog i subgingivnog kamenca

3 – velika količina supragingivnog i subgingivnog kamenca

Mobilnost implantata:_____

Vrijednost OSSTELLA:_____

Prosječan denzitet kosti:_____

Opasaka:_____

Dvanaest mjeseci nakon operacije:

Bol : odsutna blago izražena srednje izražena intezivna

Parestezija: prisutna odsutna

Gnojenje: prisutno odsutno

Dubina sondiranja: M:_____ D: _____ L:_____ P:_____

Recesija: M:_____ D: _____ L:_____ P:_____

Plak indeks: 0 - nema plaka

1 – plak se ne vidi (dokazuje se bojanjem)

2 – plak vidljiv golim okom

3 – velika količina plaka

Gingivalni indeks: 0 – zdrava gingiva

1 – blaga upala (boja gingive je blago promjenjena, lagano krvari ili ne krvari na sondiranje)

2 – umjerena upala (prisutan edem uz promjenu boje cijele gingive, krvari nakon sondiranja)

3 – izrazita upala (eritem, hipertrofija, ulceracije, spontano krvarenje)

Kalkulus indeks: 0 – nema kamenca

1 – malo vidljiv kamenac

2 – mala količina supragingivnog i subgingivnog kamenca

3 – velika količina supragingivnog i subgingivnog kamenca

Mobilnost implantata:_____

Prosječan denzitet kosti:_____

Opasaka:_____