

Sveučilište u Zagrebu

Stomatološki fakultet

Ivana Najman

Tena Stričak

**USPOREDBA PRECIZNOSTI OTISAKA DOBIVENIH RAZLIČITIM METODAMA
MIJEŠANJA ALGINATA**

Zagreb, 2017.

Ovaj rad je izrađen na Zavodu za mobilnu protetiku Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu u suradnji sa Zavodom za elektroničke sustave i obradu informacija Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu, tvrtkom BEGO GmbH & Co. KG (Bremen, Njemačka), dentalnim laboratorijem Primus Dental Lab (Zagreb, Hrvatska), dentalnim laboratorijem R Dental Lab (Zagreb, Hrvatska) i ordinacijom dentalne medicine Gnathos (Zagreb, Hrvatska) pod vodstvom doc. dr. sc. Davora Illeša spec. stom. prot., te je predan na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2016./2017. Svim uključenima najljepše zahvaljujemo jer bez njihovog pojedinačnog doprinosa ovaj rad ne bi bilo moguće ostvariti.

POPIS KRATICA I OZNAKA:

2D – dvodimenzionalni sustav

3D – trodimenzionalni sustav

°C – Celzijev stupanj

STL – format datoteke porijeklom iz stereolitografskog CAD softvera (*eng. stereolithography*)

CT – kompjutorizirana tomografija (*eng. computed tomography*)

CBCT – cone beam kompjutorizirana tomografija (*eng. cone beam computed tomography*)

ICC – intraklasni koeficijent korelacije (*eng. intraclass correlation coefficient*)

ANOVA – jednosmjerna analiza varijance (*eng. analysis of variance*)

MANOVA – složena analiza varijance (*eng. multivariate analysis of variance*)

N – broj mjerenja (*lat. numerus*)

p – statistička značajnost

P – statistička snaga

F – vrijednost ANOVE, MANOVE

t – vrijednost Studentovog t-testa

df – broj stupnjeva slobode

stnd. – standardno

npr. – “na primjer”

SADRŽAJ:

1.UVOD.....	1
2.SVRHA ISTRAŽIVANJA.....	4
3.HIPOTEZA.....	5
4.MATERIJALI I METODE.....	6
4.1. Ispitanici i ispitivači.....	6
4.2. Postupci otiskivanja.....	6
4.3. Tehnike miješanja.....	8
4.4. Tehnika skeniranja otisaka.....	9
4.5. Usporedba otisaka.....	10
4.6. Statistička raščlamba.....	11
5.REZULTATI.....	12
5.1. Konzistencija usporednih mjerenja.....	12
5.2. Rezultati usporedbe linearnih obilježja otisaka.....	12
5.3. Rezultati analize površine otisaka.....	14
5.4. Rezultati analize statističke snage testova.....	15
6.RASPRAVA.....	16
7.ZAKLJUČAK.....	19
8.ZAHVALE.....	20
9.LITERATURA.....	21
10.SAŽETAK.....	24
11.SUMMARY.....	25

1. UVOD

Preciznost i točnost izuzetno su bitne karakteristike u dentalnoj medicini (1). Dentalnim otiscima zubi i čeljusti služimo se kako bismo situaciju iz usta pacijenta egzaktno prenijeli na sadreni model i time prikazali sve površine koje koristimo za dijagnostiku, planiranje i provođenje terapije. Precizan otisak omogućava vjernu reprodukciju intraoralnih individualnih karakteristika u obliku modela na kojem se kasnije izrađuje restauracija (2, 3). Nadoknada tvrdog zubnog tkiva mora biti iznimno precizna kako bi osigurala optimalnu funkciju i spriječila gubitak ili deterioraciju preostalih zubnih tkiva. Stoga, dimenzijska točnost i stabilnost otisaka, jedan je od osnovnih preduvjeta izrade dobro prilježućeg protetskog nadomjeska ili intraoralne naprave (4).

Dva su faktora koji utječu na točnost otiska: vjernost reprodukcije koja označava devijaciju otisnute u odnosu na izvornu geometriju; i preciznost koja označava devijaciju između ponavljanih otisaka (5). Postoje konvencionalne (2D) (6-8) i digitalne (2D i 3D) metode (5, 9) za procjenu preciznosti otisnih materijala. Razvojem tehnologije, povećana je preciznost 2D mjerenja, te je omogućena trodimenzionalna digitalna analiza otisaka, intraoralnih skenova (10) ili izlivenih modela optičkim skenerima ili radiografskim metodama (11) usporedbom cijele površine. Naravno, preciznost ovisi i o uređaju kojim se mjeri, odnosno o točnosti mjernog uređaja. Ograničenja novih metoda nastaju u mogućnostima vizualnoga pristupa i rezoluciji skenera koji se koristi za snimanje objekta (12).

Razni faktori utječu na preciznost otiska, odnosno dimenzijsku točnost sadrenog modela izlivenog prema otisku (3). Točnost reprodukcije najprije ovisi o vrsti otisnog materijala i rukovanju njime (13), uvjetima u kojima su otisci skladišteni sve do izlivanja modela (količina vlage, temperatura) (14), o vremenu proteklom do izlivanja modela, vrsti i materijalu žlice u kojoj je uzet otisak (15), dezinfekciji otisaka (16), vrsti sadre, vremenskom kontaktu sadre s otisnim materijalom (17) i naposljetku, uvjetima u ustima koji su individualni za svakog pacijenta.

Alginat je ireverzibilni hidrokolid i ujedno materijal koji se najčešće koristi za dentalne otiske. Miješa se u omjeru 1:1, prah naspram vodi. Hladna voda usporava vezivanje dok ga upotreba tople vode ubrzava (18). Najčešći način miješanja alginata je ručni, u gumenoj šalici uz čvrsto potiskivanje materijala uz rubove šalice s fleksibilnom špatulom pola do jedne minute (18). Postoje poluautomatizirani aparati za miješanje alginata, npr. Alghamix II (Zhermack, Badia Polesine, Italija), Alginator (Dux Dental, Utrecht, Nizozemska), koji

pojednostavnjuju proces miješanja okretanjem gumene šalice i na taj način poboljšavaju homogenost otisne mase (19). Od potpuno automatiziranih uređaja za miješanje alginata koriste se aparati kao što su Cavex Alginate Mixer II (Cavex Holland B.V., Haarlem, Nizozemska), Hurrimix i Hurrimix2 (Zhermack, Badia Polesine, Italija). Oni omogućuju još brže miješanje, glađu i homogeniju teksturu alginata bez inkluzija zraka te daju veću stabilnost alginata nakon uzimanja otiska (20). Moguće je i miješanje u vakuumskim uređajima za pripremu gipsa i uložne mase (Vacuum Power Mixer Plus, Whip mix Europe GmbH, Dortmund, Njemačka), no takav način miješanja primjereniji je zubotehničkim laboratorijima i nije učestao u stomatološkoj praksi (21).

S obzirom na poznata svojstva alginata koja utječu na njegovu dimenzijsku stabilnost, kao što su imbibicija, evaporacija i sinereza, potrebno je što prije izliti otisak. *In vitro* istraživanje (22), u kojem je odmah nakon otiskivanja, 1 sat i 6 sati nakon otiskivanja mjerena dimenzijska preciznost alginata triju različitih proizvođača, pokazalo je da nema značajnih razlika između alginatnih otisaka različitih proizvođača bez obzira na period skladištenja te da je poželjno otiske izliti u roku 2 do 3 sata kako bi zadržali dimenzijsku preciznost uz uvjet da su skladišteni u određenim uvjetima. Drugo istraživanje (23) je pokazalo da alginati s produženim vremenom izlivanja (Hydrogum 5, Zhermack, Badia Polesine, Italija) zadržavaju preciznost do 5 dana nakon otiskivanja za razliku od konvencionalnih alginata. Sljedeće istraživanje (24) u kojem su uspoređivana 2 materijala alginata s produženim vremenom izlivanja i 2 konvencionalna alginata koji su mjereni u periodima 10 minuta nakon otiskivanja, 24 sata i 100 sati nakon otiskivanja, pokazalo je kako sve vrste alginata imaju značajne dimenzijske promjene nakon 24 sata. Također, otisci su pohranjivani na različitim temperaturama: niskoj (-9°C), sobnoj (22°C) i visokoj temperaturi (46°C) tijekom 8 sati. Pokazalo se da su najveće dimenzijske promjene bile kod otisaka pohranjenim na niskoj temperaturi, dok su najmanje razlike bile kod otisaka pohranjenim na sobnoj temperaturi. Osim dimenzijske nestabilnosti, još jedno nepoželjno svojstvo alginata je slaba čvrstoća, odnosno slaba otpornost na trganje što se pokušavalo smanjiti dodavanjem silikonskih polimera (18).

U usporedbi s ostalim elastičnim materijalima, sintetičkim elastomerima (kondenzacijskim i adicijskim silikonima, polieterima te siloksaneterima), alginati imaju određene prednosti i nedostatke. Preciznost elastomera, pogotovo adicijskih silikona i polietera, znatno je bolja u odnosu na alginata zbog odlične dimenzijske stabilnosti (25).

Kondenzacijski silikoni imaju nešto lošija svojstva zato što tijekom vezivanja

nastaje nusprodukt koji uzrokuje kontrakciju materijala, te dolazi do nepoželjnih dimenzijskih promjena. Nedostatak silikona u usporedbi s alginatima je loše vlaženje površine zbog njihove izrazite hidrofobnosti zbog čega je otežano izlivanje otisaka i samo uzimanje otiska u vlažnim uvjetima usne šupljine. Negativne strane polietera su pak njegova velika čvrstoća nakon stvrdnjavanja i teško vađenje iz podminiranih područja (25). Potreba za njegovim usavršavanjem dovela je do razvoja vinilsiloksanetera, koji ujedinjuje dobre strane adicijskih silikona i polietera. (26).

Kod ocjenjivanja dentalnih otisaka koriste se *in vivo* i *in vitro* metode. Razlika u tim dvjema metodama je ta da se u *in vivo* istraživanjima ocjenjuju otisci uzeti na stvarnim ispitanicima (5), dok su u *in vitro* istraživanjima korišteni različiti modeli (10). Postoje konvencionalne dvodimenzionalne (2D) metode mjerenja u kojima se procjenjuje linearna preciznost tako što se različitim uređajima za mjerenje, raznim mjernim pomagalicama mjeri udaljenost između proizvoljno odabranih točaka s ciljem dokazivanja ekspanzije ili kontrakcije materijala u odnosu na zlatni standard (6-8). U brojnim istraživanjima mjerenja su provedena ručno; mjerenjem šestarom ili mehaničkim pomičnim mjerilom (23), mikroskopom (27, 28), Nikonovim profile projectorom V12 (Nikon, Tokio, Japan) (29). Danas se sve više koriste digitalne metode mjerenja (2D i 3D). Mjeriti se mogu sami otisci, odnosno negativ usne šupljine, izliveni sadreni modeli kao pozitiv usne šupljine te intraoralni skenovi (10). Kod digitalnih metoda mjerenja preciznosti, najprije je potrebno otisak/model/čeljust skenirati, a nakon toga se datoteke u određenim formatima (npr. STL) (5), obrađuju u različitim programima. Moguća su linearna mjerenja, ali i superponiranje modela ili otisaka čime ispituje podudarnost površina ili procjenjujemo "hrapavost" površina (9). Omogućeno je praćenje određenog područja ili prikazivanje deformacija u sve tri koordinatne osi. Osim intraoralnih i laboratorijskih skenera u istraživanjima se koriste i radiografski uređaji, CT i CBCT (11).

2. SVRHA ISTRAŽIVANJA

Namjera ove kliničke eksperimentalne studije bila je ocijeniti preciznosti otisaka uzetih alginatom zamiješanim različitim tehnikama miješanja: ručno, u aparatu za poluautomatizirano miješanje alginata, te potpuno automatiziranim mješačem. Tek nedavni razvoj tehnologija trodimenzionalnog ispisivanja i skeniranja omogućio je dodatnu objektivnost *in vivo* mjerenja i prikupljanje podataka koji nam definiraju preciznost otiska i ukazuju na njegovu uporabivost u dentalnoj praksi. Jedan od ciljeva je bio utvrditi objektivan način ocjenjivanja i uspoređivanja otisaka.

Također, željeli smo pokazati da način na koji se miješa sam otisni materijal (alginat) ima značajnu ulogu u ostvarivanju konzistentnosti i reproducibilnosti konačnog otiska.

3. HIPOTEZE

Postoje razlike u linearnim (H00) i prostornim (H01) dimenzijskim osobinama otisaka dobivenih ručnim miješanjem alginata po uputstvu proizvođača, strojnim poluautomatiziranim mješačem (Alghamix II, Zhermack, Badia Polesine, Italija) i strojnim automatiziranim mješačem Cavex Alginate Mixer II (Cavex Holland BV, Haarlem, Nizozemska). Alternativno, prihvaćaju se hipoteze: nema linearnih (H10), ni prostornih (H11) razlika među alginatnim otiscima zamiješanim različitim postupcima miješanja.

Pokazati će veće linearne (H20) i prostorne (H21) dimenzijske razlike alginatnih otisaka miješanih ručno i poluautomatizirano u odnosu na automatizirane načine miješanja. Alternativno, neće biti razlika između ručno i poluautomatiziranog naspram automatizirano zamiješanih otisaka linearno (H30) i prostorno (H31). Također postojati će veće razlike između poluautomatiziranog i automatiziranog načina miješanja linearno (H40) i prostorno (H41). Alternativno, neće biti razlika između automatizirano i poluautomatizirano zamiješanih otisaka linearno (H50) i prostorno (H51).

4. MATERIJALI I METODE

Etičko povjerenstvo Stomatološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu odobrilo je provođenje istraživanja odlukom pod rednim brojem 05-PA-15-4/2017.

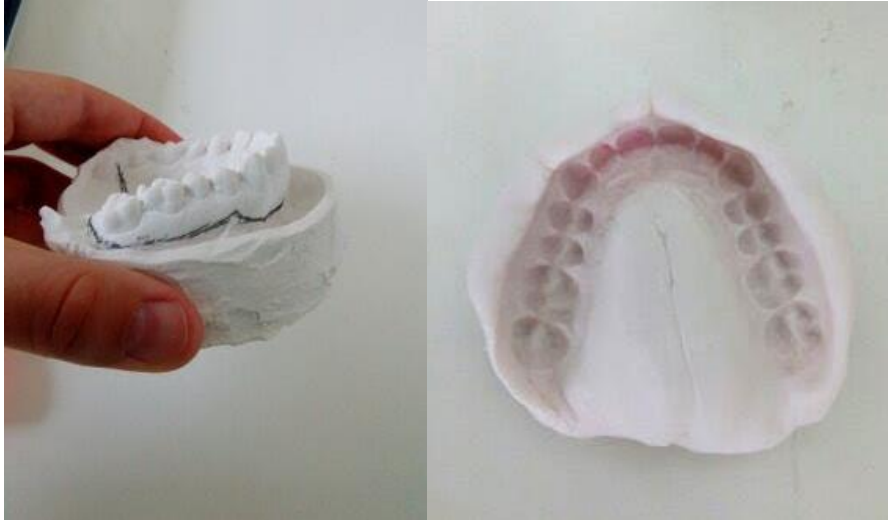
4.1. Ispitanici i ispitivači

U istraživanju je sudjelovao jedan dobrovoljac, ženska osoba stara 24 godine. Bilo je važno da ispitanik ima neprekinut gornji zubni luk, bez posebnih obilježja ili ortodontskih anomalija. Još jedna fiksna varijabla u istraživanju jest ispitivač. Svaki put je isti ispitivač provodio otiskivanje i miješao alginat ručnom tehnikom ili koristeći aparate za miješanje alginata. U postupcima linearnih mjerenja, koja su ovisna o ispitivaču, određena je unutarnja konzistentnost, te je postupak provjere metode uključio još jednog ispitivača.

4.2. Postupci otiskivanja

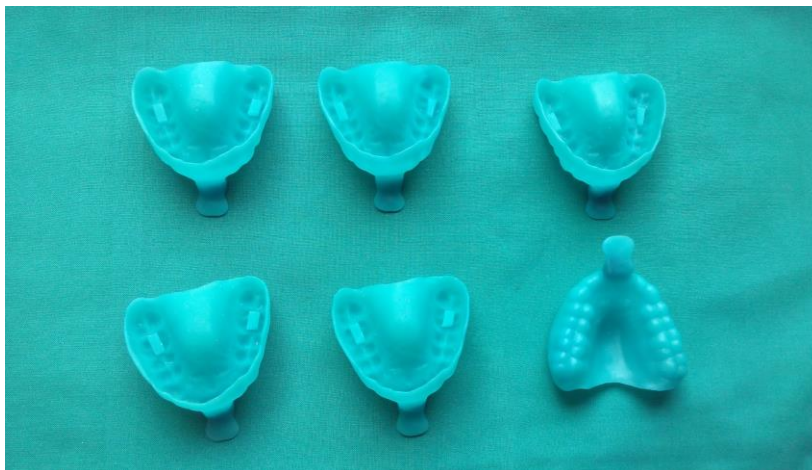
Prva faza u praktičnom dijelu istraživanja bio je otisak za dizajn individualne žlice. Najprije se uzimao anatomski otisak s ručno miješanim alginatom (XantALGIN Select fast set, Heraeus Kulzer, Hanau, Njemačka) prema uputama proizvođača metalnom konfekcijskom perforiranom žlicom. Otisak je zatim izliven u sadri tipa III (Gnathostone, Interdent d.o.o., Celje, Slovenija) koja je miješana u vakuumskoj miješalici (Vacuum Power Mixer Plus, Whip mix Europe, Dortmund, Njemačka). Nakon 40 minuta otisak se odvojio od sadrenog modela.

Na tom je modelu napravljena prva individualna žlica tako da se model najprije obložio ružičastim voskom (Podložni vosak, Interdent d.o.o., Celje, Slovenija) u dva sloja - svaki debljine 1 mm, te je preko toga izmodelirana individualna žlica od svjetlosnopolimerizirajućeg akrilata (Elite LC Tray - Zhermack, Badia Polesine, Italija). Pomoću te individualne žlice uzet je otisak kondenzacijskim silikonom (Cavex StabiSil, Cavex Holland BV, Haarlem, Nizozemska) miješanim, dezinficiranim (potopljen 10 minuta u 5,25% otopinu natrijeva hipoklorita) i skladištenim prema uputama proizvođača (30). Taj otisak je izliven u tvrdoj sadri, tipa IV (Interstone New Tip IV, Interdent d.o.o., Celje, Slovenija), skeniran laboratorijskim skenerom 3Shape D810 (3Shape, Kopenhagen, Danska) preciznosti i rezolucije manje od 15 mikrona (31), te je prema dobivenom digitalnom modelu dizajnirana konačna individualna žlica.



Slika 1. Izrada modela za dizajn prve individualne žlice iz otiska kondenzacijskim polivinil siloksanom u prethodno izrađenoj individualnoj žlici

Konačna individualna žlica dizajnirana je u programu 3Shape Dental designer (3Shape, Kopenhagen, Danska) u laboratoriju Primus Dental Lab. U suradnji s tvrtkom Bego GmbH & Co KG. isprintano je šest identičnih individualnih žlica (zeleni akrilat, Bego GmbH & Co. KG, Bremen, Njemačka) pomoću 3D printera VarseoWax Tray (Bego GmbH & Co. KG, Bremen, Njemačka) kako bi se izbjegao utjecaj žlica na kvalitetu otisaka i omogućila jednaka udaljenost žlice od svakog dijela usne šupljine što omogućava jednaku debljinu otisnog materijala na svim dijelovima otiska.



Slika 2. Šest identičnih isprintanih individualnih žlica

Glavni dio kliničke faze ove studije odrađen je u tri faze. Otiskivalo se alginatom (Aroma fine plus, Normal set, GC Europe, Leuven, Belgija) prema uputama proizvođača, tri

puta (s razmacima od tjedan dana) koristeći tri različite tehnike miješanja; sveukupno je otisnuto devet otisaka. Pri svakom otiskivanju korišten je alginat u jednakim količinama praha i vode (temperature 21°C).

4.3. Tehnike miješanja

Korištene su tri različite metode miješanja alginata. Prva tehnika jest ručno miješanje u gumenoj šalici za miješanje alginata (Kerr, Bioggio, Švicarska) s fleksibilnom plastičnom špatulom (Kerr, Bioggio, Švicarska).

Druga korištena metoda je miješanje u aparatu za miješanje alginata Alghamix II (Zehrmack, Badia Polesine, Italija). To je poluautomatizirana metoda u kojoj su špatula i gumena posuda sastavni dio aparata. Za prvih 10 sekundi miješanja korištena je sporija brzina rotacije, a nakon toga alginat je miješan na većoj brzini rotacije.

Treća primijenjena metoda je miješanje potpuno automatiziranim mješačem (Cavex Alginate Mixer II, Cavex Holland BV, Haarlem, Nizozemska). Ispitivač je unio smjesu u posudicu za miješanje, prema uputama (32) malo promiješao smjesu, zatvorio poklopac posudice, stavio posudicu u ležište, zatvorio poklopac aparata i uključio aparat. Nakon miješanja od 8 sekundi (32) izvadio smjesu, napunio individualnu žlicu te otisnuo gornji zubni luk.



Slika 3. Miješanje alginata ručno, u aparatu Alghamix II i u aparatu Cavex Alginate Mixer II

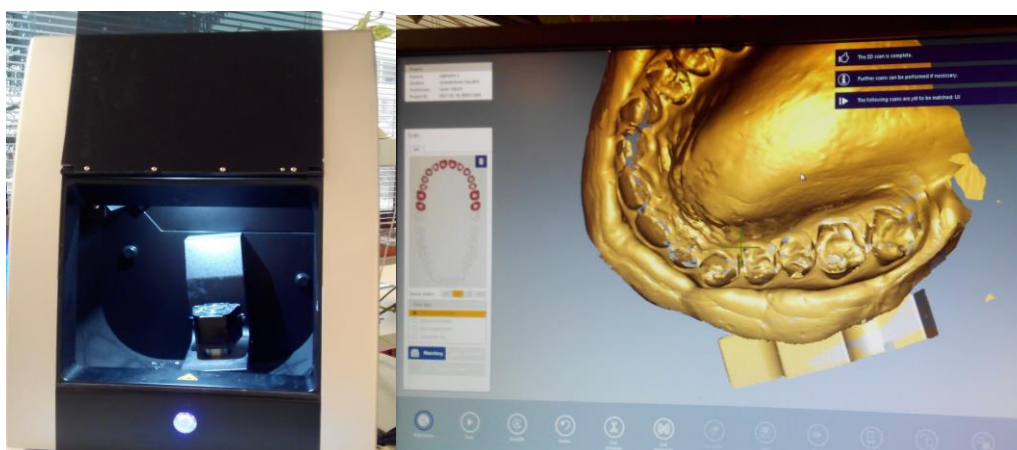
4.4. Tehnika skeniranja otisaka

Svi otisci su dezinficirani dezinficijensom MD 520 (Dürr Dental AG, Bietigheim-Bissingen, Njemačka) prema uputama proizvođača (33), te su primijenjeni jednaki uvjeti skladištenja i transporta. Nakon dezinficiranja spremiljeni su u vlažnu papirnatu maramicu, kako bi se spriječila deformacija, te stavljeni u samozatvarajuću polietilensku vrećicu i označeni.



Slika 4. Otisci skladišteni za transport do skeniranja

U roku od 1 sata skenirani su skenerom Ceramill map 400 sa Ceramil Mind programskim paketom. (Amann Girrbach GmbH, Koblach, Austrija). Dobiveni skenovi bili su u STL podatkovnom formatu. Podaci su stvoreni pomoću linearne svjetlosne projekcije koja omogućuje rezoluciju i preciznost manju od 20 μm (34).

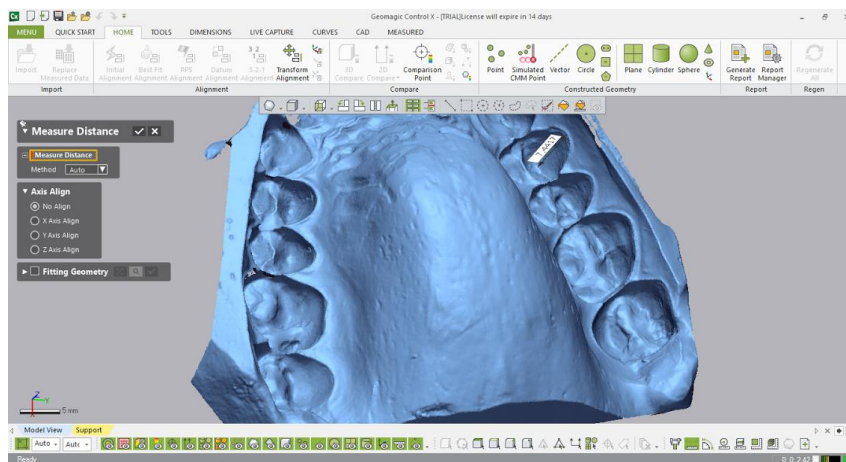


Slika 5. Skener Ceramill Map 400 korišten pri ovom istraživanju i snimka ekrana tijekom postupka skeniranja

4.5. Usporedba otisaka

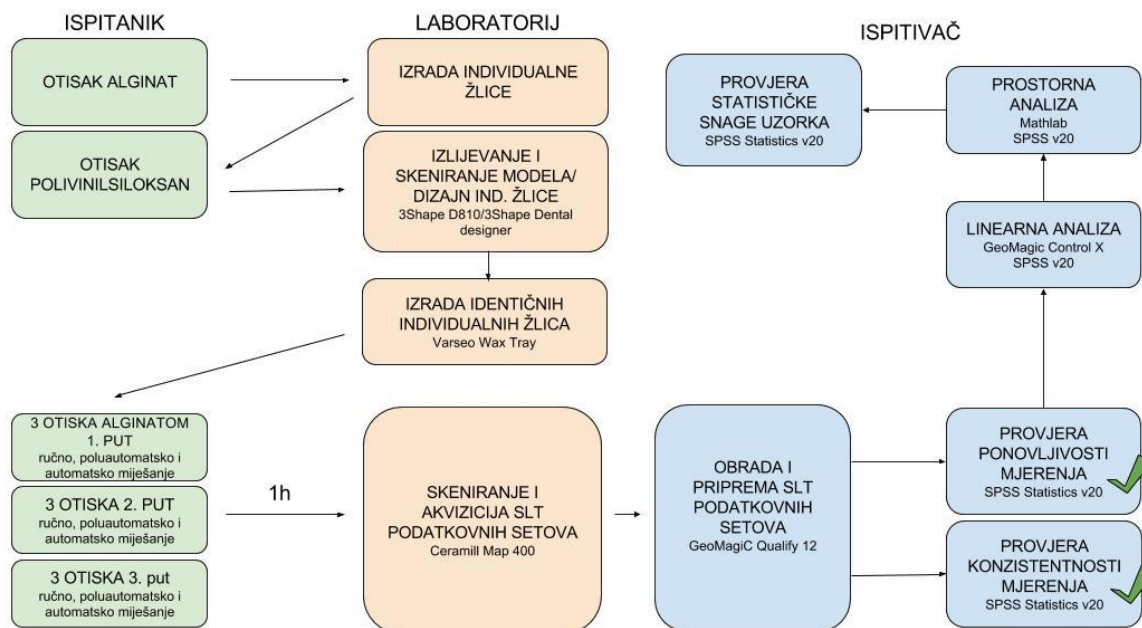
Cilj je bio napraviti dimenzijsku analizu, odnosno izmjeriti linearnu točnost (2D) i usporediti površine otisaka (3D).

Za usporedbu, dobivene STL datoteke morale su se posebno obraditi. Svi STL setovi podataka su superponirani jedni preko drugih koristeći “best fit” algoritam programa Geomagic Qualify 12 (3DSYSTEMS, Morrisville, Sjeverna Karolina, SAD) i uklonjeni su svi suvišni podaci, odnosno skenirane točke 1 mm iznad ruba gingive. Tako pripremljeni setovi podataka ponovno su spremljeni u zasebne datoteke. U programu Geomagic Control X 2017.0.2 (3DSYSTEMS, Morrisville, Sjeverna Karolina, SAD) je na svakoj od njih napravljena linearna analiza mjerenjem triju udaljenosti: A udaljenost–interkanina udaljenost, B udaljenost–udaljenost palatinalne kvržice desnog prvog pretkutnjaka do palatinalne kvržice desnog drugog pretkutnjaka i C udaljenost–udaljenost zenita i vrha desnog prvog pretkutnjaka. Svaka od tih udaljenosti mjerena je tri puta i odabrana je zbog lagane ponovne identifikacije. Nakon toga je napravljena statistička obrada dobivenih podataka.



Slika 6. Mjerenje linearne udaljenosti u programu Geomagic Contol X 2017.0.2

Zatim su parovi setova, uzeti u različitim vremenima i sortirani prema različitim tehnikama miješanja, uspoređeni u programu MATHLAB (The MathWorks, Inc., Natick, Massachusetts, SAD). Parovi po vremenima bili su: otisak 1-otisak 2, otisak 2-otisak 3, otisak 1-otisak 3. Izračunate su razlike najbližih susjednih točaka dvaju preklapljenih otisaka za otprilike 40000 STL vertex točaka. Odbačene su vrijednosti ispod 10 i iznad 90 percentila i izračunata je srednja vrijednost udaljenosti preostalih točaka u mikrometrima.



Slika 7. Dijagram slijeda faza istraživanja i uređaji te programski paketi upotrijebljeni u svakoj pojedinoj fazi

4.6. Statistička raščlamba

Svi prikupljeni podaci uvezeni su u program SPSS Statistics 20 (IBM Corporation, Armonk, New York, SAD) te su testirani Kolmogorov Smirnovljevim testom kako bi se utvrdila normalnost distribucije, također korištenjem Levenovog testa ($p=0,05$) provjerena je jednakost varijanci.

Linearne udaljenosti analizirane su dvojako. Provjerena je podudarnost mjerenja između dva ispitivača te unutarnja, zavisna konzistencija mjerenja na način da je svaki od ispitivača na istom STL setu podataka deset puta izmjerio odabranu udaljenost (interkaninu udaljenost). Kao procjena podudarnosti mjerenja između ispitivača, korišten je Studentov t-test, a za provjeru unutarnje konzistencije unutarklasni koeficijenti koorelacije (engl: intraclass coefficient; ICC).

Za linearnu analizu napravljena je multivarijatna analiza varijance (MANOVA) gdje su kao faktori uzeti vrijeme otiska (prvi, drugi i treći put), mjesto mjerenja (udaljenost A, B i C) te metoda miješanja (ručno, poluautomatizirano i potpuno automatizirano).

Za prostornu analizu korištena je zavisna jednosmjerna analiza varijance (ANOVA) zajedno s post hoc Bonferroni testom.

Kako bi se utvrdila potrebna veličina uzorka za buduća istraživanja, upotrijebljen je kalkulator snage (35) rabeći podatke o varijanci dobivene u našem istraživanju.

5. REZULTATI

Podaci prikupljeni u istraživanju bili su distribuirani normalno ($p > 0,05$), te su varijance bile podjednake ($p > 0,05$).

5.1. Konzistencija usporednih mjerenja

Studentovim T-testom za nezavisne uzorke određene su statističke značajnosti razlika među mjerenjima dvoje različitih ispitivača, to jest između dvije aritmetičke sredine njihovih mjerenja. Ovim postupkom dokazano je da nema statistički značajnih razlika između ispitivača ($t=1,12$; $p < 0,05$) što prikazuje tablica 1.

Tablica 1. Vrijednosti aritmetičkih sredina usporednih mjerenja interkanine udaljenosti mjerenih od strane dva ispitivača, prosječno odstupanje od prosjeka (standardna devijacija) i prosječna greška odstupanja izražene u milimetrima

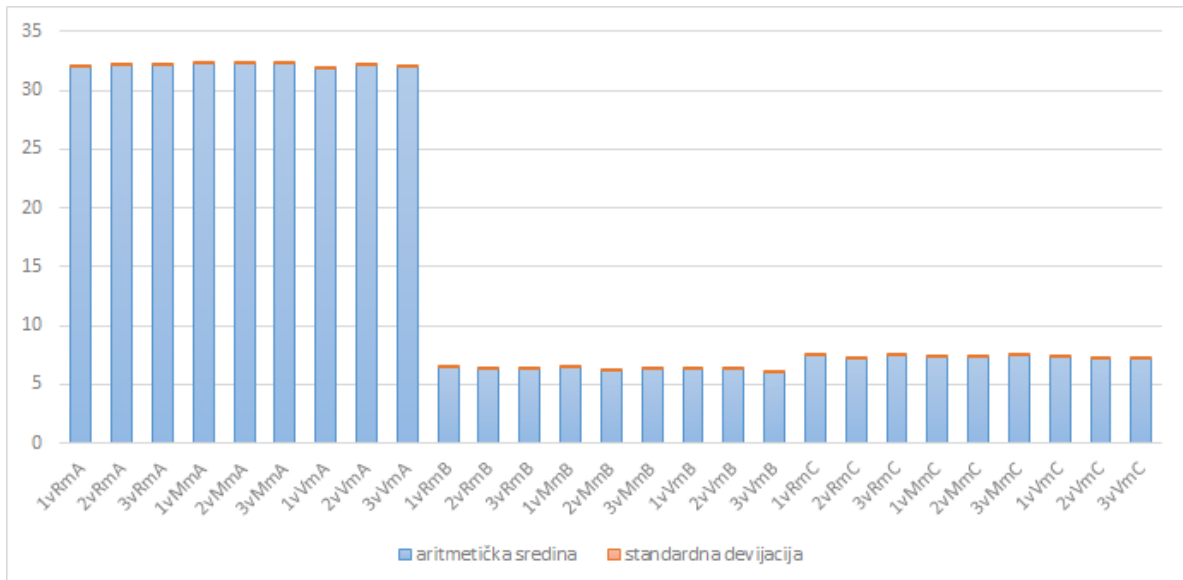
Ispitivač	broj uzoraka	srednja vrijednost	standardna devijacija	standardna pogreška
1	10	32,123090	0,1977147	0,0309001
2	10	31,994650	0,2937389	0,0928884

Za provjeru unutarnje konzistencije mjerenja ispitivača korišten je unutarklasni korelacijski koeficijent - ICC. Dobivena vrijednost koeficijenta iznosila je 0,76 što smatramo odličnom konzistentnošću mjerenja koje izvodi jedan ispitivač.

5.2. Rezultati usporedbe linearnih obilježja otisaka

Deskriptivna statistička obilježja linearne analize dana su u grafikonu 1. Vidljive su razlike između mjesta mjerenja, no ne i preostalih analitičkih faktora: vrijeme i način miješanja.

Grafikon 1. Aritmetičke sredine i standardne devijacije mjerenja (mm) u ovisnosti o vremenu (1v, 2v, 3v), metodi miješanja alginata (Rm-ručno miješanje, Mm-poluautomatizirano, Vm-automatizirano miješanje) i proizvoljno odabranim linearnim udaljenostima (A, B, C) u milimetrima. Standardne devijacije su u odnosu na aritmetičke sredine izuzetno male.



Tablica 2. Rezultati multivarijatne analize

Faktor	Pillai's Trace F	Statistička značajnost
Vrijeme	32,1	0,12
Miješanje	76,4	0,81
Udaljenost	543101318	0.0001*

Rezultati multivarijatne analize (MANOVA) pokazuju da se linearne izmjere na otiscima uzete u različitim vremenima i zamiješane na različite načine statistički značajno ne razlikuju. Linearno mjerene udaljenosti prema mjestima mjerenja statistički izrazito se razlikuju (vidi tablicu 2).

5.3. Rezultati analize površine otisaka

Deskriptivni podaci o poklapanju površina otisaka dobiveni su kao prosječna vrijednost poklapanja prvog i drugog, drugog i trećeg te prvog i trećeg otiska unutar određene skupine. Sva mjerenja provedena su tri puta što je rezultiralo sa ukupno devet izmjera. Deskriptivni pokazatelji dani su u tablici 3.

Tablica 3. Deskriptivni parametri prosječnog poklapanja površina otisaka sa ručno, polu- i potpuno automatizirano miješanim alginatom u mikrometrima (*N* – broj mjerenja)

	N	srednja vrijednost	std. devijacija	std. pogreška	95% interval pouzdanosti	
					donji graničnik	gornji graničnik
ručno	9	178,78	18,880	6,293	164,27	193,29
poluautomatizirano	9	162,33	14,722	4,907	151,02	173,65
automatizirano	9	61,89	18,638	6,213	47,56	76,22
ukupno	27	134,33	55,273	10,637	112,47	156,20

Jednosmjernom analizom varijance ANOVA utvrđene su statistički značajne razlike ($p < 0,001$) između različitih načina miješanja kad se uspoređuju otisci trodimenzionalno.

Tablica 4. Rezultati jednosmjerne analize varijance (*df* - broj stupnjeva slobode, *F*-vrijednost testa, *p* -statistička značajnost)

ANOVA				
Prosječno poklapanje				
suma kvadrata	df	srednja vrijednost kvadrata	F	p
7364,444	24	306,852	117,431	0,000

Rezultati post hoc testova pokazali su gdje su utvrđene razlike nastale. Najveće razlike uočene su uspoređujući preklapanje površina po “best fit” algoritmu i to superponiranog ručnog i automatiziranog načina miješanja te superponiranog poluautomatiziranog i automatiziranog načina miješanja što prikazuje tablica 5.

Tablica 5. Usporedba prosječnih poklapanja (Bonferroni post hoc test), između dva otiska miješanih različitim metodama , p-statistička značajnost testa

(I) Miješanje	(J) Miješanje	T -usrednjena razlika(I-J)	standardna pogreška	p
ručno	poluautomatizirano	16,444	8,258	0,174
ručno	automatizirano	116,889	8,258	0,000
poluautomatizirano	automatizirano	100,444	8,258	0,000

5.4. Rezultati analize statističke snage testova

Rezultati analize statističke snage testa (Power analize) za jednosmjernu analizu varijance uz podatke iz našeg istraživanja: srednja vrijednost grupe ručno bila je 178,7 +/- 18,8 u usporedbi s grupom automatizirano 61,9 +/- 18,6 determinira snagu veću od 0,8. Kad usporedimo grupu automatizirano s parametrima grupe poluautomatizirano 162,3 +/-14,7 uz snagu postavljenu na P=0,8 dobivamo potrebu za većim uzorkom (42 uzorka) kojim bi se omogućili pravovaljani zaključci.

6. RASPRAVA

Ova eksperimentalna klinička studija učinjena je s namjerom objektivnog mjerenja, te ocjene preciznosti dentalnih otisaka. Ranija istraživanja mjere uglavnom linearnu točnost kao dvodimenzionalnu mjeru uspoređujući otisak s prauzorom ili zlatnim standardom (2D analiza), a novija istraživanja (36) superponiraju trodimenzionalne digitalne modele (9, 37), te tako procjenjuju preciznost otisaka (3D analiza). U ovom istraživanju nije korišten zlatni standard. Kao zlatni standard bilo je moguće koristiti intraoralni sken područja koje bi kasnije bilo otisnuto, međutim zbog velike razlike u načinu rada, preciznosti i rezoluciji intraoralnih i stolnih laboratorijskih skenera takva usporedba ne bi bila valjana. Također, razlike u tehnologiji skeniranja intraoralnih struktura, otisaka ili izlivenih modela uvelike utječu na dobivene rezultate (38). Otisci su u ovom istraživanju međusobno uspoređivani mijenjajući samo jednu varijablu - način miješanja alginata.

Rezultati dosadašnjih istraživanja koja uspoređuju digitalne otiske skenirane intraoralnim skenerima sa konvencionalnim otiskivanjem pokazuju veću preciznost konvencionalnih metoda pred digitalnima (5, 9). Digitalne metode otiskivanja su manje točne, precizne i vjerne, pokazuju drugačije uzorke dimenzijskih devijacija u usporedbi s konvencionalnim metodama (5, 9). Stoga, logično je pretpostaviti, da u dogledno vrijeme konvencionalni otisci u preciznosti nemaju u potpunosti alternativu u digitalnim intraoralnim sustavima, posebice gdje njihove dimenzijske devijacije dolaze do izražaja; npr. pri skenovima kompletnih čeljusti. Međutim, sistemi digitalnih intraoralnih otisaka nastavljaju se ubrzano razvijati (5, 36).

Digitalni stolni skeneri znatno su precizniji i pokazuju manje distorzije u odnosu na intraoralne (39). U većini slučajeva koriste se za skeniranje izlivenih gipsanih modela na kojima se zatim i završno oblikuje izgledani ili isprintani nadomjestak. Kod manjeg broja skenera moguće je direktno skeniranje otiska i izrada modela 3D printerom (5). Upravo razvoj takvih stolnih uređaja za skeniranje i dentalnih 3D printera omogućio je primjenu metoda korištenih u ovom istraživanju. Novorazvijeni su i skeneri za direktno skeniranje otisaka, no nažalost mi nismo imali pristup jednom takvom uređaju, već je primjenjen klasičan stolni skener Ceramill map 400 (Amann Girrbach GmbH, Koblach, Austrija) čije je ograničenje bio uvid u podminirana područja otiska. Takva pogreška je inherentna pogreška sustava za akviziciju podataka i smatramo je nebitnom jer je jednaka za sve skenirane otiske i jednako se manifestira. Dodatan oprez primjenjen je nakon postupka superpozicije svih setova tako što su svi

podatkovni setovi “trimani” na vrijednosti koje su sasvim sigurno podudarne (1 mm od gingvnih rubova). Prethodni radovi također potvrđuju da stolni skener može biti dobro sredstvo za procjenu točnosti modela i otisaka (5).

Visokoprecizni konvencionalni materijali (polieteri, silikoni, vinilsiloksaneteri), pokazali su veću preciznost od digitalnih “otisnih” metoda za kompletne idealne zubne lukove, s tim da je alginat pokazao najlošiju preciznost (5). Može se pretpostaviti da je uzrok toj nepreciznosti u tome što se alginati miješaju ručno, dok su ostale otisne mase umiješane automatski u posebnim aparatima. Također, viskoznost alginata je drugačija u usporedbi s drugim ispitivanim materijalima, pa je logično da manje viskozni materijali produciraju manji broj zračnih inkluzija i da su one manje veličine. Stoga su i pozitivni defekti koji se dobivaju odlijevanjem takvog modela manje izraženi i brojni, što takve modele čini površinski sličnijima, dakle i preciznijima. U principu, upitna je usporedba preciznosti materijala koji se miješao dvovremenski - nisko viskozni i srednje viskozni i onog miješanog ručno u samo jednoj konzistenciji. Bilo bi bolje usporediti kombinaciju niskoviskoznog alginatata u kombinaciji s viskoviskoznim s drugim konvencionalnim otisnim masama. Još jedan uzrok nepreciznosti alginata može biti u dimenzijskim promjenama do izlivanja (preporuča ga se izliti unutar 15 do 45 min od otiskivanja) (15, 18), te osjetljivosti na uvjete pohrane (vlažnost, temperaturu i sl.) (14). Napretkom tehnologije, noviji alginatni materijali su i u ovom području poboljšani u mjeri da se izlivanje može vršiti do 5 dana nakon otiskivanja sa zadovoljavajućim vrijednostima preciznosti (22, 23).

Može se reći da su alginati, jedan od najdugovječnijih materijala u dentalnoj medicini uistinu i visokoprecizni materijali, ali da je za njihovu preciznost izuzetno bitan način miješanja, skladištenja, transporta i izlivanja. U ovom istraživanju ispitivan je utjecaj tehnike miješanja na preciznost, a postupkom direktnog skeniranja otisaka nastojale su se izbjeći greške koje mogu nastati postupkom izlivanja. Kontroliranjem drugih čimbenika koji bi mogli utjecati na sam otisak: odabir i vrsta žlice, vrsta i količina alginata, temperatura vode, vrijeme i način skladištenja i transporta, nastojalo se nadići nedostatke prijašnjih istraživanja. Greške koje uzrokuje terapeut i pacijent svedene su na minimum, tako što je u istraživanju sudjelovao samo jedan ispitanik i samo jedan terapeut, a konzistencija i podudarnost mjerenja provjereni su statističkim metodama i utvrđeno je da su zadovoljavajući ($ICC=0,76$).

Dobiveni rezultati su pokazali da ne postoje statistički značajne razlike u linearnim dimenzijskim osobinama otisaka ($p>0,05$; $F(\text{vrijeme})=32,1$; $F(\text{miješanje})=76,4$). Razlike

postoje između mjesta mjerenja ($p < 0,01$; $F(\text{mjesto}) = 543101318$), što je u skladu s postavkama istraživanja. Sukladno tim rezultatima prihvaća se alternativna hipoteza H10 da ne postoje statistički značajne razlike u linearnim izmjerama s obzirom na vrijeme uzimanja otiska ili s obzirom na način miješanja alginata, te odbacuje H00. Samim time odbacuje se i hipoteza H20, H40 i prihvaća H30, H50 - razlike između linearnih izmjera nisu veće s obzirom na način miješanja alginata. Dakle možemo zaključiti da na samu preciznost materijala način miješanja nije imao velik utjecaj.

Utvrđene su statistički značajne razlike u prostornim dimenzijskim osobinama otisaka ($p < 0,01$; $F = 117,43$), čime se potvrđuje hipoteza H01 da postoje razlike u konzistentnosti otisaka s obzirom na način miješanja, te odbacuje H11. Za razliku od linearnih mjerenja, pri superponiranju digitalnih otisaka pronađene su statistički značajne prostorne razlike. Zaključuje se da neke metode miješanja uzrokuju površinske nepravilnosti inkorporacijom zraka, nedovoljno izreagiranim prahom s vodom (grudice), te da postoji veći utjecaj terapeuta (osobe koja je miješala alginat) na kvalitetu otisnog materijala. Rezultati Bonferronijevih post hoc testova pokazuju da su veće prostorne dimenzijske razlike alginatnih otisaka miješanih ručno i poluautomatizirano u odnosu na automatiziran način miješanja ($p < 0,01$; $T = 116,89$) što potvrđuje hipotezu H21, te se samim time odbacuje hipotezu H31. Također, dokazane su razlike ($p < 0,01$; $T = 100,44$) između poluautomatiziranog i automatiziranog načina miješanja prostorno čime se prihvaća hipoteza H41, a odbacuje H51. Prihvaćene i odbačene hipoteze pokazuju da potpuno automatizirani način miješanja alginata znatno povećava njegovu preciznost, nažalost za poluautomatizirani način miješanja to se ne može tvrditi jer su prostorne razlike između ručnog i poluautomatiziranog miješanja relativno male.

Nedostatak ovog istraživanja jest upravo u premalom broju uzoraka za pravovaljano donošenje zaključaka o istovjetnosti. Rezultati power analize pokazuju da je potrebno napraviti 42 otiska sveukupno uz statističku snagu postavljenu na $P = 0,80$ da bi se mogli izvesti pravovaljani zaključci o nepostojanju razlike u preciznosti alginatnih otisaka miješanih ručno i poluautomatizirano. Nažalost, u okviru ovakvog istraživanja zbog troškova postupaka i opreme, to je bilo nemoguće. Unatoč tome, ovo istraživanje dobar je temelj i pokazatelj smjera za daljnja buduća istraživanja i može se smatrati svojevrsnim pilot projektom kojeg je potrebno ostvariti u znatnijem opsegu.

7. ZAKLJUČAK

Linearne dvodimenzionalne (2D) izmjere na trodimenzionalnim (3D) skenovima alginatnih otisaka uzetih u različitim vremenima i zamiješanih različitim tehnikama (ručno, poluautomatizirano i automatizirano) statistički se značajno ne razlikuju ($p > 0,05$; $F(\text{vrijeme})=32,1$; $F(\text{tehnika miješanja})=76,4$).

Utvrđene su statistički značajne razlike ($p < 0,01$; $T(\text{ručno/automatizirano})=116,89$; $T(\text{poluautomatizirano/automatizirano})=100,44$) između potpuno automatiziranog, te ručnog i poluautomatiziranog načina miješanja kad se uspoređuju skenovi alginatnih otiska površinskom 3D analizom. Postoje razlike između ručnog i poluautomatiziranog miješanja, ali u ovom istraživanju zbog male veličine uzorka i velike varijance nisu mogle biti statistički dokazane. Potrebno je barem peterostruko povećanje uzorka kako bi se sa odgovarajućom statističkom snagom ($P=0,80$) moglo tvrditi da razlike uistinu ne postoje.

8. ZAHVALE

Zahvaljujemo mentoru, doc. dr. sc. Davoru Illešu, na uloženom vremenu, savjetima, razumijevanju i ugodnoj suradnji prilikom izrade ovog znanstvenog rada.

Zahvaljujemo članovima obitelji, voljenima i prijateljima na podršci, strpljenju te vjeri u nas i ovaj rad.

Zahvaljujemo gospodinu Prokopu i gospodinu Šterle te tvrtki Bego i zaposlenicima dentalnog laboratorija Primus Dental Lab na pomoći pri printanju identičnih individualnih žlica.

Zahvaljujemo zaposlenicima ordinacije Gnathos na pomoći i ustupljenoj ordinaciji.

Zahvaljujemo zaposlenicima dentalnog laboratorija R Dental Lab na uloženom vremenu i pomoći pri skeniranju otisaka.

9. LITERATURA

1. Vigolo P, Majzoub Z, Cordioli G. *In vitro* comparison of master cast accuracy for single-tooth implant replacement. *J Prosthet Dent.* 2000;83(5):562-6.
2. Hoist S, Blatz MB, Bergler M, Goellner M, Wichmann M. Influence of impression material and time on the 3-dimensional accuracy of implant impressions. *Quintessence Int.* 2007;38(1).
3. Del'Acqua MA, Arioli-Filho JN, Compagnoni MA, Mollo F Jr de A. Accuracy of impression and pouring techniques for an implant-supported prosthesis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2008;23(2):226-36.
4. Peutzfeldt A, Asmussen E. Accuracy of alginate and elastomeric impression materials. *Eur J Oral Sci.* 1989;97(4):375-9.
5. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent.* 2016;115(3):313-20.
6. Caputi S, Varvara G. Dimensional accuracy of resultant casts made by a monophasic, one-step and two-step, and a novel two-step putty/light-body impression technique: an *in vitro* study. *J Prosthet Dent.* 2008;99(4):274-81.
7. Hoyos A, Soderholm KJ. Influence of tray rigidity and impression technique on accuracy of polyvinyl siloxane impressions. *Int J Prosthodont.* 2011;24(1):49-54.
8. Chandran DT, Jagger DC, Jagger RG, Barbour ME. Two- and three-dimensional accuracy of dental impression materials: effects of storage time and moisture contamination. *Biomed Mater Eng.* 2010;20(5):243-9.
9. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent.* 2013;109(2):121-8.
10. Vandeweghe S, Vervack V, Dierens M, De Bruyn H. Accuracy of digital impressions of multiple dental implants: an *in vitro* study. *Clin Oral Implants Res.* 2016
11. Tingting J, Sang-Mi L, Yanan H, Xin C, Hyeon-Shik H. Evaluation of digital dental models obtained from dental cone-beam computed tomography scan of alginate impressions. *Korean J Orthod.* 2016 May; 46(3): 129-136.
12. Vlaar ST, Vander Zel JM. Accuracy of dental digitizers. *Int Dent J.* 2006;56(5):301-9.
13. Sedda M, Casarotto A, Raustia A, Borracchini A. Effect of storage time on the accuracy of casts made from different irreversible hydrocolloids. *J Contemp Dent Pract.* 2008;9(4):59-66.
14. Chandran DT, Jagger DC, Jagger RG, Barbour ME. Two- and three-dimensional accuracy of dental impression materials: effects of storage time and moisture contamination. *Biomed Mater Eng.* 2010;20(5):243-9.

15. Thongthammachat S, Moore BK, Barco MT, Hovijitra S, Brown DT, Andres CJ. Dimensional accuracy of dental casts: influence of tray material, impression material, and time. *J Prosthodont*. 2002;11(2):98-108.
16. Taylor RL, Wright PS, Maryan C. Disinfection procedures: their effect on the dimensional accuracy and surface quality of irreversible hydrocolloid impression materials and gypsum casts. *Dent Mater*. 2002;18(2):103-10.
17. Marquezan M, Jurach EM, Guimarães VD, Valentim RGA, Nojima LI, Nojima MDCG. Does the contact time of alginate with plaster cast influence its properties?. *Braz Oral Res*. 2012;26(3):197-201.
18. Mehulić K. i suradnici, *Dentalni materijali*, prvo izdanje, Zagreb, Medicinska naklada, 2016:261-4.
19. Mechanical mixer for alginates, plasters and silicones Zhermack Alghamix II [Internet]. En.zhermack.com. 2017 [cited 2017 Apr 1]. Available from: http://en.zhermack.com/Clinical/Equipment/Mixing_machine/C303230.kl
20. Materials I, Supplementaries I. Impression Supplementaries [Internet]. Cavex.nl.; c2017 [cited 2017, Apr 1]. Available from: <http://www.cavex.nl/en/products/productcategory/277/sub-292/product-2Cavex>
21. Vacuum Power Mixer Plus & Combination Unit - Whip Mix [Internet]. Whip Mix. c2017 [cited 2017 Mar 21]. Available from: <https://whipmix.com/products/vacuum-power-mixer-plus-combination-unit/>
22. Tingting J, Sang-Mi L, Yanan H, Xin C, Hyeon-Shik H. Evaluation of digital dental models obtained from dental cone-beam computed tomography scan of alginate impressions. *Korean J Orthod*. 2016;46(3):129–36.
23. Rohanian A, Shabestari GO, Zeighami S, Samadi MJ, Shamshiri AR. Effect of storage time of extended-pour and conventional alginate impressions on dimensional accuracy of casts. *J Dent (Tehran)*. 2014;11(6):655-64
24. Todd JA, Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC. Dimensional changes of extended-pour alginate impression materials. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;143(4 Suppl):S55-63.
26. Krhen P, Petričević N. Materijali za funkcijske otiske u mobilnoj protetici i njihova primjena. *Sonda*. 2012;13(24):53-6.
27. Kulkarni MM, Thombare RU. Dimensional Changes of Alginate Dental Impression Materials-An *In vitro* Study. *J Clin Diagn Res*. 2015;9(8):98-102.
28. Berhamović L, Berhamović E, Redžepagić S, Ajanović M. Dimensional stability of four elastomeric impression materials disinfected by immersion of 0,5% chlorhexidine diglukonate. *Stomatol Vjesn* 2012;01:51-8.

29. Kumari N, Nandeeshwar DB. The dimensional accuracy of polyvinyl siloxane impression materials using two different impression techniques: An *in vitro* study. J Indian Prosthodont Soc. 2015;15(3): 211–7
30. Assortment Baseplates [Internet]. Cavex.nl. c2017 [cited 2017 Mar 30]. Available from: <http://www.cavex.nl/images/products/93English%20en>
31. 3Shape D810 desktop dental scanner [Internet]. 3D Dental Solutions. c2017 [cited 2017 Apr 19]. Available from: <http://www.dental3dsolutions.com/3d-dental-products/dental-scanners/d810-3shape/Dental>
32. Cavex ColorChange is patient friendly [Internet]. Cavex.nl. c2017 [cited 2017 Mar 23]. Available from: <http://www.cavex.nl/images/products/73English%20en>
33. [Internet]. c2017 [cited 2017 Mar 25]. Available at: http://www.dmsdental.com.tr/dosya/pdf/PI_MD_520_EN_2015_12_0956.pdf
34. Ceramill Map 400 - Scanning - CAD-CAM - Products - DENTAG Italia Ltd [Internet]. Dentag-italia.com. c2017 [cited 2017 Mar 23]. Available from: <http://www.dentag-italia.com/en/products/cad-cam/scanning/ceramill-map-400>
35. HyLown Consulting LLC G. Power and Sample Size Calculators | HyLown [Internet]. Powerandsamplesize.com. c2017 [cited 2017 Mar 25]. Available from: <http://powerandsamplesize.com/Calculators>
36. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R et al. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An *in vitro* analysis based on 3-dimensional comparisons. J Prosthet Dent. 2016;S0022-3913(16)30514-5
37. Kurtulmus-Yilmaz S, Ozan O, Ozcelik TB, Yagiz A. Digital evaluation of the accuracy of impression techniques and materials in angulated implants. J Dent. 2014 Dec;42(12):1551-9.
38. Shembesh M, Ali A, Finkelman M, Weber H, Zandparsa R. An *In Vitro* Comparison of the Marginal Adaptation Accuracy of CAD/CAM Restorations Using Different Impression Systems. J Prosthodont. 2016.
39. Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2013;144(3):471-8.

10. SAŽETAK

Ivana Najman, Tena Stričak

USPOREDBA PRECIZNOSTI OTISAKA DOBIVENIH RAZLIČITIM METODAMA MIJEŠANJA ALGINATA

Svrha ovog istraživanja bila je ocijeniti preciznost otisaka uzetih alginatom zamiješanim različitim metodama. Pretpostavka je bila da način miješanja materijala ima značajnu ulogu u ostvarivanju konzistentnosti i reproducibilnosti otiska. Cilj ove kliničke eksperimentalne studije bio je razviti objektivan način ocjenjivanja i uspoređivanja otisaka.

U ovom istraživanju uzeti su otisci u tri navrata, korištene su tri metode miješanja: ručno, poluautomatizirano sa aparatom Alghamix II (Zehrmack, Badia Polesine, Italija) i automatizirano mješačem Cavex Alginate Mixer II (Cavex Holland BV, Haarlem, Nizozemska). Otiskivanje je provedeno na istom ispitaniku, istim alginatom, identičnim individualnim žlicama, te je ispitivač uvijek bio isti. Otisci su jednako dezinficirani, pohranjeni i prošlo je jednako vrijeme (1 h) do skeniranja. Sva mjerenja provela je jedna osoba. Mjerene su tri linearne udaljenosti, svaka tri puta. Ispitana je ponovljivost i konzistentnost mjerenja unutar jednog i između dva ispitivača, napravljena je dimenzijska analiza, odnosno određivana je linearna točnost i uspoređivana je površina otisaka.

Rezultati za ponovljivost mjerenja pokazali su da između dvoje ispitivača nema značajnih razlika ($t=1,12$; $p<0,05$). Vrijednost koeficijenta unutarnje konzistentnosti mjerenja iznosila je 0,76 što smatramo odličnom konzistentnošću mjerenja koje izvodi jedan ispitivač. Linearne (2D) izmjere na 3D skenovima otisaka uzetim u različitim vremenima i zamiješanim različitim tehnikama (ručno, poluautomatizirano i automatizirano) značajno se ne razlikuju ($p>0,05$; $F(\text{vrijeme})=32,1$; $F(\text{tehnika miješanja})=76,4$). Utvrđene su značajne razlike ($p<0,01$; $T(\text{ručno/automatizirano})=116,89$; $T(\text{poluautomatizirano/automatizirano})=100,44$) uspoređujući površine (3D) potpuno automatiziranog s ručnim ili poluautomatiziranim načinom miješanja. Postoje razlike između ručnog i poluautomatiziranog miješanja, ali zbog male veličine uzorka i velike varijance nisu mogle biti dokazane. Potrebno je barem peterostruko povećanje uzorka kako bi se sa odgovarajućom statističkom snagom ($P=0,80$) moglo tvrditi da razlike uistinu ne postoje.

Ključne riječi: preciznost otisaka, metode miješanja, dimenzijska analiza, alginat

11. SUMMARY

Ivana Najman, Tena Stričak

A COMPARISON OF THE IMPRESSION ACCURACY OBTAINED BY VARIOUS ALGINATE MIXING METHODS

The purpose of this research was to evaluate the accuracy of alginate impressions made by different mixing methods. The assumption was that the mixing method of material has significant role in achieving the consistency and reproducibility of the impressions. The purpose of this clinical experimental study was to develop an objective way of evaluating and comparing the impressions.

In this research, impressions were taken in three different times. In each time - three methods of mixing were used: manual, semi-automatic with Alghamix II (Zehrmack, Badia Polesine, Italy) and automatic with Cavex Alginate Mixer II (Cavex Holland BV, Haarlem, the Netherlands). The research was conducted on the same person, by the same alginate type, by the identical custom-made trays and the researcher was always the same person. All impressions were disinfected and stored in the same way. Furthermore, equal time (1 h) has passed up until scanning. The measurement was carried by the same person. In each of three times, three different linear distances were measured. Repeatability and measurement consistency were tested both within one and between two researchers, dimension analysis was calculated, i.e. linear accuracy (2D) was measured and the surfaces of impressions were compared (3D).

Results for repeatability have indicated that there are no statistically significant differences in measurements made by two researchers ($t=1.12$; $p<0.05$). By testing inner measurement consistency the amount of coefficient value was 0.76, which is considered as an excellent measurement congruence carried out by one researcher. Results of linear measurements (2D) made by comparison of impressions obtained in different time and mixed by various methods (manual, semi-automatic, automatic) statistically do not differ significantly ($p>0.05$; $F(\text{time})=32.1$; $F(\text{mixing method})=76.4$). It is concluded that there are statistically significant differences ($p<0.01$; $T(\text{manual/automatic})=116.89$; $T(\text{semi-automatic/automatic})=100.44$), by comparing scanned impression surfaces (3D) of automatic with semi-automatic or manual mixing methods. Results present that there are differences between manual and half automatic mixing, but because of the small size of sample and the large variance, statistically significant difference could not be proven. Power analysis results indicated a requisite for at least five time larger sample ($P=0.80$) to affirm that the differences do not really exist.

Keywords: Impression accuracy, Mixing methods, Dimension analysis, Alginate