

Zahvalnica

Zahvaljujem se prof. dr Radetu Paravini koji me je uveo u oblast boje u stomatologiji, ustupio opremu i literaturu i pružio priliku da postanem deo međunarodnog istraživačkog tima. Posebno želim da mu se zahvalim na korisnim savetima, strpljenju i nesebičnoj pomoći u izradi doktorske teze. Profesor Rade mi je pokazao da se pored dostignuća u nauci, autoritet i poštovanje stiču znanjem i korektnim odnosom prema kandidatu. Bez njegovog poverenja sa jedne strane i potpune slobode u radu sa druge strane, rad na ovoj tezi ne bi bio tako prijatno i ispunjavajuće iskustvo.

Zahvaljujem se mentoru prof. dr Saši Stankoviću na pomoći, razumevanju i korisnim sugestijama koje je velikodušno pružao u prevazilaženju svih tehničkih problema tokom izrade doktorske disertacije.

Zahvaljujem se prof. dr Nebojši Krunicu na podsticanju aktivnosti koje su bile u direktnoj vezi sa izradom teze i prijateljskim savetima vezanim za njenu pripremu i odbranu.

Zahvaljujem se prof. dr Tatjani Puškar na izdvojenom vremenu, što je u kratkom vremenskom roku pregledala disertaciju i dala korisne sugestije.

Zahvaljujem se kolegama sa predmeta Stomatološka protetika na podršci i preuzimanju dela nastavnih i kliničkih obaveza za vreme izrade disertacije.

Posebno se zahvaljujem mojim roditeljima Kitki i Svetislavu, supruzi Bojani i ćerki Jeleni na pruženoj ljubavi, pažnji i svakodnevnom odricanju koje je bilo neminovno prilikom izrade doktorske teze.



UNIVERZITET U NIŠU
MEDICINSKI FAKULTET



Ivan S. Ristić

**UTICAJ KOMPJUTERSKOG TRENING
PROGRAMA I STANDARDNIH METODA
NA KVALITET ODREĐIVANJA BOJE ZUBA
PRI RAZLIČITIM IZVORIMA SVETLOSTI**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Niš, 2016.



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF MEDICINE



Ivan S. Ristić

**THE INFLUENCE OF COMPUTER-BASED
TRAINING PROGRAM AND STANDARD
METHODS ON QUALITY OF TOOTH COLOR
MATCHING UNDER DIFFERENT ILLUMINANTS**

DOCTORAL DISSERTATION

Niš, 2016.

Podaci o doktorskoj disertaciji

Mentor: Prof. dr Saša Stanković, redovni profesor, Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet

Naslov: Uticaj kompjuterskog trening programa i standardnih metoda na kvalitet određivanja boje zuba pri različitim izvorima svetlosti

Rezime: Precizno i predvidljivo određivanje boje zuba može predstavljati izazov za stomatolge i zubne tehničare. Vizuelno određivanje boje zuba, pomoću ključeva za određivanje boje je metod koji se najčešće koristi u praksi ali zahteva posedovanje veština stečenih na osnovu kliničkog iskustva. Naizgled jednostavan metod poređenja boje uzoraka ključa sa bojom zuba često dovodi do grešaka, od malih do ozbiljnih promašaja. Cilj ovog rada bio je da se odredi sposobnost studenata da pravilno odrede boju zuba i njihov napredak posle edukacije. Studenti (N=174) su bili podeljeni u eksperimentalnu u kontrolnu grupu. Održivali su osam boja pod standardizovanim uslovima osvetljenja, koristeći komoru za održavanje boje i ručni kolor korektivni uređaj. Eksperimentalna grupa je prisustvovala predavanju o boji i izgledu u stomatologiji i završila Dental Color Matcher online edukacioni program. Kontrolna grupa nije imala nikakve dodatne informacije između dve sesije određivanja boje. Studenti su za izbor najboljeg pogotka boje sa namanjom razlikom prema CIELAB AND CIEDE2000 formuli dobijali ocenu od 10 poena, za drugi najbolji pogodak 9 poena i tako dalje do 1 poena za deseti najbolji izbor. Izračunate su srednja vrednost i standardna devijacija. Razlike su bile analizirane korišćenjem Student-ovog t-testa, ANOVA i ANCOVA testa. Eksperimentalna grupa je postigla statistički značajan napredak u „pre“ i „posle“, sesiji, na različitim uzorcima boja i svim bojama posebno. Kontrolna grupa (bez obrazovanja o boji i treninga) nije poboljšala rezultate u određivanju boje u drugoj sesiji. U ovoj studiji nije zapažena razlika među polovima. Glavni zaključak je bio da obrazovanje ima ključnu ulogu u poboljšanju veština za pravilno određivanje boje zuba.

Naučna oblast: Stomatologija
Naučna disciplina: Stomatološka protetika

Ključne reči: Određivanje boje zuba, ključevi za određivanje boje zuba, edukacija, kolor trening program, kolor korigovani izvori svetla, pol

UDK: 371.3:004]:616.314-76(043.3)

CERIF klasifikacija: B 730, Odontologija, Stomatologija

Tip licence
Kreativne zajednice: CC BY-NC-ND

Data on Doctoral Dissertation

Doctoral Supervisor:	Dr Saša Stanković, Professor, University of Niš, Faculty of Medicine
Title:	The influence of computer-based training program and standard methods on quality of tooth color matching under different illuminants
Abstract:	Accurate and predictable shade matching for dental restorations can be a challenge for dentists and dental technicians. Visual color matching using shade guides is still the most commonly used method, but this method remained a skill acquired through clinical experience. The seemingly simple method of comparing and matching the color of shade tabs with the color of teeth often leads to mistakes that range from minor to severe mismatches. The main goal of this study was to evaluate the shade matching ability of dental students as they progress through their education. Dental students (N=174), divided into experimental and control groups, matched the color of eight shade tabs colors under standardized lighting conditions, using viewing booth, and hand-held shade matching unit. The experimental group attended the lecture on color and appearance in dentistry and completed Dental Color Matcher, an online education and training program. The control group did not have any additional information in between two shade matching sessions. The score for the best match (the match with the smallest color difference) was 10 points, the 2nd best match 9 points and so on up to 1 point if the 10th best match was selected. Means and standard deviations were calculated using two CIE color difference formulae, CIELAB and CIEDE2000. Differences were analyzed using the Student t-test, ANOVA and ANCOVA test. The experimental group achieved a statistically significant improvement in the after shade matching session on overall results, on different shade tabs and on all colors separately. The control group (with no color education and training) did not improve shade matching scores in the second session. No significant differences were found between genders in this study. The main conclusion was that education has crucial role in improvement of shade matching skills.
Scientific Field:	Dentistry
Scientific Discipline:	Prosthetic dentistry
Key Words:	Shade matching, shade guide, education, color training program, color corrective devices, gender
UDC:	371.3:004]:616.314-76(043.3)
CERIF Classification:	B 730, Odontology, Dentistry
Creative Commons License Type:	CC BY-NC-ND

S A D R Ž A J

1. UVODNE NAPOMENE	1
2. PREGLED LITERATURE.....	3
2.1. BOJA KAO ELEMENT PSIHOLOGIJE	3
2.1.1. Boja kao fizički stimulus	3
2.1.2. Kolorimetrijski sistemi.....	5
2.1.2. Opažanje boja.....	8
2.2. ODREĐIVANJE BOJE ZUBA.....	9
2.2.1. Procena i interpretacija usklađenosti boje.....	9
2.2.2. Vizuelno određivanje boje zuba.....	11
2.2.3. Uticaj raznih faktora na kvalitet određivanja boje zuba	17
2.3. INSTRUMENTALNO ODREĐIVANJE BOJE ZUBA	23
3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA	29
4. MATERIJAL I METODI RADA.....	31
4.1. Izrada individualnih modela lica	32
4.2. Uzorci i ključevi za određivanje boje zuba	35
4.3. Uređaji sa standardizovanim izvorima svetlosti	35
4.4. Edukacija i trening program za poboljšanje kvaliteta određivanja boje zuba.....	36
4.5. Matematički i statistički metodi obrade podataka.....	39
4.6. Izračunavanje rezultata (poena) za određivanje boje zuba.....	42
4.7. Statistička analiza.....	43
5. REZULTATI.....	44
5.1. Rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe pre i posle edukacije.....	44
5.1.1. Ukupni rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe pre i posle edukacije.....	44
5.1.2. Rezultati t-testa eksperimentalne grupe za uparene uzorke, pre i posle edukacije.....	45
5.1.3. Rezultati t-testa kontrolne grupe za uparene uzorke, pre i posle edukacije.....	46
5.2. Poređenje rezultata u komori i hand-held-u, pre i posle edukacije	47
5.2.1. Ukupna ocena rezultata t-testa eksperimentalne grupe na komori i hand-held-u, pre i posle edukacije	47
5.2.2. Ukupna ocena rezultata t-testa kontrolne grupe na komori i hand-held-u, pre i posle edukacije.....	47

5.3. Poređenje rezultata dobijenih određivanjem tačne i najpribližnije boje, pre i posle edukacije.....	48
5.3.1. Ukupna ocena rezultata t-testa eksperimentalne grupe za uzorke tačne boje iz LG ključa, pre i posle edukacije.....	48
5.3.2. Ukupna ocena rezultata t-testa kontrolne grupe za uzorke tačne boje iz LG ključa pre i posle edukacije.....	48
5.3.3. Ukupna ocena rezultata t-testa eksperimentalne grupe za najpribližnije uzorke iz VC ključa, pre i posle edukacije.....	49
5.3.4. Ukupna ocena rezultata t-testa kontrolne grupe za najpribližnije uzorke iz VC ključa, pre i posle edukacije	49
5.3.5. Rezultati ANCOVA testa za određivanje tačne i najpribližnije boje korišćenjem komore i hand-held uređaja	50
5.3.6. Rezultati t-testa određivanja boje uparenih uzoraka tačne i najpribližnijeboje, eksperimentalne grupe, pre i posle edukacije	50
5.3.7. Rezultati t-testa određivanja boje uparenih uzoraka tačne i najpribližnije boje kontrolne grupe, pre i posle edukacije	51
5.4. Poređenje rezultata dobijenih za svaku boju pojedinačno, pre i posle edukacije	52
5.5. Poređenje rezultata prema polu, pre i posle edukacije	54
5.5.1. Rezultati t-testa eksperimentalne grupe za nezavisne uzorke prema polu, pre i posle edukacije.....	54
5.5.2. Rezultati t-testa kontrolne grupe za nezavisne uzorke prema polu, pre i posle edukacije.....	56
5.5.3. Ukupni rezultati t-testa prema polu, korišćenjem komore i hand-held uređaja, pre i posle edukacije.....	58
5.5.4. Rezultati t-testa ipitivanja prema polu za tačnu i najpribližniju boju, pre i posle edukacije.....	59
5.5.5. Rezultati t-testa za nezavisne uzorke prema polu, pre i posle edukacije	62
5.6. Poređenje rezultata t-testa na celom uzorku dobijenih korišćenjem komore i hand-held uređaja.....	64
5.7. Poređenje rezultata ANOVA testa na celom uzorku pre edukacije, za uzorke sa tačnom i najpribližnijom bojom u ključu	65
5.8. Poređenje rezultata ANOVA testa na celom uzorku pre edukacije, prema svakom zadatom uzorku pojedinačno	65
5.9. Poređenje rezultata t-testa na celom uzorku pre edukacije, prema polu	66

6. DISKUSIJA	69
6.1. Rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe pre i posle edukacije.....	70
6.1.1. Ukupni rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe pre i posle edukacije.....	70
6.1.2. Rezultati t-testa eksperimentalne grupe za uparene uzorke, pre i posle edukacije.....	70
6.1.3. Rezultati t-testa kontrolne grupe za uparene uzorke, pre i posle edukacije	72
6.2. Poređenje rezultata u komori i hand-held-u, pre i posle edukacije	73
6.3. Poređenje rezultata dobijenih određivanjem tačne i najpribližnije boje, pre i posle edukacije.....	74
6.3.1. Ukupna ocena rezultata t-testa eksperimentalne grupe za uzorke tačne boje iz LG ključa, pre i posle edukacije.....	74
6.3.2. Ukupna ocena rezultata t-testa kontrolne grupe za uzorke tačne boje iz LG ključa pre i posle edukacije.....	75
6.3.3. Ukupna ocena rezultata t-testa eksperimentalne grupe za najpribližnije uzorke iz VC ključa, pre i posle edukacije	76
6.3.4. Ukupna ocena rezultata t-testa kontrolne grupe za najpribližnije uzorke iz VC ključa, pre i posle edukacije	77
6.3.5. Rezultati ANCOVA testa za određivanje tačne i najpribližnije boje korišćenjem komore i hand-held uređaja	78
6.3.6. Rezultati t-testa određivanja boje uparenih uzoraka tačne i najpribližnije boje, eksperimentalne grupe, pre i posle edukacije	78
6.3.7. Rezultati t-testa određivanja boje uparenih uzoraka tačne i najpribližnije boje kontrolne grupe, pre i posle edukacije	78
6.4. Poređenje rezultata dobijenih za svaku boju pojedinačno, pre i posle edukacije	78
6.5. Poređenje rezultata prema polu, pre i posle edukacije.....	79
6.5.1. Rezultati t-testa eksperimentalne grupe za nezavisne uzorke prema polu, pre i posle edukacije.....	80
6.5.2. Rezultati t-testa kontrolne grupe za nezavisne uzorke prema polu, pre i posle edukacije.....	80
6.5.3. Ukupni rezultati t-testa prema polu, korišćenjem komore i hand-held uređaja, pre i posle edukacije.....	81
6.5.4. Rezultati t-testa ipitivanja prema polu za tačnu i najpribližniju boju, pre i posle edukacije.....	81
6.5.5. Rezultati t-testa za nezavisne uzorke prema polu, pre i posle edukacije	82

6.6. Poređenje rezultata t-testa na celom uzorku dobijenih korišćenjem komore i hand-held uređaja	82
6.7. Poređenje rezultata ANOVA testa na celom uzorku pre edukacije, za uzorke sa tačnom i najpribližnijom bojom u ključu	83
6.8. Poređenje rezultata ANOVA testa na celom uzorku pre edukacije, prema svakom zadatom uzorku pojedinačno	83
6.9. Poređenje rezultata t-testa na celom uzorku pre edukacije, prema polu	85
7. ZAKLJUČCI	86
8. LITERATURA	88
PRILOG	109
 BIOGRAFIJA AUTORA	 117

1. UVODNE NAPOMENE

Precizno određivanje boje zuba predstavlja izazov za veliki broj stomatologa i zubnih tehničara. Vizuelni metod, uz korišćenje ključeva za određivanje boje zuba je najčešći metod za određivanje boje zuba. Naizgled jednostavan metod upoređivanja i uparivanja boje uzoraka ključa sa bojom zuba dovodi veoma često do greške koja se može kretati od male do potpuno pogrešne boje zuba.^{1,2,3} Uređaji za instrumentalno određivanje boje ovaj proces mogu značajno olakšati, ali zbog kompleksnosti i cene nisu još uvek dovoljno zastupljeni u praksi.⁴⁻⁹

Uspeh vizuelnog načina određivanja boje zuba zavisi od faktora okruženja i interpretacije posmatrača.^{10,11} U faktore okruženja mogu se svrstati svi faktori koji se nalaze u okruženju pacijenta i mogu imati uticaj na konačni ishod određivanja boje zuba. Osvetljenje je jedan od najbitnijih faktora okruženja.¹² Prirodno dnevno svetlo može pružiti odlične uslove za pravilno određivanje boje zuba, ali nedovoljno prisustvo dnevnog svetla i njegova promenljivost mogu dovesti do manjih ili većih greški.^{13,14,15} U stomatološkim ordinacijama i zubotehničkim laboratorijama najčešće se koriste veštački izvori svetlosti. To mogu biti različite vrste plafonskih sijalica i stonih lampi (halogene sijalice, LED sijalice, neonske cevi, inkandescentne sijalice), reflektori na stomatološkim stolicama (najčešće koriste halogene ili LED sijalice). Ovi izvori svetlosti najčešće ne mogu obezbediti adekvatne uslove osvetljenja¹⁶ za pravilno određivanje boje zuba, tako da se u praksi sve više koriste specijalizovani kolor-korigovani izvori svetlosti koji simuliraju belo dnevno svetlo i na taj način obezbeđuju optimalne uslove za određivanje boje zuba.¹⁷

Boje koje okružuju pacijenta, pre svega boje zidova i tavanice, boja stomatološke komprese, mogu uticati na ishod određivanja boje zuba. Siva boja „odmara“ oči i ne reflektuje svetlo,¹⁸ pa je jedna od preporuka upotreba netralne svetlo-sive komprese prilikom određivanja boje zuba. Ruževi za usne, puder, nakit i odeća jarkih boja mogu nepovoljno uticati na proces određivanja boje zuba.¹⁹

Oblik krunice zuba, tekstura vestibularne površine zuba, konzervativne i protetske nadoknade, vlažnost površine zuba i higijena usta i zuba su takođe bitni faktori. Oni mogu dovesti do različite refleksije svetla sa površine zuba i samim tim mogu uticati na rezultat određivanja boje zuba.^{20,21}

Ključevi za određivanje boje zuba predstavljaju značajan faktor u procesu određivanja boje zuba. Prilagođenost dentalnih kolor standarda najzastupljenijim bojama zuba u populaciji, kao i „pokrivenost“ dentalnog kolor prostora, u velikoj meri utiču na konačni ishod pravilnog izbora boje.²²

Ljudski faktor ima presudnu ulogu u vizuelnom metodu određivanja boje zuba. Sposobnost percepcije boja zavisi pre svega od zdravlja organa vida. Kolor-deficijentne osobe nisu u mogućnosti da pravilno određuju boju zuba.²³ Velika dioptrija i nošenje kontaktnih sočiva (posebno zatamnjenih i sočiva u boji) otežavaju pravilnu percepciju boja. Pojedina opšta oboljenja i korišćenje određenih vrsta lekova takođe mogu imati uticaj na adekvatnu percepciju boja.²⁴

Pored navedenih faktora, veliki broj kliničkih studija se bavio i uticajem iskustva, obrazovanja, godina i pola na sposobnost pravilnog određivanja boje zuba.^{23,25,26}

Edukacija o boji u kombinaciji sa trening programima predstavlja veoma važan faktor u procesu pravilnog određivanja boje zuba.^{27,28}

Edukacija o boji i njen uticaj na proces pravilnog određivanja boje zuba, ali istovremeno i ispitivanje da li se može samo pomoću stečenog iskustva, bez edukacije, napredovati u procesu sticanja veština neophodnih za pravilno određivanje boje zuba, bile su osnovne teme ovog istraživanja.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. BOJA KAO ELEMENT PSIHOFIZIKE

2.1.1. Boja kao fizički stimulus

Boja je kompleksan psihofizički fenomen. Subjektivna percepcija boje je moguća samo ako postoji fizički stimulus u formi svetlosti, kao i vizuelni sistem koji dati stimulus može da primi, obradi i interpretira. Vizuelni sistem se sastoji od oka, nerava za prenos nadražaja i mozga koji dati nadrazaj može obraditi i pojmiti kao boju.^{29,30}

Boja predstavlja vidljivi deo elektromagnetne radijacije, talasne dužine između 380 i 780 nm. Radiotalasi koji imaju talasnu dužinu manju od 380 nm predstavljaju ultravioletno zračenje i x-zrake, dok radiotalasi sa talasnom dužinom većom od 780 nm čine opseg infra-crvenog zračenja, mikro i radiotalasa. Različite delove vidljivog dela spektra oko prepoznaje kao različite boje. Tako na primer talasnu dužinu od 480 nm vidi kao plavu boju, od 480 do 560 kao zelenu, od 560 do 590 kao žutu, od 590 do 630 kao narandžastu i talasne dužine veće od 630 nm kao crvenu boju.³¹

Postoji veliki broj načina da se izazove stimulus boja. Svi se oni mogu podeliti u dve grupe zbog što jednostavnijeg ispitivanja. U prvoj grupi, izvori stimulusa boja imaju direktnu interakciju sa okom i te boje se nazivaju *neposredne boje*. U drugoj grupi, postoji interakcija stimulusa boje sa nekim objektom pa tek onda sa okom, *posredne boje*.

Neposredne boje nastaju usled emisije talasa stimulusa.

Nassau (1983) je podelio stimulse boja u petnaest kategorija:³²

- Usijanost
- Gasne ekscitacije
- Vibracije i rotacije
- Tranzicije metalnih jedinjenja
- Tranzicije metalnih primesa
- Organska jedinjenja
- Prenosi napona
- Metali
- Čisti poluprovodnici

- Poluprovodnici sa primesama ili aktivirani poluprovodnici
- Centri boja (F-centri)
- Disperzivno prelamanje
- Rasejanja
- Interferencije
- Difrakcije (prelamanja)

Pojedine vrste stimulusa moraju se zagrejati do određene temperature da bi počeli da emituju vidljivi deo spektra. Ovi stimulusi se nazivaju *crna tela (blackbody)*,^{33,34,35} a temperatura na kojoj emituju svetlost *korelaciona temperatura boje (correlated color temperature)*.³⁶ Internacionalna komisija za osvetljenje – CIE (Commision Internationale de L'Eclairage)³⁷ je stimulse koji emituju vidljivi deo spektra svetlosti nazvala iluminantima (*illuminants*).³⁸ U zavisnosti od vrste spektra koji emituju, iluminanti se mogu podeliti u više različitih serija koje se obeležavaju latiničnim slovima (A, B, C, D, E i F). Serija D je najbitnija za određivanje boje u stomatologiji, ali i u industriji, umetnosti i drugim granama u kojima je pravilna percepcija boja bitna. D50 i D65 odgovaraju temperaturi boje od 5000 K i 6500 K i označavaju standardno dnevno svetlo, ili kako se još naziva, Zapadno/Severno Evropsko dnevno svetlo. Smatra se da pri ovoj temperaturi oko može najpreciznije odrediti boje.

Posredne boje nastaju modifikacijom u interakciji sa određenim materijalima. Kada svetlost padne na određeni objekat mogu se javiti sledeće fizičke pojave:

Transmisija. Transmisija ili propuštanje svetla se javlja kod transparentnih materijala kod kojih je odbijanje svetlosti svedeno na minimum. Koliko određeni materijal propusti svetla može se izračunati na osnovu *indeksa prelamanja (refractive index)*,³⁹ koji pokazuje koliko se brzina svetla u datom materijalu promenila u odnosu na brzinu svetlosti u vazduhu.

Absorpcija. Materijali koji absorbuju deo svetlosti su najčešće obojeni ili prebojeni. U najvećem broju slučajeva absorbovana svetlost se pretvara u toplotnu energiju.

Rasejanje. Ova pojava nastaje usled interakcije svetlosti sa molekulima materije na koju je naišla i emisije svetlosti u različitim pravcima. Ukoliko materija ima isti indeks prelamanja kao i materija kroz koju je svetlost došla neće biti rasejanja svetlosti. Ukoliko se indeksi prelamanja razlikuju doći će do manjeg ili većeg rasejanja. Ukoliko je koncentracija čestica materije velika, a samim tim i količina rasejanih zraka, kaže se da je došlo do difuznog rasejanja svetlosti. U slučaju da je koncentracija čestica u materiji manja i da je jedan deo

svetlosti rasejan, a jedan deo samo prošao kroz materiju, takvu materiju nazivamo translucencom. Ako svetlo ne prolazi kroz materiju, materija se naziva neprozirnom.

Refleksija. Odbijanje svetlosti odnosno refleksija predstavlja jednu od najbitnijih fizičkih pojava za fenomen vida. Zraci reflektovani sa površine (površinska refleksija) ili dubljih slojeva objekta (volumenska refleksija) dolaze do oka i izazivaju stimulus koji se u mozgu doživljava kao boja. Neprozirni objekti parcijalno apsorbuju svetlost, dok ostatak svetlosti reflektuju. Objekti svetlih nijansi većinu zraka reflektuju, dok tamni objekti većinu zraka apsorbuju. Idealna crna tela ne reflektuju svetlost. Kod ovakve vrste objekata apsorpcija svetla je potpuna. Ako površina jednog objekta apsorbuje plavo-ljubičaste nijanse, a reflektuje crvene i zelene nijanse, doći će do „mešanja“ boja, pa će oko reflektovane zrake registrovati kao žutu boju.

Fluorescencija. Kada su pojedine materije izložene elektromagnetnom zračenju elektroni unutar elektronskih omotača njihovih molekula prelaze u „pobuđeno“ stanje, odnosno prelaze na više elektronske nivoe. Pri vraćanju na prvobitno stanje elektroni emituju elektromagnetno zračenje veće talasne dužine od onog kojim su bili izloženi - fluoresciraju. Pojava oslobađanja ove vrste energije naziva se fluorescencija.

Goniometrijski aspekt materije. Površina na koju svetlost pada u velikoj meri utiče na sve dosad pomenute pojave. Neravna, zakrivljena ili hrapava površina drugačije će reflektovati svetlost, pa će samim tim subjektivni doživljaj boje posmatrača biti drugačiji. Subjektivni doživljaj zavisiće od ugla pod kojim svetlo pada na površinu, ugla pod kojim posmatrač gleda i od teksture i oblika same površine.^{31,40,41}

2.1.2. Kolorimetrijski sistemi

Osnovna uloga kolorimetrijskih sistema je precizno definisanje i obeležavanje boja. U upotrebi je veliki broj sistema koji se mogu podeliti u tri osnovne kategorije:

Sistemi bazirani na mešanju boja. Ova grupa sistema prilagođena je pre svega CRT (cathode ray tube) ekranima i nije dovoljno precizna i jednostavna za kolorimetrijska ispitivanja u stomatologiji. Ovoj grupi pripadaju sistemi: RGB, CMYK, NTSC itd.

Sistemi bazirani na percepciji boja. Ova grupa sistema uključuje posmatrača kao presudnu kariku u procesu određivanja boje zuba. Vizuelna percepcija boje pojedinca čini suštinu ovih sistema. Kako različiti ljudi ne percipiraju boje na identičan način, nameće se zaključak da ova grupa sistema nije dovoljno precizna i pouzdana. Konceptualni sistem organizova-

ne percepcije boja se u praksi pokazao kao veoma uspešan. Najpoznatiji kolor-perceptivni sistem je svakako Munsell-ov sistem boja.

Munsell-ov sistem boja (Munsell 1905)⁴² je prvi veliki korak u sistematizaciji boja. Munsell je uveo trodimenzionalni sistem boja sa tri osnovne komponente:

H (hue) – osnovna boja. Sve boje su raspoređene u krugu (360°), sa deset osnovnih boja: crvena (R), žuto-crvena (YR), žuta (Y), zeleno-žuta (GY), zelena (G), plavo-zelena (BG), plava (B), ljubičasto-plava (PB), ljubičasta (P) i crveno-ljubičasta (RP). Spektralni prostor između svake dve osnovne osnovne boje podeljen je u 10 podnijansi.

V (value) – svetlina je ahromatska komponenta boje. Predstavljena je vertikalnom osom koja prolazi kroz centar kruga. Vrednosti su od 0 (crno) na dnu ose, do 100 (belo) na vrhu ose, sa različitim sivim nijansama između njih.

C (chroma) – zasićenost boje ili saturacija boje je zapravo koncentracija boje u datoj nijansi. U centru kruga (na i u blizini ahrotaske ose) postavljene su boje sa najmanjom saturacijom, dok se ka perferiji kruga intenzitet boja pojačava.

Vizuelno određivanje boja u stomatologiji je upravo kolor-perceptivni koncept, a razumevanje trodimenzionalnog sistema boja u velikoj meri olakšava lekaru pravilan izbor boje zuba.

Pored Munsell-ovog sistema, ovde treba pomenuti i *Prirodni sistem boja NCS (Natural Color System)*.⁴³ Zasnovan je na fiziologiji oka i kombinovanju „suprotnih“ boja: crno-belo, crveno-zeleno i žuto-plavo. Po ovoj teoriji šest zasebnih senzacija nezavisno deluju kao nadražaji, a ne kao kao mešavine susednih boja.

Sistemi bazirani na uparivanju boja. Ovo je najpreciznija grupa sistema za klasifikaciju boja. Najveća prednost ove grupe je merljivost u sistematizaciji boja. CIE je tokom istorije,³⁶ predstavila više sistema, koji su vremenom usavršavani: CIE24, CIE31, CIE64, CIE 76, CIE94 i CIEDE2000. *CIE76, CIE 1976, CIELAB ili CIE $L^*a^*b^*$ je predstavljen 1976. godine.*

*CIE $L^*a^*b^*$* ⁴⁴ je trodimenzionalni kolorimetrijski sistem koga čine sledeće komponente:

L^* – svetlina, slično kao u Munsell-ovom sistemu predstavlja vertikalnu, ahromatsku koordinatu sa najmanjom vrednosti na dnu 0 (crno) i najvećom na vrhu 100 (belo).

a^* – zeleno-crvena hromatska koordinata.

b^* – plavo-žuta hromatska koordinata.

Kolor-perceptivna komponenta CIELAB sistema je omogućila široku primenu ovog sistema u stomatologiji. Druga veoma bitna karakteristika ovog sistema je merljivost razlika kolorimetrijskih vrednosti (Δ). Razlika se može meriti na svim komponentama (ΔL^* , Δa^* , Δb^*), kao i na ukupnoj razlici u boji ΔE („E“ je prvo slovo reci Empifindung, sto na nemačkom znači senzacija)⁴⁵. Razlika između dve boje koje se porede izračunava se prema sledećoj formuli:

$$\Delta E^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2} \quad \text{jednačina 2.1.}$$

Ovako predstavljene $L^*a^*b^*$ koordinate se nazivaju pravougaonim koordinatama i odgovaraju prirodnom sistemu boja NCS (Natural Color System), odnosno sposobnosti oka da kombinuje „suprotne“ boje. Iz vrednosti koordinata a^* i b^* izracunavaju se takozvane polarne koordinate, C^* i h° , CIELCh (CIEHLC) sistema.⁴⁶ Polarna koordinata C^* (chroma, zasićenje boje) i h° (ugao boje, predstavlja ugao u CIELAB točku boja) zamenjuju a^* i b^* koordinate iz CIELAB sistema. Komponenta L^* (svetlina) ostaje nepromenjena. Polarne koordinate se izračunavaju pomoću sledećih formula:

$$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad \text{jednačina 2.2.}$$

$$h_{ab}^\circ = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad \text{jednačina 2.3.}$$

*CIEDE2000*⁴⁷ je najnovija kolorimetrijska formula, usvojena 2000. godine. Uvedeno je više značajnih izmena:

- Uvedena je izmena za termin boja R_T (funkcija rotacije), određuje interakciju između osnovne boje i zasićenosti u plavom opsegu boja.
- Kompenzacija za neutralne boje
- Kompenzacija za svetlinu (S_L)
- Kompenzacija za zasićenost (S_C)
- Kompenzacija za osnovnu boju (S_H)

CIEDE2000 formula glasi:

$$\Delta E' = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \frac{\Delta C'}{K_C S_C} \frac{\Delta H'}{K_H S_H}}, \quad \text{jednačina 2.4.}$$

gde S_L , S_C , i S_H približavaju ukupnu razliku u boji za varijacije u položaju u sve tri dimenzije boje (osnovna boja, zasićenost i svetlina), dok K_L , K_C , i K_H predstavljaju parametrijske faktore koji definišu eksperimentalne uslove u kojima se vrši određivanje boje.

Izračunavanje $\Delta E'$ vrednosti pomoću nove formule je puno preciznije tako da se novi kolorimetrijski sistem najčešće koristi u praksi.

2.1.2. Opažanje boja

Percepcija boja nije samo fiziološki proces primanja elektromagnetnog zračenja određene talasne dužine, već subjektivni doživljaj vizuelnog stimulusa koji putem kompleksnog optičkog aparata dolazi do mozga.

Oko je receptor elektromagnetnog stimulusa. Zadnji deo očne jabučice prekriven je rožnjačom, a u samom centru rožnjače nalazi se žuta mrlja, deo u kome se svetlosni zraci fokusiraju. Rožnjača se sastoji iz više slojeva fotoreceptornih ćelija koje su prema svom obliku dobile naziv štapići i čepići. Interesantno je da se samo 20% svetla koje dođe do retine registruje od strane fotoreceptornih ćelija.⁴⁸ Žuta mrlja ima širinu od jedva jednog milimetra. Prekrivena je isključivo čepićima i omogućava najoštrij vid i najprecizniju determinaciju boja. Rožnjača sadrži oko 100 miliona štapića i oko 6 miliona čepića koji putem očnog nerva šalju nadražaj do mozga.

Štapići su fotosenzitivne ćelije specijalizovane za registrovanje svetline. U njihovom sastavu se nalazi disk u kome je smešten *rodopsin*, specijalizovani fotosenzibilni pigment koji pobuđen svetlom izbeljuje i smanjuje signale koje inače šalje u uslovima smanjene vidljivosti ili tame. Štapići su hiljadu puta osetljiviji na svelo od čepića.

Čepići su takođe fotosenzibilne ćelije zadužene za prepoznavanje boja. Tačna fiziologija čepića je još uvek nepoznanica, mada postoji više teorija koje opisuju njihov način funkcionisanja. Zna se da sadrže *iodopsin*, pigment sličan rodopsinu, koji je verovatno presudan u registraciji svetlosnih nadražaja. Po jednoj teoriji postoje tri vrste pigmenata čepića. Jedni su specijalizovani za registraciju dugih talasnih dužina (crveni opseg boja), drugi registruju srednje talasne dužine (zeleni opseg) i treći kratke talasne dužine (plavo-ljubičasti opseg).^{49,50}

Trihromatska teorija (Young–Helmholtz) zastupa mišljenje da percepcija boje nastaje mešanjem različitog intenziteta nadražaja sve tri vrste pigmenata.⁵¹ S druge strane, *Teorija suprotnih boja* (Ewald Hering) sugerise da specijalizovane ćelije u vizuelnom delu korteksa imaju mogućnost da registruju samo jednu od oponentnih boja: crveno-zeleno, plavo-žuto ili belo-crno. Nadražaji različitih ćelija omogućavaju prepoznavanje svih nijansi boja.⁵²

Nadražaj koji je stvoren u čepićima putem optičkog nerva putuje do hijazme, tačke u kojoj dolazi do ukrštanja nerava. Na taj način impulsi iz levog oka idu u desnu stranu mozga i obrnuto. Posle hijazme nadražaj preko optičkog puta dolazi do talamusa i sinapse lateralnog nucleus geniculatus-a (vizuelni put). Impuls od sinapse ide do vizuelnog dela korteksa. On se nalazi na okcipitalnoj strani kore velikog mozga. Ovoj deo mozga se naziva primarni vizuelni korteks. U ovom delu korteksa nalaze se dve vrste ćelija, grupisane u "grudvice". One su specijalizovane za prihvatanje i obradu crveno-zelenog i plavo-žutog nadražaja. U ovom delu mozga se primaju i obrađuju nadražaji svih osnovnih boja kolorimetrijskog sistema. Iz primarnog vizuelnog korteksa, nadražaj ide u sekundarni vizuelni korteks. On se sastoji iz tanjih i debljih traka u kojima se pomoću enzima citohrom oksidaze prenose informacije vezane za pokrete i slike visoke rezolucije. Sugerise se postojanje još tri regije (treće, četvrte) i pete regije (IT korteks) u kome se obrađuju informacije o obliku i formi objekta.^{53,54}

2.2. ODREĐIVANJE BOJE ZUBA

2.2.1. Procena i interpretacija usklađenosti boje

Kvalitetno određivanje boje zuba je prvi korak i bitan uslov za uspešnu izradu stetske dentalne nadoknade. Usklađenost boje nadoknade sa preostalim zubima u vilici je od presudnog značaja za njeno prihvatanje od strane pacijenta. Na žalost, u praksi nije moguće uvek u potpunosti ujednačiti boju zuba i protetskog rada. Postavlja se pitanje koliku grešku smemo da napravimo? Postoji više načina da se odredi prag razlika, odnosno odstupanja u boji.

Osnovni načini za interpretiranje razlika u boji su *prag percepcije* (*perceptibility threshold - PT*) i *prag prihvatljivosti* (*acceptability threshold - AT*). Prag percepcije (PT) predstavlja ukupnu razliku u boji između dva uzorka koju je 50% ispitanika primetilo da postoji. Prag prihvatljivosti (AT) predstavlja ukupnu razliku u boji između dva uzorka koju je 50% ispitanika smatralo prihvatljivom.⁵⁵

Smatra se da više od 50% ispitanika ne opaža razliku u boji ako je $\Delta E \leq 1$.⁵⁶⁻⁵⁹ Ishikawa-Nagai i sar. ukazuju da se razlika u boji između prirodnog zuba i metalokeramičke krunice ne može videti ni kada je $\Delta E = 1.6$.⁶⁰ Pojedini autori su pronašli da je $\Delta E = 3.7$ prihvatljivo pri izboru boje zuba.⁶¹

U jednoj od najopsežnijih studija koja se bavila definisanjem preciznosti praga percepcije i praga prihvatljivosti, autori su na 60 keramičkih uzoraka ispitivali sposobnost stomatologa, studenata stomatologije, pomoćnog osoblja i laika, da odrede razlike u boji među zadatim uzorcima, ali i nivo prihvatljive razlike u boji između pojedinih uzoraka. Vrednosti ukupne razlike u boji za AT i PT su izračunate CIELAB i CIEDE2000 formulom. Zaključci ove studije bili su da postoje razlike u vrednostima između AT i PT, dokazano je postojanje statistički bitne razlike među grupama ispitanika i razlike u vrednostima dobijenim CIELAB i CIELAB2000 formulom. Vrednosti CIELAB 50/50% PT bile su $\Delta E^* = 1.2$, dok su za 50/50% AT bile $\Delta E^* = 2.7$. Odgovarajuće vrednosti u CIEDE2000 ($\Delta E'$) bile su 0.8 i 1.8.⁶²

Ispitivanje preciznosti i korelacije između formula pri određivanju ukupne razlike u boji za PT i AT bile je tema brojnih studija. Jiabao i sar. su vršili poređenje u razlici boje akrilata. Došli su do zaključka da su formule CMC(1:1) i CIEDE2000 puno preciznije u određivanju razlika u boji od formule CIELAB.⁶³

Do sličnog zaključka su došli i Ghinea i sar. U njihovom istraživanju trinaest ispitanika je određivalo prag prihvatljivosti i percepcije na 105 parova keramičkih uzoraka. CIEDE2000 formula se pokazala preciznijom u poređenju sa CIELAB formulom.⁶⁴

Veću preciznost CIEDE2000 formule dokazuje veliki broj studija.^{65,66,67}

AT i PT su bazirani na kolor-perceptivnim sistemima gde subjektivni doživljaj boje igra veliku ulogu u tačnosti rezultata. Sposobnost pravilnog određivanja boje varira od pojedinca do pojedinca, a različite vrste profesija mogu imati veliki uticaj.

Alghazali i sar. uključili su u istraživanje više različitih profesija vezanih za stomatologiju (stomatologe, istraživače, zubne tehničare i stomatološke sestre). Grupa zubnih tehničara pokazala je znatno niže ΔE^* vrednosti (veću osetljivost) za PT i AT u odnosu na stomatološke sestre i nemedicinsko osoblje. To znači da su tehničari lakše uočavali razlike u boji i da su bili selektivniji u prihvatanju razlika u boji.⁶⁸

Sa druge strane Lindsey i sar. su vršili ispitivanje u kome su učestvovali stomatolozi, pomoćnici stomatologa i tehničari koji se bave izradom fiksnih protetskih nadoknada. Nisu našli razlike u pragovima percepcije i prihvatljivosti između grupa, dok su vrednosti ΔE^* za AT i PT bile ujednačene sa ostalim autorima.⁶⁹

Ljudsko oko ne registruje podjednako sve razlike u boji. Dokazano je da su ispitanici lakše zapažali razlike među uzorcima koji su se razlikovali u svetlini, a slabije pravili razliku među uzorcima koji su se razlikovali po osnovnoj boji i saturaciji.⁷⁰

Gomez-Polo i sar. su pomoću 3D Master Toothguide (TG, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) ključa određivali boje centralnih sekutića, da bi potom dobijene rezultate proveravali VITA Easyshade Compact spectrophotometrom. Analiza svetline pokazala je znatno manju razliku u odnosu na rezultate dobijene spektrofotometrom. Analiza osnovne boje i zasićenosti pokazala je bitno veću razliku u odnosu na spektrofotometar.⁷⁰ U sledećoj studiji je 26 uzoraka iz ključa za određivanje boje zuba upoređivano formulama CIELAB (ΔE^*) i CIEDE2000 ($\Delta E'$). Zaključeno je da $\Delta E'/\Delta E^*$ odnos raste sa povećanjem ΔL^* vrednosti, a smanjuje se sa Δb^* vrednostima.⁷¹

Ukupna razlika u boji zuba i uzorka iz ključa, prilikom određivanja boje zuba, nije jedina oblast u kojoj prag percepcije i prag prihvatljivosti imaju primenu. U svim oblastima u kojima se ispituje stabilnost, kompatibilnost i interakcija boja (ključevi za određivanje boje zuba, beljenje zuba) AT i PT se mogu primeniti.^{72,73,74} Veliki broj radova opisuje njihovu primenu u određivanju boje prirodnih zuba, boje gingive, kože i stomatoloških materijala.⁷⁵⁻⁸⁵

2.2.2. Vizuelno određivanje boje zuba

Vizuelno određivanje boje zuba ima za cilj ujednačavanje boje i postizanja harmonije između protetske nadoknade i preostalih zuba u ustima pacijenta. Ovaj metod podrazumeva uparivanje boje zuba sa dentalnim kolor standardima odnosno ključevima za određivanje boje zuba.

Vizuelno određivanje boje zuba je subjektivno^{3,86} i uočene su razlike između rezultata dobijenih vizuelnim i instrumentalnim načinom određivanja boje zuba.^{87,88,89} Nedostaci dentalnih kolor standarda dodatno otežavaju određivanje boje zuba. Možda najveći od svih nedostataka je nepodudarnost opsega boja iz dentalnih kolor standarda sa varijacijama boja zuba u populaciji.^{86,90} Schwabacher and Goodkind sugerišu da vrednosti dentalnih kolor standarda moraju biti preciznije prilagođene dentalnom kolor prostoru, ali i jednostavnije za korišćenje.⁹¹

Neadekvatan raspored svetline, zasićenosti i osnovne boje dentalnih standarda u kolor prostoru takođe predstavljaju problem^{92,93,94} Razlika u boji susednih uzoraka često nije ujednačena, što u velikoj meri otežava određivanje boje zuba. Potrebno je više vremena da se izabere tačna boja, odnosno da se odbace neodgovarajuće grupe boja, a to može dovesti do zamora oka i nastanka greške pri određivanju boje zuba.⁹⁵

Nepostojanost boja, pre svega ključeva koji su napravljeni od kompozita ili akrilata, je još jedan nedostatak koji može dovesti do nastanka greške prilikom određivanja boje zuba. Akrilatni uzorci bili su osetljivi pre svega na dezinficijense koji su sadržali hloride.⁹⁶ Savremeni ključevi, izrađeni od kvalitetnih materijala, otporni su na većinu dezinficijenasa, mogu se sterilisati u autoklavu i imaju postojane boje. Peterson i sar. su pratili uticaj dezinficijenasa Cavicide, Asepticare TB, Sporocidin na uzorke iz VITA classical A1-D4 ključa za određivanje boje zuba tako što su ih držali potopljene u rastvorima ovih dezinficijenasa. Kasnije su spektrofotometrom merili promene nastale u boji uzoraka. Zaključili su da ni na jednom uzorku nije došlo do klinički bitne promene u boji.⁹⁷

Veliki broj nedostataka, nepouzdanost, nedovoljna preciznost i nepostojanost boja nekih ključeva za vizuelno određivanje boje zuba, rezultirao je tokom istorije brojnim predlozima za stvaranje individualnih („custom“) ključeva. Objavljeni radovi na ovu temu sadržali su precizna uputstva za laboratorijsku izradu ključeva, od faze mešanja keramičkih prahova do izrade postolja za uzorke iz ključeva.⁹⁸⁻¹⁰²

Ishikawa-Nagai i sar. su mešali više boja dentalne keramike, dodajući više vrsta pigmenata. Dobili su 21 uzorak dentalne keramike u različitim nijasama. Autori smatraju da se uzorci mogu iskoristiti u kompjuterskim trening programima, da su kompatibilni sa najnovijim ključevima za određivanje boje zuba i da je distribucija boja uzoraka prilagođena boja zuba u populaciji.¹⁰³

Najpoznatije dentalne kolor standarde su proizvele firme koje se bave proizvodnjom i distribucijom stomatoloških materijala, pre svega proizvodnjom dentalne keramike, akrilatnih zuba za totalne proteze i kompozitnih materijala za dentalne ispune.

*VITA classical A1-D4 (VC, VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany, Slika 2.1)*¹⁰⁴ je u upotrebi je od 1956. godine, ali se velikoj meri koristi i danas, pa se sa pravom može nazvati „zlatnim standardom“ u određivanju boje zuba. Uzorci su raspoređeni u 4 grupe: A (crveno-braon), B (crveno-žute), C (sive) i D (crveno-sive), ukupno 16 boja. Velike prednosti ovog ključa su jednostavnost u upotrebi (boje se određuju u jednom koraku) i činjenica da veliki broj proizvođača stomatološkog materijala još uvek ima proizvode izrađene po ovom kolor standardu. Nedostaci ovog ključa su nedovoljan broj boja da bi se odredile sve boje u populaciji i nejednaka raspoređenost boja u dental kolor prostoru.



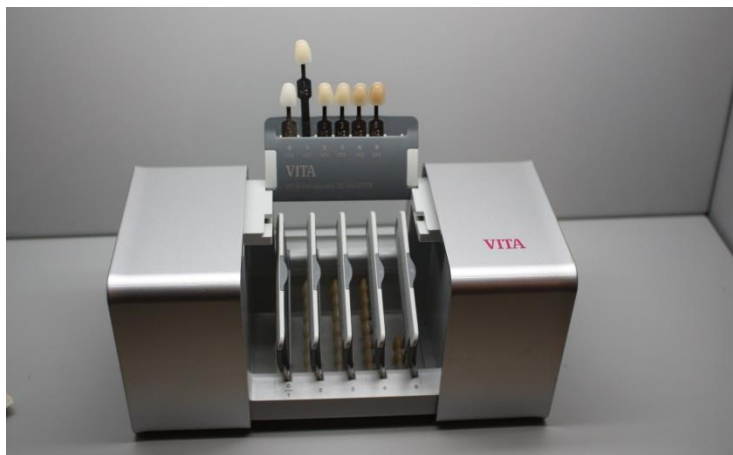
Slika 2.1. VITA classical A1-D4

*VITA Toothguide 3D-MASTER (TG, VITA)*¹⁰⁵ Ovaj ključ ima 29 boja-uzoraka koji prilično ravnomerno pokrivaju kolor prostor prirodnih zuba. Najveća promena koju je ovaj ključ doneo je svakako nova i preciznija nomenklatura obeležavanja uzoraka po principu broj-slovo-broj. Prvi broj označava svetlinu i odgovara podeli na grupe, od 0 (najsvetliji uzorci) do 5 (najtamnije osnovne boje). Slovo između dva broja u ovoj nomenklaturi označava osnovnu boju i može biti L (manje crveno), M (srednje/prosečno crveno) i R (crvenije). Ovim ključem po prvi put je CIELCh trodimenzionalni sistem boja uveden u nomenklaturu obeležavanja boja u stomatologiji. I pored toga što je ovo bio revolucionarni pomak u estetskoj stomatologiji, veliki broj korisnika okarakterisao je ovaj ključ nedovoljno jednostavnim za korišćenje (Slika 2.2).



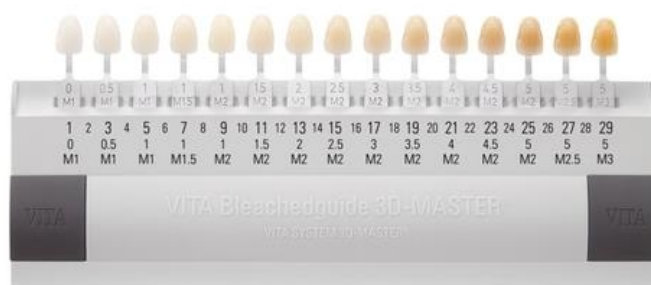
Slika 2.2. VITA Toothguide 3D-MASTER

*VITA Linearguide 3D-MASTER (LG, VITA).*¹⁰⁶ Ovaj ključ ima identične uzorke i grupe kao Toothguide. LG se sastoji od tamno sivog nosača sa reprezentima svih 6 grupa i pet svetlo sivih nosača sa svim uzorcima iz pojedinih grupa (0-1, 2, 3, 4, i 5). Određivanje boje ovim ključem puno je jednostavnije od rada se TG. Najpre se pomoću uzoraka u tamno sivom nosaču odredi kojoj grupi zub čija se boja određuje pripada, a u sledećoj fazi se pomoću uzoraka iz odgovarajućeg svetlo sivog dražača pronalazi najpribližnija osnovna boja. Ovaj ključ je jednostavan za korišćenje i ne zahteva predznanje o boji (Slika 2.3).



Slika 2.3. VITA Linearguide 3D-MASTER (VITA Zahnfabrik)

*VITA Bleachedguide 3D-MASTER (BG, VITA)*¹⁰⁷ BG uzorci su s leva na desno raspoređene po opadajućoj svetlini i rastućoj zasićenosti, u cilju što lakšeg praćenja rezultata beljenja zuba (Slika 2.4).



Slika 2.4. VITA Bleachedguide 3D-MASTER

*Chromascop Shade Guide (Ivoclar Vivadent, Amherst, NY, Slika 2.5).*¹⁰⁸ Chromaskop ključ je podeljen u pet grupa prema osnovnoj boji, dok unutar grupa sa porastom brojeva zasićenost raste, a svetlina opada. Grupe su označene brojevima: 100 (za belu grupu), 200 (za žutu grupu), 300 (za svetlo braon grupu), 400 (za sivu grupu) i 500 (za tamno braon grupu).



Slika 2.5. Chromascop

*Bioform IPN (Densply Professional, York, PA, Slika 2.6)*¹⁰⁹ Ovo je linearni kolorimetrijski sistem, sačinjen od 24 uzorka, baziran na postepenom uvećanju razlike u boji. Razlike u osnovnoj boji za ovaj ključ imaju raspon od 0.9 do 3.5, raspon svetline je od 6.6 do 7.8, a za zasićenost od 1.9 do 4.1.¹¹⁰



Slika 2.6. Bioform IPN

*Bioblend IPN (Densply, Slika 2.7).*¹¹¹ Ovaj ključ ima 12 kompleta sa po 3 zuba (centralni, lateralni sekutić i očnjak). Namenjen je pre svega izboru akrilatnih zuba.



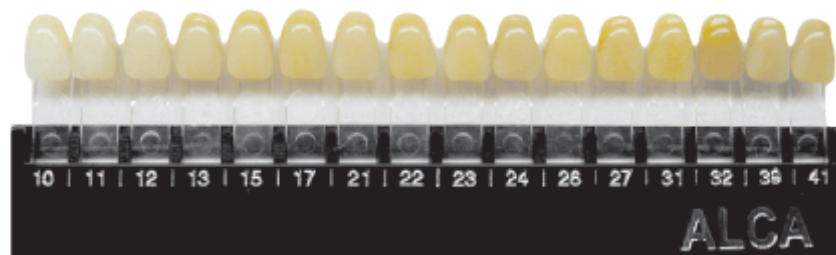
Slika 2.7. Bioblend IPN

Portrait IPN (Densply, Slika 2.8)¹¹² Proizvođač je želeo da sa ovim ključem objedini što veći opseg najkorišćenijih nijansi boja. Od ukupno 27 uzoraka, 16 je usaglašeno sa nomenklaturom ključa VITA classical A1-D4, 8 sa Bioform ključem, a 3 uzorka su namenjena određivanju veoma svetlih nijansi (najčešće nakon beljenja zuba).



Slika 2.8. Portrait IPN

Alca (TQ Acrylic Teeth, New Orleans, LA, Slika 2.9).¹¹³ Ključ ovog proizvođača je pre svega namenjen izboru akrilatnih zuba.



Slika 2.9. Alca

Veliki broj istraživača bavio se poređenjem ključeva. O'Brien i sar. su poredili Chromascope sa Bioform sa Vita classical A1-D4 ključem i zaključili da ukupna razlika u bojama nije velika, te da su boje kompatibilne, ali da kod Chromatoscop ključa postoje izraženije žute i crvene osnovne boje.¹¹⁴ Öngül i sar. su poredili Vita classical A1-D4 sa VITA Linearguide 3D-MASTER ključem. Izradili su metalokeramičke krunice koristeći prvo jedan pa drugi ključ. Spektrofotometrom su merili grešku koja je nastala u odnosu na prirodne zube i zaključili da krunice napravljene i po jednom i po drugom ključu imaju prihvatljivo odstupanje od boje prirodnog zuba, ali da je greška kod VITA Linearguide 3D-MASTER ključa statistički bitno manja.¹¹⁵ Može se zaključiti da pri određivanju boje zuba pomoću VITA Linearguide 3D-MASTER ključa nastaju manje greške u boji (u odnosu na prirodne zube) u poređenju sa ostalim ključevima.¹¹⁶

2.2.3. Uticaj raznih faktora na kvalitet određivanja boje zuba

Određivanje boje zuba je kompleksna procedura koja zahteva strogo poštovanje protokola, ali i adekvatne uslove. Kako je određivanje boje zuba zapravo uparivanje boje sa odgovarajućim dental kolor standardom, lako može doći do greške. Greška se može na vreme uočiti ako lekar shvati da posle većeg broja merenja više dentalnih kolor standarda odgovara boji koju je želeo odrediti.

Vreme. Smatra se da određivanje boje zuba treba vršiti na početku seanse kod stomatologa, jer dugo držanje otvorenih usta može dovesti do dehidracije zuba, promene njihove osnovne boje, a za ponovnu rehidraciju potrebno je i do 24 časa.¹¹⁷ Na početku seanse oči stomatologa su najodmornije. Ovo je još jedan razlog zbog koga je određivanje boje na početku seanse bitno. Intenzivna svetlost stomatološkog reflektora i refleksija svetla sa površine zuba u toku rada mogu zamoriti oči stomatologa i smanjiti njegove mogućnosti da pravilno odredi boju zuba.¹¹⁸ Kolor korigovani izvori svetlosti u ovom slučaju mogu olakšati određivanje boje zuba,^{101,119} ali se ipak preporučuje, ako je to moguće, odeđivati boju zuba dok još uvek nije došlo do zamora očiju. Vreme posmatranja zuba je takođe veoma bitno. Smatra se da posmatranjem dužim od pet sekundi dolazi do prilagođavanja oka na žutu i crvenu boju, a posledica je nemogućnost prepoznavanja plavih nijansi,¹²⁰ prag prihvatljivosti boje raste (čini se da veći broj uzoraka odgovara boji zuba), pa samim tim dolazi do greške prilikom određivanja boje. Iz tog razloga preporuka je da se u toku određivanja boje uzorci iz ključa upoređuju pet do sedam sekundi, a da se potom oko odmara posmatranjem neutralne svetlo-sive površine.¹²¹

Izvor svetlosti. „Idealno vreme u toku dana za određivanje boje zuba“ ne postoji. Prirodno svetlo varira od doba dana, vremenskih uslova i godišnjeg doba.¹²² Izvor svetlosti može uticati na kvalitet određivanja boje zuba. Pionirski pokušaji da se stvore optimalni uslovi u kojima se boja zuba može tačno odrediti svodili su se na poređenje dnevnog i veštačkog svetla.³ Ubrzo je postalo jasno da svetlo koje daju fluorescentne lampe nema odgovarajuću toplinu, dok je dnevno svetlo promenljivo, pa se samim tim javila potreba za standardizacijom svetlosnih izvora.¹²³ U literaturi je diskutovano da li je bolje koristiti belu svetlost fluorescentnih lampi ili čekati odgovarajuće dnevno svetlo.¹²⁴ Volpato i sar. su poredili svetlosne izvore koji se najčešće koriste u stomatološkim ordinacijama (dnevno svetlo D65, svetlo sijalice A i fluorescentno svetlo F6). Zaključili su da određivanje boje zuba u značajnoj meri zavisi od vrste svetla.^{125,126}

Idealne uslove osvetljenja daju izvori svetlosti sa temperaturom boje 5500°K (polarno dnevno svetlo) ili 6500°K, sa indeksom reprodukovanja idealne dnevne svetlosti (CRI-color rendering index) većim od 90.^{11,127,128} Swanson smatra da se najbolji rezultati postižu na svetlu topline 5700 K i 91 CRI, a potom na: 4200 K (CRI=65), i 7500 K (CRI=94).¹¹⁷

Obzirom da je ovakve uslove teško postići osvetljenjem prostora ordinacije,¹²⁹ neophodno je korišćenje kolor korigovanih izvora svetlosti. Veliki broj studija pokazao je da je određivanje boje zuba uz korišćenje portabl (hand-held) uređaja za određivanje boje zuba sa kolor korigovanim izvorom svetlosti preciznije nego na dnevnom svetlu (Slika 2.10).^{17,130,131,132}

Ahn i sar. su dokazali da je prozirnost bezmetalnih krunica na dnevnom svetlu znatno manja nego na veštačkom svetlu.¹³³



Slika 2.10. Portabl uređaj za određivanje boje zuba Rite-lite (Addent Danbury, CT)

Metamerizam predstavlja ulovnu (ne-spektralnu) usklađenost boja i manifestuje se time da boja dva objekta može izgledati isto pod jednim uslovima, a drugačije pod drugim. Jedna vrsta metamerizma je pruzrokovana različitim izvorima svetlosti.³¹

Pol osobe koja određuje boju zuba. Trihromatska teorija objašnjava da su za normalan kolor vid zadužene tri vrste čepića na rožnjači oka.⁵¹ Geni (OPN1MW1 i OPN1MW2) „zaduženi“ za stvaranje fotosenzibilnog proteina (opsesin), koji se nalaze u čepićima i koji omogućavaju kolor vid, nalaze se na X hromozomima.^{134,135,136} Poremećaji na nivou gena kod muškaraca dovode do kolor deficijencije, odnosno nemogućnosti da se jedna ili više boja vidi. Ovaj poremećaj može biti:¹³⁷

- Monohromatija – „slepilo za boje“, potpuno odsustvo hromatskog vida
- Dihromtija – nemogućnost prepoznavanja pojedinih boja. Ona se može podeliti na:
 - protanopija - osoba ne prepoznaje *crvenu* boju
 - deuteranopija - osoba ne prepoznaje *zelenu* boju i
 - tritanopija - osoba ne prepoznaje *plavu* boju.
- Trihromatija – promena spektralne osetljivosti jedne vrste čepića.

Sa druge strane, poremećaj na X hromozomima ne znači nužno da će se bolest javiti i kod žena. Nasumično „isključivanje“ hromozoma (Lajonizacija) znači da defektni genotip kod žene ne mora nužno biti i fenotip.¹³⁸ Smatra se da u svetu ima oko 8% kolor deficijentnih muškaraca i oko 0.5% kolor deficijentnih žena.¹³⁹

Više studija ukazuje da među stomatolozima ima kolor deficijentnih osoba.^{23,130,140,141,142} Postoje procene da 6-14% studenata stomatologije i stomatologa ima neki oblik kolor deficijence.^{25,141,142} U nekim slučajevima kod žena može doći do ekspresije gena na oba hromozoma. Ovo dovodi do stvaranja 4 vrste fotosenzibilnih pigmenata. Ova pojava se naziva tetrahromatija i smatra se da ženske osobe koje imaju ovakav genotip mogu bolje percipirati boje od drugih osoba.¹⁴³

Na osnovu svega navedenog moglo bi se zaključiti da žene mogu preciznije određivati boje od muškaraca. Jameson i sar. upravo to tvrde.¹⁴⁴ Haddad i sar. su ispitivali da li iskustvo i pol utiču na sposobnost određivanja boje zuba. U ispitivanju je učestvovalo 305 žena i 309 muškaraca, stomatologa i studenata stomatologije. Među njima nije bilo kolor deficijentnih osoba. Rezultati su pokazali da za razliku od iskustva, pol utiče na sposobnost određivanja boje zuba. Žene su postigle statistički znatno bolje rezultate.¹⁴⁵

Sa druge strane Rodriguez-Carmona i sar. su u ispitivanju sa 105 kolor normalnih osoba dokazali da pol ne utiče na sposobnost pravilnog određivanja boje zuba.¹⁴⁷ Veliki broj autora je dobio iste rezultate.^{23,148-153} Na osnovu jako velikog broja naučnih i stručnih radova možemo zaključiti da kod kolor normalnih osoba pol ipak ne utiče na sposobnost određivanja boje zuba.

Obrazovanje i trening. Veliki broj stomatologa veruje da može kvalitetno odrediti boju zuba. Na žalost, u praksi nije tako. U istraživanju koje je sproveo Okubo sa sar. 50% ispitanika nije uspešno uparilo uzorke iz dva VC ključa. Od 16 mogućih parova, ispitanici su uparili samo 8.²⁸

Koliko je pravilno određivanja boje bitno pacijentima pokazuje ispitivanje u kome se tvrdi da je za 50% ponovljenih protetskih radova razlog neadekvatna boja rada. Čak 48% pacijenata je priznalo da se za protetske radove odlučilo samo zbog novih estetskih materijala.^{154,155}

Poljak-Guberina i sar. su pronašli da iskustvo bez edukacije nije dovoljno za poboljšanje kvaliteta određivanja boje zuba. Ispitivano je 18 stomatologa i zubnih tehničara sa iskustvom (u prvoj grupi) i 15 volontera bez iskustva (u drugoj grupi). Koristili su Farnsworth-Munsell 100 Hue Color Vision Test.¹⁵⁶ Po završenom ispitivanju nije bilo statistički bitne razlike u dobijenim rezultatima između dve grupe ispitanika.¹²⁰

Edukacija, bilo da je sprovedena u okviru osnovnih i postdiplomskih studija ili po završenom fakultetu može poboljšati kvalitet određivanja boje zuba.^{121,122} Jaju i sar. su pratili studente osnovnih studija od prve do četvrte godine i zaključili da se njihova sposobnost da pravilno određuju boje poboljšava na višim godinama studija, odnosno kada je u nastavu bila uključena edukacija o boji.¹⁵⁷

Slične rezultate su dobili Capa i sar. koji su pratili studente stomatologije od prve do pete godine i verifikovali njihov napredak na 3., 4., i 5. godini. Na ovim godinama studenti su počeli sa nastavom iz kliničkih predmeta u okviru kojih su imali i edukaciju o boji.¹⁵⁸

Clark je još 1933. godine smatrao da edukaciju o boji i kolor trening treba uvesti u obrazovne programe u stomatologiji.¹⁵⁹ U istraživanju iz 1967. godine od 112 ispitanih škola širom sveta samo su 23 škole imale zvaničnu edukaciju o boji u svojim nastavnim programima.¹⁶⁰ Dožić i sar. su vršili ispitivanje u 15 gradova, 9 evropskih zemalja sa ciljem da utvrde koliko je znanje studenata stomatologije o boji. Rezultati su bili poražavajući. Samo je 2-47% studenata imalo neku vrstu edukacije o boji, a čak 16-83% studenata nije znalo kojim sistemom boja se vrši određivanje boja u njihovim institucijama.¹⁶¹

Edukacija o boji je u velikoj meri zastupljena na postdiplomskim studijama. Paravina i sar. su vršili globalno istraživanje o zastupljenosti edukacije o boji na osnovnim i postdiplomskim studijama. Od 130 institucija širom sveta najveći broj je bio iz SAD-a i Evrope.

Studija je pokazala da više od 80% postdiplomskih programa na studijskoj grupi stomatologija ima uvrštena predavanja o boji u osnovnim kurikulumima.²⁷

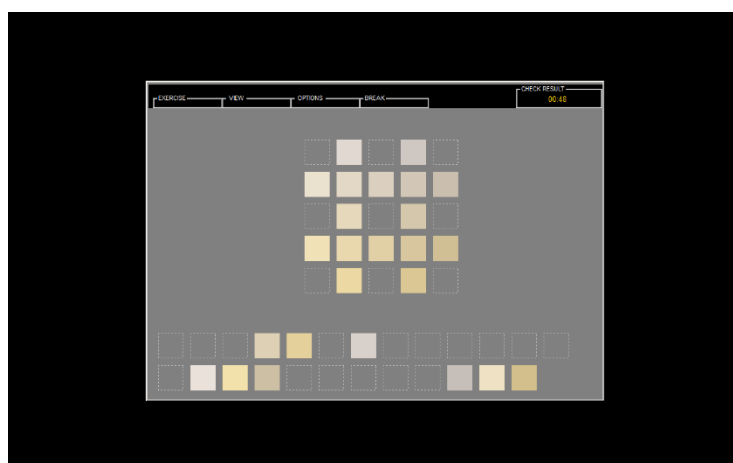
Trening programi su važan deo edukacionog procesa koji u velikoj meri poboljšava veštine pravilnog određivanja boje.¹⁶²⁻¹⁶⁵ Najčešće korišćeni profesionalni (ne-stomatološki) testovi kolornog vida su Farnsworth-Munsell 100 Hue Color Vision Test i Munsell Vision Test.¹⁵⁶ Tokom vremena razvijeno je više trening programa namenjenih edukaciji stomatologa.^{163,166}

Bergen, jedan od pionira estetske stomatologije, objavio je 1975. godine rezultate istraživanja svog obrazovnog i trening programa prilagođenog studentima stomatologije. On je studente podelio u tri grupe, dve eksperimentalne i jednu kontrolnu. Studenti eksperimentalne grupe su pored edukacije imali i trening koji se sastojao u slaganju uzoraka boje. Tri seta kvadratića, od kojih je svaki imao konstantnu svetlinu (dok se svetlina između setova razlikovala) i razlike u osnovnoj boji i zasićenosti, trebalo je poredati po rastućim vrednostima. Eksperimentalne grupe su posle edukacije pokazale znatno bolje rezultate u tačnosti određivanja boje zuba od kontrolne grupe.¹⁶⁷

U drugoj studiji učesnici su određivali boju četiri metalokeramičke krune VITA classical A1-D4 ključem. Posle edukacije i trening programa zabeležen je napredak u rezultatima određivanja boje.¹⁶³

Postoji više trening programa, a najpoznatiji među njima su:

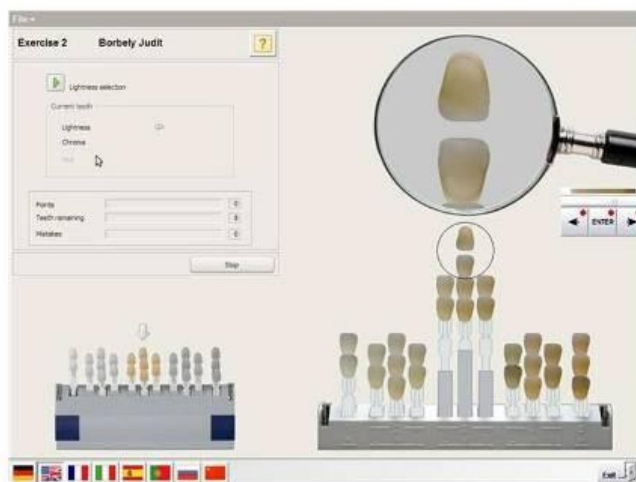
Color Training Exercises – trening program publikovan na CD-ROM-u. Sastoji se iz tri seta: uvodnog seta, seta za edukaciju i naprednog seta, a vežbe napreduju od lakših ka težim (Slika 2.11).¹⁶²



Slika 2.11. Color Training Exercises

Toothguide Trainer (TT) i *Toothguide Training Box (TTB)* su slični trening programi. TT koristi slike boja koje se uparaju dok TTB koristi fizičke uzorke. Pod korektivnim svetlom i uz pomoć računara učesnici uparjuju 26 uzoraka boja koristeći trostepeni metod određivanja boje. U prvom koraku određuju svetlinu, u drugom svetlinu-zasićenost, a u trećem svetlinu-zasićenost-osnovnu boju. U poslednjem setu vežbi učesnici određuju boju u 15 svetlina-zasićenost-osnovna boja zadatka.¹⁴⁵

Uspešnost ovih programa dokazali su Olms i sar. Oni su podelili studente u eksperimentalnu i kontrolnu grupu. Eksperimentalna grupa je radila uvodni, trening i završni test, dok je kontrolna grupa radila samo uvodni i završni program. Eksperimentalna grupa je pokazala statistički bitan napredak u određivanju boje.¹⁶⁸ Korišćenje uzoraka boja iz drugih ključeva takođe je dovelo do napretka u sticanju veština na TT i TTB programima (Slike 2.12. i 2.13).^{169,170}

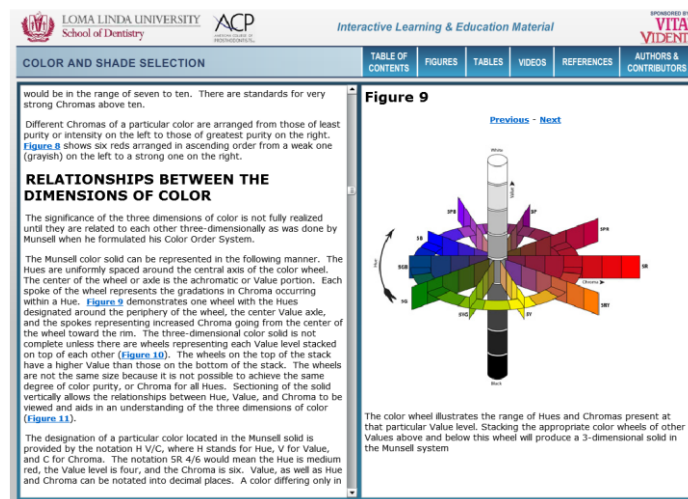


Slika 2.12. Toothguide Trainer (TT)



Slika 2.13. Toothguide Training Box (TTB)

Color & Shade Selection DVD je edukacioni program, objavljen od strane American College of Prosthodontics. Pored osnovnih tema vezanih za edukaciju o boji i određivanju boje zuba, sadrži i informacije o komunikaciji između lekara i zubnog tehničara, verifikacije boje i slično (Slika 2.14).¹⁶⁶



Slika 2.14. Color & Shade Selection DVD¹⁶⁶

Dental Color Matcher je online edukacioni i trening program, razvijen na stomatološkom fakultetu u Hjustonu, u saradnji sa fabrikom VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany i organizacijom SCAD (Society for Color and Appearance in Dentistry). Programu se može pristupiti preko zvaničnog web sajta organizacije SCAD (www.scadent.org).¹⁷¹

2.3. INSTRUMENTALNO ODEĐIVANJE BOJE ZUBA

Obzirom da se vizuelni metod⁸⁷ u velikoj meri bazira na empirijskom doživljaju boje od strane stomatologa, postupak može biti nepouzdan i nedosledan.¹⁷² Razvojem tehnike i spektrofotometrije došlo je do pojave velikog broja uređaja koji služe za određivanje boje zuba. Ipak, u najvećem broju ordinacija i zubotehničkih laboratorija i dalje se najčešće koriste ključevi za određivanje boje zuba. Smatra se da za to postoji više razloga:

- Cena spektrofotometrijskih uređaja je još uvek visoka
- Veliki broj stomatologa i zubnih tehničara nije upućen u prednosti koje ovi uređaji pružaju
- Neinformisanost i neodlučnost pri kupovini uređaja

- Nekompatibilnost programa koje različiti uređaji koriste i nemogućnost komunikacije uređaja različitih proizvođača (problem se javlja ako stomatolog i tehničar koriste uređaje različitih proizvođača)
- Dugogodišnje navike u korišćenju ključeva za određivanje boje zuba
- Patentiranje savremenih i preciznih ključeva za određivanje boje zuba

Shade Scan system (Cortex Machina, Montreal, Canada)¹⁷³ je bio prvi uređaj za instrumentalno određivanje boje zuba koji je doživeo komercijalni uspeh. Patentiran je krajem devedesetih godina prošlog veka i time je započelo novo poglavlje estetske stomatologije. Veliki broj firmi koje se bave proizvodnjom stomatološke opreme počeo je sa proizvodnjom svojih modela. Veliki broj ovih uređaja se više ne proizvodi, a najbitniji među njima su:

- Chromascan (Sterngold, Stamford, CT),
- Dental Color Analyzer (Wolf Industries, Vancouver, Canada),
- Identacolor II (Identa, Holbaek, Denmark),
- Digital Shade Guide DSG4 (A. Reith, Schorndorf, Germany),
- Ikam (Metalor Technologies, Attleboro, MA),
- ShadeEye NCC Chroma Meter (Shofu Dental, Menlo Park, CA),
- Beyond Insight Shade Taking Device (Beyond Dental, Beijing, China),
- Shadescan (Cynovad, Montreal, Canada)
- Vita Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany).¹⁷³

Po načinu funkcionisanja sve uređaje za instrumentalno određivanje boje zuba možemo podeliti u tri grupe:

Spektrofotometri su najprecizniji i najpouzdaniji instrumenti kojima se može odrediti boja u stomatologiji.¹⁷⁴ Ovi uređaji mogu izmeriti svetlosne intervale od 1-25nm, u zavisnosti od preciznosti uređaja.¹⁷⁵ To znači da mogu imati maksimalni opseg merenja od 471 stepena, odnosno po jedan stepen za svaki nanometer vidljivog dela spectra (između 360 nm i 830 nm talasne dužine).¹⁷⁶ Podaci dobijeni merenjima moraju se konvertovati u vrednosti koje su ekvivalentne dentalnim kolor standardima, tako da se mogu iskoristiti u stomatološkoj praksi.¹⁷⁷

Vita Easysshade V (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany) je bežični spektrofotometar koji određuje boju zuba, baziran na VITA classical A1-D4 ili Vitapan 3D-Master ključu za određivanje boje. Ovaj uređaj koristi LED fiber-optički izvor svetlosti.¹⁷⁸ Oblast koju može meriti je oko 5 mm u prečniku. Pre početka merenja neophodno je izvršiti kalibraciju uređaja. Kalibracija se može izvršiti manuelno (pomoću pločice poznate boje koja se dobija sa uređajem) ili automatski povezivanjem uređaja i baze. Easysshade Compact je dizajniran da meri boju celog zuba ili da napravi izdelfenu mapu zuba u cerviko-incizalnom smeru. Može raditi u više modova: mod merenja boje celog zuba, mod merenja boje pojedinih oblasti zuba (boja cervikalne, srednje i incizalne trećine zuba), verifikacija boje restauracije (uključujući svetlinu, intezitet boje i upoređivanje boje) i mod ključa za određivanje boja (training mod). Dobijeni podaci se mogu štampati ili u elektronskom obliku poslati zubotehničkoj laboratoriji (Slika 2.15).



Slika 2.15. Vita Easysshade V

Shade-X (X-Rite, Grandville, MI)¹⁷⁹ je bežični spektrofotometar, sa softverom koji sadrži unešene ključeve za određivanje boje zuba. Posедуje sondu prečnika 3 mm i ima mogućnost preciznog merenja manje prozirnog dentinskog dela zuba i incizalnog, prozirnijeg dela (Slika 2.16).



Slika 2.16. Shade-X

Crystaleye (Olympus America, Center Valley, PA)¹⁸⁰ Izuzetno precizan spektrofotometar sa vrednostima refleksije od 400 do 700 nm i intervalom od 1 nm po svakom pikselu. Trajanje snimka je 0,2 s i izvodi se 45/8 geometrijom. Ima sedam LED dioda koje emituju svetlost (Slika 2.17).



Slika 2.17. Crystaleye (Olympus America)

SpectroShade Micro (MHT, Niederhasli, Switzerland)¹⁸¹ je spektrofotometar koji koristi digitalnu kameru povezanu sa LED spektrofotometrom. Interni računar sa Linux sistemom ima mogućnost obrade preko 2 miliona slika. Program radi u režimu “vođenog” pozicioniranja slike. Analizirani podaci se vide na LCD displeju. Mogu se čuvati u internoj memoriji uređaja ili prebaciti na eksternu memoriju računara (Slika 2.18).



Slika 2.18. SpectroShade Micro

Kolorimetri su manje precizni instrumenti za određivanje boje. Opremljeni sa tri ili četiri filtera primaju RGB stimulus i najčešće koriste transmisioni tip silikonskog detektora. Manje su precizni od spektrofotometara, ali su češće traženiji jer manje koštaju i lakši su za rukovanje.^{182,183}

ShadeVision (X-Rite Inc., Grandville, USA)¹⁸⁴ može meriti tri dela vestibularne površine zuba (gingivalni, srednji/dentinski i incizalni). Posедуje tray-in funkciju, a tehničar može virtuelno proveriti boju restauracije (Slika 2.19).



Slika 2.19. ShadeVision

Analiza digitalne kolor slike: digitalni kamkoderi, digitalni fotoaparati i skeneri predstavljaju značajan deo dentalne kolorimetrije u budućnosti. RGB sistem je najzastupljeniji u kolorimetrijskom sistemu mešanja boja. Međutim razvojem hardverskih računarskih komponenti, ali i softvera dolazi do razvoja i novih, savremenijih, kolorimetrijskih sistema koji će sve manje zahtevati subjektivnu komponentu, odnosno vizuelnu percepciju posmatrača.¹⁸⁵

ClearMatch (Smart Technology, Hood River, OR)¹⁸⁶ Softverski sistem koji ima mogućnost da na slikama zuba urađenim u visokoj rezoluciji odredi osnovne boje zuba. U okviru programa nalaze se najpoznatiji kolor standardi po kojima se vrši poređenje.

Brojne studije se bave pitanjem da li je instrumentalni način u prednosti u odnosu na tradicionalni, vizuelni način određivanja boje zuba. Bahannan poredi spektrometar sa Vita Linearguide 3D-MASTER sistemom i dokazuje da je instrumentalni način bolji.¹⁸⁷ Fani i sar.

rade slično ispitivanje i dolaze do istog zaključka.¹⁸⁸ Ovo mišljenje deli veliki broj istraživača.^{28,92,189,190}

Tam i sar. su ispitivali koliko digitalna fotografija može biti validna pri određivanju boje zuba. Koristili su fotoaparat Canon EOS 1100 digital. Fotografisali su uzorke ključa Vita Linearguide 3D-MASTER i pratili koliko refleksija, neravnomerna daljina i ostali razlozi mogu uticati na kvalitet slike. Dokazali su da su digitalne fotografije dovoljno precizne da se na osnovu njih može odrediti boja zuba.¹⁹¹

Korišćenje intraoralnih kamera za dobijanje digitalnih fotografija zuba takođe može biti razmatrano kao jedna od opcija za određivanje boje zuba. Njihovi objektivni su manje kvalitetni od profesionalnih digitalnih fotoaparata, ali su jednostavniji za manipulaciju u ustima pacijenta i mogu se znatno više približiti zubu čija se boja određuje. Lasserre i sar. su testirali intraoralnu kameru marke Sopro 717 i poredili je sa vizuelnim načinom određivanja boje zuba. Preciznije rezultate su dobili korišćenjem intraoralne kamere.¹⁹²

Pojedini autori su ispitivali uređaje tako što su vršili merenja na različitim ključevima za određivanje boje zuba. Kim-Pusateri i sar. su ispitivali Shade Scan spektrofotometar mereći uzorke iz VITA classical A1-D4, Vita Linearguide 3D-MASTER i Chromascop ključa. Zaključili su da pouzdanost i tačnost uređaja zavisi od uzoraka koji su mereni.¹⁹³

Uporedni testovi različitih uređaja mogu pokazati koliko su pouzdani i tačni.^{183,194,195,196}

Odaira i sar. su poredili Crystaleye Spectrophotometer sa CAS-ID1, MSC-2000 spektrofotometrima. Ispitivana je njihova tačnost, pouzdanost, uticaj spoljašnjeg svetla na uređaje, uticaj istraživača, mogućnost reprodukcije boje i pouzdanost kod beljenja zuba. Dobijeni rezultati su pokazali pouzdanost Crystaleye Spectrophotometra.¹⁹⁷

3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Osnovni cilj istraživanja bio je da se ispita da li i koliko edukacija (obuhvata obrazovanje i trening) o boji može poboljšati kvalitet određivanja boje zuba. Istraživanje je vršeno pod različitim uslovima osvetljenja, a uzorci čija je boja određivana bili su iz dva različita ključa za određivanje boje zuba, pa su postavljeni su i sledeći *specifični ciljevi* istraživanja:

1. Uporediti rezultate studenata koji su imali edukaciju o boji sa rezultatima grupe koja nije imala edukaciju o boji, "pre" i "posle" - određivanja boje zuba.
Hipoteza je bila da nema razlike u rezultatima između studenata koji su pohađali i onih koji nisu pohađali edukacioni program, "pre" i "posle" - određivanja boje zuba.
2. Ispitivanje rezultata korišćenjem različitih izvora svetlosti, odnosno upoređivanje vrednosti dobijenih rezultata pri radu korišćenjem komore i hand-held uređaja.
Hipoteza je bila da nema razlike u rezultatima studenata korišćenjem komore i hand-held uređaja.
3. Analiza sposobnosti određivanja boje zuba kod studenata kada zadata nijansa postoji u ključu i kada zadata nijansa ne postoji u ključu (tačna ili približna nijansa).
Hipoteza je bila da nema razlike u rezultatima studenata pri određivanju tačnih i približnih nijansi.
4. Analiza sposobnosti određivanja boje zuba kod studenata izvršena za svaki zadati uzorak iz ključeva za određivanje boje zuba zasebno.
Hipoteza je bila da nema razlike u rezultatima studenata na zasebnim uzorcima.
5. Poređenje rezultata prema polu.
Hipoteza je bila da nema razlike u rezultatima studenata prema polu.

Drugu grupu ciljeva istraživanja sagledavamo u odnosu na celokupan broj ispitanika. Ovi ciljevi su vezani za prvu fazu ispitivanja u kojoj su i eksperimentalna i kontrolna grupa ispitivanje vršile na isti način. Poređenje je izvršeno prema:

6. Izvoru svetlosti: komora u odnosu na hand-held.

Hipoteza je bila da nema razlike u rezultatima na ukupnom uzorku studenata korišćenjem komore i hand-held uređaja.

7. Ciljnoj grupi: tačna boja u odnosu na najpribližniju.

Hipoteza je bila da nema razlike u rezultatima na ukupnom uzorku studenata pri određivanju tačne i najpribližnije boje.

8. Prema svakom zadatom uzorku iz ključa zasebno.

Hipoteza je bila da nema razlike u rezultatima na ukupnom uzorku studenata na pojedinačnim uzorcima iz ključeva.

9. Prema polu.

Hipoteza je bila da nema razlike u rezultatima na ukupnom uzorku studenata prema polu.

4. MATERIJAL I METODI RADA

Istraživanja su obavljena na Medicinskom fakultetu u Nišu i Klinici za stomatologiju u Nišu. Ispitivanje je rađeno uz saglasnost Šefa predmeta Stomatološka protetika-pretklinika i Šefa katedre Stomatološka protetika. Ispitivanje je odobreno od strane Etičkog komiteta Medicinskog fakulteta u Nišu (odluka broj: Nr: 01-244-11, u Nišu, 24.01.2012. god.).

Svi studenti su pre ispitivanja radili Ishihara Test kolornog vida.¹⁹⁸ Otkriveno je da je 8 studenata imalo neki oblik kolor deficijencije. Oni su učestvovali u eksperimentu ali nisu uvršteni u grupu studenata čiji su rezultati kasnije bili statistički obrađeni.

U ispitivanju je učestvovalo 174 studenta sa normalnim kolornim vidom sa studijskih programa Stomatologija i Strukovni zubni protetičar. Metodom slučajnog izbora studenti su podeljeni u dve grupe: eksperimentalnu i kontrolnu. U eksperimentalnoj grupi je bilo 127, a u kontrolnoj 47 studenata. Obe grupe studenata su radile eksperiment pod različitim izvorima svetlosti: komori za određivanje boje i portabl uređajem za određivanje boje zuba (hand-held).

Istraživanje je bilo obavljeno u tri faze:

Prvi deo istraživanja je izveden na Klinici za stomatologiju u okviru vežbi iz Stomatološke protetike.

Ispitana je sposobnost studenata da tačno određuju boju zuba. Boje su određivane pomoću komore za određivanje boje zuba i hand-held uređaja, sa kolor korigovanim izvorima svetlosti. Zadati uzorci iz ključa su bili postavljeni u individualno izrađene držače koji su simulirali lice pacijenta. Zadatak je bio tačno upariti zadate uzorke iz ključa na modelu lica sa bojama iz ključa za određivanje boje zuba. Četiri od osam zadatih uzoraka su bili identični uzorcima iz ključa, dok su četiri zadata uzorka bila iz drugog ključa. Studenti su, dakle, imali zadate četiri identične boje i četiri boje koje nisu bile identične, te je trebalo odrediti najpribližniju boju. Korišćeni su uzorci boja iz ključeva Vita Lineaguide 3D MASTER (LG) i VITA classical A1-D4 (VC). LG ključ je korišćen za određivanje boje zuba.

Drugi deo istraživanja izvršen je u računarskoj učionici Medicinskog fakulteta u Nišu. Edukacija se sastojala iz usmene i softverske komponente. U okviru softverske edukacije studentima je bio prezentovan i kratak film koji je ukazivao na najbitnija pravila, kao i uslove koji se moraju ispuniti prilikom određivanja boje zuba.

Treći deo ispitivanja je bilo ponovljeno određivanje boje zuba pod kolor korigovanim izvorima svetlosti i bio je identičan prvom delu.

Eksperimentalna grupa studenata je učestvovala u sve tri faze ispitivanja. Cilj ovakvog ispitivanja bio je određivanje poboljšanja sposobnosti obe grupe da tačno određuju boju zuba posle edukacije.

Kontrolna grupa studenata je učestvovala samo u prvoj i trećoj fazi eksperimenta. Cilj je bio odrediti koliko ponavljanje ispitivanja može imati uticaj na poboljšanje sposobnosti određivanja boje zuba.

4.1. Izrada individualnih modela lica

Prva faza u izradi i prikupljanju materijala za istraživanje bila je izrada modela lica. Ideja je bila napraviti model koji će po boji i izgledu biti najsličniji licu. Posle ispitivanja većeg broja materijala akrilat se pokazao kao materijal koji se može najlakše modelovati i bojiti. Malim uzorcima toplopolimerizujućeg akrilata dodavane su različite vrste boja u pokušajima da se dobije akrilat u boji lica. Najbolji rezultati dobijeni su korišćenjem tečnog pudera za lice koji je dodavan već zamešanoj masi akrilata. Dodavanjem pudera samo monomeru ili polimeru akrilata nije se dobijala homogena masa, tako da ovakvi uzorci nisu bili zadovoljavajućeg kvaliteta.

Sledeća faza bila je izrada modela u vosku. Model lica se sastojao iz dva dela: prednjeg-većeg u obliku lica i zadnjeg-manjeg dela koji je služio kao držač za uzorke zadatih boja iz ključa za određivanje boje zuba. Model lica je napravljen u veličini koja približno odgovara veličini prirodnog lica. Sa zadnje strane modela ostavljen je prostor u vosku za držač uzoraka čija je boja bila određivana. Sa zadnje strane modela umetnuti su magneti koji su omogućavali povezivanje modela sa držačima. Položaj modela u odnosu na horizontalu ravan omogućavao je da svetlost pada pod uglom od 45° na površinu zadatih uzoraka, dok su studenti uzorke posmatrali pod pravim uglom. Na ovaj način je bila zadovoljena $45/0^\circ$ optička geometrija.^{199,200,201}

Kako je veličina modela prevazilazila sve fabričke veličine kiveta, projektovana je i napravljena individualna kiveta veličine $300 \times 350 \times 200$ mm u koju su mogli stati modeli (Slika 4.1).



Slika 4.1. Individualna i fabrička kiveta

Sledeća faza u izradi modela bila je kivetiranje, odnosno zamena voska toplopolimerizujućim akrilatom SR Triplex Hot, (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).²⁰² Pre unošenja u kalup, akrilat je farban na pomenuti način. Posle dvanaestočasovnog kivetiranja u ključaloj vodi, kiveta je otvorena, a dobijeni model očišćen i ispoliran. Na ovaj način napravljena su dva modela, a u eksperimentu je korišćen model koji je vizuelno više odgovarao boji lica, odnosno svetliji model (Slika 4.2).



Slika 4.2. Svetli i tamni modeli lica

U sledećoj fazi pristupilo se izradi držača za uzorke iz ključeva za određivanje boje zuba. Uslov je bio napraviti držač koji se neće videti, koji će imati mogućnost zamene uzoraka iz ključeva, na kome se neće videti koja je zadata boja i koji će biti trajan. Napravljeni su metalni držači koji su umetnuti između dve tanke ploče akrilata. Za držače je takođe korišćen SR Triplex Hot toplopolimerizujući akrilat (Slike 4.3. i 4.4).



Slika 4.3. Držač uzorka boje iz ključa



Slika 4.4. Držač sa zadnje strane modela

4.2. Uzorci i ključevi za određivanje boje zuba

U eksperimentu su korišćena dva ključa za određivanje boje zuba kompanije VITA Zahnfabrik.

Iz ključa VITA classical A1-D4¹⁰⁴ uzeti su uzorci boja A1, B2, A3.5 i C4.

Iz ključa VITA Linearguide 3D-MASTER¹⁰⁶ izabrani su uzorci boja 1M2, 2L2.5, 3M1.5 i 4M2.

Studenti su za određivanje boja koristili ključ VITA Linearguide 3D-MASTER.

4.3. Uređaji sa standardizovanim izvorima svetlosti

Korišćena su dva uređaja sa standardizovanim izvorima svetlosti.

GTI PDV 2e/M viewing booth (*GTI Graphic Technology, Newburgh, NY*)²⁰³ je komora za određivanje boje. Sadrži komplet lampi LPDV-2e/M i četiri izvora svetlosti osvetljenja: D65, CWF (fosfor fluorescentno svetlo) (TL84 opciono – tri-fosfor fluorescentno svetlo), A (inkandescentno svetlo) i UV (ultravioletno svetlo). Kompatibilna je sa ASTM D1729 standardom. Ispitivanje je rađeno pri D65, koje proizvodi lampica MM-1eUV/65, sa korelacionom temperaturom boje 6500°K. Ovo svetlo odgovara prosečnom dnevnom svetlu Zapadne/Severne Evrope, koje u podne sa vedrog neba pada direktno na osvetljeni objekat.^{37,204}

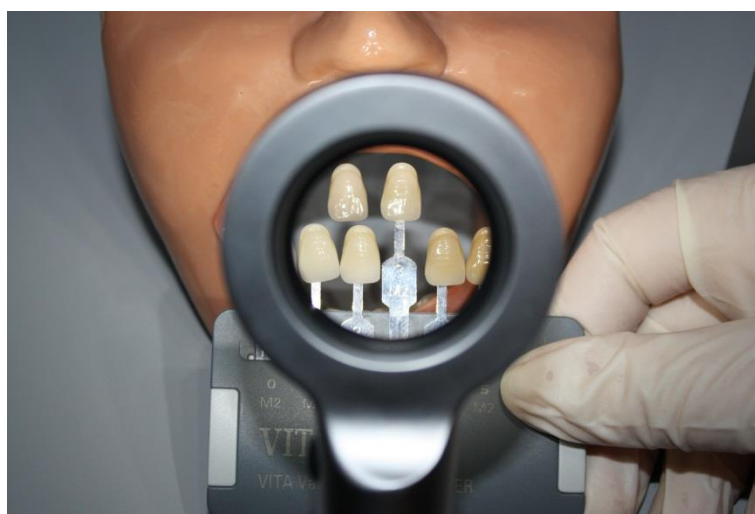
Kao što je već rečeno model lica je bio postavljan na dno komore, a svetlost je padala na model pod uglom od 45°. Dimenzije komore su bile 90×480×410 mm (Slika 4.5).



Slika 4.5. GTI PDV 2e/M komora

Drugi metod je uključio korišćenje izvora svetlosti dobijene uređajem *Rite-Lite* (*Addent, Danbury, CT*).²⁰⁵ To je prenosivi uređaj (hand-held) sa kolor korigovanim izvorom svetlosti D55, sa korelacionom temperaturom boje od 5500°K i CRI većim od 90. Svetlo obezbeđuje 6 LED lampi, kružno raspoređenih po obodu prstena lampe.

Studenti su lampu držali na rastojanju od 50 mm od modela i posmatrali uzorak kroz otvor lampe, sa udaljenosti od 250-300 mm (Slika 4.6). Studentima su date instrukcije da boju određuju u trajanju od 5-10 sekundi. Takođe je savetovano da nakon ovog perioda, a pre sledećeg određivanja boje imaju pauzu i posmatraju metalnu poloču sive boje u trajanju od najmanje pola minuta da bi se oči odmorile.



Slika 4.6. Određivanje boje Rite-Lite uređajem

4.4. Edukacija i trening program za poboljšanje kvaliteta određivanja boje zuba

Drugi deo eksperimenta se sastojao od edukacije i trening programa. U njemu su učestvovali samo studenti eksperimentalne grupe.

Čas edukacije održavan je neposredno pre trening programa. Studentima su prezentovane informacije o sledećim temama:

- sistemi boja,
- percepcija boja,
- kolorimetrija,
- adekvatni uslovi i okruženje za određivanje boje zuba,

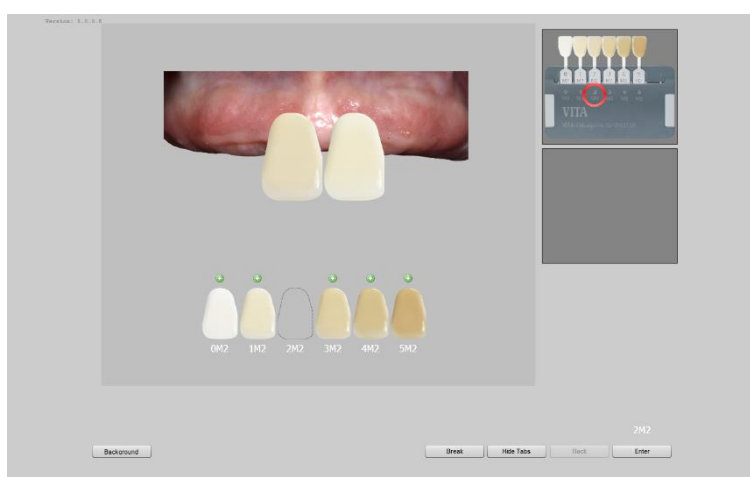
- dentalni kolor standardi (ključevi za određivanje boje zuba),
- način korišćenja ključeva za određivanje boje zuba,
- instrumentalni metodi određivanja boje zuba,
- kolor komunikacija sa zubotehničkom laboratorijom.

*Dental color matcher*¹⁷¹ je besplatan online edukacioni i trening program u okviru koga se nalazi i edukacioni film. Održano predavanje je bilo osmišljeno tako da se gradivo nije ponavljalo, već nadograđivalo. Ceo trening program je osmišljen tako da učesnik što lakše može usvojiti veštine adekvatnog određivanja boje zuba.

Program je počinjao *identifikacijom učesnika*. Svi studenti koji su učestvovali u projektu logovali su se preko naloga istraživača, tako da su se podaci istraživanja sakupljali na istom mestu u objedinjenoj bazi podataka na Stomatološkom fakultetu u Hjustonu. Istraživač je imao pristup svim podacima.

Drugi deo trening programa čini *kolor skrining test*. Ovim je izvršena provera kolornog vida učesnika.

Closest match exercise 1 (biranje najpribližnije boje 1) je deo u kome su učesnici određivali boje zuba pomoću Vita Linearguide 3D-MASTER ključa. Ovim delom učesnici su proveravali svoje veštine u određivanju boje zuba, što je kasnije korišćeno za procenu napretka učesnika. Ovaj deo programa sadrži četiri vežbe sa uzorcima boje različitih svetlosnih grupa, a posle svake odrađene vežbe studenti su ocenjeni od 1 do 10 (Slika 4.7).



Slika 4.7. Closest match exercise 1

Matching pairs light/dark (određivanje parova svetlih/tamnih). U ovom delu studenti su kreirali parove istovetnih uzoraka iz ključa. Trening se sastojao iz dva dela, na setovima svetlih (15 parova) i tamnih nijansi (14 parova) ključa Vita Linearguide 3D-MASTER, studenti su vršili uparivanje uzoraka, uz mogućnost ponavljanja pokušaja i stavljanja većeg broja zuba pored zadatih uzoraka. Učesnici su bez vremenskog ograničenja mogli slagati boje. Po završenom uparivanju program je studentima davao informaciju o tačnim i netačnim rezultatima (Slika 4.8).



Slika 4.8. Slaganje svetlih parova LG uzoraka

Exact match exercise (određivanje tačne boje). Ovaj deo programa se sastojao iz dva dela. U prvom delu studenti su u 4 pokušaja trebali odrediti tačnu grupu boje po LG ključu, što je ujedno bila i tačna boja. U drugom delu su u 10 pokušaja imali za zadatak da odrede grupu i tačnu boju. Zadati uzorci su bili iz LG ključa, kojim je određivanje boja i vršeno, tako da su u svih 10 pokušaja studenti mogli izabrati tačnu boju. Po završenom određivanju bili su ocenjeni od 1 do 10.

Kviz od 12 pitanja služio je za proveru znanja. Studenti su na svako od zadatih pitanja imali više različitih odgovora. Pitanja su bila bazirana na osnovu sadržaja edukacionog filma iz Dental Color Matcher programa.

Closest match exercise 2 (biranje najpribližnije boje 2) Kao i u prvom delu studenti su određivali boju u dvostepenom postupku. Na osnovu podataka iz prvog dela program izračunava stepen napretka svakog učesnika pojedinačno. Ovaj deo programa sadržao je 4 vežbe.

Ocenjivanje programa od strane ucesnika, dodela bodova kontinuirane edukacije i diplome su bili poslednje faze programa. *Ocenjivanje programa* se sastojalo od pet pitanja na koja su studenti mogli da daju ocene od „u potpunosti se slažem“ do „u potpunosti se ne sažem“. Studenti su ocenili program prema nivou stečenih znanja, prilagođenosti programa korisniku, primenljivosti programa u praksi i opštem utisku o programu. Studenti su mogli da napišu i svoje komentare i sugestije i da na taj način utiču na unapređivanje programa.

Po završenom programu svaki od studenata koji su učestvovali u trening programu dobio je sertifikat za 2 časa kontinuirane edukacije organizacije SCAD kao i diplomu o učešću u programu edukacije.

4.5. Matematički i statistički metodi obrade podataka

Po završenom ispitivanju izvršena je analiza i statistička obrada podataka. Analizirani su podaci studenata sa normalnim kolor vidom. Osam studenata kod kojih je otkriven neki oblik kolor deficijence završili su edukacioni program u potpunosti, ali njihovi podaci nisu uvršteni u analizu sa podacima ostalih studenata.

174 studenta, 117 osoba ženskog i 57 osoba muškog pola, je izvršilo po 32 određivanja boje (po 16 određivanja u dva kruga ispitivanja, na 2 svetlosna izvora). U istraživanju je ukupno izvršeno 5568 određivanja boje.

Ocenjivanje dobijenih rezultata izvršeno je bodovanjem od 1 do 10. Tačno određena boja iz Vita Linearguide 3D-MASTER (3D) ključa i najpribližnija nijansa iz VITA classical A1-D4 (VC) ključa ocenjivana je sa 10 poena. Odeđivanje uzorka sa minimalnom greškom u ukupnoj razlici u boji (ΔE) ocenjivana je sa 9 poena, drugi najbolji pogodak sa 8 poena i nadalje sve do 1 poena. Izbori boja koje nisu bile među 10 najboljih pogodaka nisu dobijali bodove (0 poena).

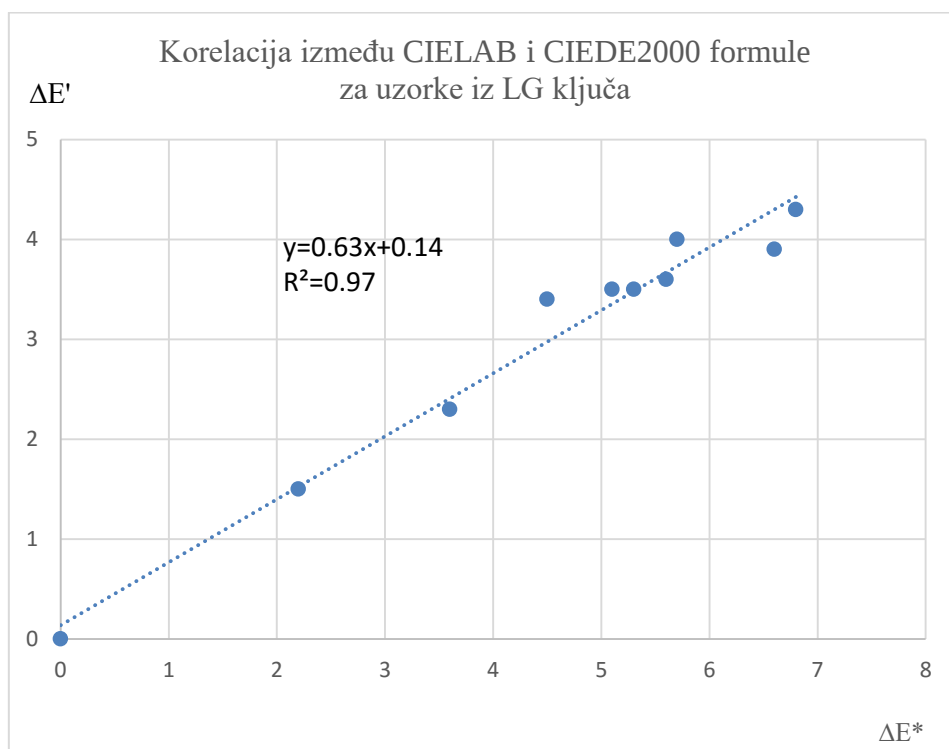
Ukupna razlika u boji različitih uzoraka iz ključeva određivana je merenjem svih uzoraka iz ključeva 3D i VC VITA Easyshade Advance spektrofotometrom (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany), čime su dobijene razlike u svetlini (ΔL^*), kao i razlike Δa^* i Δb^* koordinata. Ukupna razlika u boji između zadatih uzoraka i ostalih uzoraka iz ključa izračunata je pomoću CIELAB i CIEDE2000 formule (jednacine 2.1. i 2.4., respektivno).

CIELAB (ΔE^*) i CIEDE2000 ($\Delta E'$) razlike u boji i standardne devijacije (s.d.) između zadatih uzorka i 10 napribližnijih uzoraka iz LG ključa: od najboljeg (10 poena) do desetog najpribližnijeg (1 poen), prikazana je u Tabeli 4.1. Razlike su prikazane za uzorke iz oba ključa (LG i VC).

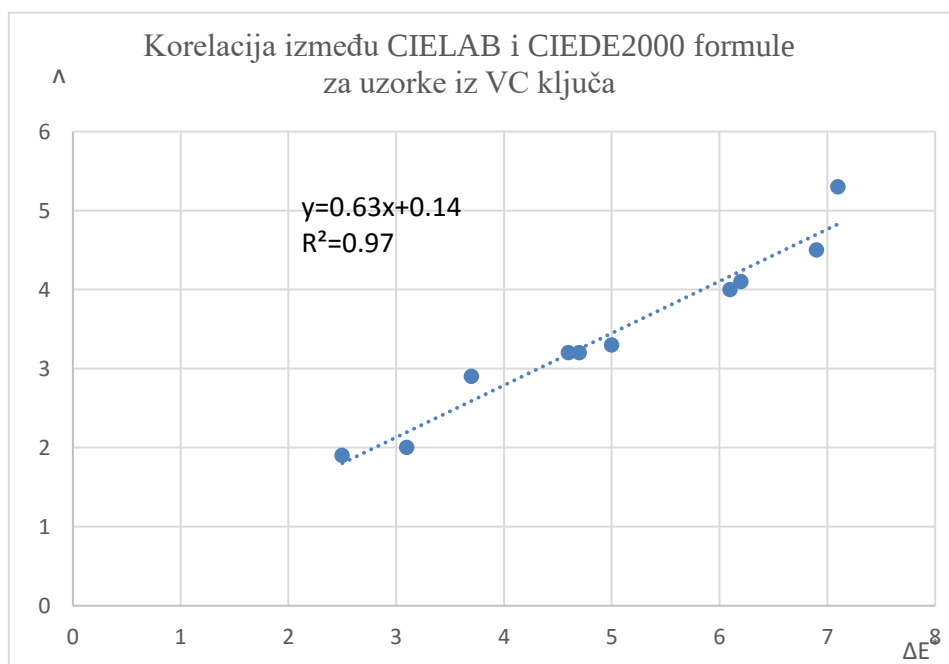
Tabela 4.1. CIELAB (ΔE^*) i CIEDE2000 ($\Delta E'$) razlike u boji i standardne devijacije (s.d.) između zadatih uzoraka (iz VC ili LG) i 10 napribližnijih uzoraka iz LG ključa: od najboljeg (10 poena) do desetog najpribližnijeg uzorka (1 poen).

Poeni	ΔE^* , LG	$\Delta E'$, LG	ΔE^* , VC	$\Delta E'$, VC
10	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	2.5 (1.0)	1.9 (0.6)
9	2.2 (2.1)	1.5 (1.4)	3.1 (1.0)	2.0 (0.5)
8	3.6 (1.2)	2.3 (1.0)	3.7 (1.2)	2.9 (1.0)
7	4.5 (1.7)	3.4 (1.0)	4.6 (1.0)	3.2 (1.0)
6	5.1 (1.7)	3.5 (1.3)	4.7 (1.0)	3.2 (1.0)
5	5.3 (1.7)	3.5 (1.1)	5.0 (1.0)	3.3 (0.8)
4	5.6 (1.5)	3.6 (1.2)	6.1 (1.9)	4.0 (1.2)
3	5.7 (1.5)	4.0 (0.8)	6.2 (1.8)	4.1 (1.3)
2	6.6 (1.6)	3.9 (1.3)	6.9 (1.6)	4.5 (1.5)
1	6.8 (1.6)	4.3 (1.0)	7.1 (1.6)	5.3 (1.5)
* CIEDE2000 razlike su izračunate na osnovu CIELAB rasporeda boja				

Korelacija između CIELAB i CIEDE2000 formule za 10 najboljih nijansi iz 3D i VC ključa bila je $R^2=0.97$ (Slika 4.9. i 4.10).



Slika 4.9. Korelacija između CIELAB i CIEDE2000 formule
za 10 najpribližnijih nijansi iz LG ključa

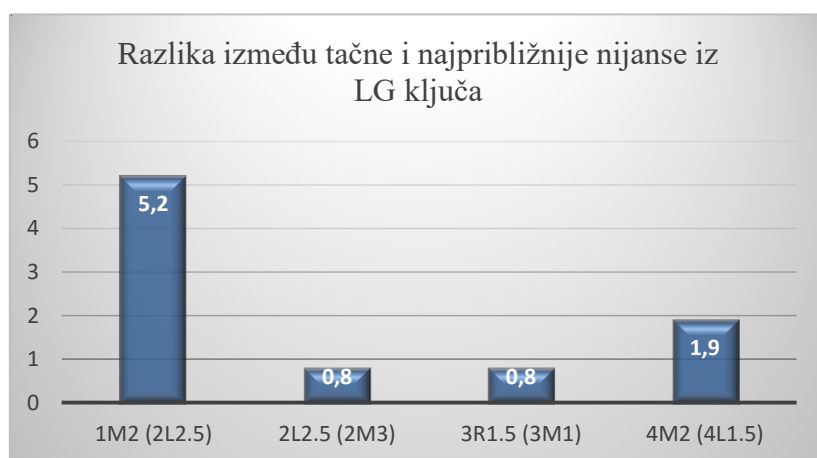


Slika 4.10. Korelacija između CIELAB i CIEDE2000 formule
za 10 najpribližnijih nijansi iz VC ključa

4.6. Izračunavanje rezultata (poena) za određivanje boje zuba

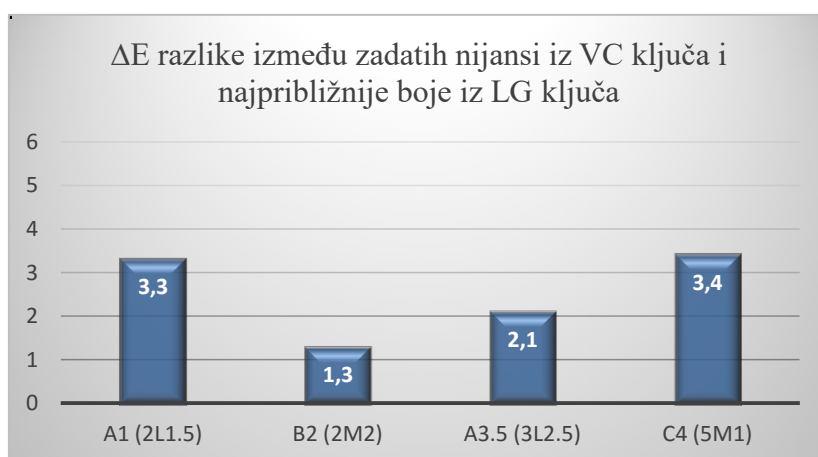
Ključ po kome je vršeno ocenjivanje rezultata koje su studenti postigli načinjen je izračunavanjem razlike u boji između zadatih uzoraka i uzoraka najpribližnijih boja iz ključa za određivanje boje zuba. Merenje je vršeno uređajem VITA Easyshade Advanced (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany).

Poređenjem zadatih i najpribližnijih nijansi iz 3D ključa vidi se da je najmanja razlika u boji (ΔE^*) između najpribližnijih nijansi 3D ključa (9 poena) bila na bojama 2L2.5 i 3R1.5, dok je na bojama 1M2 i 4M2 bila znatno veća (Slika 4.11).



Slika 4.11. Poređenje ΔE razlika u boji između tačne i najpribližnije nijanse za četiri zadata uzorka iz LG ključa

Najmanje razlike između tačne i najpribližnije boje (10 poena) bila je na bojama B2 i A3.5. Razlika na bojama A1 i C4 je bila veća (Slika 4.12).



Slika 4.12. Poređenje ΔE razlika u boji između četiri zadata uzorka iz VC ključa i najpribližnijih nijansi iz 3D ključa

Detaljni rezultati za razlike u boji između zadatih uzoraka i uzoraka iz ključa su prezentovani u Prilogu 1.

4.7. Statistička analiza

Standardna devijacija i srednja vrednost izračunavane su pomoću Studentovog t-testa, ANOVA i ANCOVA testa (SPSS v17 for Windows; IBM, New York, NY).²⁰⁶

Na osnovu podataka koji su dobijeni u kontrolnoj i eksperimentalnoj grupi uz standardni prag značajnosti $\alpha=0.05$, dobijena moć testa iznosi $1-\beta=1$ (100%). Ovo znači da je skoro nemoguće napraviti grešku drugog tipa tj. odbaciti hipoteze o postojanju statistički značajnih razlika pod uslovom da ta razlika zaista postoji.

Statistička moć testa je izračunata u statističkom paketu Statistica 8.0. (Dell Statistica, Tulsa, OK).²⁰⁷

5. REZULTATI

5.1. Rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe pre i posle edukacije

5.1.1. Ukupni rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe pre i posle edukacije

Rezultati ovog testa pokazuju da postoji statistički bitna razlika u rezultatima između kontrolne i eksperimentalne grupe. Poređenje je izvršeno na ukupnim rezultatima obe grupe.

Tabela 5.1. Rezultati t-testa za ispitivanje značajnosti razlika između ukupnih rezultata kontrolne i eksperimentalne grupe, pre i posle edukacije.

	Grupa	N	Mean	s.d.	p
Ukupna ocena	Kontrolna grupa	47	6.54	0.79	0.000
	Ekperimentalna grupa	127	7.36	0.75	

Iz prikazane tabele može se videti da je eksperimentalna grupa pokazala značajno bolje rezultate u odnosu na kontrolnu grupu.

Tabela 5.2. Rezultati t-testa za ispitivanje značajnosti razlika između ukupnih rezultata eksperimentalne grupe pre i posle edukacije i kontrolne grupe pre i posle edukacije

Grupa		Mean	s.d.	p
Kontrolna grupa	OCENA Pre	6.37	0.98	0,146
	OCENA Posle	6.67	1.11	
Ekperimentalna grupa	OCENA Pre	6.57	0.99	0,001
	OCENA Posle	8.17	0.88	

Tabela 5.2. prikazuje da kontrolna grupa nije postigla statistički bitan napredak posle edukacije, dok je kod eksperimentalne grupe statistički bitna razlika pre i posle edukacije prisutna.

5.1.2. Rezultati t-testa eksperimentalne grupe za uparene uzorke, pre i posle edukacije

Rezultati t-testa za uparene uzorke pojedinačno, pre i posle edukacije dati su u tabeli 5.3. Sagledani su rezultati koje su postigli svi studenti eksperimentalne grupe na oba izvora svetlosti.

Tabela 5.3. Rezultati t-testa *eksperimentalne grupe za uparene uzorke, pre i posle edukacije*

Parovi boja	Mean	N	s.d.	p
Pre (komora) 1M2	8.76	127	2.05	0.000
Posle (komora) 1M2	9.74	127	1.04	
Pre (komora) 2L2.5	6.73	127	3.12	0.000
Posle (komora) 2L2.5	9.05	127	2.19	
Pre (komora) 3R1.5	6.35	127	3.34	0.000
Posle (komora) 3R1.5	8.83	127	2.54	
Pre (komora) 4M2	6.93	127	3.23	0.000
Posle (komora) 4M2	9.24	127	1.80	
Pre (komora) A1	8.12	127	1.65	0.000
Posle (komora) A1	8.76	127	1.01	
Pre (komora) B2	7.30	127	3.27	0.011
Posle (komora) B2	8.31	127	2.76	
Pre (komora) A3.5	6.54	127	2.94	0.007
Posle (komora) A3.5	7.37	127	2.02	
Pre (komora) C4	5.76	127	2.41	0.103
Posle (komora) C4	6.17	127	2.08	
Pre (hand-held) 1M2	7.65	127	2.76	0.000
Posle (hand-held) 1M2	9.41	127	1.65	
Pre (hand-held) 2L2.5	4.86	127	3.36	0.000
Posle (hand-held) 2L2.5	8.03	127	2.81	
Pre (hand-held) 3R1.5	5.23	127	3.34	0.000
Posle (hand-held) 3R1.5	8.45	127	2.77	
Pre (hand-held) 4M2	5.55	127	3.33	0.000
Posle (hand-held) 4M2	8.50	127	2.34	
Pre (hand-held) A1	7.15	127	1.40	0.000
Posle (hand-held) A1	8.08	127	1.23	
Pre (hand-held) B2	5.87	127	2.93	0.000
Posle (hand-held) B2	7.99	127	2.75	
Pre (hand-held) A3.5	7.25	127	3.03	0.962
Posle (hand-held) A3.5	7.27	127	2.32	
Pre (hand-held) C4	5.17	127	3.02	0.001
Posle (hand-held) C4	6.11	127	2.18	

Iz priloženih rezultata vidi se da postoji značajna razlika za sve uzorke pre i posle edukacije. Najveći napredak je postignut na uzorcima 2L2.5 i 3R1.5. Rezultati određivanja boje posle edukacije (u odnosu na pre edukacije) bili su 9.05 (6.73) za uzorak 2L2.5 i 8.83 (6.35) za uzorak 3R1.5 u komori 8.03 (4.86) i 8.45 (5.23) na hand-held-u. Izuzeci su uzorak C4 u komori i uzorak A3.5 na hand-held-u na kojima nije bilo statistički bitne razlike pre i posle edukacije.

5.1.3. Rezultati t-testa kontrolne grupe za uparene uzorke, pre i posle edukacije

T-testom je izvršeno poređenje rezultata kontrolne grupe studenata na oba izvora svetlosti. Poređenje je vršeno na uparenim uzorcima svih zadatih uzoraka.

Tabela 5.4. Rezultati t-testa kontrolne grupe za uparene uzorke, pre i posle edukacije

Parovi boja	Mean	N	s.d.	p
Pre (komora) 1M2	8.57	47	2.12	0.719
Posle (komora) 1M2	8.74	47	2.35	
Pre (komora) 2L2.5	5.94	47	3.31	0.357
Posle (komora) 2L2.5	6.55	47	3.10	
Pre (komora) 3R1.5	5.72	47	3.43	0.292
Posle (komora) 3R1.5	6.43	47	3.13	
Pre (komora) 4M2	7.47	47	2.68	0.617
Posle (komora) 4M2	7.74	47	2.53	
Pre (komora) A1	8.11	47	1.55	0.956
Posle (komora) A1	8.09	47	2.07	
Pre (komora) B2	7.40	47	3.42	0.235
Posle (komora) B2	6.62	47	3.53	
Pre (komora) A3.5	6.21	47	2.84	0.000
Posle (komora) A3.5	8.40	47	1.41	
Pre (komora) C4	5.91	47	2.8	0.622
Posle (komora) C4	5.64	47	2.74	
Pre (hand-held) 1M2	6.94	47	3.07	0.971
Posle (hand-held) 1M2	6.96	47	2.70	
Pre (hand-held) 2L2.5	4.53	47	3.49	0.137
Posle (hand-held) 2L2.5	5.57	47	3.59	
Pre (hand-held) 3R1.5	5.23	47	3.46	0.904
Posle (hand-held) 3R1.5	5.32	47	3.87	
Pre (hand-held) 4M2	5.38	47	2.30	0.502
Posle (hand-held) 4M2	5.74	47	3.45	
Pre (hand-held) A1	7.19	47	1.15	1.000
Posle (hand-held) A1	7.19	47	1.55	
Pre (hand-held) B2	4.87	47	3.20	0.101
Posle (hand-held) B2	5.87	47	2.71	
Pre (hand-held) A3.5	7.15	47	2.69	0.440
Posle (hand-held) A3.5	6.68	47	3.45	
Pre (hand-held) C4	5.38	47	2.91	0.088
Posle (hand-held) C4	4.40	47	3.33	

U tabeli 5.4. može se videti da ne postoji statistički značajna razlika u rezultatima određivanja boje zuba pre i posle edukacije. Jedini izuzetak je boja A3.5 u komori.

5.2. Poređenje rezultata u komori i hand-held-u, pre i posle edukacije

5.2.1. Ukupna ocena rezultata t-testa eksperimentalne grupe na komori i hand-held-u, pre i posle edukacije

Tabela 5.5. Ukupna ocena rezultata *eksperimentalne* grupe na komori i hand-held-u, pre i posle edukacije

Parovi	Mean	N	s.d.	p
Ukupna ocena pre (komora)	7.06	127	1.19	0.000
Ukupna ocena posle (komora)	8.43	127	0.92	
Ukupna ocena pre (hand-held)	6.09	127	1.39	0.000
Ukupna ocena posle (hand-held)	7.91	127	1.08	

Iz priloženih rezultata vidi se da su postignuti značajno bolji rezultati korišćenjem komore i hand-held uređaja posle edukacije.

5.2.2. Ukupna ocena rezultata t-testa kontrolne grupe na komori i hand-held-u, pre i posle edukacije

Tabela 5.6. Ukupna ocena rezultata *kontrolne* grupe na komori i hand-held-u, pre i posle edukacije

Parovi	Mean	N	s.d.	p
Ukupna ocena pre (komora)	6.92	47	1.18	0.129
Ukupna ocena posle (komora)	7.28	47	1.00	
Ukupna ocena pre (hand-held)	5.83	47	1.30	0.409
Ukupna ocena posle (hand-held)	6.06	47	1.60	

Opšta ocena rezultata dobijenih na komori i na hand-held-u pokazuje da ne postoji statistički bitna razlika.

5.3. Poređenje rezultata dobijenih određivanjem tačne i najpribližnije boje, pre i posle edukacije

5.3.1. Ukupna ocena rezultata t-testa eksperimentalne grupe za uzorke tačne boje iz LG ključa, pre i posle edukacije

U tabeli 5.7. je izvršeno poređenje rezultata eksperimentalne grupe u delu testa u kome su studenti mogli da odrede tačnu boju. Poređenje je takođe izvršeno za oba izvora svetlosti.

Tabela 5.7. Ukupna ocena rezultata *eksperimentalne* grupe za uzorke *tačne* boje iz LG ključa, *pre i posle edukacije*

Parovi	Mean	N	s.d.	p
Pre (komora) TAČNO	7.19	127	1.53	0.000
Posle (komora) TAČNO	9.21	127	1.21	
Pre (hand-held) TAČNO	5.82	127	2.03	0.000
Posle (hand-held) TAČNO	8.60	127	1.55	

Rezultati pokazuju značajno poboljšanje posle edukacije.

5.3.2. Ukupna ocena rezultata t-testa kontrolne grupe za uzorke tačne boje iz LG ključa pre i posle edukacije

Tabela 5.8. Ukupna ocena rezultata *kontrolne* grupe za uzorke *tačne* boje iz LG ključa, *pre i posle edukacije*

Parovi	Mean	N	s.d.	p
Pre (komora) TAČNO	6.92	47	1.57	0.180
Posle (komora) TAČNO	7.37	47	1.52	
Pre (hand-held) TAČNO	5.52	47	1.83	0.276
Posle (hand-held) TAČNO	5.90	47	1.93	

Kontrolna grupa nije postigla statistički bitan napredak u određivanju identičnih boja iz Vita Linearguide 3D-MASTER ključa. Napredak nije ostvaren ni u komori, ni na hand-held-u (Tabela 5.8).

5.3.3. Ukupna ocena rezultata t-testa eksperimentalne grupe za najpribližnije uzorke iz VC ključa, pre i posle edukacije

Tabela 5.9. pokazuje rezultate ispitivanja koji su dobijeni korišćenjem uzoraka iz ključa VITA classical A1-D4. U ovom slučaju studenti nisu mogli da odrede tačnu, već su birali najpribližniju boju. Čak i na najpribližnijem uzorku je postojala značajna razlika u boji. Na ovaj način su simulirani uslovi koji se češće sreću u svakodnevnoj stomatološkoj praksi. Poređenje je rađeno za oba izvora svetlosti svetlosti.

Tabela 5.9. Ukupna ocena rezultata t-testa *eksperimentalne* grupe za najpribližnije uzorke iz VC ključa, pre i posle edukacije

Parovi	Mean	N	s.d.	p
Pre (komora) PRIBL	6.93	127	1.44	0.000
Posle (komora) PRIBL	7.65	127	1.21	
Pre (hand-held) PRIBL	6.36	127	1.45	0.000
Posle (hand-held) PRIBL	7.36	127	1.21	

Rezultati ispitivanja pokazuju bolje rezultate posle edukacije za oba izvora svetlosti.

Kontrolna grupa studenata nije imala časove edukacije niti je prošla edukacioni program. U ponovljenim merenjima postupak im je bio poznat. Vremenska distanca između prvog i drugog merenja je bila dovoljno velika, tako da je pamćenje rezultata iz prvog kruga merenja bilo onemogućeno.

5.3.4. Ukupna ocena rezultata t-testa kontrolne grupe za najpribližnije uzorke iz VC ključa, pre i posle edukacije

Tabela 5.10. Ukupna ocena rezultata t-testa *kontrolne* grupe za najpribližnije uzorke iz VC ključa, pre i posle edukacije

Parovi	Mean	N	s.d.	p
Pre (komora) PRIBL	6.91	47	1.52	0.325
Posle (komora) PRIBL	7.19	47	1.23	
Pre (hand-held) PRIBL	6.15	47	1.48	0.708
Posle (hand-held) PRIBL	6.04	47	1.64	

Kao i u predhodnom slučaju kontrolna grupa nije postigla statistički bitan napredak korišćenjem komore i hand-held uređaja.

5.3.5. Rezultati ANCOVA testa za određivanje tačne i najpribližnije boje korišćenjem komore i hand-held uređaja

Tabela 5.11. Rezultati ANCOVA testa za određivanje *tačne i najpribližnije boje*

Određivanje boje zuba	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Posle (komora) TAČNO	Pre (komora) TAČNO	2.91	1	2.91	1.73	0.190
	grupa	113.33	1	113.33	67.27	0.000
	Error	288.08	171	1.68		
Posle (hand-held) TAČNO	Pre (hand-held) TAČNO	33.82	1	33.82	13.18	0.000
	grupa	236.19	1	236.19	92.07	0.000
	Error	438.64	171	2.57		
Posle (komora) PRIBL	Pre (komora) PRIBL	4.18	1	4.18	2.86	0.093
	grupa	7.37	1	7.37	5.04	0.026
	Error	250.03	171	1.46		
Posle (hand-held) PRIBL	Pre (hand-held) PRIBL	2.04	1	2.04	1.14	0.288
	grupa	58.53	1	58.53	32.63	0.000
	Error	306.79	171	1.79		

Eksperimentalna grupa je imala statistički bitan napredak u određivanju tačne i najpribližnije boje, kako u komori tako i na hand-held-u.

5.3.6. Rezultati t-testa određivanja boje uparenih uzoraka tačne i najpribližnije boje, eksperimentalne grupe, pre i posle edukacije

Tabela 5.12. Poređenje rezultata određivanja boje *uparenih uzoraka tačne i najpribližnije boje, eksperimentalne grupe, pre i posle edukacije*

Parovi	Mean	N	s.d.	p
Pre (komora) TAČNO	7.19	127	1.53	0.093
Pre (komora) PRIBL	6.93	127	1.44	
Pre (handheld) TAČNO	5.82	127	2.03	0.006
Pre (handheld) PRIBL	6.36	127	1.45	
Posle (komora) TAČNO	9.21	127	1.21	0.000
Posle (komora) PRIBL	7.65	127	1.21	
Posle (handheld) TAČNO	8.60	127	1.55	0.000
Posle (handheld) PRIBL	7.36	127	1.21	

U rezultatima određivanja tačne i najpribližnije boje dobijenim u komori pre obuke nema značajnih razlika. Značajno bolji rezultati su dobijeni prilikom određivanja najpribližnije boje na hand-held-u pre obuke. Značajno bolji rezultati su dobijeni prilikom određivanja tačne boje u komori posle obuke. Značajno bolji rezultati su dobijeni prilikom određivanja tačne boje na hand-held-u posle obuke.

5.3.7. Rezultati t-testa određivanja boje uparenih uzoraka tačne i najpribližnije boje kontrolne grupe, pre i posle edukacije

U slučaju kontrolne grupe zaključci su nešto drugačiji.

Tabela 5.13. Poređenje rezultata određivanja boje *uparenih uzoraka tačne i najpribližnije boje kontrolne grupe, pre i posle edukacije*

Parovi	Mean	N	s.d.	p
Pre (komora) TAČNO	6.93	47	1.57	0.956
Pre (komora) PRIBL	6.91	47	1.52	
Pre (handheld) TAČNO	5.52	47	1.83	0.045
Pre (handheld) PRIBL	6.15	47	1.48	
Posle (komora) TAČNO	7.37	47	1.52	0.517
Posle (komora) PRIBL	7.19	47	1.23	
Posle (handheld) TAČNO	5.90	47	1.93	0.604
Posle (handheld) PRIBL	6.04	47	1.64	

U rezultatima određivanja tačne i najpribližnije boje dobijenim u komori pre obuke (u prvom merenju) nije bilo značajnih razlika. Značajno bolji rezultati su dobijeni prilikom određivanja najpribližnije boje na hand-held-u pre obuke (u prvom merenju). U rezultatima određivanja tačne i najpribližnije boje dobijenim u komori posle obuke (u drugom merenju) nije bilo značajnih razlika. U rezultatima određivanja tačne i najpribližnije boje dobijenim na hand-held-u posle obuke (u drugom merenju) nije bilo značajnih razlika.

5.4. Poređenje rezultata dobijenih za svaku boju pojedinačno, pre i posle edukacije

Tabela 5.14. Rezultati ANCOVA testa za svaku boju *pojedinačno, pre i posle edukacije*

Određivanje boje zuba	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Posle (komora) 1M2	Pre (komora) 1M2	0.16	1	0.16	0.07	0.792
	grupa	33.76	1	33.76	14.76	0.000
	Error	391.20	171	2.29		
Posle (komora) 2L25	Pre (komora) 2L2.5	2.39	1	2.39	0.39	0.532
	grupa	205.75	1	205.75	33.73	0.000
	Error	1042.94	171	6.10		
Posle (komora) 3R15	Pre (komora) 3R1.5	9.14	1	9.14	1.25	0.266
	grupa	189.41	1	189.41	25.82	0.000
	Error	1254.54	171	7.34		
Posle (komora) 4M2	Pre (komora) 4M2	0.31	1	0.31	0.08	0.783
	grupa	76.62	1	76.62	18.62	0.000
	Error	703.54	171	4.11		
Posle (komora) A1	Pre (komora) A1	0.00	1	0.00	0.00	0.994
	grupa	15.44	1	15.44	8.07	0.005
	Error	327.09	171	1.91		
Posle (komora) B2	Pre (komora) B2	0.00	1	0.00	0.00	0.998
	grupa	98.88	1	98.88	11.03	0.001
	Error	1532.51	171	8.96		
Posle (komora) A35	Pre (komora) A3.5	0.98	1	0.98	0.28	0.599
	grupa	37.19	1	37.19	10.53	0.001
	Error	603.95	171	3.53		
Posle (komora) C4	Pre (komora) C4	23.03	1	23.03	4.55	0.034
	grupa	10.37	1	10.37	2.05	0.154
	Error	865.34	171	5.06		

Određivanje boje zuba	Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Posle (hand-held) 1M2	Pre (hand-held) 1M2	2.01	1	2.01	0.51	0.477
	grupa	199.16	1	199.16	50.33	0.000
	Error	676.61	171	3.96		
Posle (hand-held) 2L25	Pre (hand-held) 2L2.5	74.51	1	74.51	8.41	0.004
	grupa	196.20	1	196.20	22.15	0.000
	Error	1514.85	171	8.86		
Posle (hand-held) 3R15	Pre (hand-held) 3R1.5	58.77	1	58.77	6.30	0.013
	grupa	336.22	1	336.22	36.05	0.000
	Error	1594.86	171	9.33		
Posle (hand-held) 4M2	Pre (hand-held) 4M2	43.26	1	43.26	6.19	0.014
	grupa	254.67	1	254.67	36.43	0.000
	Error	1195.42	171	6.99		
Posle (hand-held) A1	Pre (hand-held) A1	1.54	1	1.54	0.88	0.350
	grupa	27.18	1	27.18	15.44	0.000
	Error	300.95	171	1.76		
Posle (hand-held) B2	Pre (hand-held) B2	6.98	1	6.98	0.93	0.336
	grupa	141.40	1	141.40	18.84	0.000
	Error	1283.25	171	7.50		
Posle (hand-held) A35	Pre (hand-held) A3.5	4.71	1	4.71	0.66	0.418
	grupa	11.58	1	11.58	1.62	0.205
	Error	1222.40	171	7.15		
Posle (hand-held) C4	Pre (hand-held) C4	65.82	1	65.82	10.78	0.001
	grupa	104.88	1	104.88	17.18	0.000
	Error	1043.96	171	6.11		

Na osnovu rezultata ANCOVA testa možemo zaključiti da postoji značajna razlika u *napretku* ispitanika koji su učestvovali u programu edukacije (eksperimentalna grupa) u odnosu na ispitanike koji nisu učestvovali (kontrolna grupa) na svim uzorcima (osim u rezultatima za C4 u komori i A3.5 hand-held-u) - značajnost u redu za faktor **grupa** je svuda manja od 0,05 osim kod ova dva merenja.

5.5. Poređenje rezultata prema polu, pre i posle edukacije

5.5.1. Rezultati t-testa eksperimentalne grupe za nezavisne uzorke prema polu, pre i posle edukacije

Poređenjem razlika između osoba muškog i ženskog pola po grupama uočava se da su obe rezlike veoma male.

Tabela 5.15. Rezultati t-testa *eksperimentalne grupe za nezavisne uzorke prema polu, pre edukacije*

Određivanje boje zuba	Pol	N	Mean	s.d.	p
Pre (komora) 1M2	Muškarci	44	8.75	2.00	0.981
	Žene	83	8.76	2.08	
Pre (komora) 2L2.5	Muškarci	44	6.43	3.25	0.431
	Žene	83	6.89	3.05	
Pre (komora) 3R1.5	Muškarci	44	5.91	3.46	0.275
	Žene	83	6.59	3.27	
Pre (komora) 4M2	Muškarci	44	6.80	3.29	0.736
	Žene	83	7.00	3.22	
Pre (komora) A1	Muškarci	44	7.91	2.03	0.299
	Žene	83	8.23	1.40	
Pre (komora) B2	Muškarci	44	7.52	3.34	0.577
	Žene	83	7.18	3.25	
Pre (komora) A3.5	Muškarci	44	6.30	3.25	0.505
	Žene	83	6.66	2.78	
Pre (komora) C4	Muškarci i	44	5.91	2.23	0.604
	Žene	83	5.67	2.51	
Pre (hand-held) 1M2	Muškarci	44	7.27	2.80	0.259
	Žene	83	7.86	2.73	
Pre (hand-held) 2L2.5	Muškarci	44	4.61	3.51	0.552
	Žene	83	4.99	3.29	
Pre (hand-held) 3R1.5	Muškarci	44	4.80	3.24	0.290
	Žene	83	5.46	3.39	
Pre (hand-held) 4M2	Muškarci	44	4.93	3.31	0.128
	Žene	83	5.88	3.31	
Pre (hand-held) A1	Muškarci	44	6.73	1.23	0.013
	Žene	83	7.37	1.44	
Pre (hand-held) B2	Muškarci	44	5.73	3.35	0.683
	Žene	83	5.95	2.70	
Pre (hand-held) A3.5	Muškarci	44	6.91	3.42	0.355
	Žene	83	7.43	2.80	
Pre (hand-held) C4	Muškarci	44	5.64	2.69	0.210
	Žene	83	4.93	3.17	

U eksperimentalnoj grupi na nezavisnim uzorcima postoji samo jedna značajna razlika između osoba muškog i ženskog pola. Javlja se na A1 uzorku u toku ispitivanja na

hand-held-u pre obuke. Razlika je u korist osoba ženskog pola. Na svim ostalim uzorcima nema statistički bitne razlike.

Tabela 5.16. Rezultati t-testa *eksperimentalne grupe za nezavisne uzorke prema polu, posle edukacije*

Određivanje boje zuba	Pol	N	Mean	s.d.	p
Posle (komora) 1M2	Muškarci	44	9.64	1.12	0.415
	Žene	83	9.80	1.00	
Posle (komora) 2L2.5	Muškarci	44	8.73	2.59	0.231
	Žene	83	9.22	1.93	
Posle (komora) 3R15	Muškarci	44	8.84	2.35	0.964
	Žene	83	8.82	2.65	
Posle (komora) 4M2	Muškarci	44	9.05	2.03	0.387
	Žene	83	9.34	1.67	
Posle (komora) A1	Muškarci	44	8.84	1.08	0.494
	Žene	83	8.71	0.98	
Posle (komora) B2	Muškarci	44	8.16	2.94	0.645
	Žene	83	8.40	2.67	
Posle (komora) A3.5	Muškarci	44	7.36	1.93	0.979
	Žene	83	7.37	2.08	
Posle (komora) C4	Muškarci	44	6.30	1.77	0.609
	Žene	83	6.10	2.23	
Posle (hand-held) 1M2	Muškarci	44	9.30	1.75	0.573
	Žene	83	9.47	1.60	
Posle (hand-held) 2L2.5	Muškarci	44	7.50	3.27	0.121
	Žene	83	8.31	2.51	
Posle (hand-held) 3R1.5	Muškarci	44	8.27	2.61	0.604
	Žene	83	8.54	2.86	
Posle (hand-held) 4M2	Muškarci	44	8.59	2.18	0.741
	Žene	83	8.45	2.43	
Posle (hand-held) A1	Muškarci	44	8.09	1.22	0.936
	Žene	83	8.07	1.25	
Posle (hand-held) B2	Muškarci	44	8.50	2.35	0.130
	Žene	83	7.72	2.92	
Posle (hand-held) A3.5	Muškarci	44	7.43	2.04	0.565
	Žene	83	7.18	2.47	
Posle (hand-held) C4	Muškarci	44	5.80	2.46	0.238
	Žene	83	6.28	2.01	

Rezultati dobijeni t-testom kod eksperimentalne grupe posle edukacije pokazuju da nema statistički bitne razlike ni na jednom nezavisnom uzorku.

5.5.2. Rezultati t-testa kontrolne grupe za nezavisne uzorke prema polu, pre i posle edukacije

Tabela 5.17. Rezultati t-testa kontrolne grupe za nezavisne uzorke prema polu, pre edukacije

Određivanje boje zuba	Pol	N	Mean	s.d.	p
Pre (komora) 1M2	Muškarci	13	8.69	2.06	0.817
	Žene	34	8.53	2.18	
Pre (komora) 2L2.5	Muškarci	13	5.31	2.93	0.426
	Žene	34	6.18	3.45	
Pre (komora) 3R1.5	Muškarci	13	6.23	3.39	0.537
	Žene	34	5.53	3.47	
Pre (komora) 4M2	Muškarci	13	7.85	2.97	0.556
	Žene	34	7.32	2.60	
Pre (komora) A1	Muškarci	13	8.31	1.03	0.587
	Žene	34	8.03	1.71	
Pre (komora) B2	Muškarci	13	7.69	3.64	0.726
	Žene	34	7.29	3.39	
Pre (komora) A3.5	Muškarci	13	6.69	3.20	0.479
	Žene	34	6.03	2.71	
Pre (komora) C4	Muškarci	13	6.77	2.24	0.198
	Žene	34	5.59	2.95	
Pre (hand-held) 1M2	Muškarci	13	7.46	3.10	0.474
	Žene	34	6.74	3.08	
Pre (hand-held) 2L2.5	Muškarci	13	5.15	3.53	0.457
	Žene	34	4.29	3.50	
Pre (hand-held) 3R1.5	Muškarci	13	4.92	3.62	0.708
	Žene	34	5.35	3.45	
Pre (hand-held) 4M2	Muškarci	13	5.54	2.93	0.829
	Žene	34	5.32	3.06	
Pre (hand-held) A1	Muškarci	13	7.15	1.14	0.892
	Žene	34	7.21	1.17	
Pre (hand-held) B2	Muškarci	13	4.00	2.83	0.252
	Žene	34	5.21	3.31	
Pre (hand-held) A3.5	Muškarci	13	8.00	2.12	0.182
	Žene	34	6.82	2.83	
Pre (hand-held) C4	Muškarci	13	5.46	2.96	0.910
	Žene	34	5.35	2.93	

U kontrolnoj grupi pre edukacije nije bilo razlike između osoba muškog i ženskog pola u određivanju boja ni na jednom izvoru svetlosti. Statistički bitna razlika nije uočena ni za jedan od zadatih uzoraka.

Tabela 5.18. Rezultati t-testa kontrolne grupe za nezavisne uzorke prema polu, posle edukacije

Određivanje boje zuba	Pol	N	Mean	s.d.	p
Posle (komora) 1M2	Muškarci	13	8.31	3.73	0.437
	Žene	34	8.91	1.60	
Posle (komora) 2L2.5	Muškarci	13	7.23	2.74	0.361
	Žene	34	6.29	3.23	
Posle (komora) 3R15	Muškarci	13	5.62	3.99	0.278
	Žene	34	6.74	2.74	
Posle (komora) 4M2	Muškarci	13	7.23	3.37	0.395
	Žene	34	7.94	2.16	
Posle (komora) A1	Muškarci	13	7.92	2.40	0.744
	Žene	34	8.15	1.97	
Posle (komora) B2	Muškarci	13	6.23	4.27	0.648
	Žene	34	6.76	3.27	
Posle (komora) A3.5	Muškarci	13	8.31	1.32	0.775
	Žene	34	8.44	1.46	
Posle (komora) C4	Muškarci	13	6.92	2.84	0.045
	Žene	34	5.15	2.57	
Posle (hand-held) 1M2	Muškarci	13	6.15	3.11	0.211
	Žene	34	7.26	2.51	
Posle (hand-held) 2L2.5	Muškarci	13	4.38	3.73	0.163
	Žene	34	6.03	3.49	
Posle (hand-held) 3R1.5	Muškarci	13	6.31	3.79	0.283
	Žene	34	4.94	3.88	
Posle (hand-held) 4M2	Muškarci	13	4.23	3.61	0.062
	Žene	34	6.32	3.26	
Posle (hand-held) A1	Muškarci	13	7.31	1.49	0.755
	Žene	34	7.15	1.60	
Posle (hand-held) B2	Muškarci	13	5.08	3.09	0.217
	Žene	34	6.18	2.53	
Posle (hand-held) A3.5	Muškarci	13	6.85	3.08	0.841
	Žene	34	6.62	3.62	
Posle (hand-held) C4	Muškarci	13	4.38	3.38	0.980
	Žene	34	4.41	3.36	

U fazi posle edukacije jedina statistički bitna razlika zapažena je na uzorku C4 za vreme ispitivanja u komori. Razlika je u korist osoba muškog pola.

5.5.3. Ukupni rezultati t-testa prema polu, korišćenjem komore i hand-held uređaja, pre i posle edukacije

Tabela 5.19. Ukupni rezultati t-testa *prema polu i korišćenjem komore i hand-held uređaja, pre i posle edukacije*

Određivanje boje zuba	Pol	N	Mean	s.d.	p
OCENA_Ukupno	Muškarci	57	7.07	0.81	0.447
	Žene	117	7.17	0.86	
OCENA_Pre komora	Muškarci	57	7.00	1.23	0.855
	Žene	117	7.03	1.17	
OCENA_Posle komora	Muškarci	57	8.10	1.14	0.885
	Žene	117	8.13	1.04	
OCENA_Pre hand-held	Muškarci	57	5.86	1.38	0.266
	Žene	117	6.10	1.36	
OCENA_Posle hand-held	Muškarci	57	7.34	1.58	0.648
	Žene	117	7.45	1.44	

Ukupni rezultati pokazuju da nema statistički bitne razlike prema polu, pre i posle edukacije, kao i na oba izvora svetlosti.

Tabela 5.20. Ukupna ocena rezultata t-testa *eksperimentalne grupe po polu korišćenjem komore i hand-held uređaja, pre i posle edukacije*

Određivanje boje zuba	Pol	N	Mean	s.d.	p
OCENA_Ukupno	Muškarci	44	7.23	0.73	0.181
	Žene	83	7.42	0.76	
OCENA_Pre (komora)	Muškarci	44	6.94	1.25	0.413
	Žene	83	7.12	1.17	
OCENA_Posle (komora)	Muškarci	44	8.36	1.00	0.543
	Žene	83	8.47	0.88	
OCENA_Pre (hand-held)	Muškarci	44	5.83	1.47	0.118
	Žene	83	6.23	1.34	
OCENA_Posle (hand-held)	Muškarci	44	7.89	0.90	0.845
	Žene	83	7.93	1.17	

Eksperimentalna grupa se sastojala od 44 osobe muškog pola i 83 osobe ženskog pola. Poređenje podataka u komori i na hand-heldu-u pre i posle edukacije ukazuje na nepostojanje statistički bitne razlike između osoba muškog i ženskog pola.

Tabela 5.21. Ukupna ocena rezultata t-testa *kontrolne grupe po polu korišćenjem komore i hand-held uređaja, pre i posle edukacije*

Određivanje boje zuba	Pol	N	Mean	s.d.	p
OCENA_Ukupno	Muškarci	13	6.50	0.83	0.827
	Žene	34	6.55	0.78	
OCENA_Pre (komora)	Muškarci	13	7.19	1.18	0.328
	Žene	34	6.81	1.18	
OCENA_Posle (komora)	Muškarci	13	7.22	1.18	0.818
	Žene	34	7.30	0.95	
OCENA_Pre (hand-held)	Muškarci	13	5.96	1.06	0.684
	Žene	34	5.79	1.39	
OCENA_Posle (hand-held)	Muškarci	13	5.48	1.97	0.125
	Žene	34	6.28	1.39	

Ukupne ocene kontrolne grupe za rezultate pre i posle edukacije takođe pokazuju da nema statistički bitne razlike između polova ni ja jednom od dva izvora svetlosti.

5.5.4. Rezultati t-testa ipitivanja prema polu za tačnu i najpribližniju boju, pre i posle edukacije

Tabela 5.22. Rezultati t-testa celokupnog uzorka *prema polu za tačnu i najpribližniju boju, pre i posle edukacije*

Određivanje boje zuba	Pol	N	Mean	s.d.	p
Pre (komora) TAČNO	Muškarci	57	6.98	1.54	0.411
	Žene	117	7.19	1.54	
Posle (komora) TAČNO	Muškarci	57	8.61	1.72	0.550
	Žene	117	8.76	1.45	
Pre (hand-held) TAČNO	Muškarci	57	5.49	2.07	0.237
	Žene	117	5.87	1.93	
Posle (hand-held) TAČNO	Muškarci	57	7.70	2.24	0.444
	Žene	117	7.95	1.94	
Pre (komora) PRIBL	Muškarci	57	7.01	1.49	0.568
	Žene	117	6.88	1.45	
Posle (komora) PRIBL	Muškarci	57	7.59	1.23	0.621
	Žene	117	7.49	1.24	
Pre (hand-held) PRIBL	Muškarci	57	6.23	1.33	0.630
	Žene	117	6.34	1.52	
Posle (hand-held) PRIBL	Muškarci	57	7.10	1.38	0.544
	Žene	117	6.96	1.50	

Rezultati ispitivanja prema polu za tačnu i približnu boju ne ukazuju da postoji statistički bitna razlika kako u komori tako i na hand-held-u.

Tabela 5.23. Rezultati t-testa *eksperimentalne grupe prema polu za tačnu i najpribližniju boju, pre i posle edukacije*

Određivanje boje zuba	Pol	N	Mean	s.d.	p
Pre (komora) TAČNO	Muškarci	44	6.97	1.51	0.237
	Žene	83	7.31	1.54	
Posle (komora) TAČNO	Muškarci	44	9.06	1.43	0.312
	Žene	83	9.29	1.08	
Pre (hand-held) TAČNO	Muškarci	44	5.40	2.13	0.090
	Žene	83	6.05	1.96	
Posle (hand-held) TAČNO	Muškarci	44	8.41	1.63	0.337
	Žene	83	8.69	1.50	
Pre (komora) PRIBL	Muškarci	44	6.91	1.52	0.918
	Žene	83	6.94	1.40	
Posle (komora) PRIBL	Muškarci	44	7.66	1.23	0.929
	Žene	83	7.64	1.21	
Pre (hand-held) PRIBL	Muškarci	44	6.25	1.46	0.527
	Žene	83	6.42	1.45	
Posle (hand-held) PRIBL	Muškarci	44	7.45	.94	0.534
	Žene	83	7.31	1.33	

Poređenjem rezultata dobijenih u radu sa Vita Linearguide 3D-MASTER ključem za tačnu i Vita classical A1-D4 ključem za najpribližniju boju korišćenjem komore i hand-held uređaja nisu registrovanestatiistički bitne razlike između osoba muškog i ženskog pola ni po jednoj promenjivoj.

Tabela 5.24. Rezultati t-testa *kontrolne grupe prema polu za tačnu i najpribližniju boju, pre i posle edukacije*

Određivanje boje zuba	Pol	N	Mean	s.d.	p
Pre (komora) TAČNO	Muškarci	13	7.02	1.71	0.803
	Žene	34	6.89	1.54	
Posle (komora) TAČNO	Muškarci	13	7.10	1.79	0.455
	Žene	34	7.47	1.42	
Pre (hand-held) TAČNO	Muškarci	13	5.77	1.89	0.571
	Žene	34	5.43	1.83	
Posle (hand-held) TAČNO	Muškarci	13	5.27	2.38	0.169
	Žene	34	6.14	1.71	
Pre (komora) PRIBL	Muškarci	13	7.37	1.34	0.206
	Žene	34	6.74	1.56	
Posle (komora) PRIBL	Muškarci	13	7.35	1.24	0.588
	Žene	34	7.13	1.25	
Pre (hand-held) PRIBL	Muškarci	13	6.15	0.80	0.989
	Žene	34	6.15	1.68	
Posle (hand-held) PRIBL	Muškarci	13	5.90	1.92	0.735
	Žene	34	6.09	1.55	

Rezultati dobijeni upoređivanjem vrednosti za tačnu i najpribližniju boju kontrolne grupe svedoce o nepostojanju statistički bitne razlike između osoba muškog i ženskog pola ni na jednom izvoru svetlosti.

5.5.5. Rezultati t-testa za nezavisne uzorke prema polu, pre i posle edukacije

Ovom grupom testova izvršeno je poređenje rezultata prema polu.

Poređenje rezultata izvršeno je pre i posle edukacije na nezavisnim uzorcima i na oba izvora svetlosti.

Tabela 5.25. Rezultati t-testa za nezavisne uzorke ispitivane prema polu *pre edukacije*

Određivanje boje zuba	Pol	N	Mean	s.d.	p
Pre (komora) 1M2	Muškarci	57	8.74	2.00	0.894
	Žene	117	8.69	2.10	
Pre (komora) 2L2.5	Muškarci	57	6.18	3.19	0.324
	Žene	117	6.68	3.17	
Pre (komora) 3R1.5	Muškarci	57	5.98	3.41	0.583
	Žene	117	6.28	3.35	
Pre (komora) 4M2	Muškarci	57	7.04	3.22	0.907
	Žene	117	7.09	3.05	
Pre (komora) A1	Muškarci	57	8.00	1.85	0.514
	Žene	117	8.17	1.49	
Pre (komora) B2	Muškarci	57	7.56	3.38	0.516
	Žene	117	7.21	3.27	
Pre (komora) A3.5	Muškarci	57	6.39	3.21	0.844
	Žene	117	6.48	2.76	
Pre (komora) C4	Muškarci	57	6.11	2.24	0.263
	Žene	117	5.65	2.63	
Pre (hand-held) 1M2	Muškarci	57	7.32	2.84	0.644
	Žene	117	7.53	2.87	
Pre (hand-held) 2L2.5	Muškarci	57	4.74	3.49	0.928
	Žene	117	4.79	3.35	
Pre (hand-held) 3R1.5	Muškarci	57	4.82	3.30	0.269
	Žene	117	5.43	3.40	
Pre (hand-held) 4M2	Muškarci	57	5.07	3.21	0.216
	Žene	117	5.72	3.24	
Pre (hand-held) A1	Muškarci	57	6.82	1.21	0.020
	Žene	117	7.32	1.36	
Pre (hand-held) B2	Muškarci	57	5.33	3.30	0.413
	Žene	117	5.74	2.90	
Pre (hand-held) A3.5	Muškarci	57	7.16	3.18	0.836
	Žene	117	7.26	2.81	
Pre (hand-held) C4	Muškarci	57	5.60	2.73	0.259
	Žene	117	5.05	3.10	

Dobijeni rezultati su pokazali da nije postojala statistički bitna razlika između muških i ženskih ispitanika u određivanju boja pre edukacije. Razlika nije primećena ni u jednom od nezavisnih uzoraka, kao ni na jednom od izvora svetlosti.

Tabela 5.26. Rezultati t-testa za *nezavisne uzorke* ispitivane prema polui *posle edukacije*

Određivanje boje zuba	Pol	N	Mean	s.d.	p
Posle (komora) 1M2	Muškarci	57	9.33	2.06	0.420
	Žene	117	9.54	1.26	
Posle (komora) 2L2.5	Muškarci	57	8.39	2.68	0.966
	Žene	117	8.37	2.72	
Posle (komora) 3R1.5	Muškarci	57	8.11	3.09	0.818
	Žene	117	8.21	2.83	
Posle (komora) 4M2	Muškarci	57	8.63	2.49	0.383
	Žene	117	8.93	1.92	
Posle (komora) A1	Muškarci	57	8.63	1.51	0.711
	Žene	117	8.55	1.36	
Posle (komora) B2	Muškarci	57	7.72	3.35	0.682
	Žene	117	7.92	2.94	
Posle (komora) A3.5	Muškarci	57	7.58	1.84	0.737
	Žene	117	7.68	1.97	
Posle (komora) C4	Muškarci	57	6.44	2.05	0.093
	Žene	117	5.82	2.36	
Posle (hand-held) 1M2	Muškarci	57	8.58	2.49	0.495
	Žene	117	8.83	2.15	
Posle (hand-held) 2L2.5	Muškarci	57	6.79	3.60	0.099
	Žene	117	7.65	3.00	
Posle (hand-held) 3R1.5	Muškarci	57	7.82	3.00	0.550
	Žene	117	7.50	3.57	
Posle (hand-held) 4M2	Muškarci	57	7.60	3.14	0.626
	Žene	117	7.83	2.85	
Posle (hand-held) A1	Muškarci	57	7.91	1.31	0.627
	Žene	117	7.80	1.42	
Posle (hand-held) B2	Muškarci	57	7.72	2.90	0.341
	Žene	117	7.27	2.89	
Posle (hand-held) A3.5	Muškarci	57	7.30	2.30	0.517
	Žene	117	7.02	2.85	
Posle (hand-held) C4	Muškarci	57	5.47	2.73	0.542
	Žene	117	5.74	2.61	

Kao ni pre edukacije, ni posle edukacije nije zabeležena statistički značajna razlika ni na jednom od nezavisnih uzoraka, niti izvora svetlosti.

5.6. Poređenje rezultata t-testa na celom uzorku dobijenih korišćenjem komore i hand-held uređaja

Tabela 5.27. Ukupne ocene na celom uzorku ispitanika u komori i na hand-held -u i ukupni rezultati na uzorcima iz LG i VC ključa i iz oba ključa zajedno

Određivanje boje zuba	N	Mean	s.d.	p
OCENA_ Pre (komora)	174	7.02	1.19	0.000
OCENA_ Pre (hand-held)	174	6.02	1.37	
Pre (komora) TAČNO	174	7.12	1.54	0.000
Pre (hand-held) TAČNO	174	5.74	1.98	
Pre (komora) PRIBL	174	6.92	1.46	0.000
Pre (hand-held) PRIBL	174	6.30	1.46	
Pre (komora/hand-held) TAČNO	174	6.43	1.37	0.109
Pre (komora/hand-held) PRIBL	174	6.61	1.09	

Ukupna ocena svih ispitanika pre ispitivanja na komori i hand-held-u pokazuje da su studenti postigli statistički bitno bolje rezultate korišćenjem komore. Ukupni rezultati na uzorcima iz LG i VC ključa takođe pokazuju da je bilo statistički bitne razlike u korist rezultata postignutih u komori. Na ukupnim rezultatima svih studenata, na oba izvora svetlosti svetlosti nije bilo statistički bitne razlike između uzoraka iz LG i VC ključa (Tabela 5.27).

Tabela. 5.28. Ukupne ocene na celom uzorku ispitanika u komori i na hand-heldu na svim uzorcima pojedinačno

Određivanje boje zuba	N	Mean	s.d.	p
Pre (komora) 1M2	174	8.71	2.06	0.000
Pre (hand-held) 1M2	174	7.46	2.85	
Pre (komora) 2L2.5	174	6.52	3.18	0.000
Pre (hand-held) 2L2.5	174	4.77	3.39	
Pre (komora) 3R1.5	174	6.18	3.36	0.006
Pre (hand-held) 3R1.5	174	5.23	3.37	
Pre (komora) 4M2	174	7.07	3.10	0.000
Pre (hand-held) 4M2	174	5.51	3.24	
Pre (komora) A1	174	8.11	1.62	0.000
Pre (hand-held) A1	174	7.16	1.33	
Pre (komora) B2	174	7.33	3.30	0.000
Pre (hand-held) B2	174	5.60	3.03	
Pre (komora) A3.5	174	6.45	2.91	0.015
Pre (hand-held) A3.5	174	7.22	2.93	
Pre (komora) C4	174	5.80	2.51	0.051
Pre (hand-held) C4	174	5.23	2.98	

Ukupni rezultati svih ispitanika na uparenim uzorcima iz oba ključa pokazuju da su bolji rezultati postignuti pri određivanju boje u komori. Statistički bitna razlika postoji na svim uzorcima iz oba ključa.

5.7. Poređenje rezultata ANOVA testa na celom uzorku pre edukacije, za uzorke sa tačnom i najpribližnijom bojom u ključu

Tabela 5.29. Ukupne ocene *na celom uzorku* ispitanika za tačne i najpribližnije boje u komori i na hand-held-u

Parovi	Mean	N	s.d.	p
pre (komora) TAČNO	7.12	174	1.54	0.155
pre (komora) PRIBL	6.92	174	1.46	
pre (hand-held) TAČNO	5.74	174	1.98	0.001
pre (hand-held) PRIBL	6.30	174	1.46	

Rezultati prikazani u tabeli 5.29. pokazuju da ne postoji statistički bitna razlika između rezultata dobijenih određivanjem tačnih i najpribližnijih boja u komori. Na hand-held-u statistički bitna razlika između rezultata dobijenih određivanjem uzoraka iz dva ključa postoji, a dobijene vrednosti ukazuju da su bolji rezultati postignuti pri određivanju približnih boja.

5.8. Poređenje rezultata ANOVA testa na celom uzorku pre edukacije, prema svakom zadatom uzorku pojedinačno

Tabela 5.30. Ukupni rezultati *na celom uzorku* prema svakom zadatom uzorku pojedinačno

Merenje	Mean	N	s.d.	p
Pre (komora/hand-held) 1M2	8.08	174	1.83	0,001
Pre (komora/hand-held) 2L2.5	5.64	174	2.29	
Pre (komora/hand-held) 3R1.5	5.71	174	2.49	
Pre (komora/hand-held) 4M2	6.29	174	2.34	
Pre (komora/hand-held) A1	7.64	174	1.07	
Pre (komora/hand-held) B2	6.46	174	2.45	
Pre (komora/hand-held) A3.5	6.84	174	2.05	
Pre (komora/hand-held) C4	5.51	174	1.99	

Na ukupnom uzorku rezultati svih zadatih uzoraka poređeni su ANOVA testom. Među bojama iz LG ključa najbolji rezultati su postignuti na uzorcima 1M2 i 4M2, dok su na uzorcima iz VC ključa najbolji rezultati postignuti za A1 i A3.5.

5.9. Poređenje rezultata t-testa na celom uzorku pre edukacije, prema polu

Tabela 5.31. Ukupni rezultati na *celom uzorku prema polu na oba izvora svetlosti*

Merenje	Pol	N	Mean	s.d.	p
OCENA_ Pre (komora)	Muškarci	57	7.00	1.23	0.855
	Žene	117	7.03	1.17	
OCENA_ Pre (hand-held)	Muškarci	57	5.86	1.38	0.266
	Žene	117	6.10	1.36	

Ukupni rezultati prema polu postignuti pre edukacije pokazuju da ne postoji razlika između osoba muškog i ženskog pola. Razlika nije registrovana ni prema izvorima svetlosti.

Tabela 5.32. Ukupni rezultati na *celom uzorku ispitanika prema polu, za tačne i najpribližnije boje* korišćenjem komore i hand-held uređaja, na oba izvora svetlosti zajedno

Merenje	Pol	N	Mean	s.d.	p
Pre (komora) TAČNO	Muškarci	57	6.98	1.54	0.411
	Žene	117	7.19	1.54	
Pre (hand-held) TAČNO	Muškarci	57	5.49	2.07	0.237
	Žene	117	5.87	1.93	
Pre (komora) PRIBL	Muškarci	57	7.01	1.49	0.568
	Žene	117	6.88	1.45	
Pre (hand-held) PRIBL	Muškarci	57	6.23	1.33	0.630
	Žene	117	6.34	1.52	
Pre (komora/hand-held) TAČNO	Muškarci	57	6.23	1.39	0.189
	Žene	117	6.53	1.36	
Pre (komora/hand-held) PRIBL	Muškarci	57	6.62	0.95	0.952
	Žene	117	6.61	1.15	

Rezultati prema polu za uzorke iz LG i VC ključa korišćenjem komore i hand-held uređaja pokazuju da nema statistički bitne razlike između osoba muškog i ženskog pola. Statistički bitna razlika ne postoji ni u objedinjenim rezultatima za oba izvora svetlosti.

Tabela 5.33. Ukupni rezultati na *celom uzorku prema polu za nezavisne uzorke* korišćenjem komore i hand-held uređaja

Merenje	Pol	N	Mean	s.d.	p
Pre (komora) 1M2	Muškarci	57	8.74	2.00	0.894
	Žene	117	8.69	2.10	
Pre (komora) 2L2.5	Muškarci	57	6.18	3.19	0.324
	Žene	117	6.68	3.17	
Pre (komora) 3R1.5	Muškarci	57	5.98	3.41	0.583
	Žene	117	6.28	3.35	
Pre (komora) 4M2	Muškarci	57	7.04	3.22	0.907
	Žene	117	7.09	3.05	
Pre (komora) A1	Muškarci	57	8.00	1.85	0.514
	Žene	117	8.17	1.49	
Pre (komora) B2	Muškarci	57	7.56	3.38	0.516
	Žene	117	7.21	3.27	
Pre (komora) A3.5	Muškarci	57	6.39	3.21	0.844
	Žene	117	6.48	2.76	
Pre (komora) C4	Muškarci	57	6.11	2.24	0.263
	Žene	117	5.65	2.63	
Pre (hand-held) 1M2	Muškarci	57	7.32	2.84	0.644
	Žene	117	7.53	2.87	
Pre (hand-held) 2L2.5	Muškarci	57	4.74	3.49	0.928
	Žene	117	4.79	3.35	
Pre (hand-held) 3R1.5	Muškarci	57	4.82	3.30	0.269
	Žene	117	5.43	3.40	
Pre (hand-held) 4M2	Muškarci	57	5.07	3.21	0.216
	Žene	117	5.72	3.24	
Pre (hand-held) A1	Muškarci	57	6.82	1.21	0.020
	Žene	117	7.32	1.36	
Pre (hand-held) B2	Muškarci	57	5.33	3.30	0.413
	Žene	117	5.74	2.90	
Pre (hand-held) A3.5	Muškarci	57	7.16	3.18	0.836
	Žene	117	7.26	2.81	
Pre (hand-held) C4	Muškarci	57	5.60	2.73	0.259
	Žene	117	5.05	3.10	

Analizom dobijenih rezultata na svakoj od boja pojedinačno i na oba izvora svetlosti svetlosti zaključeno je da nije bilo statistički bitne razlike među polovima ni na jednom od zadatih uzoraka.

Tabela 5.34. Ukupni rezultati *na celom uzorku prema polu* za obedinjene rezultate korišćenjem komore i hand-held uređaja

Merenje	Pol	N	Mean	s.d.	p
Pre (komora/hand-held) 1M2	Muškarci	57	8.03	1.88	0.775
	Žene	117	8.11	1.81	
Pre (komora/hand-held) 2L2.5	Muškarci	57	5.46	2.25	0.453
	Žene	117	5.74	2.32	
Pre (komora/hand-held) 3R1.5	Muškarci	57	5.40	2.44	0.263
	Žene	117	5.85	2.51	
Pre (komora/hand-held) 4M2	Muškarci	57	6.05	2.46	0.351
	Žene	117	6.41	2.28	
Pre (komora/hand-held) A1	Muškarci	57	7.41	1.05	0.051
	Žene	117	7.75	1.06	
Pre (komora/hand-held) B2	Muškarci	57	6.45	2.55	0.946
	Žene	117	6.47	2.41	
Pre (komora/hand-held) A3.5	Muškarci	57	6.77	2.00	0.774
	Žene	117	6.87	2.08	
Pre (komora/hand-held) C4	Muškarci	57	5.85	2.01	0.121
	Žene	117	5.35	1.98	

Objedinjeni podaci za oba izvora svetlosti pokazuju da ni u ovom slučaju ne postoji statistički bitna razlike između polova. Razlika u kvalitetu određivanja boje zuba prema polu nije registrovana ni za jedan od zadatih uzoraka.

6. DISKUSIJA

Osnovna hipoteza ispitivanja da nema razlike u rezultatima određivanja boje zuba između studenata koji su pohađali edukaciju i studenata koji je nisu pohađali, nije prihvaćena.

- Studenti eksperimentalne grupe su posle edukacije stekli veštine koje su im omogućile da postignu statistički bitan napredak u rezultatima određivanja boje zuba. Studenti kontrolne grupe u drugom krugu ispitivanja nisu postigli statistički bitan napredak – hipoteza nije prihvaćena.
- Studenti eksperimentalne grupe su postigli statistički bolje rezultate korišćenjem komore i hand-held uređaja. Kontrolna grupa nije ostvarila statistički bitan napredak ni na jednom od izvora svetlosti – hipoteza nije prihvaćena.
- Studenti eksperimentalne grupe su postigli statistički bolje rezultate na zadatim uzorcima iz oba ključa (na tačnim i približnim bojama), dok kod kontrolne grupe statistički bitnog napretka nije bilo pri određivanju tačnih i približnih boja – hipoteza nije prihvaćena.
- Nije bilo razlike između polova kod eksperimentalne grupe pre i posle edukacije. Razlika između polova nije postojala ni kod kontrolne grupe u oba kruga ispitivanja – hipoteza je prihvaćena.

Na celokupnom uzorku studenata pre edukacije (eksperimentalna i kontrolna grupa zajedno) postignuti su sledeći rezultati:

- Studenti eksperimentalne grupe su u komori postigli bolje rezultate nego na hand-held-u posle edukacije. Hipoteza da nema razlike u rezultatima pod različitim vrstama svetla nije prihvaćena.
- Studenti su postizali bolje rezultate na hand-heldu-u, ali nije bilo statistički bitne razlike između rezultata dobijenih za tačnu i približnu boju u komori – hipoteza je delimično prihvaćena.
- Studenti su na pojedinim uzorcima iz LG i VC ključa ostvarili statistički značajno bolje rezultate. Hipoteza da nema razlike u rezultatima među zadatim uzorcima nije prihvaćena.
- Razlike među polovima nije bilo ni pod jednim izvorom svetla, kod određivanja tačnih i približnih boja i kod svake boje pojedinačno – hipoteza je prihvaćena.

6.1. Rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe pre i posle edukacije

6.1.1. Ukupni rezultati eksperimentalne i kontrolne grupe pre i posle edukacije

Poređenjem ukupnih rezultata eksperimentalne i kontrolne grupe dobijena je statistički bitna razlika u korist eksperimentalne grupe, čime je osnovna hipoteza ovog rada da ne postoji razlika u sposobnostima određivanja boje između grupa, odbijena (Tabela 5.1). Ovim je dokazano da edukacija u kombinaciji sa trening programom daje rezultate, odnosno da studenti stiču određene veštine koje im olakšavaju pravilno određivanje boje zuba.

Ukupni rezultati eksperimentalne grupe takođe ukazuju da postoji statistički bitan napredak posle edukacije. Statistički bitnog napredka na ukupnim rezultatima kontrolne grupe nije bilo (Tabela 5.2).

Brojna ispitivanja pokazuju da trening i edukacija imaju pozitivne efekte na određivanje boje zuba.¹⁵⁸⁻¹⁶⁴ Ipak, još uvek nedovoljan broj visokoškolskih ustanova ima edukaciju o boji i kolor trening u svom nastavnom programu.^{27,161} Američka Stomatološka Asocijacija (American Dental Association) je u svom izveštaju iz 2008. godine iznela poražavajući podatak da je u stomatološkim programima zastupljenost edukacije iz oblasti estetske stomatologije bila samo 4.8%. Samo je 1.7% studenata imalo usmenu edukaciju, a 3.1% laboratorijske vežbe iz oblasti estetske stomatologije, tako da znanja o osnovnim pojmovima o boji i načinima određivanja boje zuba nisu bila dostupna studentima, niti su mogli usavršiti veštine određivanja boje zuba.²¹⁰

Ostaje nepoznanica da li edukacija ili trening programi imaju veći uticaj na sticanje znanja i veština bitnih za određivanje boje zuba. Pojedine studije ističu da samo edukacija nije bila dovoljna da ispitanici postignu bolje rezultate u određivanju boje zuba.¹⁶⁹

Bitan aspekt ove studije je upravo sagledavanje pojedinih delova edukacionog i trening procesa i njihov uticaj na sticanje sposobnosti pravilnog određivanja boje zuba.

6.1.2. Rezultati t-testa eksperimentalne grupe za uparene uzorke, pre i posle edukacije

Rezultati eksperimentalne grupe predstavljaju najbitniji deo ove studije. Oni direktno pokazuju nivo uspešnosti edukacionog programa. Najrelevantniji pokazatelj uspešnosti edukacije je poređenje po uzorcima. Dobijeni rezultati pokazuju da li je došlo do promene praga percepcije kod ispitanika i kolika je promena nastala za svaki uzorak zasebno.

Poređenje po uzorcima boja u velikoj meri pokazuje uticaj Dental Color Matcher programa na sticanje veština bitnih za određivanje boje zuba, ali i koliko je svaki od studenata bio uspešan u savladavanju pojedinih delova programa.

Delovi programa *Closest match exercise 1 i 2* i *Matching pairs light/dark* u kome su studenti vršili slaganje boja od izuzetnog su značaja za “trening” oka. Studenti su na ovaj način zapravo obučavani da prepoznaju male razlike u boji.

Vremenska razlika između “pre” i “posle” određivanja boje zuba, onemogućila je studentima da upamte koje su odgovore davali u prvom krugu i da te odgovore ponove u drugom krugu ispitivanja. Iz istog razloga studentima u drugom krugu nisu zadavane boje po istom rasporedu kao u prvom krugu ispitivanja, niti su znali da se boje zapravo ponavljaju. Na taj način studenti su bili navedeni da pri svakom novom određivanju boje uzoraka prime ne sve svoje veštine i znanja, kako u prvom, tako i u drugom krugu određivanja boje zuba.

Dobijeni rezultati bili su veoma ohrabrujući. Na većini boja u drugom krugu su postignuti statistički značajno bolji rezultati, što se može videti iz tabele 5.3.

Najbolje rezultate studenti su postigli pri određivanju tačnih boja na oba izvora svetlosti svetlosti. Ovo je osnovni pokazatelj da su edukacija i trening postigli uspeh. Studenti su zahvaljujući stečenim veštinama uspeali da u znatno većem procentu pogode zadate uzorke, ali je bitno i napomenuti i to da su studenti koji nisu pogodili tačnu boju pravili značajno manje greške nego u prvoj sesiji. Statistički gledano najveći napredak u odnosu na prvi krug ispitivanja postignut je na uzorcima 2L2.5 i 3R1.5 na oba izvora svetlosti svetlosti. Ovo je veoma značajno, obzirom da su na ovim bojama razlike u boji između zadatih i najpribližnijih uzoraka bile jako male ($\Delta E^* = 0.8$ za oba uzorka), pa su studenti lako mogli napraviti grešku. Nešto manji, ali statistički takođe bitan napredak bio je i na uzorcima 1M2 i 4M2. Ovo se može objasniti jako dobrim rezultatima koje su studenti postigli u prvoj sesiji na ovim uzorcima.

Statistički bitan napredak postignut je i na najpribližnijim bojama. Nemogućnost da se odredi tačna boja i određivanje najpribližnije boje, odnosno boje koja se najmanje razlikuje od zadatog uzorka, učinile su ovaj deo eksperimenta težim za studente. Na ovaj način su simulirani uslovi koji se najčešće sreću u svakodnevnoj praksi. U delu trening programa *Closest match exercise 1/2* (biranje najpribližnije boje 1/2) studenti su bili obučavani da se snađu upravo u ovim uslovima. Napredak u određivanju najpribližnijih boja ukazuje na uspešnost trening programa u ovoj oblasti, ali i upućuje na zaključak da će studenti biti osposobljeni da adekvatno odrede boje zuba u kliničkom radu.

Statistički bitan napredak posle edukacije nije postignut jedino na uzorcima C4 korišćenjem komore i A3.5 korišćenjem hand-held uređaja. Ovo se može protumačiti na više načina. Veliki broj autora smatra da oko lakše percipira i pravi razliku među svetlijim, nego među tamnijim bojama. Ovo obrazlažu boljom refleksijom svetlosti sa svetlih objekata. Bolja refleksija automatski znači veću količinu svetlosti koja stiže do oka, a samim tim i veći broj informacija, pa je stoga logična bolja percepcija svetlijih objekata.^{32,70} Druga mogućnost može biti jednostavno lošiji rezultat studenata u treningu na tamnijim nijansama. Dental Color Matcher program omogućava istraživaču da proveri rezultate iz programa svakog učesnika ponaosob i da uvidi zašto napretka u nekoj oblasti nije bilo, ali i da kasnije sa tim studentima ponovi te delove programa (ili ceo program), kako bi se eventualni nedostaci u treningu ispravili. Treći razlog može biti i relativno mala ukupna razlika u boji između boje A3.5 i nje-ne najpribližnije nijanse 3L2.5 ($\Delta E^*=2.1$) zbog čega su studenti mogli lako napraviti grešku. Jedna studija izvestava da procenat pogodaka pri određivanju boja opada kada su zadati uzorci „na pola vrednosti“ zasićenosti boje.²¹¹

Od prvih edukacionih programa za određivanje boje⁹⁰ koji su bili prilagođeni potrebama stomatologije, do najsavremenijih trening programa došlo je do suštinskih promena u sistemu edukacije. U početku, edukacija se svodila na izolovane edukacione programe koji su se sprovodili samo na pojedinim institucijama. Trening programi su se vrlo često sprovodili na uređajima koji su većini obrazovnih institucija bili nedostupni (Toothguide Training Box (TTB)).¹⁶⁹ Napretkom tehnologije, edukacija o boji u stomatologiji poprimila je sasvim novi oblik. Prerasla je u globalni sistem edukacije, što je rezultiralo velikim brojem multinacionalnih projekata.^{27,168} Najnoviji kolor trening program Dental Color Matcher je besplatan online edukacioni program kome se može pristupiti iz bilo kog kraja sveta, dok je baza podataka centralizovana i omogućava istraživačima pristup i obradu podataka.¹⁷¹ Zajedničko za sve programe edukacije jeste uspeh koji su oni nedvosmisleno postigli.

6.1.3. Rezultati t-testa kontrolne grupe za uparene uzorke, pre i posle edukacije

T-testom je izvršeno poređenje rezultata kontrolne grupe studenata na oba izvora svetlosti. Eksperimentalna i kontrolna grupa su između prvog i drugog kruga ispitivanja imale vremenski razmak od mesec dana. Napredak kod kontrolne grupe se mogao javiti zbog sticanja iskustva u određivanju boje zuba pre edukacije. Kontrolna grupa nije pohađala nastavu, ni trening program, ali je dobila osnovna uputstva kako se koristi ključ i na koji način se treba određivati boju zuba. Neke od ovih informacija se mogu dobiti od proizvođača ključeva za

određivanje boje zuba. Stomatolozi koji u obrazovnim programima matičnih ustanova nisu imali nastavu o boji uglavnom su ograničeni samo na ove informacije. Veliki broj njih ipak smatra da dovoljno dobro može odrediti boju zuba.

Rezultati kontrolne grupe za uparene parove boja pokazuju da nije bilo napretka u sticanju veština neophodnih za pravilno određivanja boje zuba (Tabela 5.4). Rezultati u drugom krugu ispitivanja nisu bili statistički bitno bolji u odnosu na rezultate iz prvog kruga.

Ovim se može zaključiti da iskustvo nije dovoljno za sticanje veštine određivanja boje zuba. Haddad i sar. su radili istraživanje sa iskusnim stomatolozima i dokazali ovu tvrdnju.¹⁴⁵

Jedina boja na kojoj se vidi statistički bitan napredak je A3.5 u komori. Statistički bitan napredak na svim uparenim bojama eksperimentalne grupe, ali i skoro identični rezultati kontrolne grupe u prvoj i drugoj sesiji, nedvosmisleno ukazuju da su edukacija i trening imali presudni značaj u sticanju znanja i veština potrebnih za pravilno određivanje boje zuba.

6.2. Poređenje rezultata u komori i hand-held-u, pre i posle edukacije

U obavljenom istraživanju studenti su određivali boje koristeći dva kolor-korigovana izvora svetlosti. U *GTI PDV 2e/M* komori su određivali zadate boje koriscenjem D65 izvorom svetlosti, dok je kod *Rite-Lite hand-held uređaja* temperatura boje bila 5500 °K. Osnovni cilj ovog dela eksperimenta je bio da se utvrdi uticaj izvora svetlosti na rezultate dobijene pre i posle edukacije kod eksperimentalne i kontrolne grupe.

U oba slučaja model sa zadatim uzorcima je bio postavljen tako da je omogućavao 45/0° optičku geometriju. Stativ u kome su uzorci bili postavljeni uvek je stajao pod istim nagibom u odnosu na svetlosni izvor. Na ovaj način je izbegnuto neadekvatno prelamanje svetla sa površine zuba koje bi moglo dovesti do greške pri određivanju boje na zadatim uzorcima.^{44,212,213}

Eksperimentalna grupa je pokazala statistički bitan napredak na oba izvora svetlosti (Tabela 5.5), dok kontrolna grupa nije imala poboljšanje ni na jednom od svetlosnih izvora (Tabela 5.6). Iz ovih rezultata bi se moglo zaključiti da svetlo nema ulogu u određivanju boje zuba, dok je proces edukacije ključan za sticanje sposobnosti pravilnog određivanja boje zuba. Međutim, ovakav zaključak bi bio pogršan. Edukacija ima presudnu ulogu u pravilnom određivanju boje zuba, ali uslovi okruženja, a pre svega izvori svetla, u velikoj meri utiču na končni ishod određivanja boje zuba. Standardizovani uslovi osvetljenja mogu olakšati određivanje boje zuba i isključiti greške nastale usled metamerizma. U prilog ovakvim tvrdnjama

je i činjenica da su se rezultati studenata na različitim izvorima svetlosti razlikovali, odnosno činjenica da su postigli bolje rezultate korišćenjem komore u odnosu na hand-held uređaj.

Veliki broj autora se slaže da svetlo ima bitnu ulogu u određivanju boje zuba.¹⁸ Dugo se smatralo da dnevno svetlo pruža idealne uslove pri određivanju boje zuba i da je pri određivanju boje na dnevnom svetlu mogućnost greške najmanja.¹³⁰ Poređenjem rezultata dobijenih određivanjem boje zuba na dnevnom svetlu i veštačkim izvorima svetla, koji se najčešće koriste za osvetljenje prostorija, ustanovljeno je da su ispitanici na dnevnom svetlu postigli znatno bolje rezultate.³ Obzirom da dnevno svetlo varira u odnosu na doba dana, godine i u odnosu na vremenske uslove¹³³ i obzirom da nije dostupno u velikom broju ordinacija,²¹⁴⁻²¹⁸ javila se potreba standardizacije veštačkih izvora svetlosti. Osnovni cilj bio je da se osvetljenje prostorije, što je moguće više, približi idealnom dnevnom svetlu.²¹⁹ Kako je idealno osvetljenje prostorije veštačkim svetlom nemoguće, a prisustvo dnevnog svetla vremenski limitirano, pristupilo se izradi uređaja koji se koriste pri određivanju boje vizuelnom metodom.

Obzirom da ne postoji uređaj koji može u potpunosti zameniti dnevno svetlo, ovi uređaji se nazivaju još i simulatorima dnevnog svetla ili kolor-korigovani izvori svetlosti.¹⁵³ Najveći broj ovih uređaja odaje svetlo topline od 5500 °K do 6500 °K.²²⁰ Smatra se da je korišćenjem uređaja sa ovom toplinom svetla i CRI 93 i više, mogućnost nastanka greške svedena na najmanju meru.

6.3. Poređenje rezultata dobijenih određivanjem tačne i najpribližnije boje, pre i posle edukacije

Tokom istraživanja studenti su imali zadatak da odrede boju 4 identična uzorka zadata iz Vita Linearguide 3D-MASTER ključa (LG) i 4 boju najpribližnija uzoraka zadata iz Vita classical A1-D4 ključa (VC). Rezultati ovog dela eksperimenta pokazuju koliko je edukacija imala uticaja na određivanje tačnih i približnih boja.

6.3.1. Ukupna ocena rezultata t-testa eksperimentalne grupe za uzorke tačne boje iz LG ključa, pre i posle edukacije

Rezultati eksperimentalne grupe za tačne uzorke prezentovani u tabeli 5.7. jasno pokazuju značajan napredak koji je ova grupa postigla nakon edukacije. Značajno poboljšanje je postignuto a za oba izvora svetlosti. Ovim je jasno dokazano da znanje i veštine koje su studenti stekli bitno utiču na kvalitet određivanja boje zuba. Jako bitni delovi trening programa

za određivanje tačne boje bili su *Matching pairs light/dark* (određivanje parova svetlih/tamnih) i *Exact match exercise* (određivanje tačne boje) Dental Color Matcher programa.

6.3.2. Ukupna ocena rezultata t-testa kontrolne grupe za uzorke tačne boje iz LG ključa pre i posle edukacije

Kontrolna grupa nije postigla statistički značajan napredak ni pri jednom izvoru svetlosti (Tabela 5.8). Vremenska razlika između prve i druge sesije određivanja boje bila je previše velika da bi studenti mogli da zapamte koje boje su odredili u “pre” sesiji. Iskustvo stečeno u prvom delu nije bilo dovoljno kontrolnoj grupi da postigne statistički bitan napredak u drugom delu ispitivanja.

Sagledavanje praga precepcije (PT) i praga prihvatljivosti (AT) za najpribližnije boje ukazuje koliko su pojedine boje bile zahtevne prilikom određivanja. Prag percepcije (50:50% perceptibility threshold - PT) i prag prihvatljivosti (50:50% acceptability threshold - AT) i odnose se na posmatrača kao ključnu kariku u određivanju boje i definišu koja je ukupna razlika u boji primetna, a koja je prihvatljiva za 50% posmatrača. Efekat koji je edukacija imala kod eksperimentalne grupe je upravo smanjivanje praga percepcije za tačne boje iz LG ključa, odnosno povećavanje sposobnosti studenata da prepoznaju i manje razlike u nijasi između zadatih uzoraka i boja iz ključa. Na taj način, metodom eliminacije, studenti su smanjivali broj potencijalno tačnih boja iz ključa i „približavali“ se tačnoj boji. Svođenje izbora na manji broj potencijalno tačnih boja iz ključa doveo je do toga da studenti tačno odrede boju zadanog uzorka ili da naprave grešku sa minimalnom razlikom u ukupnoj boji.

Na osnovu prezentovanih rezultata vidi se da se prag percepcije kod studenata kontrolne grupe nije bitnije promenio, tako da je novi načinjenih greški kod ove grupe u drugom krugu ispitivanja bio na sličnom nivou kao i u prvom krugu.

Ukupna razlika u boji uzoraka je takođe bitan faktor koji je uticao na sposobnost pravilne percepcije boja kod studenata. Kako je već rečeno, kod uzoraka iz Vita Linearguide 3D-MASTER ključa i tačnih pogodaka nije postojala razlika u boji obzirom da se radilo o istim bojama. Razlika u boji se javlja između tačnog i drugog najpribližnijeg pogotka odnosno pogodaka za 10 i 9 poena.

Iz tabele 4.1. se može videti da najpribližnije boje (9 poena) imaju vrednosti razlika u boji, izračunate za obe korišćene formule (ΔE^* i $\Delta E'$), neznatno veće od praga prihvatljivosti iz literature. Poređenje za drugi najbolji i sve naredne pogotke pokazuje da se vrednosti

razlika u boji povećavaju. Niske vrednosti praga percepcije za najpribližniju boju (9 poena) ukazuju da su ove boje bile veoma slične zadatim uzorcima i da je studentima bilo relativno teško da ih odrede. Kao što je već navedeno, po nekim autorima bi vrednosti čak prvih pet najboljih pogodaka mogle biti u opsegu 50:50% AT, što ukazuje da je određivanje boja studentima bilo zahtevno. Još jedna činjenica ide u prilog ovoj tvrdnji. Obzirom da su AT vrednosti po pravilu veće od PT, može se zaključiti da je veći broj približnih pogodaka bio u opsegu praga prihvatljivosti, što je dodatno otežavalo pravilno određivanje boja.

Poređenje razlika u boji ukazuje na znatno niže ΔE^* vrednosti kod boja 2L2.5 i 3R1.5. Manja razlika ukazuje da je studentima bilo teže da tačno odrede ove boje i da su lakše mogli napraviti grešku između tačne i najpribližnije boje, za razliku od 1M2 i 4M2 kod kojih je ΔE^* bila veća (Slika 4.10).

Osnovni zaključak ovog dela eksperimenta je bio da je edukacija imala presudnu ulogu u procesu sticanja veština potrebnih za određivanje boja zadatih uzoraka.

6.3.3. Ukupna ocena rezultata t-testa eksperimentalne grupe za najpribližnije uzorke iz VC ključa, pre i posle edukacije

Određivanje najpribližnijih boja iz VC ključa je još bitnije. Na osnovu dobijenih rezultata može se proceniti koliko su studenti osposobljeni za samostalni rad u kasnijoj karijeri. Zadate boje iz drugog ključa simuliraju situacije iz stomatološke prakse, gde je takođe neophodno odrediti najpribližniju boju.¹³² Zbog nesavršenosti ključeva u praksi se veoma retko sreće zub identičan jednom od uzoraka iz ključa; najčešće se određuje najpribližnija nijansa.

Izbor boja iz VC ključa napravljen je tako da među izabranim bojama ima srednje-svetlih, srednje-tamnih i tamnih nijansi, te da se na taj način „pokrije“ što veći deo dentalnog kolor prostora.⁸⁴ Studenti eksperimentalne grupe su i ovde postigli statistički bitan napredak na oba izvora svetlosti (Tabela 5.9). Pored edukacije za uspeh studenata eksperimentalne grupe bili su bitni i delovi trening programa *Closest match exercise 1/2 (biranje najpribližnije boje 1/2)*.

Uticao edukacije i smanjenje praga percepcije kod studenata je imalo presudnu ulogu u pravilnom izboru i najpribližnijih boja. Nedostatak identične boje u ključu kojim su vršili određivanje boja uslovlila je student da izaberu najprihvatljiviju boju. Dobri rezultati koje je

eksperimentalna grupa postigla na najpribližnijim bojama mogu ukazati da je edukacija dovela do smanjivanja i praga percepcije ali i praga prihvatljivosti.

Iz tabele 5.1. se može zaključiti da je ukupna razlika u boji između zadatih nijansi iz VC ključa i najpribližnijih uzoraka LG ključa bila dovoljno mala, tako da su je studenti mogli precizno odrediti. Drugi najpribližniji uzorak, treći i svi ostali LG uzorci imali su, logično, sve veću i uočljiviju ukupnu razliku u boji. Činjenica da među zadatim uzorcima nije bilo tačne boje, kao i činjenica da su razlike između približnih boja bile male ukazuje da je određivanje najpribližnih boja bilo zahtevnije od određivanja identičnih boja.

Manje vrednosti razlika u boji između zadatih uzoraka B2 i A3.5 i najpribližnijih nijansi iz LG ključa ukazuju da su ovi uzorci bili zahtevniji za određivanje od boja A1 i C4 kod kojih su razlike u ukupnoj boji bile veće.

Razlika između boje zuba i najpribližnije boje iz ključa za određivanje boje zuba se naziva "coverage error" (ΔE_{COV}). Studije pokazuju da je za većinu ključeva za određivanje boje zuba 50/50% prag prihvatljivosti (AT) $\Delta E^* \leq 2.7$.^{62,76} Vita Linearguide 3D-MASTER ima najnižu ΔE_{COV} vrednost što ga čini najtačnijim i najpogodnijim za određivanje boje zuba.¹¹⁶ Iz tog razloga je izabran i u ovom istraživanju.

Kao i u prethodnom poglavlju i kod najpribližnijih boja može se zaključiti da je presudnu ulogu u pravilnom određivanju boja imao edukacioni program koji su studenti pohađali.

6.3.4. Ukupna ocena rezultata t-testa kontrolne grupe za najpribližnije uzorke iz VC ključa, pre i posle edukacije

Kontrolna grupa nije postigla statistički bitan napredak na najpribližnijim uzorcima boja (Tabela 5.10). Bez edukacije AT i PT su kod ove grupe studenata ostali na istom nivou kao i u prvom krugu eksperimenta.

Prezentovani rezultati predstavljaju još jedan dokaz da je edukacija uticala na sposobnost percepcije boja kod studenata.

6.3.5. Rezultati ANCOVA testa za određivanje tačne i najpribližnije boje korišćenjem komore i hand-held uređaja

Rezultati ANCOVA testa za određivanje tačne i najpribližnije boje takođe pokazuju da je eksperimentalna grupa pokazala statistički bitan napredak i u ukupnim podacima u određivanju tačne i najpribližnije boje, kako u komori tako i na hand-held-u (Tabela 5.11).

6.3.6. Rezultati t-testa određivanja boje uparenih uzoraka tačne i najpribližnije boje, eksperimentalne grupe, pre i posle edukacije

Rezultati dobijeni statističkom obradom podataka pokazuju da pre edukacije nije bilo statistički značajne razlike u komori dok je značajna razlika ustanovljena pri korišćenju hand-held aparata u eksperimentalnoj grupi ispitanika. Posle edukacije statistički bitna razlika je utvrđena na oba izvora svetlosti (Tabela 5.12).

6.3.7. Rezultati t-testa određivanja boje uparenih uzoraka tačne i najpribližnije boje kontrolne grupe, pre i posle edukacije

Kod kontrolne grupe pre ispitivanja statistički bitna razlika je ustanovljena samo pri korišćenju hand-held aparata u prvom krugu ispitivanja, dok u drugom krugu određivanja boja nije bilo statistički bitne razlike ni na jednom izvoru svetlosti (Tabela 5.13).

Dobijeni podaci su još jedan dokaz da je edukacija imala presudni uticaj na određivanje tačnih i približnih boja.

6.4. Poređenje rezultata dobijenih za svaku boju pojedinačno, pre i posle edukacije

Rezultati ANCOVA testa eksperimentalne i kontrolne grupe za svaku boju pojedinačno pokazuju da je eksperimentalna grupa postigla statistički bitan napredak u odnosu na kontrolnu grupu na svim bojama pod oba izvora svetlosti, osim na boji C4 korišćenjem komore i boji A3.5 korišćenjem hand-held aparata (Tabela 5.14). Ovi rezultati su već prezentovani u poglavlju 6.2. u okviru diskusije o napretku kontrolne i eksperimentalne grupe nakon završenog istraživanja (Tabele 5.3. i 5.4).

Lošiji rezultati za uzorke C4 i A3.5 su mogli nastati kao posledica akomodacije oka na žutu i crvenu boju, obzirom da se radi o tamnijim nijansama sa većom zasićenošću boje ili,

što je puno verovatnije zbog male razlike u boji između dva zadata uzorka i najpribližnijih LG uzoraka kojima je određivana boja (Poglavlje 6.9.).

6.5. Poređenje rezultata prema polu, pre i posle edukacije

Imajući u vidu procenat kolor deficijentnih osoba među pripadnicima dva pola, može se tvrditi da su osobe ženskog pola su genetski više predisponirane za pravilno opažanje boja od osoba muškog pola. Geni zaduženi za produkciju fotosenzibilnih proteina koji se nalaze u čepićima retine nalaze se na X hromozomima.¹³⁸ Iz ovog razloga osobe ženskog pola znatno ređe oboljevaju od različitih oblika kolordeficijence, dok sa druge strane oboljenje mogu preneti na potomstvo. Ekspresijom gena sa oba X hromozoma može doći do aktivacije četiri različite vrste fotosenzibilnih pigmenata, odnosno pojave tetrahromatskog vida. Smatra se da ove osobe imaju sposobnost da lakše prepoznaju boje.¹³⁹

Vodeći se ovim saznanjem često se veruje da osobe ženskog pola mogu bolje odrediti i boju zuba.¹⁴⁴ Međutim, samo par istraživanja to i dokazuje.¹⁴⁵ Većina radova ipak pokazuje da razlika u polovima nije presudni faktor pri određivanju boje zuba. U istraživanjima su polovi vrlo često analizirane i godine učesnika, njihova stručna sprema i iskustvo u određivanju boje zuba. Rezultati su ukazivali da sposobnost pravilnog određivanja boje zuba ne zavisi od ovih faktora.¹⁵⁷ Pojedini autori tvrde da u toku starenja dolazi do promena na rožnjači oka što dovodi do kolor diskriminacije plave i ljubičaste boje.²²¹ Takođe se smatra da osobe između 18 i 60 godina starosti mogu adekvatno određivati boju.^{222,223} Pojedina hronična oboljenja kao što su: dijabetes, leukemija, glaukom, Adisonova bolest, perniciozna anemija, bolesti jetre, Parkinsonova bolest, multipla skleroza, alkoholizam, takođe mogu uticati na sposobnost kolor percepcije.^{221,222,223} Konzumacija pojedinih medikamenata kao što su analgetici, antibiotici, antihipertenzivi, oralni kontraceptivi, takođe mogu dovesti do smanjene mogućnosti pravilne percepcije boja.^{24,224}

Najbitniji faktori koji mogu uticati na sposobnost percepcije boja su svakako pojedini oblici poremećaja kolornog vida. Studije pokazuju procenat kolor deficijentnih poremećaja kod stomatologa sličan onom u generalnoj populaciji.^{23,130,140,141} Ako se uporede samo osobe muškog pola među stomatolozima i studentima stomatologije vidi se da ima čak 6-14% kolor deficijentnih osoba.^{17,153} Obzirom da su u najvećem broju ispitivanja kolor deficijentne osobe bile isključivane iz ispitivanja, kod kolor normalnih osoba ženskog i muškog pola nisu zapažene bitnije razlike u sposobnostima percepcije boja.²²⁵

6.5.1. Rezultati t-testa eksperimentalne grupe za nezavisne uzorke prema polu, pre i posle edukacije

U eksperimentalnoj grupi je bilo 83 osobe ženskog i 44 osobe muškog pola. Statističkom obradom podataka ustanovljeno je da na većini uzoraka pre edukacije nema statistički bitne razlike među polovima. Osobe ženskog pola su postigle bolji rezultat jedino na uzorku A1. Posle edukacije statistički bitna razlika nije zapažena ni za jednom od zadatih uzoraka. Dobijeni rezultati pokazuju da i pored toga što su studenti eksperimentalne grupe postigli evidentan napredak u sticanju veština bitnih za određivanja boje zuba nije bilo statistički bitne razlike među polovima ni po jednom uzorku (Tabela 5.15. i 5.16).

6.5.2. Rezultati t-testa kontrolne grupe za nezavisne uzorke prema polu, pre i posle edukacije

U kontrolnoj grupi bile su 24 osobe ženskog pola i 13 osoba muškog pola. Rezultati kontrolne grupe pokazuju da pre edukacije nije bilo razlike među polovima ni za jednu od zadatih nijansi, dok je posle edukacije zapažena statistički bitna razlika samo za uzorak C4 kod osoba muškog pola (Tabele 5.17. i 5.18).

Sagledavanjem ukupnih podataka obe grupe ispitanika može se zaključiti da na konačan ishod ispitivanja nije uticao pol studenata, već sprovedena edukacija i da ne postoji direktna korelacija između pola studenata i edukacije.

Najveći broj istraživanja pokazuje da pol ne utiče na sposobnost određivanja boje zuba.^{121,173,226,227,228} Capa i sar. su u svom istraživanju dokazali da pol, boja očiju i radno iskustvo ne utiču na sposobnost određivanja boje zuba.¹²¹ Alomari i sar. nisu pronašli razlike u rezultatima između polova pri određivanju boje prirodnih zuba i pri radu na Farnsworth-Munsell 100 (FM-100) Hue testu.²²⁸

Pojedini autori smatraju da boja očiju može uticati na sposobnost percepcije boja. Veća količina melanina u dužici oka uslovljava tamniju boju oka (braon ili crnu). Oči braon boje imaju mogućnost da apsorbiraju veću količinu svetlosti, pa bi samim tim bi i mogućnost percepcije boja trebala biti veća.^{229,230,231} Obzirom da je oko samo receptor stimulusa, dok se fenomen doživljavanja boje odigrava u mozgu, količina primljenog impulsa ne utiče direktno na sposobnost prepoznavanja boje.^{138,232,233} Samim tim ni boja očiju ne utiče na sposobnost percepcije boja.¹²¹

6.5.3. Ukupni rezultati t-testa prema polu, koriscenjem komore i hand-held uredaja, pre i posle edukacije

U radu na različitim izvorima svetlosti nije bilo razlike u ukupnim rezultatima između polova (Tabela 5.19). Razlika nije pronađena ni na ukupnim rezultatima pojedinačnih uzoraka za oba izvora svetlosti.

Takođe, eksperimentalna i kontrolna grupa su u ukupnim rezultatima u radu sa komorom i hand-held aparatom, postigli rezultate u kojima nije bilo statistički bitne razlike između učesnika ženskog i muškog pola. Razlika nije bilo ni pre, ni posle edukacije. Rezultati pokazuju da pol ne utiče na poboljšanje sposobnosti da se bolje percipiraju boje pod različitim izvorima svetlosti (Tabele 5.20. i 5.21). Ovi rezultati ukazuju da na različitim izvorima svetlosti, nezavisno od edukacije, oba pola mogu postići podjednako dobre rezultate u određivanju boje zuba.

6.5.4. Rezultati t-testa ipitivanja prema polu za tačnu i najpribližniju boju, pre i posle edukacije

Ukupni rezultati za tačne i najpribližnije uzorke na oba izvora svetlosti pokazuju da nema statistički bitne razlike između polova (Tabela 5.22).

Rezultati eksperimentalne grupe za tačne i najpribližnije boje, pokazuju da nema statistički bitne razlike među polovima. Poređenjem rezultata na oba izvora svetlosti, pre i posle edukacije, takođe ukazuje da nema razlike u rezultatima između polova (Tabela 5.23).

Rezultati kontrolne grupe su slični rezultatima eksperimentalne grupe. Nema statistički bitne razlike na ukupnim rezultatima grupe, kao ni razlike na različitim svetlosnim izvorima u prvom i drugom krugu ispitivanja (Tabela 5.24).

Sagledavanjem svih rezultata može se zaključiti da je edukacija bila podjednako uspešna kod studenata oba pola. U eksperimentalnoj grupi ustanovljen je podjednak napredak kod osoba oba pola. Može se zaključiti da su studenti oba pola podjednako osposobljeni za rad u kliničkoj praksi, obzirom da nije bilo razlike u određivanju boje najpribližnijih uzoraka.

Za razliku od studenta eksperimentalne grupe, kod kontrolne grupe odsustvo razlike među polovima ima potpuno drugačije značenje. Podjednaki podaci kod oba pola ukazuju da bez edukacije studenti oba pola nisu mogli postići napredak, što je još jedan od dokaza da pol nema presudnu ulogu u percepciji boja.

6.5.5. Rezultati t-testa za nezavisne uzorke prema polu, pre i posle edukacije

Rezultati pojedinačnih boja poređenih u odnosu na pol, u najvećoj meri pokazuju da li i kolika razlika u kvalitetu percepcije boja postoji između studenata ženskog i muškog pola. Poređeni su podaci dobijeni na svim uzorcima i na oba izvora svetlosti, u obe sesije (Tabela 5.25. i 5.26).

U oba kruga ispitivanja nije bilo statistički bitne razlike u rezultatima među polovima ni za jednu od zadatih nijansi, kako pri radu sa komorom, tako i pri radu sa hand-held aparatom. Dobijeni podaci ukazuju da su studenti oba pola podjednako primećivali razlike u bojama kod uzorka koji su imali tačnu i približnu nijansu u LG ključu. Takođe, podjednako dobro je određivana boja svetlijih i kod tamnijih uzoraka. Dobijeni rezultati ukazuju da su svi uzorci bili približno podjednako zahtevni za oba pola. Može se takođe zaključiti da je edukacija kod oba pola dala podjednake rezultate, budući da ni posle edukacije nije bilo statistički bitne razlike ni na jednom uzorku.

6.6. Poređenje rezultata t-testa na celom uzorku dobijenih korišćenjem komore i hand-held uređaja

Poređenje rezultata na celokupnom uzorku imalo je za cilj da ukaže u kojoj meri su varijable (izvor svetla, tačna i približna nijansa, izbor zadatih boja i pol) uticali na ishod ispitivanja. Statistička obrada podataka vršena je pre edukacije, tako da su svi studenti sagledani kao jedna jedinstvena grupa, a sama edukacija je isključena kao faktor koji utiče na rezultate. U ovom slučaju ispitan je uticaj kolor-korigovanih izvora svetlosti na rezultate studenata.

Dobijeni rezultati su statistički obrađeni i prezentovani u tabeli 5.27. Prva grupa rezultata prikazuje ukupne rezultate svih studenata korišćenjem komore i hand-held uređaja. Statističkom obradom podataka ustanovljeno je da su rezultati dobijeni korišćenjem komore bili bolji od rezultata dobijenih pomoću hand-held uređaja.

Druga grupa rezultata prikazuje rezultate postignute na kolor-korigovanim izvorima svetlosti za uzorke iz LG i VC ključa. Na obe vrste uzoraka, odnosno pri određivanju tačnih i približnih boja, studenti su postigli statistički značajno bolje rezultate u komori.

Još precizniji uvid u razliku između komore i hand-held-a može se imati sagledavanjem rezultata postignutih na pojedinačnim uzorcima (Tabela 5.28). Studenti su postigli bolje

rezultate u komori na svim pojedinačnim uzorcima, što nedvosmisleno ukazuje da je komora bila pouzdaniji i kvalitetniji kolor-korigovani izvor svetlosti.

Bolji rezultati u komori mogu se objasniti na više načina. Veliki broj autora smatra da je D65 najprirodniji iluminant na kome se sa najmanje greške može odrediti boja zuba.^{44,88,90,130,234,235,236} Drugi razlog je oblik samih uređaja. U komori su studenti imali šire vidno polje. Svetlost je uvek padala pod istim identičnim uglom na sve zadate uzorke. Kod korišćenja hend-held uređaja vidno polje je ograničeno otvorom uređaja kroz koji se gleda uzorak. Studenti su dobili jasna uputstva za korišćenje ovog uređaja, ali su i pored toga mogli nenamerno pomeriti ugao uređaja u odnosu na uzorke, rastojanje uređaja od uzoraka i studenata u odnosu na uređaj. Sve je ovo moglo dovesti do greške pri određivanju boje.

6.7. Poređenje rezultata ANOVA testa na celom uzorku pre edukacije, za uzorke sa tačnom i najpribližnijom bojom u ključu

Sagledavanjem rezultata dobijenih određivanjem tačne i najpribližnije boje na celokupnom uzorku pre edukacije vidi se da nema statistički bitne razlike u rezultatima na oba izvora svetlosti. Statistički bitan napredak postignut je samo na približnim bojama na hand-held-u (Tabela 5.29).

Poređenjem ovih rezultata sa rezultatima prezentovanim u poglavlju 3 može se zaključiti da izbor uzoraka nije uticao na rezultate. Svi zadati uzorci su bili zahtevni za studente i oni bez edukacije nisu mogli adekvatno odrediti boju zadatih uzoraka.

6.8. Poređenje rezultata ANOVA testa na celom uzorku pre edukacije, prema svakom zadatom uzorku pojedinačno

Sagledavanjem rezultata predstavljenih u tabeli 5.30. dobijenih na celokupnom uzorku i oba izvora svetlosti pre edukacije, vidi se da su studenti postigli najbolje rezultate na uzorcima 1M2 i 4M2 iz LG ključa i A1 i A3.5 iz VC ključa.

U prvoj fazi istraživanja edukacija nije imala uticaj na rezultate dobijene određivanjem pojedinačnih boja. Objedinjeno sagledavanje rezultata na oba izvora svetlosti istovremeno je isključilo i izvore svetlosti kao mogući faktor koji bi mogao uticati na rezultate. Na ovaj način se najbolje može uvideti koliko studentima bilo teško da prepoznaju svaki od zadatih uzoraka.

Za uzorak 1M2 je postojala identična boja u LG ključu kojim je vršeno ispitivanje. Sa druge strane drugi, treći i svi naredni pogoci su imali jako velike razlike u odnosu na tačnu boju, svi rezultati su bili znatno veći od $\Delta E^*=1.2$ za AT, pa čak o id $\Delta E^*=2.7$ za PT, pa je studentima bilo relativno lako da odrede zadatu boju (Tabla P.1).

Kod uzorka 2L2.5 je takođe postojala identična boja, ali je najpribližnija boja bila ispod praga percepcije, a treća najpribližnija boja (8 poena) na granici praga prihvatljivosti, tako da su studenti u ovom slučaju imali relativno težak zadatak (Tabela P.2).

Rezultati ključa za ocenjivanje zadatog uzorka 3R1.5 predstavljeni u tabeli P.3. pokazuju slične rezultate kao za prethodni uzorak. Identična boja za tačan pogodak, ali i veoma mala razlika kod najpribližnijeg pogotka, ispod praga percepcije, su i ovu boju učinile zahtevnom za određivanje. Ako se uzmu u obzir rezultati pojedinih autora koji su dobili vrednosti za AT $\Delta E^*=5.5$, čak prvih pet najboljih pogodaka bi mogli biti unutar praga percepcije.⁶¹

Uzorak 4M2 je po rezultatima iz ključa za ocenjivanje boje u velikoj meri slična boji 1M2. Najpribližniji pogodak je van praga percepcije, tako da i ona nije bila zahtevna za određivanje (Tabela P.4).

Na uzorcima iz VC ključa, obzirom da nije bilo tačne boje u LG ključu, razlike u ΔE^* vrednostima između zadatog uzorka i najpribližnije boje imale su potpuno suprotan efekat na rezultate ispitivanja. Veća razlika u ukupnoj boji je značila da je najpribližnija boja (10 poena) bila statistički gledano „dalja“ od zadatog uzorka, pa je studentima bilo teže da je odrede.

Uzorak A1 ima veoma malu ΔE^* razliku između prva dva najbolja pogotka ($\Delta E^*=0.1$), tako da su studenti veoma lako mogli pomešati boju 2L1.5 (10 poena) i boju 1M2 (9 poena). Osim toga obe vrednosti su bile znatno veće od $\Delta E^*=1.2$, što znači da nisu bile u opsegu praga percepcije (Tabela P.5). Ostale boje su imale puno veće ΔE^* vrednosti, tako da je to ipak omogućilo studentima da na ovom uzorku postignu dobre rezultate jer su uglavnom davali odgovore sa 10 ili 9 poena.

Najpribližnija boja za uzorak B2 je bila 2M2 i ΔE^* razlika je bila 1.3, što znači da se nalazila na pragu percepcije. Ostale boje su imale veće ΔE^* razlike, pa je tačnu boju bilo lako odrediti (Tabela P.6).

Uzorak A3.5 je bio najzahtevniji od svih zadatih uzoraka iz oba ključa. Dva najbolja pogotka su imala identični ΔE^* razliku u odnosu na tačnu boju, dok je treći najbolji pogodak bio samo neznatno veći. Naredne četiri boje (7,6,5 i 4 poena) su imale neznatno veće i skoro identične ΔE^* razlike (Tabela P.7) Ovo ukazuje da se uzorak A3.5 nalazi u delu dentalnog

kolor prostora u kome je distribucija boja iz ključa velika tako da je studentima bilo teško da odrede ovu boju.

Uzorak C4 ima značajnu ΔE^* razliku u odnosu na najpribližniju boju, ali istovremeno razlike u boji drugog, trećeg i ostalih najboljih pogodaka naglo rastu, tako da i ovu boju nije bilo teško pogoditi (Tabela P.8).

6.9. Poređenje rezultata t-testa na celom uzorku pre edukacije, prema polu

Na celokupnom uzorku nije bilo razlike između osoba muškog i ženskog pola za oba izvora svetlosti (Tabela 5.31). Poređenjem tačnih i najpribližnijih boja na oba izvora svetlosti takođe nisu uočene statistički bitne razlike (Tabela 5.32). Na ovaj način se potvrđuju zaključci iz poglavlja 6.6. i 6.7. po kojima nije bilo razlike u rezultatima među polovima na različitim svetlosnim izvorima i različitim vrstama uzoraka.

Rezultati iz tabele 5.33. ukazuju da razlike nije bilo ni na jednom uzorku, bilo korišćenjem komore i hand-held uređaja, što potvrđuje rezultate prezentovane u poglavlju 6.8. Objedinjeni rezultati za oba izvora svetlosti takođe potvrđuju da nema razlike u rezultatima između polova na nezavisnim uzorcima (tabela 5.34).

Na osnovu iscrpne statističke analize može se zaključiti da ni jedan od faktora koji su bili uključeni u studiju nije uticao na rezultate prema polu.

7. ZAKLJUČCI

Poboljšanje veština određivanja boje zuba može imati različite benefite:

Sa obrazovanjem i treningom

1. Poređenje rezultata ispitivanja studenata koji su imali edukaciju o boji sa rezultatima grupe koja nije imala edukaciju, ukazuje na napredak u određivanju boje zuba kod grupe studenata koja je pohađala edukacioni program. Znatno bolji rezultati eksperimentalne grupe postignuti na svim uzorcima posle edukacije ukazuje da je ova grupa studenata u potpunosti savladala terening program i da je edukacija u celini bila uspešna.

Istovremeno, kontrolna grupa nije napredovala na najvećem broju uzoraka, pa se može zaključiti da iskustvo koje se stiče ponavljanjem eksperimenta nije dovoljno za sticanje veština neophodnih za pravilno određivanje boje zuba. Na osnovu rezultata ANCOVA testa takođe možemo zaključiti da postoji značajna razlika u napretku ispitanika koji su učestvovali u programu edukacije u odnosu na ispitanike koji nisu imali edukaciju.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da je uvođenje edukacije o boji u redovne nastavne programe studija stomatologije neophodno.

2. Pod različitim svetlosnim izvorima eksperimentalna grupa je takođe postigla bolje rezultate posle edukacije, dok napredak kontrolne grupe nije zabeležen ni na jednom od korišćenih izvora svetlosti. Na osnovu toga možemo zaključiti da korišćenje kolor korigovanih izvora svetlosti bez edukacije ne može uticati na poboljšanje rezultata prilikom određivanja boje zuba.
3. Na osnovu statistički bitnog napretka koji je eksperimentalna grupa postigla na identičnim i najpribližnijim bojama, kao i nedostatak napretka kod kontrolne grupe može se zaključiti da je eksperimentalna grupa posle edukacije osposobljena za pravilno određivanje boje zuba, kako tačnih nijansi, tako i najpribližnijih koje se najčešće sreću u svakodnevnoj stomatološkoj praksi.

4. Napredak eksperimentalne grupe na pojedinačnim bojama ukazuje da se edukacijom mogu poboljšati veštine pojedinca da pravilno odredi sve boje dentalnog kolor prostora, bilo da se radi o više ili manje zahtevnim bojama.
5. Poređenjem rezultata kolor normalnih osoba može se zaključiti da pol ne utiče na kvalitet određivanja boje zuba. Drugi, ništa manje bitan zaključak je da se edukacijom postižu podjednako dobri rezultati kod osoba oba pola.

Celokupan broj ispitanika podrazumeva sagledavanje rezultata svih ispitanika pre edukacije. Na ovaj načina se mogu izvesti zaključci koliki je stvarni uticaj faktora koji su bili uključeni u studiji.

6. Poređenje rezultata dobijenih na kolor korigovanim izvorima svetlosti ukazuje da korišćenje uređaja koji emituju svetlost tipa D65 stvara uslove u kojima se određivanje boje zuba može precizno izvršiti.
7. Odsustvo razlike u rezultatima između tačnih i približnih boja na oba izvora svetlosti navodi na zaključak da bez edukacije nije moguće pravilno određivati ni manje zahtevne tačne boje, dok je određivanje približnih boja još zahtevniji postupak. Obzirom da se u praksi određivanje boje zuba najčešće svodi upravo na određivanje približnih boja i traženje najmanje razlike u boji između boje zuba i dentalnih kolor standarda može se zaključiti da je edukacija o boji neophodna.
8. Rezultati nezavisnih uzoraka ukazuju da su studenti lakše određivali tačne uzorke iz LG ključa ako su ΔE^* njihovih najpribližnijih nijansi bile veće. Kod uzoraka iz VC ključa veće ΔE^* između zadatog uzorka i najpribližnijih boja činile su određivanje boja zahtevnijim. Poteškoće u određivanju činile su i male razlike između najpribližnijih boja iz LG ključa. Ravnomeran raspored boja u dentalnim kolor standardima je bitan za kvalitet vizuelnog određivanja boje zuba.
9. Rezultati prema polu na celokupnom uzorku pre edukacije potvrđuju zaključak da ne postoji razlika u kvalitetu određivanja boje zuba između polova pod različitim svetlosnim izvorima. Razlike u rezultatima prema polu nema ni među tačnim i približnim bojama, kao ni među rezultatima pojedinačnih boja.

8. LITERATURA

1. Rosensteil SF, Fujimoto J, Land MF. Contemporary fixed prosthodontics. 4th ed. *Mosby, St. Louis*, 2006.
2. Shillingburg H, Hobo S, Whitsett L, Jacobi R, Brackett S. Fundamentals of fixed prosthodontics. 3rd ed. *Quintessence, Chicago*, 1997.
3. Culpepper W. A comparative study of shade-matching procedures. *J Prosthet Dent* 1970; 24:166–173.
4. Pizamiglio E. A color selection technique. *J Prosthet Dent*. 1991; 66:592–596.
5. Rugh EH, Johnston WM, Hesse NS. The relationship between elastomer opacity, colorimeter beam size, and measured colorimetric response. *Int J Prosthodont*. 1991; 4:569–576.
6. Davis BK, Johnston WM, Saba RF. Kubelka–Munk reflectance theory applied to porcelain veneer systems using a colorimeter. *Int J Prosthodont*. 1994; 7:227–233.
7. Johnston WM, Ma T, Kienle BH. Translucency parameter of colorants for maxillofacial prostheses. *Int J Prosthodont*. 1995; 8:79–86.
8. Johnston WM, Hesse NS, Davis BK, Seghi RR. Analysis of edge-losses in reflectance easurements of pigmented maxillofacial elastomer. *J Dent Res*. 1996; 75:752–760.
9. Horn DJ, Bulan-Brady J, Lamar Hicks M. Sphere spectrophotometer versus human evaluation of tooth shade. *J Endod*. 1998; 24:786–790.
10. Borbely J, Varsa'nyi B, Feje'rdy P, Hermann P, Jakstat HA. Toothguide trainer tests with color vision deficiency simulation monitor. *J Dent*. 2010; 38:41–49.
11. Dagg H, O'Connell B, Claffey N, Byrne D, Gorman C. The influence of some different factors on the accuracy of shade selection. *J Oral Rehabil*. 2004; 31: 900–904.

12. Gage HP, Macbeth N. Filters for artificial daylight, their grading and use. *Trans Illum Engng Soc.* 1936; 31:995.
13. Wyszecki G, Stiles WS. Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae. *John Wiley and Sons, New York*, 1982.
14. Whittle P, Challands PDC. The effect of background luminance on the brightness of flashes. *Vision Res.* 1969; 9:1095–1110.
15. Paul S, Peter A, Pietrobon N, Hammerle CH. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *J Dent Res.* 2002; 81:578–582.
16. Salata F, Golasi I, Salvatore M, Vollaro A. Energy and reliability optimization of a system that combines daylighting and artificial sources. A case study carried out in academic buildings. *Appl Energy.* 2016; 169:250–266.
17. Curd FM, Jasinevicius TR, Graves A, Cox V, Sadan A. Comparison of the shade matching ability of dental students using two light sources. *J Prosthet Dent.* 2006; 96:391–396.
18. Dudea D, Gasparik C, Botos A, Alb F, Irimie A, Paravina RD. Influence of background/surrounding area on accuracy of visual color matching. *Clin Oral Investig.* 2015; article in press.
19. Chu SJ, Devigus A, Paravina RD, Mieleszko AJ. Fundamentals of Color: Shade Matching and Communication in Esthetic Dentistry. 2nd ed. *Quintessence Publishing Company*, 2004.
20. Foster DH. Does colour constancy exist? *Trends Cogn Sci.* 2003; 7:439–443.
21. Foster DH, Amano K, Nascimento SMC. Colour constancy from temporal cues: better matches with less variability under fast illuminant changes. *Vision Res.* 2001; 41: 285–293.
22. Swift EJ, Hammel SA, Lund PS. Colorimetric evaluation of Vita shade resin composites. *Int J Prosthodont.* 1994; 7:356–361.

23. Davison SP, Myslinski NR. Shade selection by color vision defective dental personnel. *J Prosthet Dent*. 1990; 63:97–101.
24. Carsten DL. Successful shade matching - what does it take? *Compend Contin Educ Dent*. 2003; 24:175–182.
25. McMaugh DR. A comparative ability of the colour matching ability of dentists, dental students and ceramic technicians. *Aust Dent J*. 1977; 22:165–167.
26. Meijering AC, Roeters FJ, Mulder J, Creugers NH. Patients' satisfaction with different types of veneer restorations. *J Dent*. 1997; 25:493–497.
27. Paravina RD, O'Neill PN, Swift EJ, Nathanson D, Goodacre CJ. Teaching of color in predoctoral and postdoctoral dental education in 2009. *J Dent*. 2010; 38:34–40.
28. Okubo SR, Kanawati A, Richards M, Childress S. Evaluation of visual and instrument shade matching. *J Prosthet Dent*. 1998; 80:642–648.
29. Hecht E. Optics, 4th ed. *Reading, MA: Addison-Wesley*; 2002.
30. Williamson SJ, Cummins HZ. Light and color in nature and art. *John Wiley and Sons, New York*, 1983.
31. Berns R. Billmeyer and Saltzman's Principles of Color Technology. *John Wiley and Sons, New York*, 2000.
32. Nassau K. The physics and chemistry of color; The fifteen causes of color, *John Wiley and Sons, New York*, 1983.
33. Keyvan S, Rossow R, Romero C. Blackbody-based calibration for temperature calculations in the visible and near-IR spectral ranges using a spectrometer. *Fuel* 2005; 85:796–802.
34. Lee SY, Kim GH, Lee YS, Kim G. Thermal performance analysis of vacuum variable-temperature blackbody system. *Infrared Phys Techn*. 2014; 64:97–102.

35. Chen Z, Jia H, Sharafudeen K, Dai W, Liu Z, Dong G, Qiu J. Up-conversion luminescence from single vanadate through blackbody radiation harvesting broadband near-infrared photons for photovoltaic cells. *J Alloys Compd.* 2016; 663:204–210.
36. Ju J, Chen D, Lin Y. Effects of correlated color temperature on spatial brightness perception. *Color Res Appl.* 2012; 37:6.
37. Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). CIE technical report: colorimetry. [CIE Pub No.15.3]. 2004.
38. Ohta N, Robertson AR. Colorimetry Fundamentals and Applications. *John Wiley and Sons, New York*, 2005.
39. Junginger HG, Haeringen WV. Calculation of three-dimensional refractive-index field using phase integrals. *Opt Commun.* 1972; 5:1–4.
40. Moreno I. Output irradiance of tapered lightpipes. *J Opt Soc Am.* 2010; 27:1985–1993.
41. Linnell KJ, Foster DH. Scene articulation: dependence of illuminant estimates on number of surfaces. *Perception*, 2002; 31:151–159.
42. Munsell AH. A color notation. 1st rd. *Munsell Color Company, Baltimore, MD*, 1905.
43. Hering E. Zur Lehre vom Lichtsinne, Gerold & Sohn, Vienna, 1878, translated by Hurvich LM, Jameson D. Outlines of a theory of the light sense, *Harvard University Press, Cambridge, MA*, 1964.
44. Amano K, Foster DH. Colour constancy under simultaneous changes in surface position and illuminant. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 2004; 271:2319–2326.
45. Judd DB. Chromaticity sensibility to stimulus differences. *J Opt Soc Am.* 1932; 23: 359–374.
46. Fairchild MD. Color appearance models. 3rd ed. *John Wiley and Sons, New York*, 2013.

47. Sharma G, Wu W, Dalal E. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. *Color Res Appl.* 2005; 30:21–30.
48. Zelanski P, Fisher MP. Color, 4th ed. *Pearson Prentice Hall Inc. Upper Saddle River, New Jersey*, 2003.
49. Hofmann L, Palczewski K. Advances in understanding the molecular basis of the first steps in color vision. *Prog Retin Eye Res.* 2015; 49:46–66.
50. Cao D, Pokorny J, Smith VC. Matching rod percepts with cone stimuli. *Vision Res.* 2005; 45:2119–2128.
51. Logvinenko A. On derivation of spectral sensitivities of the human cones from trichromatic colour matching functions. *Vision Res.* 1999; 38:3207–3211.
52. Kumar A, Choudhury R. Principles of Colour and Appearance Measurement. *Woodhead Publishing Limited, Sawston, Cambridge*, 2014.
53. Hubel DH, Weisel TN. Brain and visual perception. *Oxford University Press*, 2005.
54. Sangwine SJ, Horne REN. The colour image processing handbook. *Springer-Science+Business Media, Dordrecht*, 1998.
55. Khashayar G, Bain PA, Salari S, Dozic A, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *J Dent.* 2014; 42: 637–644.
56. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM: A new, small color difference equation for dental shades. *J Dent Res.* 1990; 69:1762–1764.
57. Kuehni RG, Marcus RT. An experiment in visual scaling of small colour differences. *Colour Res Appl.* 1979; 4:83–91.
58. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater.* 1987; 3:246–251.

59. Seghi RR, Hewlett ER, Kim J. Visual and instrumental colorimetric assessments of small color differences on translucent dental porcelain. *J Dent Res*. 1989; 68: 1760–1764.
60. Ishikawa-Nagai S, Yoshida A, Sakai M, Kristiansen J, Da Silva JD. Clinical evaluation of perceptibility of color differences between natural teeth and all-ceramic crowns. *J Dent*. 2009; 37:57–63.
61. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res*. 1989; 68:819–822.
62. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona A, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez M. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015; 27:1–9.
63. Ren J, Lin H, Huang Q, Zheng G. Determining color difference thresholds in denture base acrylic resin. *J Prosthet Dent*. 2015; 114:702–708.
64. Ghinea R, Perez MM, Herrera LJ, Rivas MJ, Yebra A, Paravina RD. Color difference thresholds in dental ceramics. *J Dent*. 2010; 38:57–64.
65. Xu BT, Zhang B, Kang Y, Wang ZN, Li Q. Applicability of CIELAB/CIEDE2000 formula in visual color assessments of metal ceramic restorations. *J Dent*. 2012; 40: 3–9.
66. Pecho OE, Ghinea R, Alessandretti R, Pérez MM, Della Bona A. Visual and instrumental shade matching using CIELAB and CIEDE2000 color difference formulas. *Dent Mater*. 2016; 32:82–92.
67. Wee AG, Lindsey DT, Shroyer KM, Johnston WM. Use of a porcelain color discrimination test to evaluate color difference formulas. *J Prosthet Dent*. 2007; 98:101–109.
68. Alghazali N, Burnside G, Moallem M, Smith P, Preston A, Jarad FD. Assessment of perceptibility and acceptability of color difference of denture teeth, *J Dent*. 2012; 40:10–17.

69. Lindsey DT, Wee AG. Perceptibility and acceptability of CIELAB color differences in computer-simulated teeth. *J Dent*. 2007; 35:593–599.
70. Gómez-Polo C, Gomez-Polo M, Celemin-Vinuela M, Vazquez De Parga JAM. Differences between the human eye and the spectrophotometer in the shade matching of tooth colour. *J Dent*. 2014; 42:742–745.
71. Gómez-Polo C, Muñoz MP, Lorenzo Luengo MC, Vicente P, Galindo P, Martín Casado AM. Comparison of two color-difference formulas using the Bland-Altman approach based on natural tooth color space. *J Prosthet Dent*. 2015; article in press.
72. Paravina RD. Critical appraisal. Color in dentistry: improving the odds of correct shade selection. *J Esthet Restor Dent*. 2009; 21:202–208.
73. Uchimura JY, Sato F, Bianchi G, Baesso ML, Santana RG, Pascotto RC. Color stability over time of three resin-based restorative materials stored dry and in artificial saliva. *J Esthet Restor Dent*. 2014; 26:279–287.
74. Moon A, Powers JM, Kiat-Amnuay S. Color stability of denture teeth and acrylic base resin subjected daily to various consumer cleansers. *J Esthet Restor Dent*. 2014; 26: 247–255.
75. Paravina RD. Critical appraisal. Color in dentistry: match me, match me not. *J Esthet Restor Dent*. 2009; 21:133–139.
76. Ragain JC, Johnston WM. Color acceptance of direct dental restorative materials by human observers. *Color Res Appl*. 2000; 25:278–285.
77. Douglas RD, Brewer JD. Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. *J Prosthet Dent*. 1998; 79:254–260.
78. Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent*. 2007; 97:200–208.
79. Ragain JC Jr, Johnston WM. Minimum color differences for discriminating mismatch between composite and tooth color. *J Esthet Restor Dent*. 2001; 13:41–48.

80. Da Silva JD, Park SE, Weber HP, Ishikawa-Nagai S. Clinical performance of a newly developed spectrophotometric system on tooth color reproduction. *J Prosthet Dent.* 2008; 99:361–368.
81. Dietschi D, Abdelaziz M, Krejci I, Di Bella E, Ardu S. A novel evaluation method for optical integration of class IV composite restorations. *Aust Dent J.* 2012; 57:446–452.
82. Cook WD, Chong MP. Colour stability and visual perception of dimethacrylate based dental composite resins. *Biomaterials.* 1985; 6:257–264.
83. Sailer I, Fehmer V, Ioannidis A, et al. Threshold value for the perception of color changes of human gingiva. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2014; 34:757–762.
84. Paravina RD, Majkic G, Perez MM, Kiat-Amnuay S. Color difference thresholds of maxillofacial skin replications. *J Prosthodont.* 2009; 18:618–625.
85. Leow ME, Ow RK, Lee MH, Huak CY, Pho RW. Assessment of colour differences in silicone hand and digit prostheses: perceptible and acceptable thresholds for fair and dark skin shades. *Prosthet Orthot Int.* 2006; 30:5–16.
86. Sproull RC. Color matching in dentistry. Part I: the three dimensional nature of color. *J Prosthet Dent.* 1973; 29:416–424.
87. Van der Burgt TP, Ten Bosch JJ, Borsboom PCF, Kortsmit WJPM. A comparison of a new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent.* 1990; 63:155–162.
88. Hammad I. Intrarater repeatability of shade selection with two shade guides. *J Prosthet Dent.* 2003; 89:50–53.
89. Van der Burgt TP, Ten Bosch JJ, Borsboom PCF, Plasschaert AJM. A new method for matching tooth colors with color standards. *J Dent Res.* 1985; 64:837–841.
90. Bergen SF. Color in esthetic. *N Y State Dent J.* 1985; 470–471.
91. Schwabacher WB, Goodkind RJ. Three-dimensional color coordinates of natural teeth compared with three shade guides. *J Prosthet Dent.* 1990; 64:425–431.

92. Goodkind RJ, Keenan KM, Schwabacher WB. A comparison of chromascan and spectrophotometric color measurements of 100 natural teeth. *J Prosthet Dent.* 1985; 53:105–109.
93. Goodkind RJ, Schwabacher WB. Use of a fiber-optic colorimeter for in vivo color measurements of 2830 anterior teeth. *J Prosthet Dent.* 1987; 58:535–542.
94. Miller L. Organizing color in dentistry: esthetic dentistry. *J Am Dent Assoc.* 1987; Special issue.
95. Paravina R. Ispitivanje određenih komercijalnih ključeva za boju zuba analizom digitalnog video zapisa, Magistarska teza. Univerzitet u Nišu, Medicinski fakultet. Niš 1998.
96. Carnavin I. Effects of chlorine-containing disinfecting compounds on shade guide made of acrylic resin. *J Prosthet Dent.* 1996; 75:574.
97. Huang PZ, Masri R, Romberg E, Driscoll CF. The effect of various disinfectants on dental shade guides. *J Prosthet Dent.* 2014; 112:613–617.
98. Millstein PL. Customized shade guide for denture construction. *J Prosthet Dent.* 1984; 52:901.
99. Ware OH. Customized shade guide. *J Prosthet Dent.* 1991; 65: 449–450.
100. Askinas SW, Kaiser DA. Technique for making a customized shade guide. *J Prosthet Dent.* 1979; 42: 234–235.
101. Seluk LW, LaLonde TD. Esthetic and communication with a custom shade guide. *Dent Clin North Am.* 1985; 29:741–751.
102. Clark EB. En analysis of tooth color. *J Am Dent Assoc.* 1931; 18:2093–2103.
103. Ishikawa-Nagai S, Wang J, Seliger A, Lin J, Da Silva J. Developing a custom dental porcelain shade system for computer color matching. *J Dent.* 2013; 41:3–10.

104. VITA Classical A1-D4 A1-D4 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany)
<https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-classical-A1-D4-Farbskala-35431,27568.html> - official website, accessed 11.2.2016.
105. VITA Toothguide 3D-MASTER (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany)
<https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-Toothguide-3D-MASTER-26230,27568.html> - official website, accessed 11.2.2016.
106. VITA Linearguide 3D-MASTER (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany)
<https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-Linearguide-3D-MASTER-26200,27568.html> - official website, accessed 11.2.2016.
107. VITA Bleachedguide 3D-MASTER (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany)
<https://www.vita-zahnfabrik.com/en/VITA-Bleachedguide-3D-MASTER-26260,27568.html> - official website, accessed 11.2.2016.
108. Chromascop Shade Guide (Ivoclar Vivadent, 175 Pineview Drive, Amherst, New York 14228)
<https://us.shop.ivoclarvivadent.com/en-us/shop/products/teeth/teeth-accessories/chromascop-shade-guide> - official website, accessed 11.2.2016.
109. Bioform IPN (Dentsply Professional, 1301 Smile Way York, Pa 17404-0807)
<https://www.dentsply.com/en-us/products/Prosthetics/Removable/Denture-Teeth/Accessories-&-Aids/Shade-Guide-Bioform-IPN/p/PRO-89566.html#tabs=Features%20and%20Benefits> - official website, accessed 11.2.2016.
110. O'Brien WJ, Groh CL, Boenke KM. A one-dimensional color order system for dental shade guides. *Dent Mater.* 1989; 5:371–374.
111. Bioblend IPN (Dentsply Professional, 1301 Smile Way York, Pa 17404-0807)
<https://www.dentsply.com/en-us/products/Prosthetics/Removable/Denture-Teeth/Accessories-&-Aids/Shade-Guide-Bioblend-IPN/p/PRO-90151.html#tabs=Features%20and%20Benefits> - official website, accessed 11.2.2016.
112. Portrait IPN (Dentsply Professional, 1301 Smile Way York, Pa 17404-0807)
<https://www.dentsply.com/en-us/catalog/product.dir.html/Prosthetics/Removable/>

- Denture -Teeth/Accessories-&-Aids/Shade-Guide-Portrait/p/PRO- 902740.html#
tabs=Features%20and%20 - official website, accessed 11.2.2016.
113. Alca (TQ Acrylic Teeth Inc 7100 Memphis St New Orleans, LA 70124)
<http://www.tq-acrylicteeth.com/shade-comparison.html> - official website, accessed
11.2.2016.
 114. O'Brien WJ, Oh WS, Piché PW. Color Parameters of the chromascop shade guide.
Dent J. 2013; 1:3–11.
 115. Öngül D, Şermet B, Balkaya MC. Visual and instrumental evaluation of color match
ability of 2 shade guides on a ceramic system. *J Prosthet Dent.* 2012; 8:9–14.
 116. Analoui M, Papkosta E, Cochran M, Matis B. Designing visually optimal shade
guides. *J Prosthet Dent.* 2004; 92:371–376.
 117. Swanson WH. Color vision: assessment and clinical relevance. *Ophthalmol Clin
North Am.* 1989; 2:391.
 118. McCulloch AJ, McCulloch RM. Communicating shades: a clinical and technical
perspective. *Dent Update.* 1999; 26:247–252.
 119. Nakhaei M, Ghanbarzadeh J, Keyvanloo S, Alavi S, Jafarzadeh H. Shade matching
performance of dental students with three various lighting conditions. *J Contemp Dent
Pract.* 2013; 14:100–103.
 120. Boksman L. Shade selection; accuracy and reproducibility. *Ont Dent.* 2007; 24–27.
 121. Capa N, Malkondu O, Kazazoglu E, Calikkocaoglu S. Evaluating factors that affect
the shade-matching ability of dentists, dental staff members and laypeople. *J Am Dent
Assoc.* 2010; 141:71–76.
 122. Li Q, Wang YN. Comparison of shade matching by visual observation and an intraoral
dental colorimeter. *J Oral Rehabil.* 2007; 34:848–854.
 123. Saleski CG. Color, light and shade matching. *J Prosthet Dent.* 1972; 27:263–268.

124. Della Bonaa A, Barrett AA, Rosac V, Pinzetta C. Visual and instrumental agreement in dental shade selection: Three distinct observer populations and shade matching protocols. *Dent Mater.* 2009; 25:276–281.
125. Volpato MA, Monteiro S, Caldeira de Andrada M, Fredel MC, Petter CO. Optical influence of the type of illuminant, substrates and thickness of ceramic materials. *Dent Mater.* 2009; 25:87–93.
126. Kröger E, Matz S, Dekiff M, Tran BL, Figgenger L, Dirksen D. In vitro comparison of instrumental and visual tooth shade determination under different illuminants. *J Prosthet Dent.* 2015; 114:848–855.
127. Martinez-Verdu F, Perales E, Chorro E, et al. Computation and visualization of the MacAdam limits for any lightness, hue angle, and light source. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis.* 2007; 24:1501–1515.
128. Sprul RC, Preston JD. Understanding color. In Golstein RE. *Esthetic in dentistry, ed 2, Decker, Hamilton, Ontario*, 1998.
129. Wee AG, Meyer A, Wu W, Wichman CS. Lighting conditions used during visual shade matching in private dental offices. *J Prosthet Dent.* article in press.
130. Gokce HS, Piskin B, Ceyhan D, Gokce SM, Arisan V. Shade matching performance of normal and color vision-deficient dental professionals with standard daylight and tungsten illuminants. *J Prosthet Dent.* 2010; 103:139–147.
131. Lee YK, Yu B, Lim JI, Lim HN. Perceived color shift of a shade guide according to the change of illuminant. *J Prosthet Dent.* 2011; 105:91–99.
132. Clary JA, Ontiveros JC, Cron SG, Paravina RD. Influence of light source, polarization, education, and training on shade matching quality. *J Prosthet Dent.* article in press.
133. Ahn JS, Lee YK. Difference in the translucency of all-ceramics by the illuminant. *Dent Mater.* 2008; 24:1539–1544.
134. Applebury ML, Hargrave PA. Molecular biology of the visual pigments. *Vision Res.* 1987; 26:1881–1895.

135. Neitz J, Jacobs GH. Polymorphism of the long-wavelength cone in normal human colour vision. *Nature*. 1986; 323:623–625.
136. Neitz J, Neitz M, Jacobs GH. More than three different cone pigments among people with normal color vision. *Vision Res*. 1993; 33:117–122.
137. Murray IJ, Parry NRA, McKeefry DJ, Panorgias A. Sex-related differences in peripheral human color vision: A color matching study. *J Vis*. 2012; 12:1–18.
138. Lyon, M. F. X-chromosome inactivation and developmental patterns in mammals. *Biol Rev Camb Philos Soc*. 1972; 47:1–35.
139. Chamberlain GJ, Chamberlain DG. Color—its measurement. 1st ed. *Computation and application*. London: Heyden; 1980.
140. Wasson W, Schuman N. Color vision and dentistry. *Quintessence Int*. 1992; 23: 349–353.
141. Barna GJ, Taylor JW, King GE, Pelleu Jr GB. The influence of selected light intensities on color perception within the color range of natural teeth. *J Prosthet Dent*. 1981; 46:450–453.
142. Moser JB, Wozniak WT, Naleway CA, Ayer WA. Color vision in dentistry: a survey. *J Am Dent Assoc*. 1985; 110:509–510.
143. Gabriele J, Samir DS, Jenny BM, Mollon JD. The dimensionality of color vision in carriers of anomalous trichromacy. *J Vis*. 2010; 10:12.
144. Jameson A, Highnote M, Wasserman M. Richer color experience in observers with multiple opsin genes. *Psychon Bull Rev*. 2001; 8:244–261.
145. Haddad H, Jakstat H, Arnetzl G, Borbely J, Vichi A, Dumfahrt H, Renault P, Corcodel N, Pohlen B, Marada G, Martinez Vazquez de Parga J, Reshad M, Klinke T, Hannak W, Paravina R. Does gender and experience influence shade matching quality? *J Dent*. 2009; 37:40–44.
146. Rodriguez-Carmona M, Sharpe LT, Harlow JA, Barbur JL. Sex-related differences in chromatic sensitivity. *Vis Neurosci*. 2008; 25:433–440.

147. Paravina RD. Evaluation of a newly developed visual shadematching apparatus. *Int J Prosthodont*. 2002; 15:528–534.
148. Joiner A. Toothcolour: a review of the literature. *J Dent*. 2004; 32:3–12.
149. Vafaei F, Rakhshan V, Vafaei M, Khoshhal M. Accuracy of shade matching performed by colour blind and normal dental students using 3D Master and Vita Lumin shade guides. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2012; 20:23–25.
150. Cal E, Sonugelen M, Guneri P, Kesercioglu A, Kose T. Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *J Oral Rehabil*. 2004; 31: 483–491.
151. Jasinevicius TR, Curd FM, Schilling L, Sadan A. Shadematching abilities of dental laboratory technicians using a commercial light source. *J Prosthodont*. 2009; 18: 60–63.
152. Anusavice KJ. Philip's science of dental materials. 10th ed. *Saunders, Philadelphia*, 1996.
153. Donahue J, Goodkind R, Schwabacher W, Aeppli D. Shade color discrimination by man and woman. *J Prosthet Dent*. 1991; 65:699–703.
154. Sagars J. Shade matching for today's dentistry. *Dent Econ*. 2002; 1:62–67.
155. Albino J, Tedesco L, Conny D. Patient perceptions of dental-facial esthetics: shared concerns in orthodontics and prosthodontics. *J Prosthet Dent*. 1984; 52:9–13.
156. Farnsworth D. The Farnsworth-Munsell 100-Hue and Dichotomous Tests for Color Vision. *J Opt Soc Am*. 1943; 33:568–578.
157. Poljak-Guberina R, Celebic A, Powers JM, Paravina RD. Color discrimination of dental professionals and color deficient laypersons. *J Dent*. 2011; 39:17–22.
158. Capa N, Malkondu O, Kazazoglu E, Calikkocaoglu S. Effects of individual factors and the training process of the shade-matching ability of dental students. *J Dent Sci*. 2011; 6:147–152.

159. Clark E. The Clark tooth color system, parts I & II. *Dent Mag Oral Top.* 1933; 50:139–152.
160. Sproul R. A survey of color education in the dental schools of the world. *U.S. Army research report, El Paso, TX*, 1967.
161. Dozic A, Kharbanda AK, Kamell H, Brand HS. European dental students' opinions about visual and digital tooth color determination systems. *J Dent.* 2011; 39:23–28.
162. Paravina RD, Powers JM. *Esthetic Color Training in Dentistry. Elsevier Mosby, St. Louis (MO)*, 2004.
163. Paravina RD. Techniques for improvement of clinical shade matching procedures. University of Nis School Medicine; 2000. [Ph.D. dissertation].
164. Jaju R, Nagai S, Karimbux N, Da Silva J. Evaluating Tooth Color Matching Ability of Dental Students. *J Dent Educ.* 2010; 75:1002–1010.
165. Borbély J. Evaluation of visual and instrumental tooth shade determination techniques. Doctoral Theses, Semmelweis University, Budapest, 2011.
166. Goodacre CJ, Paravina RD, Bergen SF, Preston JD. A contemporary guide to color and shade selection for prosthodontics. *American College of Prosthodontists*, an educational DVD, 2009.
167. Bergen SF. Color education for the dental profession. Master's thesis, University of New York, College of Dentistry, New York, NY, 1975.
168. Olms C, Klinker T, Pirek P, Hannak W. Randomized multi-centre study on the effect of training on tooth shade matching. *J Dent.* 2013; 41:1259–1263.
169. Llana C, Forner L, Ferrari M, Amengual J, Llambes G, Lozano E. Toothguide Training Box for dental color choice training. *J Dent Ed.* 2011; 75:360–364.
170. Sinmazisik G, Trakyalı G, Tarcin B. Evaluating the ability of dental technician students and graduate dentists to match tooth color. *J Prosthet Dent.* 2014; 112: 1559–1566.

171. Dental Color Matcher. <http://64.186.158.202/>, accessed December 5, 2015.
172. McPhee E R. Light and color in dentistry. Part I - nature and perception. *J Mich Dent Assoc.* 1978; 60:565–572.
173. Chu JC, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent.* 2010; 38:2–16.
174. Paul SJ, Peter A, Rodoni L, Pietrobon N. Conventional visual vs spectrophotometric shade taking for porcelain-fused-to-metal crowns: a clinical comparison. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2004; 24:222–231.
175. Khurana R, Tredwin CJ, Weisbloom M, Moles DR. A clonical evaluation of the individual repeatability of three commercially available color measuring devices. *Br Dent J.* 2007; 203:675–680.
176. Kielbassa AM, Beheim-Schwarzbach NJ, Neumann K, Zantner C. In vitro comparison of visual and computeraided pre-and post-tooth shade determination using various home bleaching procedures. *J Prosthet Dent.* 2009; 101:92–100.
177. Lagouvardos PE, Fougia AG, Diamantopoulou SA, Polyzois GL. Repeatability and interdevice reliability of two portable color selection devices in matching and measuring tooth color. *J Prosthet Dent.* 2009; 101:40–45.
178. Vident – official website, accessed December 5, 2015.
https://www.vita-zahnfabrik.com/pdb_GG2G50G200_en.html
179. X-Rite - official website, accessed December 5, 2015.
<http://www.xrite.com/color-measurement-products>
180. Olympus America - official website, accessed December 5, 2015.
<http://www.olympus-global.com/en/news/2006b/nr061113crystale.jsp>
181. MHT Optic Research AG - official website, accessed December 5, 2015.
<http://www.mht.ch/index.php?uri=micro.html>
182. Eppeldauer G. Spectral response based calibration method of tristimulus colorimeters. *J Res Natl Inst Stand Technol.* 1998; 103:615–619.

183. Kim-Pusateri S, Brewer J, Davis EL, Wee AG. Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent*. 2009; 101:93–99.
184. X-Rite - official website, accessed December 5, 2015.
https://www.xrite.com/product_overview.aspx?ID=339
185. Blaes J. Today's technology improves the shade-matching problems of yesterday. *J Indiana Dent Assoc*. 2002-2003; 81:17–19.
186. Ristic I, Paravina RD. Color measuring instruments. *Acta Stomatologica Naissi*, 2009; 25:925–932.
187. Bahannan S. Shade matching quality among dental students using visual and instrumental methods. *J Dent*. 2014; 42:48–52.
188. Fani G, Vichi A, Davidson CL. Spectrophotometric and visual shade measurements of human teeth using three shade guides. *Am J Dent*. 2007; 20:142–146.
189. Pottmaier LF, Linhares LA, Bernardon JK. Comparison between methods visual and instrument for shade matching. *DentMater*. 2015; 31:1–66.
190. Al Pulgar S, Labban M, AlHariri M, Tashkandi E. Evaluation of self-shade matching ability of dental students using visual and instrumental means. *J Dent*. 2012; 40: 82–87.
191. Tam WK, Lee HJ. Dental shade matching using a digital camera. *J Dent*. 2012; 40: 3–10.
192. Lasserre JF, Pop-Ciutrla IS, Colosi HA. A comparison between a new visual method of color matching by intraoral camera and conventional visual and spectrometric methods. *J Dent*. 2011; 39:29–36.
193. Kim-Pusateri S, Brewer JD, Dunford RG, Wee AG. In vitro model to evaluate reliability and accuracy of a dental shade-matching instrument. *J Prosthet Dent*. 2007; 98:353–358.
194. Lehmann MK, Igiel C, Schmidtman I, Scheller H. Four color-measuring devices compared with a spectrophotometric reference system. *J Dent*. 2010; 38:65–70.

195. Lim HN, Yu B, Lim JI, Lee ZK. Correlations between spectroradiometric and spectrophotometric colors of all-ceramic materials. *Dent Mater*. 2010; 26:1052–1058.
196. Cho BH, Lim YK, LeeYK. Comparison of the color of natural teeth measured by a colorimeter and Shade Vision System. *Dent Mater*. 2007; 23:1307–1312.
197. Odaira C, Itoh S, Ishibashi K. Clinical evaluation of a dental color analysis system: The Crystaleye Spectrophotometer. *J Prosthodont Res*. 2011; 55:199–205.
198. Colblindor, <http://www.color-blindness.com/ishihara-38-plates-cvd-test/>,__accessed 5.12.2015.
199. Mikhail SS, Johnston WM. Confirmation of theoretical colour predictions for layering dental composite materials. *J Dent*. 2014; 42:419–424.
200. Hu X, Johnston WM, Seghi RR. Measuring the color of maxillofacial prosthetic material. *J Dent Res*. 2010; 89:1522–1527.
201. Ragain RC, Johnston WM. Accuracy of Kubelka-Munk reflectance theory applied to human dentin and enamel. *J Dent Res*. 2001; 80:449–452.
202. Ivoclar Vivadent - official website, accessed December 5, 2015.
<https://www.ivoclarvivadent.com/en/products/removable-denture-prosthetics/materials-for-dentures/sr-triplex-hot>
203. GTI Graphic Technology - official website, accessed December 5, 2015.
<http://www.gtilite.com/products/pdv-2em-multi-source-portable-desktop-viewer/>
204. Yuk-Ming L, John XH. Evaluation of the quality of different D65 simulators for visual assessment. *Color Res Appl*. 2002; 27:243–251.
205. Addent - official website, accessed December 5, 2015.
<http://www.addent.com/rite-lite/>
206. IBM - official website, accessed December 5, 2015.
<http://www.ibm.com/analytics/us/en/technology/spss/#spss-featured-products>

-
207. Dell Software - official website, accessed December 5, 2015.
<http://www.statsoft.com/Products/STATISTICA-Features/Visual-Introduction-to-STATISTICA>
208. Pe'rez MM, Saleh A, Yebra A, Pulgar R. Study of the variation between CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 color-differences of resin composites. *Dent Mater J.* 2007; 26: 21–28.
209. Lee YK. Comparison of CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 color differences after polymerization and thermocycling of resin composites. *Dent Mater.* 2005; 21: 678–682.
210. American Dental Association Survey Center. 2006–2007 survey of dental education: curriculum, vol. 4. Chicago: *American Dental Association*, 2008.
211. Browning WD, Chan DC, Blalock JS, Brackett MG. A comparison of human raters and an intra-oral spectrophotometer. *Oper Dent.* 2009; 34:337–43.
212. Bloj MG, Kersten D, Hurlbert AC. Perception of three-dimensional shape influences colour perception through mutual illumination. *Nature.* 1999; 402:877–879.
213. Yang JN, Maloney LT. Illuminant cues in surface color perception: tests of three candidate cues. *Vision Res.* 2001; 41:2581–2600.
214. Farley KMJ, Veitch JA. Research Report. A room with a view: a review of the effects of windows on work and well-being. 136. *National Research Council Canada, IRCRR*; 2001. 1–33.
215. Boubekri M, Hull RB, Boyer LL. Impact of window size and sunlight penetration on office workers' mood and satisfaction a novel way of assessing sunlight. *Environ Behav.* 1991; 23:474–493.
216. Leather P, Pyrgas M, Beale D, Lawrence C. Windows in the workplace sunlight, view, and occupational stress, *Environ Behav.* 1998; 30:739–762.
217. Mardaljevic J, Heschong L, Lee E. Daylight metrics and energy savings. *Lighting Res Technol.* 2009; 41:261–283.

218. Choi J-H, Beltran LO, Kim H-S. Impacts of indoor daylight environments on patient average length of stay (ALOS) in a healthcare facility, *Build Environ.* 2012; 50: 65–75.
219. Bellia L, Pedace A, Barbato G. Winter and summer analysis of daylight characteristics in offices. *Build Environ.* 2014; 81:150–161.
220. Sproull RC, Preston JD. Understanding color. In: Goldstein RE (ed). *Esthetics in Dentistry*. 2nd ed. *BC Decker, London*, 1998.
221. Rosenthal O, Phillips RH. *Coping with colorblindness*. *Avery, New York*, 1997.
222. Werner JS, Delahunt PB, Hardy JL. Chromatic-spatial vision of the aging. *Opt Rev.* 2004; 11:226–234.
223. Enoch JM, Werner JS, Haegerstrom-Portnoy G, Lakshminarayanan V, Rynders M. Forever young: visual functions not affected or minimally affected by aging: a review. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1999; 54:336–351.
224. Brewer JD, Wee A, Seghi R. Advances in color matching. *Dent Clin North Am.* 2004; 48:341–358.
225. Hood SM, Mollon JD, Purves L, Jordan G. Color discrimination in carriers of color efficiency. *Vision Res.* 2006; 46:2894–2900.
226. Miranda ME. Effect of gender, experience, and value on color perception. *Oper Dent.* 2012; 37:228–233.
227. Witkowski S, Yajima ND, Wolkewitz M, Strub JR. Reliability of shade selection using an intraoral spectrophotometer. *Clin Oral Investig.* 2012; 16:945–949.
228. Alomari M, Chadwick RG. Factors influencing the shade matching performance of dentists and dental technicians when using two different shade guides. *Br Dent J.* 2011; 921:23.
229. Sturm RA, Frudakis TN. Eye colour: portals into pigmentation genes and ancestry. *Trends Genet.* 2004; 20:327–332.

-
230. Franssen L, Coppens JE, van den Berg TJTP. Grading of iris color with an extended photographic reference set. *J Optom.* 2008; 1:36–40.
231. Seddon JM, Sahagian CR, Glynn RJ, Sperduto RD, Gragoudas ES. Evaluation of an iris color classification system. The Eye Disorders Case-Control Study group. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 1990; 31:1592–1598.
232. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2003; 23:467–479.
233. Chu SJ. Color. In: Gurel G, ed. *The Science and Art of Porcelain Laminate Veneers. Quintessence, Hanover Park, Ill*, 2003.
234. Cal E, Sonugelen M, Guneri P, Kesercioglu A, Kose T. Application of a digital technique in evaluating the reliability of shade guides. *J Oral Rehabil.* 2004; 31: 483–491.
235. Dain SJ. Daylight simulators and colour vision tests. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1998; 18:540–544.
236. Paramei GV, Bimler DL, Cavonius CR. Effect of luminance on color perception of protanopes. *Vision Res.* 1998; 38:3397–3401.

PRILOG

Rezultati spektrofotometrijskog merenja i pripadajući poeni uzoraka iz LG ključa dati su u Tabelama P.1.-P.4.

Tabela P.1. Rezultati za zadati uzorak 1M2

LG uzorci				Zadati uzorak 1M2				Poeni
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	
1M2	84.0	0.0	16.5	84.0	0.0	16.5	0.0	10
2L1.5	78.9	-0.1	15.3	84.0	0.0	16.5	5.2	9
2M2	78.9	0.8	18.0	84.0	0.0	16.5	5.4	8
2R1.5	77.6	1.0	14.0	84.0	0.0	16.5	7.0	7
2R2.5	77.4	1.2	19.9	84.0	0.0	16.5	7.5	6
1M1	80.9	0.0	9.4	84.0	0.0	16.5	7.7	5
2M3	78.6	0.5	22.1	84.0	0.0	16.5	7.8	4
2M1	77.8	0.4	11.7	84.0	0.0	16.5	7.8	3
2L2.5	78.0	0.3	22.6	84.0	0.0	16.5	8.6	2
0M3	86.9	-0.3	8.1	84.0	0.0	16.5	8.8	1
0M2	88.2	-0.1	7.6	84.0	0.0	16.5	9.8	0
3M2	74.8	1.9	20.5	84.0	0.0	16.5	10.2	0
3R1.5	73.9	1.8	14.9	84.0	0.0	16.5	10.3	0
3M1	73.7	1.4	14.2	84.0	0.0	16.5	10.6	0
3L1.5	72.9	1.3	17.9	84.0	0.0	16.5	11.2	0
3L2.5	73.2	1.2	21.7	84.0	0.0	16.5	12.0	0
3R2.5	74.2	2.8	23.8	84.0	0.0	16.5	12.5	0
0M1	89.9	-0.1	5.4	84.0	0.0	16.5	12.5	0
3M3	74.7	2.2	25.5	84.0	0.0	16.5	13.1	0
4R1.5	70.3	3.4	18.7	84.0	0.0	16.5	14.3	0
4M2	70.8	3.2	22.2	84.0	0.0	16.5	14.7	0
4M1	69.4	2.1	14.6	84.0	0.0	16.5	14.8	0
4L1.5	69.9	2.6	20.6	84.0	0.0	16.5	14.9	0
4R2.5	69.7	4.1	25.0	84.0	0.0	16.5	17.1	0
4L2.5	70.5	3.4	26.6	84.0	0.0	16.5	17.2	0
4M3	69.9	3.8	27.1	84.0	0.0	16.5	18.0	0
5M1	64.8	3.9	18.3	84.0	0.0	16.5	19.7	0
5M2	65.5	4.8	25.0	84.0	0.0	16.5	20.9	0
5M3	65.7	6.3	33.0	84.0	0.0	16.5	25.4	0

Tabela P.2. Rezultati ključa za boju 2L2.5

LG uzorci				Zadati uzorak 2L2.5				Poeni
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	
2L2.5	78.0	0.3	22.6	78.0	0.3	22.6	0.0	10
2M3	78.6	0.5	22.1	78.0	0.3	22.6	0.8	9
2R2.5	77.4	1.2	19.9	78.0	0.3	22.6	2.8	8
3M2	74.8	1.9	20.5	78.0	0.3	22.6	4.1	7
3R2.5	74.2	2.8	23.8	78.0	0.3	22.6	4.7	6
2M2	78.9	0.8	18.0	78.0	0.3	22.6	4.7	5
3M3	74.7	2.2	25.5	78.0	0.3	22.6	4.8	4
3L2.5	73.2	1.2	21.7	78.0	0.3	22.6	4.9	3
3L1.5	72.9	1.3	17.9	78.0	0.3	22.6	6.9	2
2L1.5	78.9	-0.1	15.3	78.0	0.3	22.6	7.4	1
4M2	70.8	3.2	22.2	78.0	0.3	22.6	7.8	0
1M2	84.0	0.0	16.5	78.0	0.3	22.6	8.6	0
4L1.5	69.9	2.6	20.6	78.0	0.3	22.6	8.6	0
2R1.5	77.6	1.0	14.0	78.0	0.3	22.6	8.6	0
3R1.5	73.9	1.8	14.9	78.0	0.3	22.6	8.8	0
4L2.5	70.5	3.4	26.6	78.0	0.3	22.6	9.0	0
4R1.5	70.3	3.4	18.7	78.0	0.3	22.6	9.1	0
4R2.5	69.7	4.1	25.0	78.0	0.3	22.6	9.4	0
3M1	73.7	1.4	14.2	78.0	0.3	22.6	9.5	0
4M3	69.9	3.8	27.1	78.0	0.3	22.6	9.9	0
2M1	77.8	0.4	11.7	78.0	0.3	22.6	10.9	0
4M1	69.4	2.1	14.6	78.0	0.3	22.6	11.8	0
1M1	80.9	0.0	9.4	78.0	0.3	22.6	13.5	0
5M2	65.5	4.8	25.0	78.0	0.3	22.6	13.5	0
5M1	64.8	3.9	18.3	78.0	0.3	22.6	14.3	0
0M3	86.9	-0.3	8.1	78.0	0.3	22.6	17.0	0
5M3	65.7	6.3	33.0	78.0	0.3	22.6	17.2	0
0M2	88.2	-0.1	7.6	78.0	0.3	22.6	18.1	0
0M1	89.9	-0.1	5.4	78.0	0.3	22.6	20.9	0

Tabela P.3. Rezultati ključa za boju 3R1.5

LG uzorci				Zadati uzorak 3R1.5				Poeni
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	
3R1.5	73.9	1.8	14.9	73.9	1.8	14.9	0.0	10
3M1	73.7	1.4	14.2	73.9	1.8	14.9	0.8	9
3L1.5	72.9	1.3	17.9	73.9	1.8	14.9	3.2	8
2R1.5	77.6	1.0	14.0	73.9	1.8	14.9	3.8	7
4M1	69.4	2.1	14.6	73.9	1.8	14.9	4.5	6
2M1	77.8	0.4	11.7	73.9	1.8	14.9	5.2	5
2L1.5	78.9	-0.1	15.3	73.9	1.8	14.9	5.3	4
4R1.5	70.3	3.4	18.7	73.9	1.8	14.9	5.5	3
3M2	74.8	1.9	20.5	73.9	1.8	14.9	5.7	2
2M2	78.9	0.8	18.0	73.9	1.8	14.9	5.9	1
2R2.5	77.4	1.2	19.9	73.9	1.8	14.9	6.2	0
3L2.5	73.2	1.2	21.7	73.9	1.8	14.9	6.9	0
4L1.5	69.9	2.6	20.6	73.9	1.8	14.9	7.1	0
4M2	70.8	3.2	22.2	73.9	1.8	14.9	8.1	0
2M3	78.6	0.5	22.1	73.9	1.8	14.9	8.7	0
2L2.5	78.0	0.3	22.6	73.9	1.8	14.9	8.8	0
3R2.5	74.2	2.8	23.8	73.9	1.8	14.9	9.0	0
1M1	80.9	0.0	9.4	73.9	1.8	14.9	9.0	0
5M1	64.8	3.9	18.3	73.9	1.8	14.9	10.0	0
1M2	84.0	0.0	16.5	73.9	1.8	14.9	10.3	0
3M3	74.7	2.2	25.5	73.9	1.8	14.9	10.6	0
4R2.5	69.7	4.1	25.0	73.9	1.8	14.9	11.2	0
4L2.5	70.5	3.4	26.6	73.9	1.8	14.9	12.3	0
4M3	69.9	3.8	27.1	73.9	1.8	14.9	13.0	0
5M2	65.5	4.8	25.0	73.9	1.8	14.9	13.5	0
0M3	86.9	-0.3	8.1	73.9	1.8	14.9	14.7	0
0M2	88.2	-0.1	7.6	73.9	1.8	14.9	16.1	0
0M1	89.9	-0.1	5.4	73.9	1.8	14.9	18.7	0
5M3	65.7	6.3	33.0	73.9	1.8	14.9	20.4	0

Tabela P.4. Rezultati ključa za boju 4M2

	LG uzorci			Zadati uzorak 4M2				Poeni
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	
4M2	70.8	3.2	22.2	70.8	3.2	22.2	0.0	10
4L1.5	69.9	2.6	20.6	70.8	3.2	22.2	1.9	9
4R2.5	69.7	4.1	25.0	70.8	3.2	22.2	3.1	8
3L2.5	73.2	1.2	21.7	70.8	3.2	22.2	3.2	7
4R1.5	70.3	3.4	18.7	70.8	3.2	22.2	3.5	6
3R2.5	74.2	2.8	23.8	70.8	3.2	22.2	3.8	5
4L2.5	70.5	3.4	26.6	70.8	3.2	22.2	4.4	4
3M2	74.8	1.9	20.5	70.8	3.2	22.2	4.6	3
4M3	69.9	3.8	27.1	70.8	3.2	22.2	5.0	2
3L1.5	72.9	1.3	17.9	70.8	3.2	22.2	5.2	1
3M3	74.7	2.2	25.5	70.8	3.2	22.2	5.2	0
5M2	65.5	4.8	25.0	70.8	3.2	22.2	6.2	0
5M1	64.8	3.9	18.3	70.8	3.2	22.2	7.2	0
2R2.5	77.4	1.2	19.9	70.8	3.2	22.2	7.3	0
2L2.5	78.0	0.3	22.6	70.8	3.2	22.2	7.8	0
4M1	69.4	2.1	14.6	70.8	3.2	22.2	7.8	0
3R1.5	73.9	1.8	14.9	70.8	3.2	22.2	8.1	0
2M3	78.6	0.5	22.1	70.8	3.2	22.2	8.3	0
3M1	73.7	1.4	14.2	70.8	3.2	22.2	8.7	0
2M2	78.9	0.8	18.0	70.8	3.2	22.2	9.4	0
2R1.5	77.6	1.0	14.0	70.8	3.2	22.2	10.9	0
2L1.5	78.9	-0.1	15.3	70.8	3.2	22.2	11.2	0
5M3	65.7	6.3	33.0	70.8	3.2	22.2	12.3	0
2M1	77.8	0.4	11.7	70.8	3.2	22.2	12.9	0
1M2	84.0	0.0	16.5	70.8	3.2	22.2	14.7	0
1M1	80.9	0.0	9.4	70.8	3.2	22.2	16.6	0
0M3	86.9	-0.3	8.1	70.8	3.2	22.2	21.7	0
0M2	88.2	-0.1	7.6	70.8	3.2	22.2	23.0	0
0M1	89.9	-0.1	5.4	70.8	3.2	22.2	25.7	0

Ključevi za ocenjivanje rezultata za uzorke iz VC ključa dati su u Tabelama 4.5.-4.8.

Tabela P.5. Rezultati ključa za boju A1

LG uzorci				Zadati uzorak A1				Poeni
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	
2L1.5	78.9	-0.1	15.3	81.8	-0.3	13.8	3.3	10
1M2	84.0	0.0	16.5	81.8	-0.3	13.8	3.4	9
2R1.5	77.6	1.0	14.0	81.8	-0.3	13.8	4.5	8
1M1	80.9	0.0	9.4	81.8	-0.3	13.8	4.5	7
2M1	77.8	0.4	11.7	81.8	-0.3	13.8	4.6	6
2M2	78.9	0.8	18.0	81.8	-0.3	13.8	5.2	5
0M3	86.9	-0.3	8.1	81.8	-0.3	13.8	7.6	4
2R2.5	77.4	1.2	19.9	81.8	-0.3	13.8	7.7	3
3R1.5	73.9	1.8	14.9	81.8	-0.3	13.8	8.2	2
3M1	73.7	1.4	14.2	81.8	-0.3	13.8	8.3	1
2M3	78.6	0.5	22.1	81.8	-0.3	13.8	8.9	0
0M2	88.2	-0.1	7.6	81.8	-0.3	13.8	8.9	0
2L2.5	78.0	0.3	22.6	81.8	-0.3	13.8	9.6	0
3M2	74.8	1.9	20.5	81.8	-0.3	13.8	9.9	0
3L1.5	72.9	1.3	17.9	81.8	-0.3	13.8	9.9	0
0M1	89.9	-0.1	5.4	81.8	-0.3	13.8	11.7	0
3L2.5	73.2	1.2	21.7	81.8	-0.3	13.8	11.7	0
4M1	69.4	2.1	14.6	81.8	-0.3	13.8	12.6	0
3R2.5	74.2	2.8	23.8	81.8	-0.3	13.8	12.9	0
4R1.5	70.3	3.4	18.7	81.8	-0.3	13.8	13.0	0
3M3	74.7	2.2	25.5	81.8	-0.3	13.8	13.9	0
4L1.5	69.9	2.6	20.6	81.8	-0.3	13.8	14.0	0
4M2	70.8	3.2	22.2	81.8	-0.3	13.8	14.3	0
4R2.5	69.7	4.1	25.0	81.8	-0.3	13.8	17.1	0
4L2.5	70.5	3.4	26.6	81.8	-0.3	13.8	17.5	0
5M1	64.8	3.9	18.3	81.8	-0.3	13.8	18.1	0
4M3	69.9	3.8	27.1	81.8	-0.3	13.8	18.3	0
5M2	65.5	4.8	25.0	81.8	-0.3	13.8	20.4	0
5M3	65.7	6.3	33.0	81.8	-0.3	13.8	25.9	0

Tabela P.6. Rezultati ključa za boju B2

LG uzorci				Zadati uzorak B2			Poeni	
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	
2M2	78.9	0.8	18.0	79.1	-0.4	17.8	1.3	10
2L1.5	78.9	-0.1	15.3	79.1	-0.4	17.8	2.6	9
2R2.5	77.4	1.2	19.9	79.1	-0.4	17.8	3.2	8
2R1.5	77.6	1.0	14.0	79.1	-0.4	17.8	4.4	7
2M3	78.6	0.5	22.1	79.1	-0.4	17.8	4.4	6
2L2.5	78.0	0.3	22.6	79.1	-0.4	17.8	5.0	5
1M2	84.0	0.0	16.5	79.1	-0.4	17.8	5.0	4
3M2	74.8	1.9	20.5	79.1	-0.4	17.8	5.6	3
2M1	77.8	0.4	11.7	79.1	-0.4	17.8	6.3	2
3R1.5	73.9	1.8	14.9	79.1	-0.4	17.8	6.4	1
3L1.5	72.9	1.3	17.9	79.1	-0.4	17.8	6.4	0
3M1	73.7	1.4	14.2	79.1	-0.4	17.8	6.8	0
3L2.5	73.2	1.2	21.7	79.1	-0.4	17.8	7.2	0
3R2.5	74.2	2.8	23.8	79.1	-0.4	17.8	8.4	0
1M1	80.9	0.0	9.4	79.1	-0.4	17.8	8.6	0
3M3	74.7	2.2	25.5	79.1	-0.4	17.8	9.2	0
4R1.5	70.3	3.4	18.7	79.1	-0.4	17.8	9.7	0
4M2	70.8	3.2	22.2	79.1	-0.4	17.8	10.1	0
4L1.5	69.9	2.6	20.6	79.1	-0.4	17.8	10.1	0
4M1	69.4	2.1	14.6	79.1	-0.4	17.8	10.5	0
0M3	86.9	-0.3	8.1	79.1	-0.4	17.8	12.4	0
4R2.5	69.7	4.1	25.0	79.1	-0.4	17.8	12.7	0
4L2.5	70.5	3.4	26.6	79.1	-0.4	17.8	12.9	0
0M2	88.2	-0.1	7.6	79.1	-0.4	17.8	13.6	0
4M3	69.9	3.8	27.1	79.1	-0.4	17.8	13.8	0
5M1	64.8	3.9	18.3	79.1	-0.4	17.8	15.0	0
5M2	65.5	4.8	25.0	79.1	-0.4	17.8	16.3	0
0M1	89.9	-0.1	5.4	79.1	-0.4	17.8	16.4	0
5M3	65.7	6.3	33.0	79.1	-0.4	17.8	21.4	0

Tabela P.7. Rezultati ključa za boju A3.5

LG uzorci				Zadati uzorak A3.5				Poeni
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	
3L2.5	73.2	1.2	21.7	72.1	1.9	23.3	2.1	10
4M2	70.8	3.2	22.2	72.1	1.9	23.3	2.1	9
3R2.5	74.2	2.8	23.8	72.1	1.9	23.3	2.3	8
3M3	74.7	2.2	25.5	72.1	1.9	23.3	3.4	7
4L1.5	69.9	2.6	20.6	72.1	1.9	23.3	3.6	6
4R2.5	69.7	4.1	25.0	72.1	1.9	23.3	3.7	5
3M2	74.8	1.9	20.5	72.1	1.9	23.3	3.9	4
4L2.5	70.5	3.4	26.6	72.1	1.9	23.3	4.0	3
4M3	69.9	3.8	27.1	72.1	1.9	23.3	4.8	2
4R1.5	70.3	3.4	18.7	72.1	1.9	23.3	5.2	1
3L1.5	72.9	1.3	17.9	72.1	1.9	23.3	5.5	0
2L2.5	78.0	0.3	22.6	72.1	1.9	23.3	6.1	0
2R2.5	77.4	1.2	19.9	72.1	1.9	23.3	6.3	0
2M3	78.6	0.5	22.1	72.1	1.9	23.3	6.8	0
5M2	65.5	4.8	25.0	72.1	1.9	23.3	7.4	0
3R1.5	73.9	1.8	14.9	72.1	1.9	23.3	8.6	0
2M2	78.9	0.8	18.0	72.1	1.9	23.3	8.6	0
5M1	64.8	3.9	18.3	72.1	1.9	23.3	9.1	0
4M1	69.4	2.1	14.6	72.1	1.9	23.3	9.1	0
3M1	73.7	1.4	14.2	72.1	1.9	23.3	9.2	0
2L1.5	78.9	-0.1	15.3	72.1	1.9	23.3	10.7	0
2R1.5	77.6	1.0	14.0	72.1	1.9	23.3	10.8	0
5M3	65.7	6.3	33.0	72.1	1.9	23.3	12.4	0
2M1	77.8	0.4	11.7	72.1	1.9	23.3	13.0	0
1M2	84.0	0.0	16.5	72.1	1.9	23.3	13.8	0
1M1	80.9	0.0	9.4	72.1	1.9	23.3	16.5	0
0M3	86.9	-0.3	8.1	72.1	1.9	23.3	21.3	0
0M2	88.2	-0.1	7.6	72.1	1.9	23.3	22.6	0
0M1	89.9	-0.1	5.4	72.1	1.9	23.3	25.3	0

Tabela P.8. Rezultati ključa za boju C4

LG uzorci				Zadati uzorak C4				Poeni
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	L^*	a^*	b^*	ΔE^*	
5M1	64.8	3.9	18.3	65.0	2.4	21.3	3.4	10
5M2	65.5	4.8	25.0	65.0	2.4	21.3	4.4	9
4L1.5	69.9	2.6	20.6	65.0	2.4	21.3	5.0	8
4M2	70.8	3.2	22.2	65.0	2.4	21.3	5.9	7
4R1.5	70.3	3.4	18.7	65.0	2.4	21.3	6.0	6
4R2.5	69.7	4.1	25.0	65.0	2.4	21.3	6.2	5
4M3	69.9	3.8	27.1	65.0	2.4	21.3	7.7	4
4L2.5	70.5	3.4	26.6	65.0	2.4	21.3	7.7	3
4M1	69.4	2.1	14.6	65.0	2.4	21.3	8.1	2
3L2.5	73.2	1.2	21.7	65.0	2.4	21.3	8.4	1
3L1.5	72.9	1.3	17.9	65.0	2.4	21.3	8.7	0
3R2.5	74.2	2.8	23.8	65.0	2.4	21.3	9.6	0
3M2	74.8	1.9	20.5	65.0	2.4	21.3	9.9	0
3M3	74.7	2.2	25.5	65.0	2.4	21.3	10.6	0
3R1.5	73.9	1.8	14.9	65.0	2.4	21.3	11.1	0
3M1	73.7	1.4	14.2	65.0	2.4	21.3	11.3	0
5M3	65.7	6.3	33.0	65.0	2.4	21.3	12.3	0
2R2.5	77.4	1.2	19.9	65.0	2.4	21.3	12.6	0
2L2.5	78.0	0.3	22.6	65.0	2.4	21.3	13.2	0
2M3	78.6	0.5	22.1	65.0	2.4	21.3	13.8	0
2M2	78.9	0.8	18.0	65.0	2.4	21.3	14.4	0
2R1.5	77.6	1.0	14.0	65.0	2.4	21.3	14.7	0
2L1.5	78.9	-0.1	15.3	65.0	2.4	21.3	15.4	0
2M1	77.8	0.4	11.7	65.0	2.4	21.3	16.1	0
1M2	84.0	0.0	16.5	65.0	2.4	21.3	19.8	0
1M1	80.9	0.0	9.4	65.0	2.4	21.3	20.0	0
0M3	86.9	-0.3	8.1	65.0	2.4	21.3	25.7	0
0M2	88.2	-0.1	7.6	65.0	2.4	21.3	27.1	0
0M1	89.9	-0.1	5.4	65.0	2.4	21.3	29.7	0

BIOGRAFIJA AUTORA

Dr Ivan Ristić, rođen je 06. 03. 1976. godine u Nišu. Osnovnu školu i gimnaziju (prirodno-matematički smer) završio je u Nišu sa odličnim uspehom. Nakon završene gimnazije upisao je Medicinski fakultet (stomatološki odsek), školske 1995/96. godine i diplomirao 15. 07. 2003. godine sa prosečnom ocenom 9,62.

Školske 2003/04. godine upisao je postdiplomske magistarske studije na Medicinskom fakultetu u Nišu iz oblasti Stomatološka protetika. Položio je sve ispite magistarskih studija sa prosečnom ocenom 10. Godine 2008. upisao je postdiplomske doktorske akademske studije, smer Klinička stomatologija.

Bio je stipendista Ministarstva nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije.

Na osnovu rešenja Ministarstva zdravlja Republike Srbije, donešenog 18. 03. 2008. godine, odobrena mu je specijalizacija iz Stomatološke protetike. Specijalistički ispit je položio 01. 03. 2013. godine sa odličnom ocenom.

Radni odnos na Medicinskom fakultetu u Nišu zasnovao je 01. 11. 2006. godine kao saradnik za užu naučnu oblast Stomatološka protetika-pretklinika.

Na institutu za strane jezike "Pavle Stojković" u Nišu pohađao je i položio šest kurseva engleskog jezika.

U okviru rada Centra za praćenje, obezbeđivanje, unapređenje i razvoj kvaliteta studijskih programa, nastave i naučnoistraživačkog rada, pohađao je i uspešno položio seminar "Pedagoško metodičko usavršavanje fakultetskih saradnika", na Medicinskom fakultetu u Nišu, 2008. godine.

Učešće u projektima

Učesnik je u dva projekta finansirana od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije:

1. Plodnost DNK i drugi kariometrijski parametri u dijagnostici i terapiji tumora glave i vrata, evidencioni broj projekta 101619, rukovodilac projekta prof. dr D. Mihailović.

2. Biokompatibilnost i mogućnosti primene biomaterijala na bazi hidroksiapatita i biopolimera u tkivnoj reparaciji-eksperimentalne i kliničke studije, evidencioni broj projekta 145068, rukovodilac projekta prof. dr V. Savić.

Članstvo u profesionalnim asocijacijama

Pridruženi je istraživač Univerziteta u Texas-u, u okviru Centra za biomimetiku i biomaterijale, stomatološkog fakulteta u Houston-u.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ

Изјављујем да је докторска дисертација, под насловом

**УТИЦАЈ КОМПЈУТЕРСКОГ ТРЕНИНГ ПРОГРАМА
И СТАНДАРДНИХ МЕТОДА НА КВАЛИТЕТ ОДРЕЂИВАЊА БОЈЕ ЗУБА
ПРИ РАЗЛИЧИТИМ ИЗВОРИМА СВЕТЛОСТИ**

која је одбрањена на _____ факултету Универзитета у Нишу:

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да ову дисертацију, ни у целини, нити у деловима, нисам пријављивао/ла на другим факултетима, нити универзитетима;
- да нисам повредио/ла ауторска права, нити злоупотребио/ла интелектуалну својину других лица.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци, који су у вези са ауторством и добијањем академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада, и то у каталогу Библиотеке, Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Нишу, као и у публикацијама Универзитета у Нишу.

У Нишу, 08. 04. 2016.

Потпис аутора дисертације:

(Иван С. Ристић)

**ИЗЈАВА О ИСТОВЕТНОСТИ ЕЛЕКТРОНСКОГ И ШТАМПАНОГ ОБЛИКА
ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ**

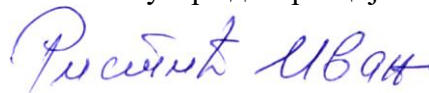
Наслов дисертације:

**УТИЦАЈ КОМПЈУТЕРСКОГ ТРЕНИНГ ПРОГРАМА
И СТАНДАРДНИХ МЕТОДА НА КВАЛИТЕТ ОДРЕЂИВАЊА БОЈЕ ЗУБА
ПРИ РАЗЛИЧИТИМ ИЗВОРИМА СВЕТОСТИ**

Изјављујем да је електронски облик моје докторске дисертације, коју сам предао/ла за уношење у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, истоветан штампаном облику.

У Нишу, 08. 04. 2016.

Потпис аутора дисертације:



(Иван С. Ристић)

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Никола Тесла“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу унесе моју докторску дисертацију, под насловом:

УТИЦАЈ КОМПЈУТЕРСКОГ ТРЕНИНГ ПРОГРАМА И СТАНДАРДНИХ МЕТОДА НА КВАЛИТЕТ ОДРЕЂИВАЊА БОЈЕ ЗУБА ПРИ РАЗЛИЧИТИМ ИЗВОРИМА СВЕТЛОСТИ

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском облику, погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију, унету у Дигитални репозиторијум Универзитета у Нишу, могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons), за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прераде (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прераде (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

У Нишу, 08. 04. 2016.

Потпис аутора дисертације:

(Иван С. Ристић)