

# Sposobnost studenata Dentalne medicine da točno detektiraju boju zuba ovisno o stupnju edukacije

---

**Dadić, Josip**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Dental Medicine and Health Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:243:019316>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-02**

*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Dental Medicine and Health Osijek  
Repository](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET ZA DENTALNU MEDICINU I ZDRAVSTVO  
OSIJEK**

**Integrirani preddiplomski i diplomski studij Dentalna medicina**

**Josip Dadić**

**SPOSOBNOST STUDENATA  
DENTALNE MEDICINE DA TOČNO  
DETEKTIRAJU BOJU ZUBA OVISNO O  
STUPNJU EDUKACIJE**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2022.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET ZA DENTALNU MEDICINU I ZDRAVSTVO  
OSIJEK**

**Integrirani preddiplomski i diplomski studij Dentalna medicina**

**Josip Dadić**

**SPOSOBNOST STUDENATA  
DENTALNE MEDICINE DA TOČNO  
DETEKTIRAJU BOJU ZUBA OVISNO O  
STUPNJU EDUKACIJE**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2022.**

Rad je ostvaren na Sveučilištu Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet za dentalnu medicinu i zdravstvo Osijek, Integrirani preddiplomski i diplomski studij Dentalne medicine.

Mentorica rada: Prof. prim. dr. sc. Daniela Kovačević Pavičić, dr. med. dent.

Rad ima: 28 listova, 2 tablice i 10 slika.

**Znanstveno područje:** Biomedicina i zdravstvo

**Znanstveno polje:** Dentalna medicina

**Znanstvena grana:** Protetika dentalne medicine

## ZAHVALA

Zahvaljujem mentorici prof. prim. dr. sc. Daniela Kovačević Pavičić, dr. med. dent., na uloženom radu, trudu te pomoći u pisanju ovog rada.

Zahvaljujem svojoj obitelji koja je kroz cijelo školovanje bila uz mene i pomagala mi u napredovanju.

Također zahvaljujem svim kolegama i prijateljima koji su bili uza me za vrijeme studiranja pružajući mi potporu.

## Sadržaj

1.	<u>UVOD</u> .....	1
1.1.	<u>PERCEPCIJA BOJE</u> .....	1
1.2.	<u>KATEGORIZACIJA BOJA</u> .....	2
1.3.	<u>BOJA ZUBA</u> .....	3
1.4.	<u>ODREĐIVANJE BOJE ZUBA</u> .....	3
1.4.1.	<u>Vizualno (klasično) određivanje boje zuba</u> .....	3
1.4.2.	<u>Instrumentalno određivanje boje</u> .....	4
1.4.3.	<u>Faktori koji utječu na određivanje boje</u> .....	6
2.	<u>HIPOTEZA</u> .....	7
3.	<u>CILJ ISTRAŽIVANJA</u> .....	8
4.	<u>ISPITANICI I METODE</u> .....	9
4.1.	<u>Ustroj studije</u> .....	9
4.2.	<u>Ispitanici</u> .....	9
4.3.	<u>Metode</u> .....	9
4.4.	<u>Statističke metode</u> .....	10
5.	<u>REZULTATI</u> .....	11
6.	<u>RASPRAVA</u> .....	16
7.	<u>ZAKLJUČAK</u> .....	18
8.	<u>SAŽETAK</u> .....	19
9.	<u>SUMMARY</u> .....	20
10.	<u>LITERATURA</u> .....	21
11.	<u>ŽIVOTOPIS</u> .....	24

## **POPIS KRATICA**

CIE – Međunarodna komisija za osvjetljenje

CRI – Indeks prikaza boje

DSLR – digitalni fotoaparati s refleksijom jedne leće

## 1. UVOD

Boju definiramo kao svjetlost, koja se reflektira s objekta, dok boja reflektirane svjetlosti ovisi o boji upadne svjetlosti i samom načinu kojim se boja modificira prilikom refleksije (1).

To je kompleksan psihofizički fenomen koji možemo percipirati na razne načine, odnosno ovisan je o promatraču i izvoru osvjetljenja. Doživljaj boje subjektivan je jer ovisi o moždanoj reakciji na podražaj koji primaju fotoreceptorske stanice mrežnice oka (2, 3). Vidljivost boja započinje apsorpcijom svjetla u fotoreceptorima mrežnice, koji je pretvaraju u električne napone, te se zatim ti naponi pretvaraju u akcijske potencijale s pomoću stanica mrežnice. Postoje tri vrste fotoreceptora za prepoznavanje boja, koji apsorbiraju razne valne duljine označavane slovima: (L) za duge, (M) za srednje i (S) za kratke valne duljine. Utvrđeno je postojanje specijaliziranog sustava, koji se nalazi unutar vidnog korteksa posvećen analizi informacija o boji. Boja nam olakšava prepoznavanje predmeta, te nam pomaže u vizualnom pamćenju. Također pruža estetsku komponentu vizualnom iskustva (4). Boja se ne može mjeriti, jer je perceptivna kvaliteta. Kada je riječ o mjerenju boja, tada govorimo o mjerenju optičkih svojstava kao što su: propusnost, refleksija i intenzitet. Postoje dvije klase spektra boje, u prvoj se uspoređuje što čini objekt svjetlosti u usporedbi s nekim standardom, te se on dijeli na dvije vrste spektri transmisije i refleksije. Tu se gleda količina reflektirane svjetlosti od objekta, u usporedbi s količinom reflektirane svjetlosti od bijele ravne površine. Dok se kod spektra transmisije gleda količina svjetlosti koju prenosi objekt u usporedbi sa standardnim medijem najčešće vodom ili zrakom. Druga klasa spektra mjeri samu svjetlost, kao što je, na primjer, tok fotona (5).

### 1.1. PERCEPCIJA BOJE

Bojama se u našem životu ne koristimo samo kao ukrasom, nego nam služe kako bismo lakše identificirali i opisali materijale i predmete u našoj okolini, prilikom komunikacije s drugim ljudima. Uz pomoć percepcije boje i prepoznavanje predmeta možemo najpreciznije identificirati neki materijal ili predmet (6). Ljudski je vid boja trikromatski, jer postoje tri klase fotoreceptora, koji su osjetljivi na kratke, srednje i duge valne duljine. Apsorpcijom fotona započinje percepcija boja od fotoreceptora, zatim vanjski segmenti fotoreceptora uključuju različite proteine, koji su uključeni u fototransdukciju. Raspon svjetlosnog odgovora određen je količinom fotona koje apsorbiraju fotoreceptori, a vjerojatnost da će neki foton bit apsorbiran ovisi o njegovoj valnoj duljini (7, 8). Ljudsko oko može detektirati malen dio elektromagnetnog



spektra. On uključuje valove, mikrovalove, infracrveno vidljivo svjetlo i ultraljubičasto svjetlo. Svjetlo se sastoji od raznih valnih duljina, a naše oko percipira ih kao boje. Rezultat reflektiranih valnih duljina zapravo je boja koju vidimo svojim očima. Ne postoji precizno ograničenje za vidljivi spektar valnih duljina, jer on ovisi o količini snage zračenja koja dopire do mrežnice i same osjetljivosti promatrača. Smatra se da je donja granica između 360 nm i 400 nm, a gornja između 760 nm i 830 nm. Valne duljine od 700 nm pripadaju crvenom kraju spektra, do 400 nm ljubičastom kraju spektra, a na 555 nm nalazi se područje zelenog spektra (9, 10).

## 1.2. KATEGORIZACIJA BOJA

Ljudsko je oko sposobno opaziti više od dva milijuna različitih boja, ali one se grupiraju u nekoliko manjih kategorija. Jedna je od kategorija zelena boja. Ona se odnosi na velik broj različitih nijansi, ali one se sve nazivaju zelena. Kategorije boja razlikuju se po veličini, neki pojmovi boje preciznije se odnose na određene boje, nego što su neki drugi pojmovi, npr. žuta i crvena odnose se na ograničen raspon boja. Zelena ima znatno više različitih nijansi zelene. Stoga se može zaključiti da žuta i crvena opisuju preciznije informacije o boji od zelene, zbog toga što se pojam zelena može odnositi na širok raspon nijansi zelene boje (6, 11). Smatra se da su: plava, zelena, crvena i žuta elementarne boje, odnosno jedinstvene nijanse. Njihovim miješanjem može se dobiti bilo koja druga boja (12). Kategorička percepcija boje, opisuje da se boje unutar jedne kategorije razlikuju manje od boja u različitim kategorijama. Kada opisujemo neku boju, skloni smo je kategorizirati i svrstati je u diskretnu kategoriju kao što je npr. „crvena“. To možemo nazvati „jezična kategorija“ jer odgovara jezičnom pojmu određene boje. Podudarnost neke boje i kategorije svojstvo je skupa podražaja, a ne ljudske percepcije boje. Boje su posljedica kategorizacije, a ne obilježje percepcije boja. Povezanost između određenih nijansi i jezične kategorizacije boja i dalje je nejasna, ali se sumnja da elementarne boje imaju posebnu ulogu u percepciji boja. Binarne su nijanse prijelazi između elementarnih nijansi boje, to su one nijanse kojima dvije susjedne nijanse doprinose isti iznos. Ove se nijanse razlikuju na nekoliko načina od lingvističkih kategorija čije se granice ne podudaraju s jedinstvenim ili binarnim nijansama. Prijelaz između nijansi može biti veći postupno ili kontinuirano. Postupni prijelaz između nijansi može se smatrati kategoričkom percepcijom, dok se kontinuirani prijelaz između nijansi smatra više lingvističkom kategorijom (12, 13).

### 1.3. BOJA ZUBA

Zubi imaju značajan utjecaj na estetski izgled lica, a čimbenici koji utječu na izgled zuba jesu: oblik i boja zuba, sami položaj, posebice prednjih zuba. Na zadovoljstvo pacijenata uvelike utječe boja njihovih zuba. Ljudi pretežno žele biserno bijele zube, smatrajući to estetskim idealom, dok pojava karijesa, neestetski protetski nadomjestci ili gubitak prednjih zuba prouzrokuju nezadovoljstvo samim izgledom zuba (14). Važno je detektirati točnu boju zuba, kako bi se protetski, odnosno restauracijski nadomjestak uskladio s prirodnom bojom pacijentovih zuba, te kako bi se na taj način zadovoljila estetika nadomjestka. Pravilan odabir boje zuba služi nam kako bismo informacije o boji pacijentovih zuba prenijeli dentalnom tehničaru u laboratoriju, te kako bi dentalni tehničar mogao izraditi protetski nadomjestak (2, 15).

### 1.4. ODREĐIVANJE BOJE ZUBA

Određivanje boje zuba oduvijek je bio veliki izazov za stomatologa. Ljudsko oko može vrlo dobro razaznati jako male razlike nijanse boje, međutim, problem nastaje u komunikaciji. Katkad nije lako riječima opisati male razlike u nijansama boje dentalnom tehničaru u laboratoriju. Zbog toga je došlo do razvijanja raznih instrumenata i sustava za određivanje boje zuba (16). Postoje dvije glavne metode za određivanje boje zuba: vizualna (konvencionalna) i instrumentalna (digitalna) metoda uz pomoću uređaja za mjerenje boja. Vizualno određivanje boja subjektivno je, dok je instrumentalna metoda objektivna, jer ona mjeri količinu reflektirane svjetlosti od objekta u intervalima od 25 nm preko vidljivog spektra, te prenosi informacije o boji preko oznaka Međunarodne komisije za rasvjetu (CIE) po kojoj se mogu opisati sve boje vidljive ljudskom oku (17).

#### 1.4.1. Vizualno (klasično) određivanje boje zuba

Vizualno određivanje boja najčešće je korištena metoda određivanja boje zuba. Međutim, ova je metoda subjektivna i ovisi o više faktora kao što su: dob, spol osvjetljenje, okolina, profesionalno iskustvo i umor. Rasvjeta značajno utječe na boju zuba. Dnevno svjetlo smatralo se standardnim u usporedbi s drugim izvorom svjetla (18). Prilikom vizualnog određivanja boje zuba koriste se ključevi boja. Ključevi boja mogu se klasificirati na temelju: oblika (oblik zuba, oblik diska ili trake), materijala (keramika, akrilatna smola ili kompozitna smola), vrsta izrade

(prilagođena ili tvornička) i koncepcije (teoretske, empirijske ili utemeljene na dokazima). Ključ boja treba izražavati specifične karakteristike kao što su: racionalan raspored, jednostavna manipulacija i preciznost(19). Pločice moraju biti pravilno posložene u ključu boja, kako bi odabir boje bio lakši i precizniji. Svaki proizvođač proizveo je svoje ključeve boja za svoje proizvode, jer različiti materijali od različitih proizvođača pokazuju različite nijanse boje i različita optička svojstva. Za izradu ključa boje, predloženo je da se koristi restauracijski materijal, jer se boja i optička svojstva mogu razlikovati od ključa boja. Korištenje stvarnih restauracijskih materijala na ključu boja dovelo je do preciznijeg određivanja boja (19). Boja opažena ljudskim okom, može biti promijenjena osvjetljenjem, bojom gingive i bojom okoline. U stomatološkoj ordinaciji dostupna su tri izvora svjetlosti: prirodno dnevno svjetlo, koje može biti promjenjivo, svjetlo stomatološke stolice i fluorescentna stropna svjetla. Optimalno osvjetljenje za određivanje boje zuba jest svjetlo koje osigurava temperaturu boje između 5500 K i 6500 K i indeks prikaza boja CRI (engl. *Color rendering indeks*) veći od 90 (20). Određivanje boje zuba treba izvršiti u prisutnosti jednog izvora svjetla, jer preklapanje dvaju ili više izvora svjetla može potaknuti metamerizam. Metamerizam predstavlja optički fenomen stvaranjem identičnih stimulansa dviju boja u određenim uvjetima. Boju zuba određujemo prema najbližoj standardiziranoj boji na ključu boja (2, 20).



Slika 1. Ključ boja Vita classical (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Njemačka) (Fotografirao autor.)

#### 1.4.2. Instrumentalno određivanje boje

Spektrofotometar je uređaj koji se najčešće koristi za instrumentalno određivanje boje zuba. On mjeri odnos reflektirane svjetlosti sa zuba i reflektirane svjetlosti bijele referentne površine. Ovi su uređaji precizni i stabilni. S pomoću njih možemo procijeniti postoji li

metamerizam. Uređaj emitira monokromatsku svjetlost valne duljine od 380 do 700 nm pod kutom od 45°, a detektira reflektiranu svjetlost pod kutom od 0° u odnosu na površinu uzorka. Mjerenja se obavljaju preko crne i bijele pozadine. Spektrofotometar koji se najčešće koristi u stomatološkim ordinacijama jest VITA Easyshade (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Njemačka), koji omogućuje određivanje boje zuba, a također se može koristiti i za odrađivanje boje različitih restauracija. Uređaj može mjeriti boju cijelog zuba ili boje zuba po trećinama. Boje koje ovaj uređaj očitava jednake su klasičnom VITAPAN (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Njemačka) ključu boja (21).

Kolorimetar je uređaj koji mjeri boju prema 3-komponentnoj teoriji boja. On pretvara plavu, crvenu i zelenu vidljivog spektra boja od kojih svaka ima svoju vlastitu nijansu. Uređaj je dizajniran tako može određivati boju prirodnih zuba i boju metalo-keramičke krunice. Prema nijansi, kolorimetar određuje boju tako što odabire najbližu nijansu prema standardiziranom ključu boja, te ga ispisuje kao broj. Nakon toga potrebno je da stomatolog potvrdi dobiveni rezultat referentnim ključem boja Vita Classic (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Njemačka) ili Vintage Halo (Shofu Inc., Kyoto, Japan). Treba uzeti u obzir da se može pojaviti metamerizam. Prednost je ovog uređaja što minimalizira subjektivne aspekte određivanja boja. Nedostatak mu je što je uređaj dizajniran za mjerenje boja ravnih površina, dok je površina zuba neravna, što pridonosi većem broju pogrešaka prilikom određivanja boje zuba (22, 23).

Digitalne kamere sve se više koriste u stomatološkoj praksi, jer su specifični instrumenti za određivanje boje skupi i često nisu dostupni svima. Prednosti digitalnih fotografija u tome su što se vrlo jednostavno mogu pohraniti i proslijediti dentalnom tehničaru, pružajući kvalitetne informacije u vezi s bojom i oblikom zuba. Koriste se različiti uređaji za izradu digitalnih fotografija (24). Digitalni fotoaparati DSLR (engl. *digital single lens reflex*) predstavljaju zlatni standard u fotografiranju dentalnih fotografija, zbog visoke kvalitete samih fotografija. U posljednje vrijeme došlo je do značajnog poboljšanja kamera na mobilnim uređajima, te je sve popularnija primjena mobilnih uređaja za izradu dentalnih fotografija. Kamere na mobilnim uređajima imaju sve bolju kvalitetu senzora i rezoluciju. Osim toga glavna prednost mobilnog uređaja u odnosu na digitalni fotoaparat jesu jednostavnija primjena, niža cijena i manja masa (25).



Slika 2. Spektrofotometar VITA Easyshade compact (Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Njemačka) (CC BY)

### 1.4.3. Faktori koji utječu na određivanje boje

Prilikom određivanja boje zuba, mogu se pojaviti pogreške, a kako bi se smanjila njihova učestalost, potrebno je znati faktore koji utječu na određivanje boje zuba. Faktori koji utječu na vizualne metode određivanja boja jesu: dob, spol, svjetlost, iskustvo stomatologa, umor, percepcija boje i okolina (26). Kako bi se smanjila mogućnost pogrešaka prilikom određivanja boje, izdane su smjernice za vizualno određivanje boja. Pacijenta bi trebalo pripremiti prije određivanja boje zuba. Preporučuje se prekriti pacijentovu odjeću kompresom sive boje, ukloniti naslage sa zuba te, ako pacijentica ima ruž na usnama, potrebno ga je ukloniti. Poželjno bi bilo odabrati boju prije zahvata kako bismo izbjegli zamor oka. Pri odabiru treba se koristiti odgovarajućim ključem boja, te odabranu boju promatrati pod različitim uvjetima osvjetljenja. Kako bismo izbjegli zamor oka, ne bismo trebalo uspoređivati boju duže od sedam sekundi, te napraviti pauzu gledajući u neutralnu sivu podlogu pa zatim ponoviti proces (2).

Instrumentalne metode određivanja boje zuba pouzdanije su u usporedbi s vizualnom metodom, ali na pouzdanost i preciznost ovih uređaja također utječe nekoliko faktora: položaj i iskustvo stomatologa, način rada uređaja i osvjetljenje. Kako bi se povećala preciznost, preporuka je za instrumentalno određivanje boje korištenje svjetlosnoga polariziranog filtra koji uklanja okolnu refleksiju i svjetlost koja nastaje od sline ili okolnih zubi. Također je jedan od nedostataka instrumentalne metode cijena uređaja i potrebno iskustvo rada određenim instrumentom. Kako bi se smanjio broj pogrešaka pri određivanju boje zuba, predloženo je da se koristi kombinacija vizualne i instrumentalne metode (27, 28).

### **2. HIPOTEZA**

Nulta hipoteza u ovom istraživanju jest: postoji statistički značajna razlika u sposobnosti studenata dentalne medicine da točno detektiraju boju zuba ovisno o stupnju edukacije.

### 3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj je ovog istraživanja procijeniti sposobnost studenata dentalne medicine da uz pomoć dvaju ključeva boja točno odrede boju zuba, te utvrditi utječe li kliničko znanje studenata dentalne medicina na sposobnost prepoznavanja boje zuba.

## 4. ISPITANICI I METODE

### 4.1. Ustroj studije

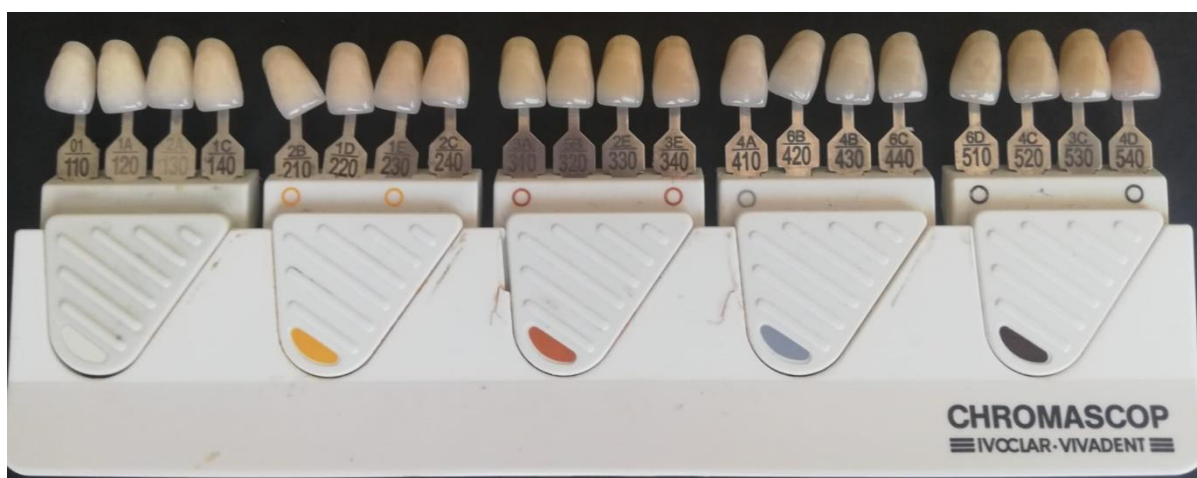
Diplomski rad napravljen je u obliku presječne studije (35)

### 4.2. Ispitanici

Za potrebe istraživanja prikupljeni su podaci o dobi i spolu, godini rođenja i godini studija. U ovom istraživanju sudjelovalo je 60 studenata Fakulteta za dentalnu medicinu i zdravstvo u Osijeku. Ispitanici su podijeljeni u dvije grupe po 30 ispitanika. U prvoj grupi (30 ispitanika) sudjelovali su studenti dentalne medicine prve i druge godine (bez kliničkog znanja o boji zuba), a u drugoj grupi (30 ispitanika) sudjelovali su studenti pete i šeste godine. Prije ispitivanja svaki je ispitanik dao informirani pristanak za sudjelovanje u istraživanju i pristao na korištenje informacija u svrhu provođenja istraživanja. Istraživanje je provedeno u razdoblju od svibnja do lipnja 2022. godine.

### 4.3. Metode

Za potrebe istraživanja korištena su 2 ključa boja Chromascop (Ivoclar – Vivadent, Schaan, Lihtenštajn). Na jednom ključu boja bile su sakrivene oznake boja, dok su na drugom ključu boja bile prikazane oznake boja. Njihov je zadatak bio, koristeći se ključem boja s prikazanim oznakama boje, usporediti boju sa sakrivenom oznakom boje, te je staviti na odgovarajuće mjesto na ključu boja. Istraživanje je provedeno pod dnevnim svjetlom. Prije istraživanja ispitanicima je opisan njihov zadatak, te su bili upoznati s istraživanjem.



Slika br. 3. ključ boja Chromascop (Ivoclar – Vivadent, Schaan, Lihtenštajn) (Fotografirao autor.)



#### 4.4. Statističke metode

Studenti dentalne medicine grupirani su prema stupnju edukacije na studente 1. i 2. godine studija te studente 5. i 6. godine studija. Podatci o broju točnih odgovora za svaku grupu studenta analizirani su metodama opisne statistike.

Varijabla broj točnih odgovora diskretna je numerička varijabla. Stoga je za testiranje postojanja statistički značajne razlike između broja točnih odgovora studenata dentalne medicine 1. i 2. godine te studenata dentalne medicine 5. i 6. godine korišten Mann-Whitney U test (Wilcoxon rank sum test) za dva nezavisna uzorka. Mann-Whitney U test za dva nezavisna uzorka neparametrijski je test koji se može primijeniti uz pretpostavku da su distribucije studenata dviju skupina sličnog oblika. Navedena pretpostavka provjerena je grafičkom analizom.

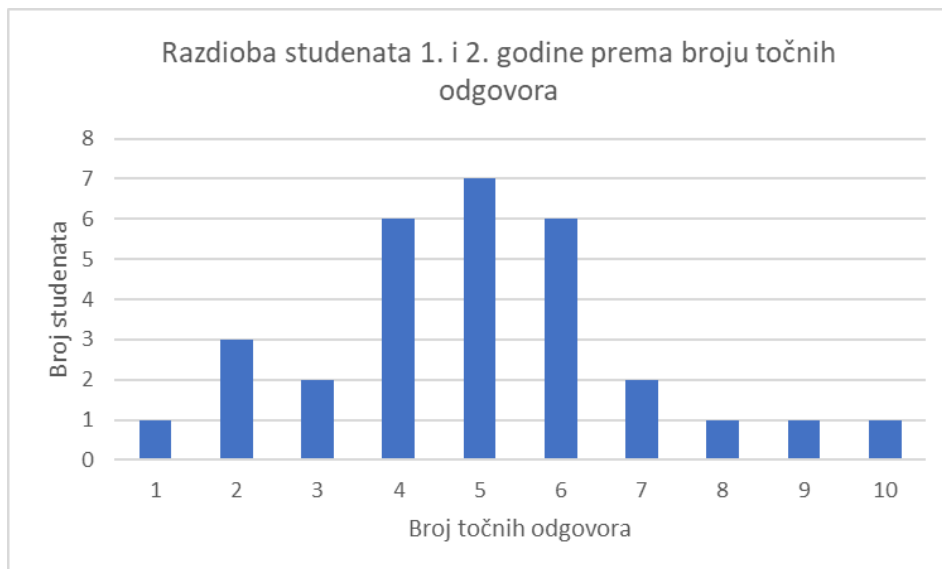
Dodatno su za svaku grupu studenata određene najlakše i najteže prepoznatljive boje. Za ove je boje testirano postojanje statističke značajne razlike u proporciji broja točnih odgovora između dviju grupa. Testiranje je provedeno hi-kvadrat testom o jednakosti proporcija.

Svi testovi provedeni su na razini značajnosti od 0,05.

U ovom je istraživanju za analizu podataka korišten statistički programski paket STATA (inačica 11, StataCorp LP., College Station, USA) i MS Excel.

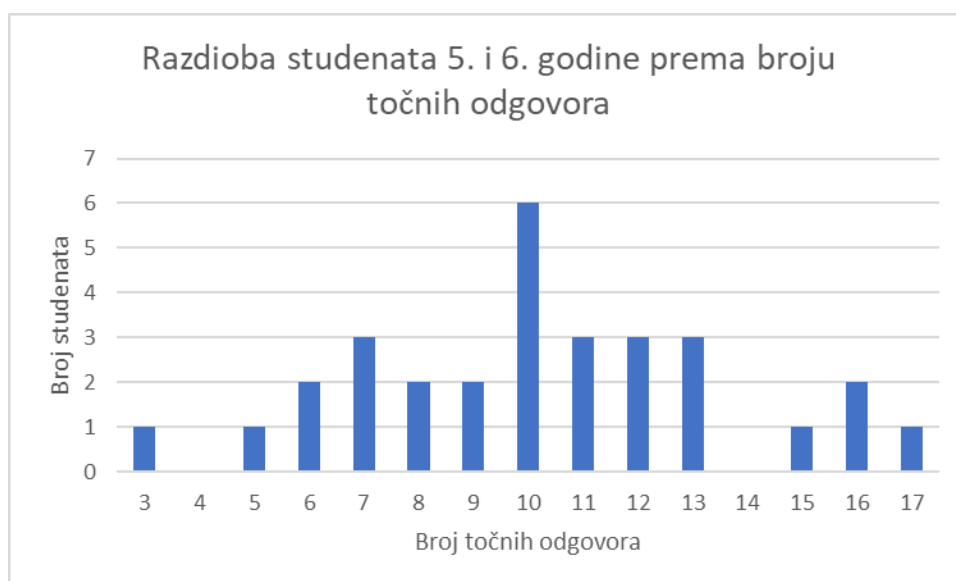
5. REZULTATI

Razdioba studenata 1. i 2. godine prema broja točnih odgovora prikazana je na Slici 4., a studenata 5. i 6. godine na Slici 5.



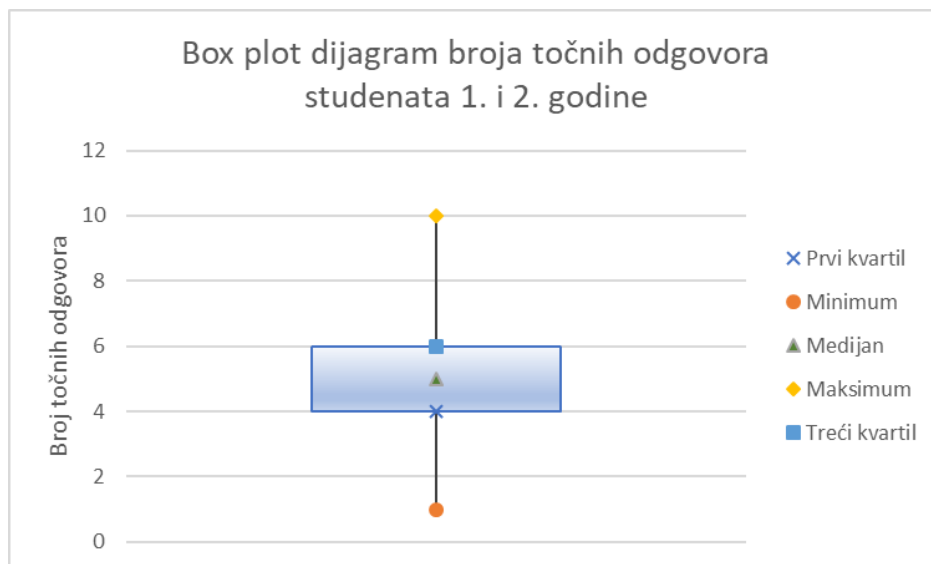
Slika 4. Broj studenata 1. i 2. godine prema broju točnih odgovora

Od mogućih 20 točnih odgovora, raspon broja točnih odgovora u skupini studenata 1. i 2. godine jest 9. Najmanji je broj ostvarenih točnih odgovora 1, a najveći 10. Raspon broja točnih odgovora studenata 5. i 6. godine jest 14 točnih odgovora. U ovoj je skupini pak najmanji broj točnih odgovora 3, a najveći 17.



Slika 5. Broj studenata 5. i 6. godine prema broju točnih odgovora

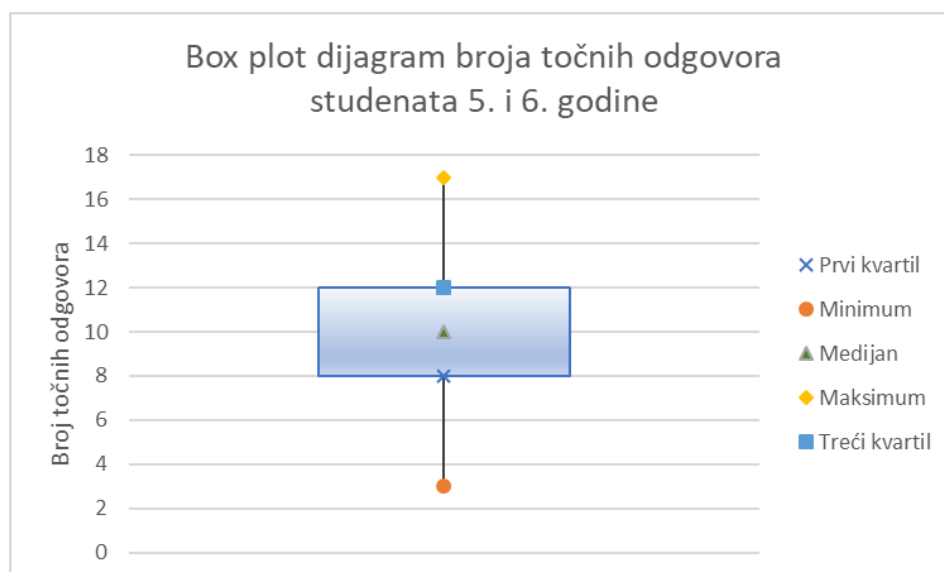
Prosječan je broj točnih odgovora studenata 1. i 2. godine 4,97, uz prosječno odstupanje od 2,04 točna odgovora. Prosjek je broja točnih odgovora studenata 5. i 6. godine 10,23, uz prosječno odstupanje od 3,37 točnih odgovora.



Slika 6. Box plot dijagram broja točnih odgovora studenata 1. i 2. godine

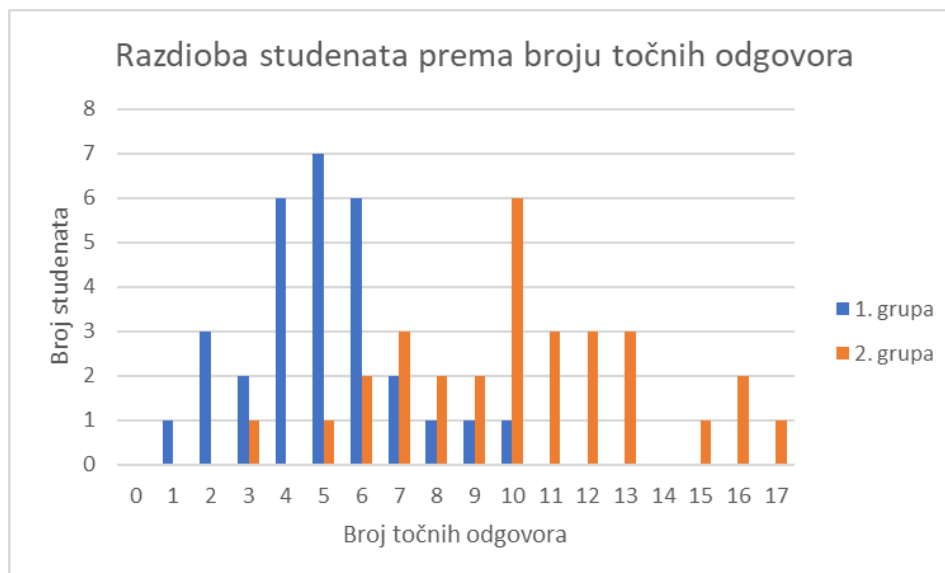
Razdiobe broja točnih odgovora obiju grupa blago su pozitivno asimetrične – koeficijent asimetrije u skupini studenata 1. i 2. godine iznosi 0,36, a studenata 5. i 6. godine 0,08.

Box plot dijagram broja točnih odgovora studenata 1. i 2. godine prikazan je na Slici 6., a studenata 5. i 6. godine na Slici 7.



Slika 7. Box plot dijagram broja točnih odgovora studenata 5. i 6. godine

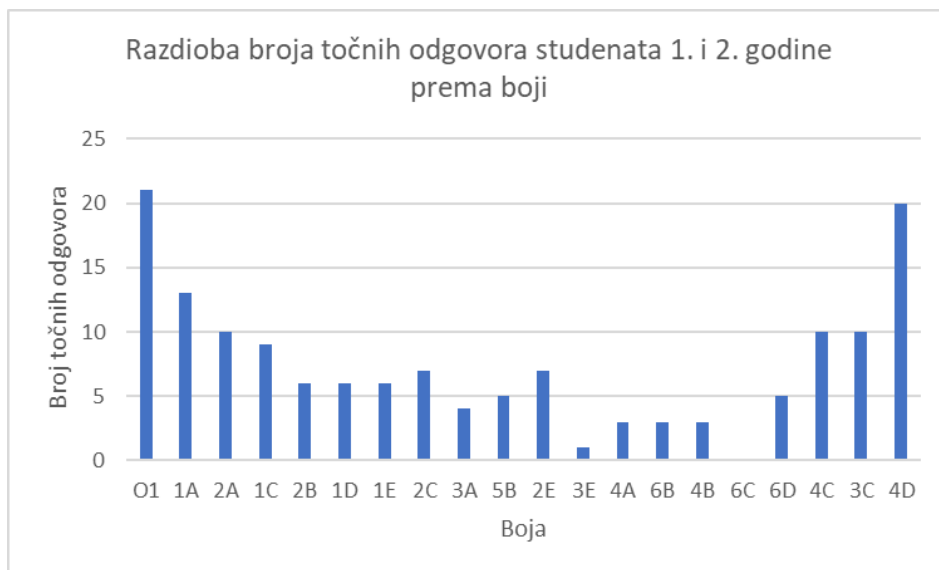
Polovica studenata 1. i 2. godina ima 5 točnih odgovora ili manje, a polovica studenata 5. i 6. godine ima 10 točnih odgovora ili manje. Interkvartilni raspon broja točnih odgovora studenata 1. i 2. godine jest 2 točna odgovora, studenata 5. i 6. godine 4 točna odgovora.



Slika 8. Razdioba broja točnih odgovora obiju grupa studenata

Iz Slike 8. može se zaključiti da su razdiobe broja točnih odgovora obiju grupa sličnog oblika, čime je zadovoljena osnovna pretpostavka Mann-Whitney U testa.

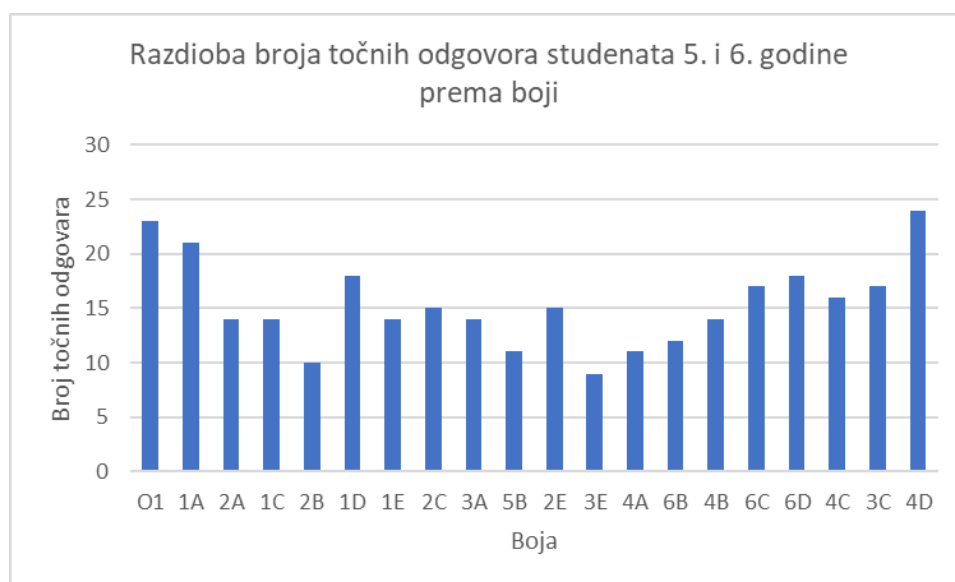
Proveden je dvosmjerni i jednosmjerni Mann-Whitney U test. Rezultati dvosmjernog testa ukazuju na postojanje statistički značajne razlike između broja točnih odgovora studenata 1. i 2. godine i studenata 5. i 6. godine ( $P < 0,001$ ,  $U = 78,5$ ). Jednosmjernim Mann-Whitney U testom testirana je pretpostavka da je broj točnih odgovora studenata 5. i 6. godine statistički značajno veći od broja točnih odgovora studenata 1. i 2. godine. Dobivena empirijska razina značajnosti jest  $P < 0,001$ , pa se na temelju toga može zaključiti da su studenti 5. i 6. godine uspješniji u prepoznavanju boja od studenata 1. i 2. godine.



Slika 9. Broj točnih odgovora studenata 1. i 2. godine prema boji

Najlakše i najteže prepoznatljive boje za svaku grupu studenata određene su analizom razdioba broja točnih odgovora prema bojama. Iz Slike 9. vidljivo je da studenti 1. i 2. godine dentalne medicine imaju najveći broj točnih odgovora pri određivanju boje 01, a najmanji pri određivanju boje 6C.

Studenti 5. i 6. godine dentalne medicine najveći broj točnih odgovora imali su pri određivanju boje 4D, a najmanji pri određivanju boje 3E (Slika 10.).



Slika 10. Broj točnih odgovora studenata 5. i 6. godine prema boji

Proporcije broja točnih odgovora obiju grupa studenata za boje 01, 4D, 6C i 3E prikazane su u Tablici 1.

Tablica 1. Broj točnih odgovora za najlakše i najteže prepoznatljive boje

Proporcija broja točnih odgovora		
Boja	Studenti 1. i 2. godine	Studenti 5. i 6. godine
01	0,70	0,77
4D	0,67	0,80
6C	0,00	0,57
3E	0,03	0,30

Postojanje statistički značajne razlike u proporciji broja točnih odgovora studenata dentalne medicine za boje 01, 4D, 6C i 3E testirano je hi-kvadrat testom. Rezultati testova prikazani su u Tablici 2.

Tablica 2. Rezultati hi-kvadrat testova o jednakosti proporcija točnih odgovora studenata 1. i 2. godine i studenata 5. i 6. godine za boje 01, 4D, 6C i 3E

Boja	Hi-kvadrat	P vrijednost
01	0,34	0,56
4D	1,36	0,24
6C	23,72	0,00
3E	7,68	0,01

Na temelju rezultata hi-kvadrat testa za boje s najvećim brojem točnih odgovora može se zaključiti da za boje 01 i 4D ne postoji statistički značajna razlika u proporciji broja točnih odgovora između studenata 1. i 2. godine te studenata 5. i 6. godine ( $P > 0,05$ ). Dakle, studenti obiju grupa imaju jednaku proporciju točnih odgovora pri prepoznavanju boja 01 i 4D.

Rezultati hi-kvadrat testa za boje s najmanjim brojem točnih odgovora ukazuju na postojanje statistički značajne razlike za boje 6C i 3E u proporciji broja točnih odgovora između studenata 1. i 2. godine te studenata 5. i 6. godine ( $P < 0,05$ ). Stoga se na temelju uzorka može zaključiti da studenti dentalne medicine 5. i 6. godine sa statistički značajno većom točnošću prepoznaju boje 6C i 3E.

## 6. RASPRAVA

Određivanje boje zuba predstavlja velik izazov u svakidašnjoj stomatološkoj praksi. Kako bi određivanje boje bilo uspješno, kliničari moraju razumjeti karakteristike zubi i restaurativnih materijala, kao i boju te sam izvor svjetlosti. Izvor svjetlosti i karakteristike zubi mogu ometati optička svojstva kao što su refleksija i apsorpcija svjetla. Ne postoji zajedničko mišljenje o tome koja je metoda najbolja, te se smatra da se najbolje koristiti instrumentalnom metodom kao dodatnom metodom, a ne kao zamjenom za vizualnu metodu. Zbog toga što instrumentalna metoda ne uzima u obzir karakteristike kao što su: geometrija i površina zuba, prozirnost i varijacija boje, te utjecaj podloge (29).

Cilj ovog istraživanja bio je procijeniti sposobnost studenata dentalne medicine da detektiraju točnu boju zuba, te utvrditi utječe li razina edukacije na sposobnost razlikovanja boje. Sudionici ovog istraživanja koristili su se vizualnom metodom određivanja boja uz pomoć ključa boja. Ako usporedimo sposobnost u određivanju boje zuba između studenata nižih godina i studenata završnih godina studija naših studenata s istraživanjem Meena Jaina i sur. (30) koje je provedeno na studentima oralne kirurgije 2018. godine na stomatološkom fakultetu Faridabadu, možemo zaključiti da su rezultati istraživanja približno slični, jer je utvrđena statistički značajna razlika u sposobnosti određivanja boje zuba između studenata nižih godina i studenata završnih godina studija. Njihovo istraživanje pokazalo je da je 23,30 % studenata prve godine imalo dobre ocjene, a 36,70 % studenata završne godine imalo dobre ocjene u određivanju boje. Lošu ocjenu imalo je 10 % studenata prve godine, dok na završnim godinama nitko od studenata nije imao lošu ocjenu.

Nasuprot tomu, ako usporedimo rezultate sudionika u tom istraživanju s rezultatima sudionika u istraživanju koje su proveli Terence A. Imebery i sur. (31) na Virginia Commonwealth University School of Dentistry 2018. godine pronalazimo razliku u rezultatima. Imebery i sur. dobili su rezultate koji govore da su studenti prve godine dentalne medicine bili sposobniji u određivanju točne boje zuba u odnosu na studente 1. i 2. godine u našem istraživanju. Rezultati njihova istraživanja pokazuju da je 48 studenata imalo odličnu sposobnost raspoznavanja boja, 45 prosječno, a 2 slabo razlikovanje boja. U tom istraživanju moramo uzeti u obzir da je u njihovu istraživanju sudjelovalo 95 studenata dentalne medicine u dobi od 21 do 44 godine, pa možemo pretpostaviti da su neki od tih ispitanika imali prethodno iskustvo u određivanju boje zuba.

Studenti koji bi htjeli poboljšati svoju sposobnost određivanja boje zuba, trebali bi prvo provjeriti imaju li kakve nedostatke u raspoznavanju boja, a sposobnost raspoznavanja točne boje zuba može se poboljšati vježbom uspoređivanja boja (32). To je dokazalo istraživanje Alfouzan i sur. (33) u kojem rezultati istraživanja govore da studenti koji su imali edukacijske vježbe određivanja boje zuba, pokazuju bolju sposobnost određivanja boje zuba od studenata koji prethodno nisu prošli edukacijske vježbe. Vizualna metoda određivanja boje zuba, danas je najčešće korištena metoda. Ta metoda brza je i jeftina, iako je subjektivna i manje precizna zbog raznih faktora iz okoline koje utječu na određivanje boje kao što su: procjeniteljeva interpretacija boja i korišteni alat. Smatra se da se najbolje koristiti kombinacijom instrumentalne i vizualne metode određivanja boje zuba, kako bi određivanje boje bilo preciznije i samim tim pacijent je zadovoljniji estetskim izgledom protetskog rada. Nedostatak je instrumentalne metode pristupačnost i visoka cijena uređaja (27, 34).

Nulta hipoteza u ovom istraživanju potvrđena je jer je statistička analiza dokazala da postoji statistički značajna razlika u sposobnosti detekcije točne boje zuba između studenata nižih i završnih godina studija, kako je prikazano na Slici 8. da studenti 5. i 6. godine imaju statistički značajno više točno detektiranih boja zuba od studenata 1. i 2. godine.



**7. ZAKLJUČAK**

Na temelju ovog istraživanja i dobivenih rezultata možemo zaključiti:

1. Stupanj edukacije utječe na sposobnost raspoznavanja boja.
2. Postoji značajna statistička razlika u broju točno određenih boja zuba između studenata 1. i 2. godine i studenata 5. i 6. godine studija.
3. Na bojama s najviše točnih odgovora (01 i 4D) ne postoji statistički značajna razlika u proporciji broja točnih odgovora između studenata 1. i 2. godine, te studenata 5. i 6. godine ( $P > 0,05$ ).
4. Na bojama s najmanje točnih odgovora (6C i 3E) postoji statistička značajna razlika u proporciji broja točnih odgovora između studenata 1. i 2. godine te studenata 5. i 6. godine ( $P < 0,05$ ).

## 8. SAŽETAK

**Cilj istraživanja:** Cilj je istraživanja procijeniti sposobnost studenata dentalne medicine da uz pomoć dvaju ključeva boja točno odrede boju zuba, te utvrditi utječe li kliničko znanje studenata dentalne medicina na sposobnost prepoznavanja boje zuba.

**Nacrt studije:** Presječna studija provedena u Osijeku.

**Ispitanici i metode:** U ispitivanju je sudjelovalo 60 studenata dentalne medicine podijeljenih u dvije grupe po 30 studenata. U prvoj grupi sudjelovali su studenti 1. i 2. godine, a u drugoj grupi studenti 5. i 6. godine. S pomoću dva ključa boja sa skrivenom numeracijom boja studenti su morali usporediti boje zuba i postaviti ih na odgovarajuće mjesto na ključu boja.

**Rezultati:** Rezultati istraživanja pokazuju da su studenti 5. i 6. godine imali veći broj točnih odgovora od studenata 1. i 2. godine. Također rezultati pokazuju, da je najviše točnih odgovora bilo na bojama 01 i 4D, a najmanje točnih odgovora bilo je na bojama 6C i 3E.

**Zaključak:** Na temelju ovog istraživanja možemo zaključiti da stupanj edukacije studenata dentalne medicine utječe na sposobnost u određivanju točne boje zuba.

**Ključne riječi:** boja, boja zuba, ključ boja, stupanj edukacije.

## 9. SUMMARY

### **The ability of dental students to accurately detect tooth colour depends on the level of education**

**Objectives:** The aim of this research was to assess the dental medicine students' accurate tooth colour matching ability with the help of two dental shade guides, and to determine whether the dental medicine students' clinical knowledge affects their ability to recognize tooth colour.

**Study plan:** This research was organized as a cross-sectional study in Osijek.

**Participants and methods:** 60 dental medicine students, divided into two groups of 30, participated in the study. The first group consisted of 1st and 2nd year students, and the second group of 5th and 6th year students. Using two dental shade guides with hidden colour numbering, students had to compare tooth colours and match them accurately to the dental shade guide.

**Results:** Research results show that 5th and 6th year students had more correct answers than 1st and 2nd year students did. The results also show that most correct answers related to colours 01 and 4D, and least correct answers to colours 6C and 3E.

**Conclusion:** Based on this research, we can conclude that the dental medicine students' level of education affects their ability to determine the correct colour of teeth.

**Key words:** colour, tooth colour, dental shade guide, level of education

## 10. LITERATURA

1. Poljak-Guberina R, Kosovel Z, Šternberg Z. Prilog poznavanju utjecaja refleksije svjetlosti na boju zuba. *Acta stomatologica Croatica*. 1984;18(4):263–268.
2. Kovačević Pavičić D, Tomišić M, Simonić-Kocijan S, Lajnert V. Procjena boje zuba. *Medicina fluminensis*. 2018;54(1):28–34.
3. Medeiros JA, Pecho OE, Pérez MM, Carrillo-Pérez F, Herrera LJ, della Bona A. Influence of background color on color perception in dentistry. *J Dent*. 2021;108:103640.
4. Gegenfurtner KR, Kiper DC. Color vision. Vol. 26, *Annual Review of Neuroscience*. 2003. 181–206.
5. Johnsen S. How to measure color using spectrometers and calibrated photographs. Vol. 219, *Journal of Experimental Biology*. Company of Biologists Ltd; 2016. 772–8.
6. Witzel C, Gegenfurtner KR. Color Perception: Objects, Constancy, and Categories. *Annu Rev Vis Sci*. 2018;4:475–499.
7. Emery KJ, Kuppuswamy Parthasarathy M, Joyce DS, Webster MA. Color perception and compensation in color deficiencies assessed with hue scaling. *Vision Res*. 2021;183:1–15.
8. Thoreson WB, Dacey DM. Diverse Cell Types, Circuits, and Mechanisms for Color Vision in the Vertebrate Retina. *Physiol Rev*. 2019 ;99(3):1527–1573.
9. Grzybowski A, Kupidura-Majewski K. What is color and how it is perceived? *Clin Dermatol*. 2019;37(5):392–401.
10. Sliney DH. What is light? the visible spectrum and beyond. *Eye (Basingstoke)*. 2016;30(2):222–9.
11. He X, Witzel C, Forder L, Clifford A, Franklin A. Color categories only affect post-perceptual processes when same- and different-category colors are equally discriminable. *J Opt Soc Am A Opt Image Sci Vis*. 2014;31(4):A322–31.
12. Witzel C, Gegenfurtner KR. Are red, yellow, green, and blue perceptual categories? *Vision Res*. 2018;151:152–63.
13. Sun M, Hu L, Fan L, Zhang X. Tracking within-category colors is easier: Color categories modulate location processing in a dynamic visual task. *Mem Cognit*. 2020;48(1):32–41.
14. Tin-Oo MM, Saddki N, Hassan N. Factors influencing patient satisfaction with dental appearance and treatments they desire to improve aesthetics. *BMC Oral Health*. 2011;11:6.
15. Johnston W. Color measurement in dentistry. *Journal of Dentistry*. 2009;37:e2–e6.

16. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent.* 2010;38(SUPPL. 2):e2–16.
17. Igiel C, Lehmann KM, Ghinea R, Weyhrauch M, Hangx Y, Scheller H, et al. Reliability of visual and instrumental color matching. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2017;29(5):303–8.
18. Yılmaz B, Irmak Ö, Yaman BC. Outcomes of visual tooth shade selection performed by operators with different experience. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* 2019;31(5):500–7.
19. Tabatabaian F, Beyabanaki E, Alirezaei P, Epakchi S. Visual and digital tooth shade selection methods, related effective factors and conditions, and their accuracy and precision: A literature review. Vol. 33, *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry.* John Wiley and Sons Inc; 2021. 1084–104.
20. Śmielecka M, Dorocka-Bobkowska B. Effects of different light sources on tooth shade selection. *Dent Med Probl.* 2020;57(1):61–6.
21. Slobodan Đ, Aleksandra ML, Kosovka OĐ, Olga P. Instrumental selection of tooth color in prosthodontic rehabilitation. *Stomatol Glas Srb.* 2007;54(4):240–7.
22. Magsumova OA, Postnikov MA, Trunin DA, Filippova MD. Sovremennye aspekty opredeleniya tsveta zubov v esteticeskoi stomatologii. *Stomatologija (Mosk).* 2021;100(5):102–9.
23. Tung FF, Goldstein GR, Jang S, Hittelman E. The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *J Prosthet Dent.* 2002;88(6):585–90.
24. Sampaio CS, Atria PJ, Hirata R, Jorquera G. Variability of color matching with different digital photography techniques and a gray reference card. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 2019;121(2):333–9.
25. Soldo M, Illeš D, Čelić R, Zlatarić DK. Assessment of Color Parameters on Maxillary Right Central Incisors Using Spectrophotometer and RAW Mobile Photos in Different Light Conditions. *Acta Stomatol Croat.* 2021;54(4):353–62.
26. Liberato WF, Barreto IC, Costa PP, de Almeida CC, Pimentel W, Tioffi R. A comparison between visual, intraoral scanner, and spectrophotometer shade matching: A clinical study. *Journal of Prosthetic Dentistry.* 2018;121(2):271–5.
27. Mahn E, Tortora SC, Olate B, Cacciuttolo F, Kernitsky J, Jorquera G. Comparison of visual analog shade matching, a digital visual method with a cross-polarized light filter, and a spectrophotometer for dental color matching. *J Prosthet Dent.* 2021;125(3):511–516.

28. Revilla-León M, Methani MM, Özcan M. Impact of the ambient light illuminance conditions on the shade matching capabilities of an intraoral scanner. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2021;33(6):906–12.
29. Samra APB, Moro MG, Mazur RF, Vieira S, de Souza EM, Freire A, et al. Performance of Dental Students in Shade Matching: Impact of Training. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2017;29(2):E24–32.
30. Jain M, Jain V, Yadav NR, Jain S, Singh S, Raghav P, Kohli J, Sharma A. Dental students' tooth shade selection ability in relation to years of dental education. *J Family Med Prim Care*. 2019;8(12):4010-4014.
31. Imbery TA, Tran D, Baechle MA, Hankle JL, Janus C. Dental Shade Matching and Value Discernment Abilities of First-Year Dental Students. *Journal of Prosthodontics*. 2018;27(9):821–7.
32. Imbery TA, Killough C, Baechle MA, Hankle JL, Janus C. An evaluation of factors affecting dental shade matching in first-year dental students. *J Prosthet Dent*. 2021:S0022-3913(20)30658-2.
33. Alfouzan AF, Alqahtani HM, Tashkandi EA. The Effect of Color Training of Dental Students' on Dental Shades Matching Quality. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2017;29(5):346–51.
34. Žarko U, Hrvoje P, Robert Ć. Gender-Dependent Quality of Shade Matching of Dental Professionals and Students. *Acta Stomatol Croat*. 2020;54(4):363–370.
35. Marušić M. i sur. *Uvod u znanstveni rad u medicini*. 4. izd. Zagreb: Medicinska naklada; 2008.