

# Daltonizam kao javnozdravstveni problem

---

**Samardžić, Dea**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:171:434536>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-09**



*Repository / Repozitorij:*

[MEFST Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**MEDICINSKI FAKULTET**

**Dea Samardžić**

**DALTONIZAM KAO JAVNOZDRAVSTVENI PROBLEM**

**Diplomski rad**

**Akadska godina:**

**2021./2022.**

**Mentor:**

**izv. prof. dr. sc. Veljko Rogošić**

**Split, srpanj 2022.**

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1. <i>DISKROMATOPSIJE</i> .....	2
1.2. <i>EPIDEMIOLOGIJA</i> .....	2
1.3. <i>ETIOLOGIJA</i> .....	3
1.4. <i>PODJELA DISKROMATOPSIJA</i> .....	4
1.4.1. Prirodene diskromatopsije .....	5
1.4.1.1. Dikromazije .....	5
1.4.1.2. Anomalne trikromazije.....	6
1.4.1.3. Monokromazija ili akromatopsija .....	7
1.4.2. Stečene diskromatopsije.....	7
1.5. <i>DIJAGNOSTIČKE METODE</i> .....	7
1.5.1. Metoda denominacije ponuđenih boja .....	8
1.5.2. Metoda komparacije ponuđenih boja.....	8
1.5.3. Metoda diskriminacije ponuđenih boja.....	8
1.5.4. Metoda egalizacije ponuđenih boja.....	8
1.6. <i>DIJAGNOSTIČKI TESTOVI</i> .....	8
1.6.1. Dihotomni dijagnostički testovi .....	9
1.6.2. Kvalitativni dijagnostički testovi .....	9
1.6.3. Kvantitativni dijagnostički testovi .....	10
1.6.4. Metode i testovi u dijagnostici kolornog vida djece .....	11
1.7. <i>VAŽNOST ISPITIVANJA KOLORNOG VIDA</i> .....	11
1.8. <i>POMAGALA ZA DALTONISTE</i> .....	12
1.9. <i>LJEČENJE DISKROMATOPSIJA</i> .....	12
<b>2. CILJ ISTRAŽIVANJA</b> .....	<b>14</b>
<b>3. ISPITANICI I METODE</b> .....	<b>16</b>
3.1. <i>Ispitanici</i> .....	17
3.2. <i>Mjesto studije</i> .....	17
3.3. <i>Metode prikupljanja i obrade podataka</i> .....	17
3.4. <i>Etička načela</i> .....	17
3.5. <i>Statistička obrada podataka</i> .....	18
<b>4. REZULTATI</b> .....	<b>19</b>
<b>5. RASPRAVA</b> .....	<b>25</b>
<b>6. ZAKLJUČCI</b> .....	<b>29</b>
<b>7. POPIS CITIRANE LITERATURE</b> .....	<b>31</b>

<b>8. SAŽETAK .....</b>	<b>35</b>
<b>9. SUMMARY .....</b>	<b>37</b>
<b>10. ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>39</b>

## ZAHVALA

*Prije svega zahvaljujem se svom mentoru, izv. prof. dr. sc. Veljku Rogošiću, na nesebičnoj pomoći i iznimnoj strpljivosti tijekom pisanja ovog diplomskog rada.*

*Veliko hvala mojim roditeljima, bratu i sestri na potpori tijekom cijelog mog školovanja, svakodnevnom bodrenju i isto tako ponosu do neba na jedinu „doktoricu“ u kući!*

*Hvala od srca Anti koji je slavio svaki moj fakultetski uspjeh i bio još veća podrška u teškim trenucima tijekom studiranja.*

*Hvala Loreni koja mi je oduvijek potpora.*

*Za kraj se zahvaljujem svojoj prijateljici Marti, osobi koja mi je uljepšala ovih šest godina i svim ostalim kolegama i prijateljima na svim lijepim trenucima i pomoći kada je bila potrebna.*

## **1. UVOD**

## 1.1. DISKROMATOPSIJE

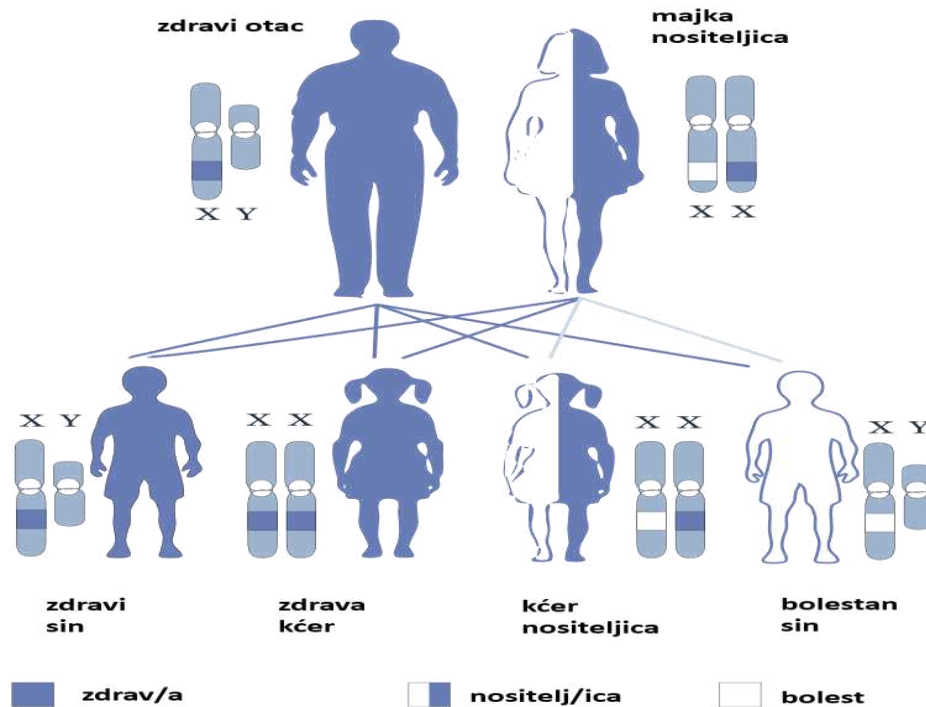
Često smo svakodnevno i sami svjedoci krivog korištenja termina kao što su diskromatopsije, daltonizam, sljepoća za boje i slično. Diskromatopsije su ustvari poremećaji kolornog vida i takva osoba ne opaža boje unutar sunčeva spektra. Iako ih mnogi vole nazivati slijepima za boje, čak 99% svih njih vide boje. Bolji izraz od sljepoće za boje bi definitivno bio deficijencija kolornog vida (1). Laički ih možemo opisati kao suženi spektar boja, u usporedbi s osobom normalnog kolornog vida. S obzirom na to da se boje sve češće koriste kao pomoćna sredstva, na svim razinama školovanja, jasno je kako takva djeca nailaze na brojne poteškoće. Naime, mogu biti ismijavana, s lošijim uspjehom u školi od vršnjaka te, ukoliko se ovaj hendikep previdi, završiti s krivim izborom zanimanja. Ove nas informacije dovode do zaključka da postoji potreba za ranom detekcijom ispada kolornog vida, kako bi se izbjegle neugodnosti za dijete u daljnjem obrazovanju i radu. Svakako suvremena medicina ne smije naglašavati kolorni poremećaj kao hendikep koji sputava, već s mladim daltonistima treba tražiti nova kompromisna životna i profesionalna rješenja u traženju i savladavanju novih prepreka (2).

## 1.2. EPIDEMIOLOGIJA

Nedostatak raspoznavanja boja čest je poremećaj vida koji rezultira nemogućnošću uočavanja određenih boja ili uočavanja njihovih razlika (3). Očekuje se da će prevalencija poremećaja kolornog vida porasti na globalnoj razini s porastom populacije, a razlikuje se među različitim rasama i zemljopisnim područjima (4-6). Zabilježeno je da većina ljudi s defektima raspoznavanja boja ostaje nedijagnosticirana. Nedostatak kolornog vida premalo se prijavljuje zbog nedovoljne osviještenosti šire populacije i nepostojanja odgovarajućeg probira za otkrivanje diskromatopsija u općoj populaciji.

Jedan od najčešćih oblika poremećaja kolornog vida je nedostatak u crveno-zelenom spektru. Ova vrsta sljepoće za boje prenosi se preko X kromosoma i češća je kod muškaraca koji imaju samo jedan X kromosom nego kod žena, jer imaju dva X kromosoma. U muškaraca, prevalencija diskromatopsija je od 5% do 8%, dok je u žena prevalencija samo od 0,5% do 1% (7). Budući da ženski potomci uvijek dobivaju jedan X kromosom od svoje majke i jedan od oca, otac slijep za boje uvijek prenosi gen bilo kojoj kćeri ako je ima. Te kćeri tada postaju nositeljice gena i imaju 50% šanse prenijeti abnormalni gen svojim sinovima. Čovjek slijep za boje ne može prenijeti stanje na svoje muško potomstvo, budući da muškarac uvijek nasljeđuje majčin X kromosom.

Rijetko uzrok može biti sekundaran, pa govorimo o stečenim diskromatopsijama. Stečena oštećenja kolornog vida sekundarna su očna ili opća patologija, kao što su neurološke bolesti, neki metabolički poremećaji, toksičnost lijekova i produljena izloženost određenim otapalima i lijekovima (8).



**Slika 1.** X-vezan način nasljeđivanja gena (preuzeto s:

<https://www.genetika.biol.pmf.hr/docs/sadrzaj/sesto-poglavlje/spolno-vezani-geni-i-spolno-vezano-nasljedivanje/>)

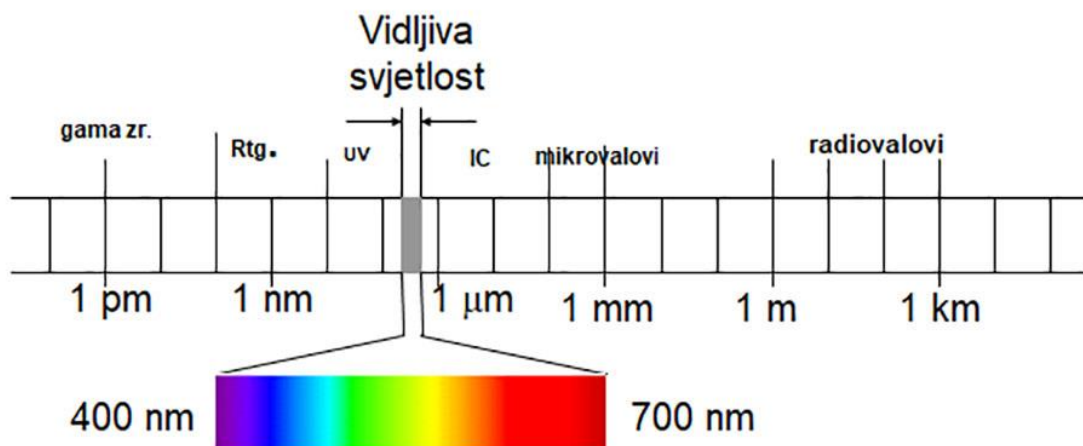
### 1.3. ETIOLOGIJA

Sastavni dio mrežnice su neuroepitelne stanice (štapici i čunjići) koji predstavljaju prvi neuron vidnog puta (9). U mrežnici oka ima 120 milijuna štapica i 6,5 milijuna čunjića (10). Dakle, čunjića je približno 20 puta manje nego štapica. Oni imaju drugačije funkcije, ali sličnu građu. Elektromagnetsko zračenje unutar uskog spektra vidljive svjetlosti ima energiju upravo dovoljnu da je organske molekule apsorbiraju, a da se istovremeno ne dogodi njihova razgradnja (10). Za funkcioniranje vidnog sustava potrebne su čestice koje će svjetlosnu energiju transformirati u najveću moguću količinu kemijske energije (10). Takve čestice zaista i postoje. Dio su obitelji karotenoida, koji su poznati po vitaminu A. Molekule fotopigmenata izrazito lako podliježu procesu geometrijske izomerizacije (10). Primjerice, ključni dio takvih čestica, 11-cis retinal, ima dugačak lanac oblikovan u izrazito nestabilnu konfiguraciju.



U trenutku kad fotopigment apsorbira foton svjetlosti, 11-cis retinal se promijeni u stabilniji 11-trans retinal, te pritom oslobađa energiju (10). Smještaj fotopigmenata u posebnim osjetnim stanicama (fotoreceptorima) omogućuje da se oslobođena kemijska energija dalje prenosi kao neuralni signal. Taj proces poznat je pod nazivom fototransdukcija. Dalje neuralni signal odlazi u centar za vid u kori velikoga mozga.

Postoje tri tipa čunjića, a svaki tip čunjića ima različit opsin. Opsini se razlikuju i u maksimalnoj apsorpciji svjetla: 445 nm (plavo), 535 nm (zeleno) ili 570 nm (crveno). To je zato što tri različita opsina ulaze u interakciju s 11-cis retinalom na neistovjetne načine, pa upravo zbog toga retinal nema samo jedan, nego čak tri apsorpcijska maksimuma. Poremećaj ovih opsina na genskoj razini je uzrok nastanka kongenitalnih diskromatopsija i upravo ta spoznaja je temelj kojim se znanstvenici koriste u pokušaju genske terapije kongenitalnih diskromatopsija.



**Slika 2.** Vidljivi dio sunčevog spektra (preuzeto s: <https://edutorij.e-skole.hr/share/proxy/alfresco-noauth/edutorij/api/proxy-guest/1d895338-6c52-4d7e-a2f2-5df65634fbaf/razlaganje-svjetlosti.html>)

#### 1.4. PODJELA DISKROMATOPSIJA

Općenito diskromatopsije dijelimo na prirođene ili stečene. U prirođenima je patološki supstrat na razini fotoreceptora mrežnice i u prijenosu signala uzduž vidnog puta, dok su u stečenim diskromatopsijama uzroci razni. Stečene diskromatopsije su, za razliku od kongenitalnih, progresivnog tijeka i većinom zahvaćaju jedno oko.

Osnovna podjela diskromatopsija:

### **1.4.1. Prirodene diskromatopsije**

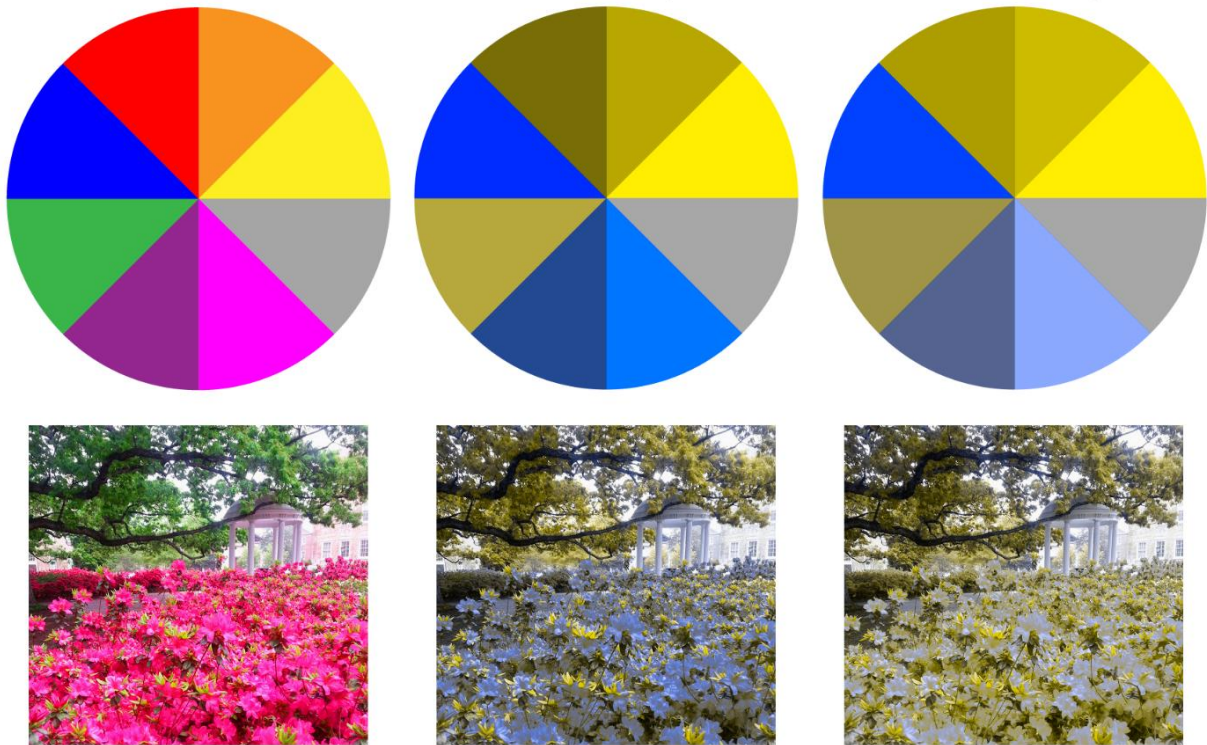
→ dikromazije su kolorni poremećaji kod kojih osoba može razlikovati samo dvije boje, to jest svi kolorni podražaji nastaju mješavinom od samo dvaju osnovnih podražaja (11)

→ anomalne trikromazije su ujedno i najrašireniji kolorni poremećaj, a nastaju zbog oslabljene percepcije boja (11)

→ monokromazije su najteži kolorni poremećaji i takva osoba vidi svijet u sivim nijansama (11)

#### **1.4.1.1. Dikromazije**

Kao što je već gore navedeno, oni su slijepi za jednu od triju glavnih boja spektra pa ih ovisno o tome koja je boja zahvaćena nazivamo protanopima, deuteranopima i tritanopima. U protanopa je blokiran osjet za crvenu boju, u deuteranopa za zelenu boju, a u tritanopa blokiran je osjet za žutu i plavu boju (11). Osobe s ovim kolornim poremećajem nazivamo dikromati i oni stvaraju sliku koja nastaje podražajem samo dva glavna receptora. Dikromati su u pravilu od djetinjstva svjesni svog nedostatka jer čine primjetne greške u procjeni boja, za razliku od anomalnih trikromata koji se većinom slučajno otkriju prilikom upisa u školu ili sistematskog pregleda.



**Slika 3.** Normalni vid, slika kod protanopa i slika kod deuteranopa (preuzeto s: <https://iristech.co/what-are-the-different-types-of-color-blindness/>)

#### **1.4.1.2. Anomalne trikromazije**

Upravo oni su najčešći kolorni poremećaji. Za razliku od dikromata, gdje se radi o ugašenom osjetu za jednu od boja, kod trikromata je oslabljena percepcija za jednu od osnovnih boja. Ovdje imamo: protanomale, deuteranomale i iznimno tritanomale. Protanomali slabije vide crvenu boju, deuteranomali zelenu boju te tritanomali plavu i djelomično žutu boju (11). Anomalni trikromati mogu s više ili manje problema diferencirati osnovne boje, ali imaju smanjen spektar nijansi koje vide.

Između anomala i anopa nalaze se ekstremne anomalne trikromazije (crvena i zelena) koje su rijetke i dijagnosticiraju se isključivo uz pomoć anomaloskopa (8). Osim njih postoje i anomalni za pigmentne boje. Oni su češći oblik diskromatopsija i takve osobe griješe na Ishiharinim tablicama i tako upućuju na defekt kolornog vida, dok na anomaloskopu nemaju odstupanja i vrijednost anomalnog kvocijenta (AQ) im je od 0,65 do 1,3 (11). Dijelimo ih na dvije podvrste: tip protan i tip deutan. Kod tipa protana defekt je izraženiji u crvenoj nego u zelenoj boji i taj tip je ujedno i češći (12, 13).

### **1.4.1.3. Monokromazija ili akromatopsija**

Ovo je najteži kolorni poremećaj i takve osobe posjeduju akromatski to jest bezbojni vidni odgovor (11). Srećom ovo je najrjeđe prisutan oblik poremećaja kolornog vida. Dijelimo ih na atipičnu i tipičnu akromatopsiju. U tipičnoj akromatopsiji nalazi se potpuna ili gotovo potpuna odsutnost funkcije čunjića. Najčešće u oftalmološkom pregledu uočimo nistagmus i tešku ambliopiju s vizusom ispod 0,1, a anamnestički bolesnik navodi fotofobiju (11). Atipična akromatopsija nastaje zbog ispada u višim vidnim centrima ili ispada u vidnom živčanom putu. Dijeli se u dva podtipa: jedan sa sniženom i drugi sa očuvanom vidnom oštrinom (11).

### **1.4.2. Stečene diskromatopsije**

Za kongenitalne diskromatopsije kaže se da je defekt prisutan od rođenja, stabilan, obostrano simetričan, a smatra se da zahvaća cijelo vidno polje (8). Nasuprot tome, stečeni nedostatak raspoznavanja boja može pokazati progresiju ili regresiju, može zahvatiti jedno oko ili oba oka i može zahvatiti samo dio vidnog polja (8). Za razliku od urođenih diskromatopsija, vjeruje se da su stečene diskromatopsije u vrlo visokom postotku simptomatske. Iako stečeni nedostatak kolornog vida vjerojatno ima veću ukupnu prevalenciju od kongenitalnih diskromatopsija postoje ograničeni podaci. Najčešće korištena klasifikacija za stečene diskromatopsije je ona po Verriestu (14). Tip I stečenih diskromatopsija nastaje zbog nedostatka M-L mehanizma (koji Verriest naziva „crveno-zeleni“) s pomakom vršne spektralne osjetljivosti na kraće valne duljine. Tip II stečenih diskromatopsija je nedostatak M-L mehanizma u kojem postoji relativno očuvanje funkcija spektralne osjetljivosti pa se još naziva i neutralni tip. Stečeni nedostatak raspoznavanja boja tipa III je stečeni nedostatak S mehanizma (koji Verriest naziva „plavo-žuti“) koji može biti popraćen pomakom u vršnom spektru osjetljivosti na kraće valne duljine, ali i ne mora. Zadnji se navodi neklasificirani tip, to jest tip bez izražene osi.

## **1.5. DIJAGNOSTIČKE METODE**

Različite dijagnostičke metode i testovi omogućuju unaprjeđenje detekcije diskromatopsija, pa tako razlikujemo četiri metode za ispitivanje diskromatopsija i tri tipa testova koji se dijele u dvije skupine, pigmentne i spektralne testove (15). Od dijagnostičkih metoda razlikujemo: metode denominacije, metode komparacije, metode diskriminacije i metode egalizacije.

### **1.5.1. Metoda denominacije ponuđenih boja**

Ispitanik imenuje određenu boju koja je prikazana pod specijalnom lampom s filterima određenih boja. Posebnim mehanizmima stvaraju se uvjeti slični realnim uvjetima kao što su smanjena vidljivost i otežani uvjeti rada. Najveći je nedostatak ove metode što zapravo ne dijagnosticira kolorni poremećaj, već služi kao trijaža ispitanika koji se snalaze dobro s obojenim signalnim uređajima. Često se koristi u vojsci, mornarici, zrakoplovstvu, željeznici i cestovnom prometu.

### **1.5.2. Metoda komparacije ponuđenih boja**

Najčešće se u ovoj metodi koristi Holmgrenov smotuljak vune. Liječnik izdvoji jedan smotuljak pojedine boje, a potom ispitanik s hrpe izdvaja smotuljke iste ili srodne boje. Osim smotuljka vune možemo se koristiti i raznim diskovima ili pionima koji su različite zasićenosti. Ovom metodom se koristi Farnsworthov panel D-15 test i veliki 100 Hue-Farnsworthov-Munsell test. Ove metode, ako se unese u shemu redoslijed kojim je pacijent poredao pione, daju odgovor na pitanje postoji li ispad kolornog vida te koje je vrste.

### **1.5.3. Metoda diskriminacije ponuđenih boja**

Ovom se metodom služe najšire primjenjivane pseudoizokromatske tablice. Najpoznatije su one nazvane po autoru Ishihari i Stillingu. Na ovim tablicama nalaze se točke različitih veličina i boja poredane na taj način da osoba koja ima neku vrstu diskromatopsije ne raspoznaje zadane figure, oblike, brojeve i slova. Sam naziv pseudoizokromatske sugerira na to da su točke različitih boja, ali iste zasićenosti. Osoba s poremećajem kolornog vida percipira različite boje kao istu boju. Ovom je metodom omogućen brz probir velikog broja ispitanika.

### **1.5.4. Metoda egalizacije ponuđenih boja**

Ovom metodom koristi se Nagelov anomaloskop, a on se ujedno smatra i zlatnim standardom u testiranju diskromatopsija, posebno za diskromatopsije crveno-zelene osi. Anomaloskopi novije generacije kao Tomey all color anomaloskop i Oculusov Heidelberger anomaloskop omogućavaju dijagnosticiranje i diskromatopsija plavo-žute osi.

## **1.6. DIJAGNOSTIČKI TESTOVI**

Dijagnostički testovi podijeljeni su u dvije grupe na: pigmentne testove i spektralne testove. U testove s pigmentnim bojama spadaju pseudoizokromatske tablice i panel testovi, dok u spektralnim testovima nalazimo anomaloskop i lanterne (15). Na temelju mogućnosti

diferencijalnog dijagnosticiranja dijelimo ih u tri osnovne skupine: dihotomni dijagnostički testovi, kvalitativno dijagnostički testovi i kvantitativno dijagnostički testovi.

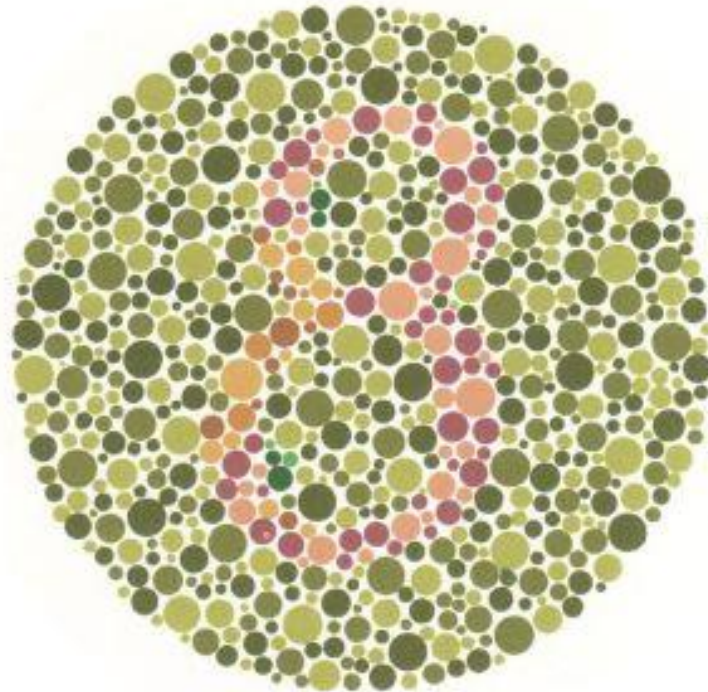
### **1.6.1. Dihotomni dijagnostički testovi**

Ovim testovima služimo se za brzu trijažu normalnih trikromata od dikromata. Prvi od ovih testova je Holmgren Wool u kojem se služimo sa 125 smotuljaka vune različitih nijansi i tri klupka obojenih standarda (15). Ispitanik traži smotuljak sličan zadanim standardima i potom ih sortira u tri grupe po tonu određene boje. Pseudoizokromatske ploče prvi je predstavio Stilling 1873. godine. Simbol (broj, slovo ili geometrijski lik) sastavljen od šarenih mrlja postavlja se u pozadini različito obojenih mrlja (16). Dizajn koji se najčešće susreće uključuje boje odabrane tako da promatrač s defektom kolornog vida ne vidi simbol koji je pseudoizokromatski odnosno lažno prikazan istom bojom (16). Danas postoje modificirane varijante ovih tablica i one omogućuju dijagnostiku i plavo-žutom spektru. Potrebno je da se primjenjuju u ispravnim uvjetima: pod dobrim osvjetljenjem i određenim kutom (15). Konačno, zadnji među dihotomnim dijagnostičkim testovima je New London Navy Lantern test. Širu primjenu je, kako i samo ime kaže, našao u mornarici i vojsci, a njime dijagnosticiramo ekstremne crveno-zelene diskromatopsije. Izvodi se tako da se u uvjetima smanjene vidljivosti ispitaniku prikazuju parovi obojenih svjetala.

### **1.6.2. Kvalitativni dijagnostički testovi**

Prototip ovih testova su definitivno najšire primjenjivane Ishiharine pseudoizokromatske tablice. Ishiharin test dizajniran je za pregled ispada u crveno-zelenom spektru i za razlikovanje protan i deutan defekata (16). Test se sastoji od jednoznamenkastih i dvoznamenkastih brojeva (otprilike dvije trećine ploča) i staza koje treba iscrtati četkom od devine dlake (jedna trećina ploča). Potonji su namijenjeni za korištenje s nepismenim osobama. Priložen je priručnik s uputama, ali uz ploče nije priložen obrazac za bodovanje. Postoje do sad brojna izdanja s minimalnim razlikama. U svim izdanjima, ploča 1 je pokazna ploča: dvoznamenkasti broj sastavljen od malih kružića u boji pojavljuje se na pozadini kružića različitih boja. Boje su odabrane tako da svi promatrači s oštrinom većom od 20/200 mogu čitati pokaznu ploču (16). Ako promatrač pogriješi na pokaznoj ploči, ispitivanje treba prekinuti (16). Broj ploča svake vrste varira ovisno o izdanju. Za izdanje od 38 ploča, ploče 1 do 21 su za pregled crveno-zelenih defekata, a ploče 22 do 25 su za diferencijalnu dijagnozu protana i deutana. Ostatak je za nepismene. Test se može skratiti za masovni pregled upotrebom ploče 1 i jedne ploče od svake: od 2. do 5., 6. do 9., 10. do 13., 14. do 17. i 18. do 21. U izdanju s 24

ploče, ploča 1 je pokazna ploča, ploče od 2 do 15 su za probir, ploče 16 i 17 su za diferencijalnu dijagnozu protana ili deutana, a ploče od 18 do 24 su za nepismene (16).



**Slika 4.** Primjer Ishiharine ploče (preuzeto s: <https://www.color-blindness.com>)

Od kvalitativnih dijagnostičkih testova potrebno je još spomenuti i Rodenstock ortoreter R 7 s test pločom br. R 173. Često se upotrebljava u ordinacijama medicine rada u svrhu brzog testiranja ispitanika. Omogućuje nam brzo i pouzdano diferenciranje većine diskromatopsija, ali je nedostatan u dijagnostici poremećaja plavo-žutog spektra. Također mu je prednost što se na istom uređaju mogu ispitivati i vidna oštrina, binokularni vid i stereovid (15). Testiranje se izvodi tako da se ispitaniku prikazuje ploča sa šest kombinacijskih mogućnosti. U pet pozicija polja su različitih boja, dok su jednoj poziciji polja iste boje kako bi se otkrili simulanti (15). Prilikom testa ispitanik ne imenuje boje već odgovara sa „slično“ ili „različito“.

### **1.6.3. Kvantitativni dijagnostički testovi**

Osnovu kvantitativnih dijagnostičkih testova čine anomaloskopi i paneli. Upravo na temelju njihovih rezultata oftalmolozi donose konačno ekspertno mišljenje o vrsti poremećaja kolornog vida, kao i o njihovom utjecaju na profesionalni promet. Od anomaloskopa najčešće primjenjivan je onaj po Nagelu. Anomaloskop Nagel Model I dizajniran je za mjerenje

Rayleighove jednadžbe u općoj populaciji pomoću spektralnog svjetla. Instrument je dizajniran za predstavljanje kružnog podijeljenog polja. U donjoj polovici pojavljuje se spektralno žuto (589 nm). Svjetlina žute polovice može se kontinuirano mijenjati okretanjem gumba. Kada se ovaj gumb namjesti, žuta polovica polja varira od tamne na nultoj skali do sve svjetlije žute kako se skala povećava (16). Gornja polovica polja ispunjena je mješavinom spektralne žuto-zelene (545 nm) i spektralne crvene (670 nm). Relativni omjeri zelene i crvene mogu se kontinuirano podešavati pomoću gumba. Normalan promatrač može postići dobro podudaranje boja između dviju polovica polja podešavanjem crveno-zelenog gumba i žutog gumba svjetline (16). Ukoliko ispitanik ne uspijeva postići ujednačeno polje to omogućuje dijagnozu i stupnjevanje diskromatopsija.

Od kvantitativnih dijagnostičkih testova još treba spomenuti 40 Hue Lanthony test, umanjenu verziju testa 100 Hue-Fransworth-Munsell. Test se izvodi pri dnevnoj svjetlosti pomoću 40 piona podijeljenih u četiri jednake grupe. Pioni su osjetljivi na svjetlo i dodir pa treba biti oprezan u radu s njima. Ispitanik prilikom izvođenja testa mora poredati četiri grupe piona prema sličnosti boje i taj rezultat bilježimo grafički te ga analiziramo. U obzir se uzima i vrijeme potrebno za izvršenje testa, jer nam indirektno govori o lakoći rješavanja samog testa. Smatra se osjetljivijim testom od ostalih u dijagnozi stečenih diskromatopsija (15).

#### **1.6.4. Metode i testovi u dijagnostici kolornog vida djece**

Dan danas nije nađen idealan test za procjenu kolornog vida u djece. S obzirom na ograničene kognitivne sposobnosti u mlađe djece, kao i nepoznavanje brojeva i alfabeta, treba tražiti alternativne načine testiranja kolornog vida. Mnogi stručnjaci predlažu da kroz „igru“ dijete slaže diskove ili pione i tako dobijemo uvid u stanje kolornog vida. Osim toga na raspolaganju su nam svakako i posebna izdanja pseudoizokromatskih tablica prilagođena djeci koja koriste geometrijske oblike umjesto brojki te Polakove ploče sa slikama raznih životinja (17). U školske djece velika većina testova je prihvatljiva, najpopularnije su pseudizokromatske tablice po Ishihari. One se smatraju zlatnim standardom za brzi probir u medicini rada i prema komparativnoj studiji nisu se pokazale boljim ili lošijima u usporedbi s D-15 Farnsworthovim testom (18).

#### **1.7. VAŽNOST ISPITIVANJA KOLORNOG VIDA**

Sve veća upotreba boja u školovanju, prometu, računalnoj industriji i industriji općenito stavlja pred čovjeka veliki izazov. Zbog toga stručnjaci danas inzistiraju na što ranijem otkrivanju ispada kolornog vida, kako bi se na vrijeme prepoznale osobe koje boluju od neke



vrste diskromatopsija i usmjerile u izboru svog zanimanja. Za mnoge profesije normalan kolorni vid je neophodan. Prema Verriestu postoje 3 kategorije profesija ovisno o potrebi normalnog kolornog vida za rad.

**1. Profesije koje zahtijevaju potpuno normalan kolorni vid** zbog prirode posla: pripremanje boja, restauracija umjetnina, bavljenje kolornom fotografijom, profesionalno bavljenjem prometom: cestovni promet, pomorstvo, zrakoplovstvo i slično.

**2. Profesije koje zahtijevaju normalan kolorni vid, ali kod kojih instrumenti ili sugestije kolega mogu pomoći u kolornim vidnim problemima:** elektromehaničari, kemičari, botaničari, zoolozi, veterinari i zanimanja vezana uz humanu medicinu i stomatologiju.

**3. Profesije kod kojih je normalan kolorni vid poželjan, ali nije uvjet:** arhitektura, hortikultura, drama, prosvjeta, uređenje okoliša, rad u konfekciji i slično.

## **1.8. POMAGALA ZA DALTONISTE**

U osnovi se dijele na neračunalna pomagala i pomagala uz pomoć računala. Na neračunalnoj strani pomagala nastaju pomoću samo jedne tehnike, takozvanih kolornih filtera. Kolorni filteri dolaze u tri oblika: leće, naočale i drugi alati (1).

Leće imaju mnoge mane: moraju se nositi samo na jedno oko (inače daltonist vidi još manje boja), treba određeno vrijeme za naviknuti se i naučiti nove boje, čini se da određene boje vibriraju ili svjetlucaju zbog korištenja samo na jednom oku i nošene tijekom vožnje mogu predstavljati sigurnosni rizik zbog lošije percepcije pri slabom osvjetljenju.

Za naočale vrijedi isto što i za leće. Prva generacija je izgledala ružno zbog zatamnjenog samo jednog stakla, dok novija generacija ima premaz koji smanjuje ovaj efekt.

Ostali alati nisu primjenjivi u svakodnevnom životu već samo u određenim situacijama, uključujući tako i one koji se koriste računalom.

## **1.9. LIJEČENJE DISKROMATOPSIIJA**

Naglašavam kako trenutno i dalje nema pravog izlječenja za ove osobe! Projekt pod vodstvom Jay Neitza je za sada dao obećavajuće rezultate, ali samo kod majmuna sa poremećajima kolornog vida. U pokusu su im ubrizgane intraokularne injekcije genske terapije kako bi sintetizirali nedostajući kolorni receptor (L-opsin) (19). Nakon nekog vremena majmuni su stvarno pokazali napredovanje u određenim testovima kolornog vida. Očekivano, mnogi su se ponadali kako bi upravo to moglo biti rješenje za daltoniste, ali nažalost postoje

mnogi problemi kao što su: upitno djelovanje genske terapije kod čovjeka, popratne nuspojave subretinalnih injekcija i određene psihološke poteškoće vezane uz učenje i imenovanje novih boja.

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Cilj ovog diplomskog rada je ispitati razinu zastupljenosti težeg kolornog poremećaja: dikromazije (dikromati/anopi) to jest slijepih za jednu osnovnu boju na području Splitsko-dalmatinske županije. Osim toga cilj rada je i osvijestiti daltonizam kao javnozdravstveni problem i na taj način olakšati daltonistu niz prepreka s kojima se susreće kroz život.

Hipoteza istraživanja je da je prevalencija dikromazije, težeg kolornog poremećaja, u Splitsko-dalmatinskoj županiji slična europskom prosjeku.

### **3. ISPITANICI I METODE**

### **3.1. Ispitanici**

Uzorak se sastoji od 9974 ispitanika, muškaraca dobne skupine s početkom od 15. godine pa sve do 45 godina. Ispitanici su iz niza razloga oftalmološki pregledani: upis u srednju školu i fakultet, izdavanje vozačke dozvole i moreplovnice, zaposlenje. Ispitanicima je provjerena vidna oštrina, prednji segment oka, fundus i intraokularni tlak. Prethodno navedena ispitivanja su korištena kako bi se izbjegle stečene diskromatopsije u statističkoj obradi. Kolorni vid je ispitan Ishiharinim pseudoizokromatskim tablicama, dok su se za poremećaje vida u plavo-žutom spektru koristile tablice po Stillingu. Prikazane su im 24 ploče. Ispitanici koji su pogriješili na probirnom testu su dalje upućeni na kvalitativno-kvantitativne testove. Vrsta anomalije potvrđena je pomoću test ploče No R 173 Rodenstockovog ortoretera. Uz pomoć anomaloskopa Nagel II i Hue-Lanthony 40 testa kvantitativno su definirani ispadi kolornog vida.

### **3.2. Mjesto studije**

Svi ispitanici su iz Splitsko-dalmatinske županije, a vremensko razdoblje istraživanja bilo je od 2012. do 2022. godine.

### **3.3. Metode prikupljanja i obrade podataka**

Podaci su retrospektivno analizirani iz mreže podataka Klinike za očne bolesti Kliničkog bolničkog centra Split, ambulante medicine rada Doma zdravlja željezničara u Splitu i ambulanti opće medicine na otocima i u Dalmatinskoj zagori. Za ovaj diplomski radi koristili su se i podaci iz arhive ispitanika iz magistarskog rada prof. dr. sc. Veljka Rogošića pod nazivom „Učestalost kongenitalnih diskromatopsija u neselektiranoj muškoj populaciji srednje Dalmacije“.

### **3.4. Etička načela**

Plan ovog istraživanja je u skladu sa Zakonom o zaštiti prava pacijenata (NN169/04, 37/08), Zakonom o provedbi Opće uredbe o zaštiti podataka (NN 42/18), te odredbama Kodeksa liječničke etike i deontologije (NN55/08, 139/15) i pravilima Helsinške deklaracije WMA 1964 – 2013 na koje upućuje Kodeks. Etičko povjerenstvo Kliničkog bolničkog centra Split odobrilo je istraživanje rješenjem br. 500-03/22-01/115.

### **3.5. Statistička obrada podataka**

Podaci su uneseni u programske pakete Microsoft Office za obradu teksta i Microsoft Excel za izradu tablica i grafova. Statistički su obrađeni pomoću programa Statistica 6,0 (StatSoftInc, Tulsa, OK, SAD). Rezultati su dobiveni hi-kvadrat testom i interpretirani su na razini značajnosti  $P < 0,01$  i  $P < 0,001$ ;  $df=1$ .

## **4. REZULTATI**

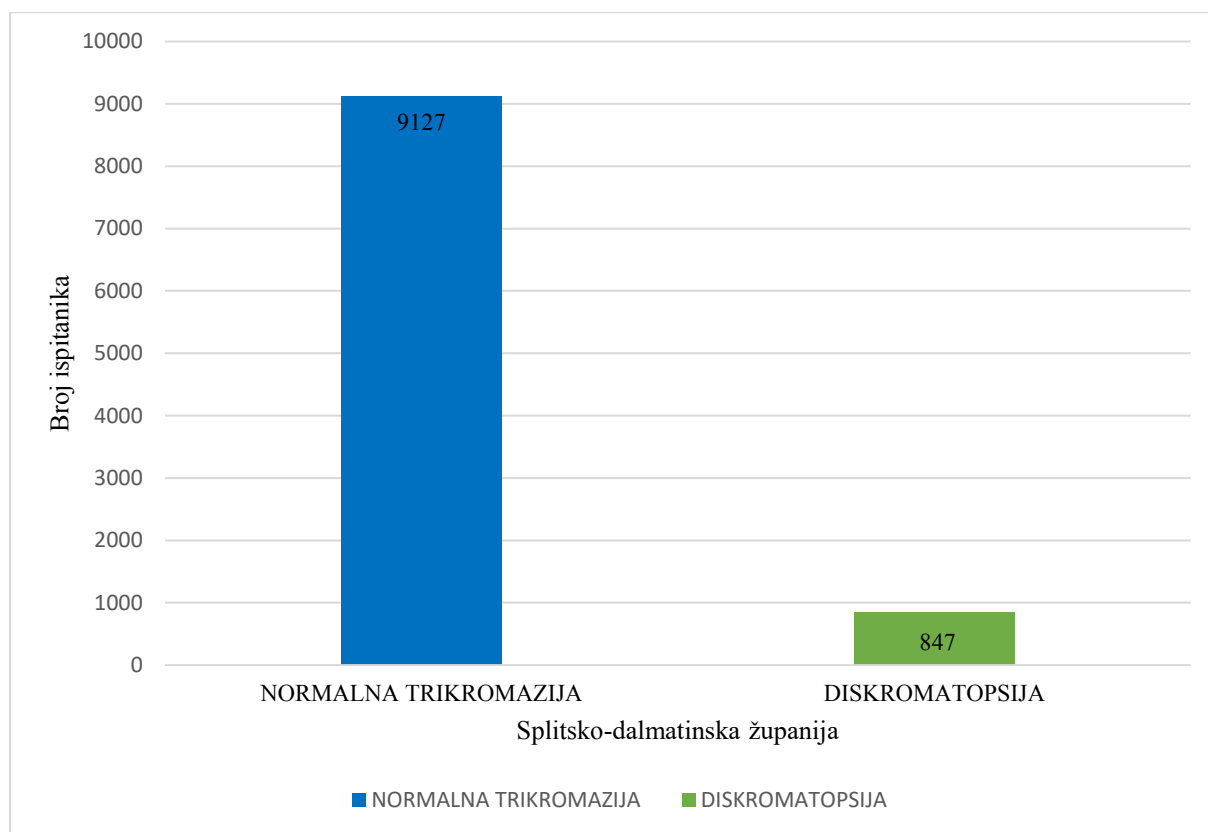


Podaci su dobiveni hi-kvadrat testom. U Tablici 1. naveden je sveukupan broj pristupnika koji iznosi 9974. Od sveukupnog broja ispitanih, njih 9127 ima zdrav trikromatski vid, a 847 ispitanika ima neku od diskromatopsija.

**Tablica 1.** Prikaz broja i postotka ispitanika iz Splitsko-dalmatinske županije.

<b>DISKROMATOPSIJE</b>			
<b>NORMALNA TRIKROMAZIJA</b>	<b>DISKROMAZIJA</b>	<b>UKUPNO</b>	<b>POSTOTAK DISKROMATOPSIJA</b>
9127	847	9974	8,5%

Na slici 4. prikazan je odnos diskromatopsije i normalne trikromazije.



**Slika 4.** Odnos ispitanika s normalnim trikromatskim vidom naspram onih s nekom od diskromatopsija u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

U Tablici 2. prikazan je ukupan broj diskromata koji iznosi 847, kao i zastupljenost određenih vrsta i podvrsta ispada kolornog vida. Također, za svaku vrstu i podvrstu naveden je i postotak u ukupnoj populaciji ispitanika. Globalna prevalencija nasljednih diskromatopsija u Splitsko-dalmatinskoj županiji iznosi 8,5%.

**Tablica 2.** Globalna prevalencija nasljednih diskromatopsija u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

<b>Poremećaji kolornog vida</b>	<b>Broj ispitanika</b>	<b>Učestalost diskromatopsije u %</b>
<b>Dikromazija</b>	239	2,4
Protanopija	149	1,5
Deuteranopija	90	0,9
Tritanopija	0	0,0
<b>Anomalna trikromazija</b>	608	6,1
Protanomaliija	127	1,3
Deuteranomaliija	419	4,2
Ext. protanomaliija	21	0,2
Ext. deuteranomaliija	41	0,4
Tritanomaliija	0	0,0
<b>Monokromazija</b>	0	0,0
<b>UKUPNO</b>	847	8,5

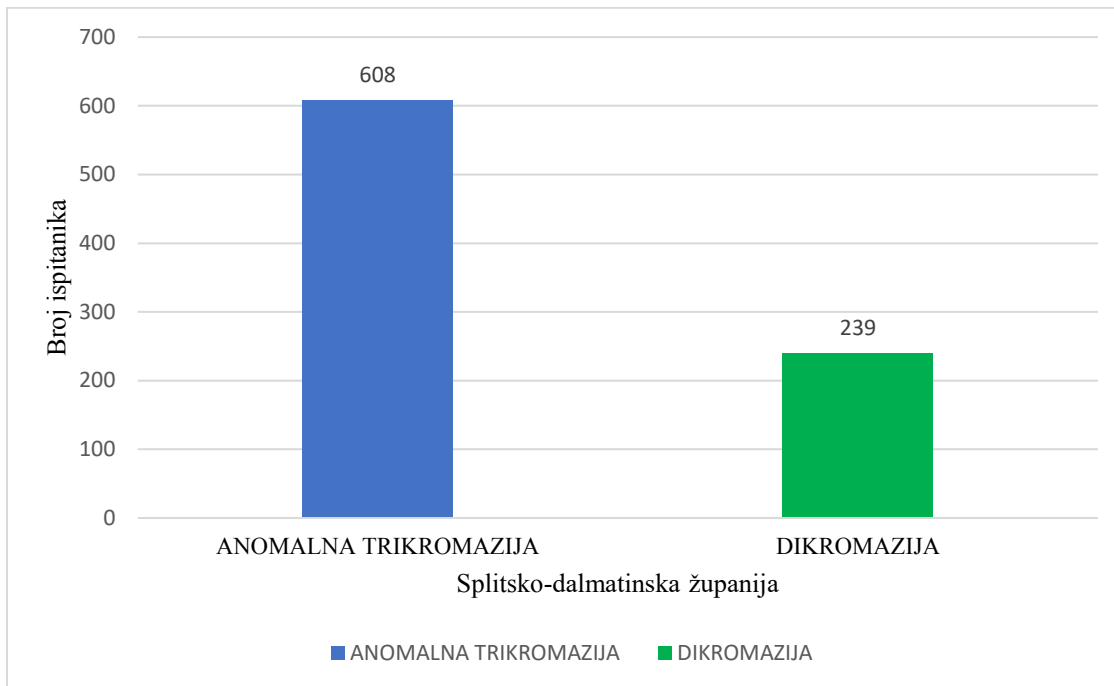
U Tablici 3. vidi se da osobe koje su slijepe za jednu od boja (dikromati) čine manji udio od ukupnog broja oboljelih (12,4%) u odnosu na anomalne trikromate (31,6%).

**Tablica 3.** Prikaz broja i postotka zastupljenih diskromatopsija u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

<b>DISKROMATOPSIJA</b>		
<b>ANOMALNA TRIKROMAZIJA</b>	<b>DIKROMAZIJA</b>	<b>UKUPNO</b>
608	239	847
31,6%	12,4%	44,0%

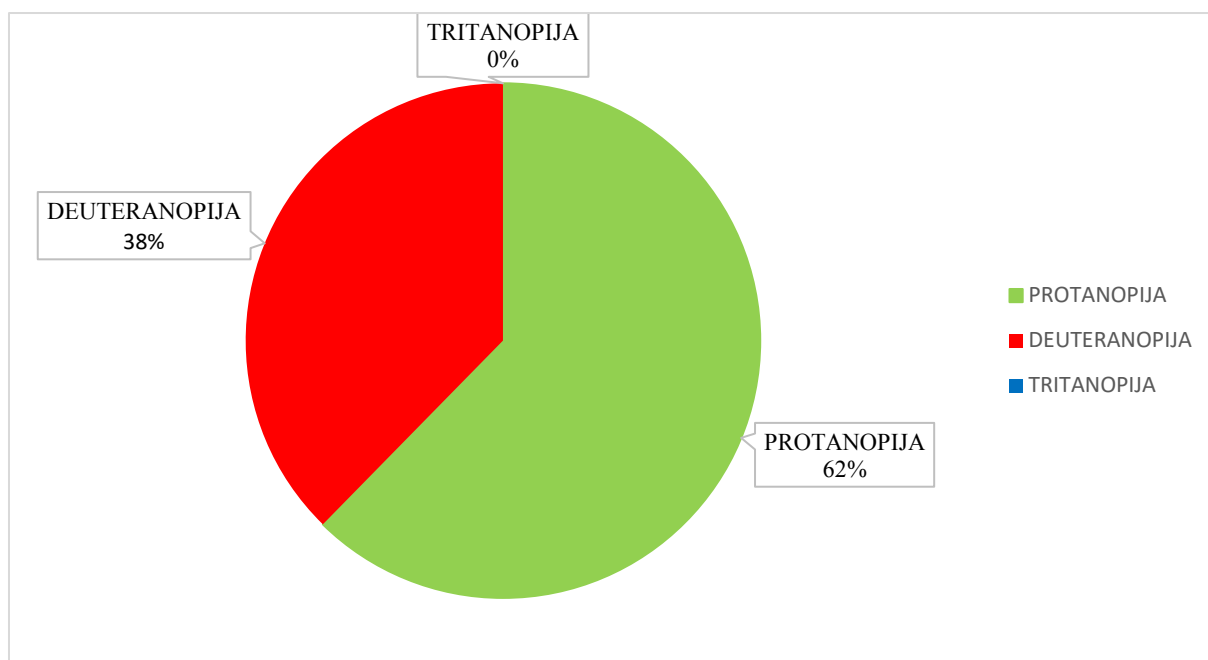
Anomalna trikromazija je najraširenija diskromatopsija i obuhvaća 6,1% ili 608 osoba od ukupno 9974 ispitanika. Međutim, ni broj novo dijagnosticiranih dikromata nije zanemariv,

pa su tako otkrivena njih 239 i čine postotak od 2,4%. U ovom istraživanju nije bilo novo dijagnosticiranih monokromata pa nisu prikazani na slici 5.



**Slika 5.** Prikazuje odnos anomalne trikromazije i težeg kolornog poremećaja, dikromazije.

Analizirajući Tablicu 2. vidimo kako udio dikromazije u globalnoj populaciji Splitsko-dalmatinske županije iznosi 2,4%. Od podgrupa dikromazije najučestaliji su protanopi s nađena 149 ispitanika slijepa za crvenu boju i tako čine postotak od 1,5% u ukupnoj analiziranoj populaciji. Deuteranopi čine udio od 0,9% (90 ispitanika), dok tritanopa nije nađeno u istraživanju. Na slici 6. prikazan je međusoban odnos te tri podvrste dikromazija (protanopija, deuteranopija i tritanopija). Protanopi čine veći udio to jest ukupno 62% svih dikromata, dok deuteranopi čine preostalih 38%.



**Slika 6.** Prikazuje odnos podgrupa dikromazije u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

U Tablici 4. prikazana je zastupljenost protanopije numerički i u postotku u Splitsko-dalmatinskoj županiji. Od ukupna 239 ispitanika s dikromazijom, njih 150 je bilo slijepo za crvenu boju. Postotak 31,5% je dobiven u odnosu na ukupan broj dikromata u Splitsko-dalmatinskoj županiji i kontinentalnoj Hrvatskoj.

**Tablica 4.** Zastupljenost protanopije numerički i u postotku u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

DIKROMAZIJA		
PROTANOPIJA		
NEMA	IMA	UKUPNO
89	150	239
18,7%	31,5%	50,1%

Kako je već gore prikazano na slici 6. udio protanopa u dikromatima je značajno veći nego deuteranopa. U Tablici 5. je prikazana zastupljenost deuteranopa numerički i u postotku. U ovom slučaju od ukupna 239 ispitanika s dikromazijom, njih 89 je bilo slijepo za zelenu boju. Postotak 18,7% je dobiven u odnosu na ukupan broj dikromata u Splitsko-dalmatinskoj županiji i kontinentalnoj Hrvatskoj.

**Tablica 5.** Prevalencija deuteranopije u postotku i numerički u Splitsko-dalmatinskoj županiji.

<b>DIKROMAZIJA</b>		
<b>DEUTERANOPIJA</b>		
<b>NEMA</b>	<b>IMA</b>	<b>UKUPNO</b>
150	89	239
31,5%	18,7%	50,1%

## **5. RASPRAVA**

Literatura navodi kako dikromazija zahvaća otprilike 2% muškaraca i 0,03% žena, s tim da približno 4,5% žena s normalnim kolornim vidom nose gene za crveno-zelenu dikromaziju (20). U ovom istraživanju prikazana je prevalencija dikromazije u Splitsko-dalmatinskoj županiji i ona iznosi 2,4% što otprilike odgovara podacima u stranoj literaturi. Prevalencija diskromatopsija u Splitsko-dalmatinskoj županiji iznosi 8,5% i odgovara prevalenciji u europskim državama. Ozbiljne europske studije pokazuju globalnu zastupljenost diskromatopsija u Belgiji 7,1%, Grčkoj 8%, Velikoj Britaniji 7,3%, Norveškoj od 8% do 10% (21-23). Zanimljivo je kako literatura navodi nižu prevalenciju diskromatopsija izvan Europe pa je tako u Kini 5,6%, u Japanu 3,9%, dok je u židova 4%, u američkih crnaca 3,7%, a u Eskima samo 1% (24). Iako je razlika između određenih država evidentna, uočena je i razlika između pripadnika istog naroda, kulture, rase i etničke grupe. Dok je učestalost diskromatopsija u kontinentalnoj Hrvatskoj 8,95%, u Splitsko-dalmatinskoj županiji je niža i iznosi 8,5% (25). Osim globalne zastupljenosti, razlikuje se i zastupljenost među određenim grupama diskromatopsija pa je tako u Splitsko-dalmatinskoj županiji nađeno više dikromata u odnosu na kontinentalnu Hrvatsku (26).

Više je uzroka toliko različitoj prevalenciji. U nerazvijenim državama to je svakako nedostatna dokumentacija, kao i osviještenost o ovoj problematici. Pojedini stručnjaci navode i kako nema službenog idealnog testa za dijagnozu diskromatopsija, pa tako različite zemlje koriste i različite testove (27). Također, u mnogim državama nema zakonski obveznog programa probira za kolorni vid i neki preispituju potrebu za time te navode kako bi bilo bolje da savjetnik za karijeru uputi učenike optometristu ili oftalmologu na pregled kolornog vida, tek nakon iskazivanja interesa za zanimanje za koje je normalan vid u boji ili posebno poželjan ili je zakonski zahtjev (28). Parametri kao što su: uvjeti rada, izbor ispitanika, epidemiološke obrade dostupnih informacija te neispravan odnos imenovanja osoba i osobina također su neke od zapreka koje dovode do statistički bitnih razlika u učestalosti ispada kolornog vida (11, 29). Budući da svakodnevnost ispitivanja kolornog vida nije dobro definirana, prepoznati poremećaj kolornog vida treba staviti pod nadzor oftalmologa koji će potrebnom dijagnostikom utvrditi vrstu i jačinu diskromatopsije (25).

Gledajući naše podatke jasno je kako nedostatak kolornog vida pogađa značajan dio populacije, ali ga nažalost školsko osoblje, kao i šira javnost, i dalje slabo razumiju. Iako se nasljedna diskromatopsija ne može liječiti, mora se na vrijeme otkriti jer njezina prisutnost može biti izvor profesionalnih ograničenja ili nesposobnosti, osobito u poslovima zaštite na radu, transportu i pri radu s električnom energijom (30). Procjena profesionalne sposobnosti

ima za cilj utvrditi ima li ispitanik dovoljan kolorni vid u kontekstu obavljanja svoje profesije (30). Nužna je obrada specijaliste oftalmologa kako bi se izbjegle krive interpretacije dobivenih rezultata na dijagnostičkim testovima, posebno u slučaju prijelaznih grupa diskromatopsija, jer to ujedno i znači sposobnost ili nesposobnost za željeno zvanje (25).

Dan danas nije dokazano koliki utjecaj daltonizam ima na uspjeh prilikom školovanja. Pojedine studije nisu našle značajne razlike između normalnih trikromata i diskromata, dok drugi navode značajno lošiji uspjeh diskromata u odnosu na trikromate (31). Unatoč još nerazjašnjenom utjecaju na školovanje, većina stručnjaka se slaže kako je idealna dob za testiranje kolornog vida neposredno prije početka osnovnog školovanja (31). Nadalje, u literaturi se navodi i povećan broj nesreća osoba s poremećajem kolornog vida (32). Iz tog razloga nužne su sljedeće mjere. Edukacijom i osviještenošću osobe s defektom kolornog vida u većini slučajeva se mogu izbjeći riskantne pogreške, stoga bi ih oftalmolozi trebali informirati o njihovim nedostacima u djetinjstvu i dati upute kako nadoknaditi njihove nedostatke (32). Također, u javnim i profesionalnim situacijama, sve informacije koje se prenose bojom trebaju sadržavati slova ili druge oblike radi olakšanja osobama s poremećajem kolornog vida (32).

Nužno je potaknuti strategiju ispitivanja kolornog vida prikladnim metodama i testovima prilagođenima uzrastu ispitanika. Napominjem kako je u slučaju djeteta s posebnim potrebama, njemu potrebno prilagoditi dopušteno vrijeme za izvođenje testa. Mnogi su razlozi za to kao što su: blaži ili teži stupanj retardacije, nepoznavanje brojeva, slabija koncentracija, smanjena vidna oštrina, teškoće s govorom, slaba kordinacija pokreta (33). Probir se može provoditi u pedijatrijskim ambulantomama ili ambulantomama školske medicine, dok se detaljnija dijagnostika treba organizirati u očnim klinikama. Uzmemo li u obzir da u prosjeku jedno dijete u razredu pati od neke vrste diskromatopsije, a u isključivo muškim razredima i više, jasno je zašto je potrebno raditi na edukaciji odgajatelja u vrtićima, učiteljima i nastavnicima u osnovnim školama kako bi znali prepoznati ovaj kolorni poremećaj i uputiti dijete doktoru. Sve ovo je usmjereno cilju da se daltonistu pomogne u umjetničkoj, profesionalnoj i socijalnoj afirmaciji (26). Tako se izbjegavaju nezadovoljstva i nesporazumi modernog načina života, a važnu ulogu u tome svemu ima medicina rada (26).

I zadnje, utjecaj abnormalnog kolornog vida na dnevnu rutinu pojedinaca. Dokazano je kako se sobe s daltonizmom suočavaju s izazovima u različitim aspektima svog svakodnevnog života, posebice u svojim radnim aktivnostima (34). Barry i sur. su dokazali značajan utjecaj na život osobe u smislu ograničenog izbora zanimanja, utjecaja na zdravlje (npr. daltonisti mogu propustiti neke simptome bolesti) i emocionalnog utjecaja (npr. pojedini ljudi osjećaju



neugodu i sram zbog svoje bolesti) (35). Međutim, oskudna publikacija na tu temu i činjenica da istraživanja često uključuju vrlo specifične skupine ljudi, kao što su vozači i studenti medicine, omogućuju nam da izvučemo samo djelomične zaključke o utjecaju ovog poremećaja na život pojedinca.

## **6. ZAKLJUČCI**

U ovom istraživanju zaključili smo sljedeće:

1. Od 9974 pristupnika muškog spola 847 ih ima neku od diskromatopsija. Prevalencija diskromatopsija u Splitsko-dalmatinskoj županiji iznosi 8,5% te odgovara europskom standardu koji je 8%.
2. Uočena je statistički značajna razlika u grupama diskromatopsija. Nađeno je 239 dikromata i 608 anomalnih trikromata.
3. U istraživanju je nađeno 239 dikromata i tako čine 2,4% populacije. Od podgrupa dikromata u Splitsko-dalmatinskoj županiji protanopa ima 149 ili 1,5% u odnosu na deuteranope kojih ima 90 ili 0,9%. Tritanopa nije nađeno. Možemo reći da u odnosu protanopa i deuteranopa premoć imaju protanopi sa razlikom od 59 ispitanika, to jest protanopija ima veću učestalost za 0,6%.

Diskromatopsije imaju značajnu prevalenciju u našoj populaciji (8,5%), a od njih osobe s težim kolornim poremećajem to jest dikromati čine čak 2,4% populacije. Upravo oni su ti na koje taj „hendikep“ ostavlja najviše posljedica, a posebno sa smanjenom mogućnošću izbora zanimanja. Treba se intenzivno raditi na promidžbi ovog javnozdravstvenog problema, kao i unaprjeđenju njegove dijagnostike, detaljnoj distinkciji između podgrupa, prilagodbi pojedinaca društvu. U budućnosti se nadam porastu broja stručnjaka u ovom području na subspecijalističkoj razini i daljnjem osnivanju udruga za daltoniste.

## **7. POPIS CITIRANE LITERATURE**

1. Colblindor. Color blind essentials [Internet]. Zurich; Colblindor; 2006 [citirano: 12. travnja 2022.]. Dostupno na: <https://www.color-blindness.com/>
2. Judd DB, MacAdam DL, Wyszecki G, Budde HW, Condit HR, Henderson ST i sur. Spectral distribution of typical daylights as a function of color temperature. *J Opt Soc AM*. 1964; 54:103.
3. Neitz J, Neitz M. The genetics of normal and defective colour vision. *Vis Res*. 2011;51:633.
4. Niroula DR, Saha CG. The incidence of colour blindness among some school children of Pokhara, Western Nepal. *Nepal Med Coll J*. 2010;12:48–50.
5. Dohvoma VA, Mvogo SR, Kagmeni G, Emini NR, Epee E, Mvogo CE. Colour vision deficiency among biomedical students: a cross-sectional study. *Clin Ophthalmol*. 2018;12:1121–4.
6. Chan XBV, Goh SMS, Tan NC. Subjects with colour vision deficiency in the community: what do primary care physicians need to know? *Asia Pac Fam Med*. 2014;13:10.
7. Mandal A, Sally Robertson BS. Color blindness prevalence [Internet]. News-medical.net. 2009 [citirano 1. srpnja 2022.]. Dostupno na: <https://www.news-medical.net/health/Color-Blindness-Prevalence.aspx>
8. Simunovic MP. Acquired color vision deficiency. *Surv Ophthalmol*. 2016;61:132-55.
9. Ivanišević M. Mrežnica. U: Ivanišević M, Bojić L, Karaman K, Bućan K, Galetović D, Karlica Utrobičić D i sur. *Oftalmologija- udžbenik za studente medicine*. 1. izdanje. Split: Med. Fakultet Sveučilišta u Splitu; 2015. 153 str.
10. Judaš M, Kostović I. Temelji neuroznanosti. [Internet]. Zagreb: MD; 1997 [citirano 01.07.2022.]. Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:136919>
11. Rogošić V, Bojić L, Ivanišević M, Lakoš V, Lešin M, Žuljan I i sur. Defective colour vision. *Arh Hig Rada Toksikol*. 2003;54:141-4.
12. Cvetinić B. Raspoznavanje boja. *Željeznica u teoriji i praksi*. 1999;25:67-9.
13. Cvetinić B. Nesklad nalaza u raspoznavanju boja na pseudoizokromatskim tablicama i anomaloskopu Nagel II [disertacija] . Zagreb, Hrvatska: Med. fakultet, Sveučilište u Zagrebu; 1990. str. 110-38.

14. Verriest G. Further studies on acquired deficiency of colordiscrimination. *J Opt Soc Am.* 1963;53:185-95.
15. Rogošić V, Ivanišević M, Bojić L, Karaman K, Lakoš V, Cvetinić B i sur. Detection of defective colour vision, diagnosis methods and diagnosis tests. *Paediatr Croat.* 2004;48:93-6.
16. Committee on Vision, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council, National Academy of Sciences. Procedures for testing color vision: Report of working group 41. Washington, D.C., DC: National Academies Press; 1981.
17. Rogošić V, Bojić L, Ivanišević M, Karaman K, Kovačić Ž, Bučan K i sur. Specific problems of colour vision in childrens and teenagers. *Paediatr Croat.* 2004;48:89-91.
18. Shrestha RK, Shrestha GS. Assessment of color vision among school children: a comparative study between the Ishihara test and the Fransworth D-15 test. *JNMA J Nepal Med Assoc.* 2015;53:266-9.
19. Neitz M, Neitz J. Curing color blindness—mice and nonhuman primates. *Cold Spring Harb Perspect Med.* 2014;4:a017418.
20. Hofer H, Carroll J, Williams DR. Photoreceptor Mosaic. *U: Encyclopedia of neuroscience.* Elsevier; 2009. Str. 661–8.
21. Flecher R, Voke J. Defective colour vision – fundamentals, diagnosis and management. 1.izdanje. Bristol and Boston: Adam Hilger; 1985. str.187-95.
22. Fletcher R. Investigating juvenile daltonism. *The Optician.* 1979;177:9-14.
23. Francois J, Verriest G, Rouck A. L'achromatopsie congenitale. *Doc Ophthalmol.* 1975;9:338-424.
24. Peić M. Istraživanja učestalosti prirođenih diskromatopsija kod muškaraca. *Med vjesnik.* 1977;1-4:85-90.
25. Rogošić V, Bojić L, Karaman K, Lakoš V, Mendeš D i Ivanišević M. Frequency of congenital dyschromatopsias in male population of the Split-Dalmatian county in Croatia. *Arh Hig Rada Toksikol.* 2003;54:1-4.

26. Rogošić V. Učestalost kongenitalnih diskromatopsija u neselektiranoj muškoj populaciji srednje Dalmacije [magistarski rad]. Zagreb, Hrvatska: Med. fakultet, Sveučilište u Zagrebu; 2000. str. 100-26; 132-33.
27. Pandey N, Chandrakar AK, Garg ML. Tests for color vision deficiency: Is it time to revise the standards? *Indian J Ophthalmol.* 2015;63:752-3.
28. Ramachandran N, Wilson GA, Wilson N. Is screening for congenital colour vision deficiency in school students worthwhile? A review. *Clin Exp Optom.* 2014;97:499-506.
29. Veriest G, Hermans G. Vue et profession. *Sci Physiolog.* 1981;4:10-2.
30. Marechal M, Delbarre M, Berguiga M, Benisty D, Froussart-Maille F. Hereditary color vision deficiency: Physiology, classification, diagnosis and application to aeronautics. *J Fr Ophtalmol.* 2019;42:177-88.
31. Grassivaro Gallo P, Panza M, Viviani F, Lantieri PB. Congenital dyschromatopsia and school achievement. *Percept Mot Skills.* 1998;86:563-9.
32. Ichikawa K, Tanabe S. Congenital color vision deficiencies as a social problem. *Nippon Ganka Gakkai Zasshi.* 1995;99:123-8.
33. Rogošić V, Lešin M, Bućan K, Marinović J, Vanjaka Rogošić L, Titlić M. Učinkovitost pseudoizokromatskih tablica po Ishihari kao metodi ispitivanja kolornog vida u djece s posebnim potrebama-presječna studija. *Acta Med Croat.* 2017;71:163-8.
34. Stoianov M, de Oliveira MS, Dos Santos Ribeiro Silva MCL, Ferreira MH, de Oliveira Marques I, Gualtieri M. The impacts of abnormal color vision on people's life: an integrative review. *Qual Life Res.* 2019;28:855-62.
35. Barry JA, Mollan S, Burdon MA, Jenkins M, Denniston AK. Development and validation of a questionnaire assessing the quality of life impact of Colour Blindness (CBQoL). *BMC Ophthalmol.* 2017;17:179.

## **8. SAŽETAK**



**CILJ ISTRAŽIVANJA:** Ispitati razinu zastupljenosti težeg kolornog poremećaja: dikromazije na području Splitsko-dalmatinske županije. Osim toga, cilj je i osvijestiti daltonizam kao javnozdravstveni problem i tako olakšati mladim daltonistima u svakodnevnim preprekama.

**ISPITANICI I METODE:** Ispitivanja su provedena u Kliničkom bolničkom centru Split i Domu zdravlja željezničara u Splitu te u ambulantama opće prakse. Rad je retrospektivan i obuhvaća desetogodišnji period, od 2012. do 2022. Ispitano je 9974 ispitanika, muškog spola od 15 do 45 godina. Svi ispitanici su prošli cjelovit oftalmološki pregled kako bi u istraživanju sudjelovali samo ispitanici sa zdravim očima. Za testiranje kolornog vida upotrebljavane su Ishiharine i Stillingove tablice. Ako bi ispitanici pogriješili na njima, dalje su usmjereni na ortoreter Rodenstock s pločom No R 173 i na anomaloskop Nagel II te po potrebi i Hue-Lanthony 40 test.

**REZULTATI:** U istraživanju je nađeno 239 dikromata i tako čine 2,4% populacije. Uočena je statistički značajna razlika u podgrupama diskromatopsija ( $P < 0,01$ ). Od podgrupa dikromata u Splitsko-dalmatinskoj županiji ima 149 protanopa ili u postotku 1,5% u usporedbi sa deuteranopima kojih ima 90 ili 0,9%. Tritanopa nije nađeno. Možemo reći da u omjeru protanopa i deuteranopa prednost imaju protanopi s razlikom od 59 ispitanika, to jest protanopija ima veću učestalost za 0,6%. Prevalencija diskromatopsija u Splitsko-dalmatinskoj županiji (8,5%) otprilike odgovara europskom prosjeku (8%).

**ZAKLJUČAK:** Treba se intenzivno raditi na promidžbi ovog javnozdravstvenog problema, kao i unaprjeđenju njegove dijagnostike, detaljnoj distinkciji između podgrupa, prilagodbi pojedinaca društvu i edukaciji medicinskog osoblja.

## **9. SUMMARY**

**Diploma thesis title:** Daltonism as a public health problem

**Objectives:** To examine the level of prevalence of severe color disorder: dichromasia in the Split-Dalmatia County. In addition, the goal is to raise awareness of color blindness as a public health problem and thus make it easier for young daltonists to deal with everyday obstacles.

**Materials and methods:** The tests were performed at the University Hospital of Split and the “Željezničara” Health Center in Split, as well as in the field at general practice clinics. Study is retrospective and covers a ten-year period, from 2012 to 2022. A total of 9974 respondents, male from 15 to 45 years of age, were examined. All subjects underwent a complete ophthalmological examination so that only subjects with healthy eyes could participate in the study. Pseudoisochromatic tables according to Ishihara and Stilling were used for color vision tests. If the subjects made mistakes, they were further processed on the Rodenstock orthoreter with plate No. R 173 and on the Nagel II anomaloscope and, if necessary, the Hue-Lanthony 40 test.

**Results:** In the study, 239 dichromats were found, which makes up 2.4% of the population. A statistically significant difference was found in the dyschromatopsia subgroups ( $P < 0.01$ ). Out of the dichromate subgroups in the Split-Dalmatia County, there are 149 or 1.5% protanopes compared to 90 or 0.9% of deuteranopes. Tritanopa were not found. We can say that in the ratio of protanopes and deuteranops, protanopes have an advantage with a difference of 59 subjects, that is, protanopia has a higher prevalence by 0.6%. The prevalence of dyschromatopsies in the Split-Dalmatia County (8.5%) roughly corresponds to the European average (8%).

**Conclusions:** Intensive work should be done to promote this public health problem, as well as to improve its diagnosis, detailed distinction between subgroups, adaptation of individuals to society and education of medical staff.

## **10. ŽIVOTOPIS**

## OSOBNI PODACI

Ime i prezime: Dea Samardžić

Državljanstvo: Hrvatsko

Datum i mjesto rođenja: 26. studenog 1997. godine, Split

Elektronička pošta: dea.samardzic@gmail.com

## OBRAZOVANJE

- 2004.-2012. Osnovna škola Pojišan, Split

- 2012.-2016. IV. Gimnazija Marko Marulić, Split

- 2016.-2022. Sveučilište u Splitu, Medicinski fakultet, Studij medicine

## MATERINSKI JEZIK

- Hrvatski jezik

## OSTALI JEZICI

- Aktivno služenje engleskim i talijanskim jezikom