

# Usporedba vrijednosti intraokularnog tlaka mjenenog Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom s fluoresceinom i bez fluoresceina

---

Klasan, Nina

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Medicine Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Medicinski fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:152:120630>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Medicine Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK**  
**SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I**  
**DIPLOMSKI STUDIJ MEDICINE**

**Nina Klasan**

**USPOREDBA VRIJEDNOSTI**  
**INTRAOKULARNOG TLAKA**  
**MJERENOG GOLDMANNOVOM**  
**APLANACIJSKOM TONOMETRIJOM S**  
**FLUORESC EINOM I BEZ**  
**FLUORESC EINA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2021.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK  
SVEUČILIŠNI INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I  
DIPLOMSKI STUDIJ MEDICINE**

**Nina Klasan**

**USPOREDBA VRIJEDNOSTI  
INTRAOKULARNOG TLAKA  
MJERENOG GOLDMANNOVOM  
APLANACIJSKOM TONOMETRIJOM S  
FLUORESC EINOM I BEZ  
FLUORESC EINA**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2021.**

Rad je ostvaren u Klinici za očne bolesti, Kliničkog bolničkog centra Osijek

Mentor rada: doc. prim. dr .sc. Dubravka Biuk, dr. med., specijalist oftamologije, subspecijalist glaukomatolog

Rad ima 27 listova, 8 tablica

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem svojoj mentorici doc. dr. sc. Dubravki Biuk na stručnom vodstvu, savjetima i uloženom trudu i vremenu tijekom izrade i pisanja ovog diplomskog rada.

Najveću zahvalu upućujem svojoj obitelji, posebno roditeljima koji su bili uz mene tijekom svih godina ovog studija te mi pružali neizmjernu podršku. Veliko hvala i kolegama i prijateljima na pomoći i potpori tijekom studija.

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>1.1. Fiziologija i cirkulacija očne vodice</b> .....	1
<b>1.2. Mjerenje intraokularnog tlaka</b> .....	1
1.2.1.Indentacijska metoda .....	1
1.2.2.Aplanacijska metoda.....	2
1.2.3.Goldmannova aplanacijska tonometrija – zlatni standard .....	2
1.2.4.Ostali tonometri .....	4
<b>1.3. Kvaliteta suznog filma</b> .....	5
<b>2. CILJEVI</b> .....	7
<b>3. ISPITANICI I METODE</b> .....	8
<b>3.1. Ustroj studije</b> .....	8
<b>3.2. Ispitanici</b> .....	8
<b>3.3. Metode</b> .....	8
<b>3.4. Statističke metode</b> .....	9
<b>4. REZULTATI</b> .....	10
<b>5. RASPRAVA</b> .....	16
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	20
<b>7. SAŽETAK</b> .....	21
<b>8. SUMMARY</b> .....	22
<b>9. POPIS LITERATURE</b> .....	23
<b>10. ŽIVOTOPIS</b> .....	27

## 1. UVOD

### 1.1. Fiziologija i cirkulacija očne vodice

Očna vodica je prozirna tekućina koja se nalazi u prednjoj očnoj sobici (1). Epitelne stanice nastavaka cilijarnog tijela proizvode očnu vodicu i izlučuju ju u stražnju očnu sobicu, gdje ona cirkulira između leće i šarenice te kroz zjenični otvor otječe u prednju očnu sobicu (2). Najveći dio očne vodice otječe kroz trabekulum, Schlemmov kanal i sabirne kanaliće te episkleralnim venama do sistemske cirkulacije. Manji dio očne vodice otječe kroz korijen šarenice u cilijarno tijelo i suprakoroidalni prostor, odakle se venskom cirkulacijom cilijarnog tijela, žilnice i bjeloočnice odvodi iz očne jabučice. Regulacija proizvodnje, cirkulacije i otjecanja očne vodice održava normalan tlak očne jabučice (3). Povišen očni tlak važan je čimbenik rizika za razvoj glaukoma, optičke neuropatije za koju je karakteristično progresivno, ireverzibilno propadanje vidnog živca i živčanih vlakana mrežnice praćeno odgovarajućim ispadima u vidnom polju (2, 4). Ako dođe do blokade otjecanja očne vodice dolazi do povišenog očnog tlaka i razvoja glaukoma. Do razvoja glaukoma zatvorenog tipa doći će ako šarenica mehanički sprječava otjecanje očne vodice, dok će do razvoja glaukoma otvorenog tipa doći ako postoji povećan otpor otjecanju očne vodice na razini trabekularne mreže (2).

### 1.2. Mjerenje intraokularnog tlaka

Mjerenje intraokularnog tlaka jest mjerenje pritiska sadržaja očne jabučice na njene stijenke. Prosječne vrijednosti intraokularnog tlaka u odraslih osoba kreću se od 15 do 16 mmHg, sa standardnom devijacijom od 3 mmHg. Normalnim intraokularnim tlakom se smatra onaj do 2 standardne devijacije iznad prosjeka, odnosno do 21 mmHg (5). Tonometrija je metoda indirektno procjene intraokularnog tlaka mjerenjem rezistencije oka pritisku. Klasični tonometri klasificiraju se ovisno o načinu na koji deformiraju očnu jabučicu: udubljivanjem (indentacijom) ili izravnavanjem (aplanacijom) (6).

#### 1.2.1. Indentacijska metoda

Indentacijska metoda se temelji na činjenici da će sila ili uteg jače udubiti oko s nižim intraokularnim tlakom. Najjednostavniji primjer indentacijske metode je palpacija očne jabučice, gdje će prst više udubiti meko oko nego tvrdo (7). Primjer indentacijskog tonometra je Schiötzov tonometar. Schiötzov tonometar sastoji se od šupljeg valjka s konkavnom nožnom pločicom i držačem. Kada se drži vertikalno nad okom štapičasti klip s utegom od 5,5 grama

pomaknut će se prema dolje kroz valjak i udubiti rožnicu. Poluga prenosi taj pokret na iglu koja daje očitavanje na horizontalnoj skali od 0 do 20 (8). Za više vrijednosti koriste se utezi od 7,5 i 10 grama. Vrijednosti dobivene Schiotzovim tonometrom potrebno je korigirati po konverzijskim tablicama u intraokularni tlak u mmHg (9).

### **1.2.2. Aplanacijska metoda**

Aplanacijska tonometrija se temelji na Imbert-Fickovu zakonu koji govori da je pritisak tekućine koji djeluje na tanku membranu sfere direktno povezan sa silom potrebnom da izravna mali dio sfere (10). Metoda koja je zlatni standard u kliničkoj praksi je Goldmannova aplanacijska tonometrija (5). Primjer aplanacijskih tonometara su nekontaktni tonometri koji ispuštaju nalet zraka koji izravna rožnicu, te se tlak procjenjuje prema vremenu potrebnom za to izravnavanje (6). Mjerenje nekontaktnim tonometrima je precizno u normalnom rasponu tlaka, dok se preciznost smanjuje pri porastu tlaka (11, 12). Analizator očnog odgovora je vrsta nekontaktnog tonometra koji pruža informacije o biomehaničkim obilježjima rožnice i korigira intraokularni tlak prema tim obilježjima. Njegov elektro-optički sistem prati deformaciju rožnice kako bi dobio dvije vrijednosti tlaka koje odgovaraju dva stadija izravnavanja te zatim iz tih vrijednosti izračunava vrijednost intraokularnog tlaka. Corvis ST je zračni i pahimetrijski tonometar koji osim intraokularnog tlaka mjeri i biomehanička obilježja rožnice. Tijekom deformacije rožnice u odgovoru na puls zraka, rožnica prolazi kroz prvi i drugi stadij izravnavanja te instrument mjeri varijable povezane s rožničnom deformacijom kao što su vrijeme, brzina i trajanje prvog i drugog stadija, maksimalna konkavnost i amplituda deformacije, zatim korigira vrijednost tlaka ovisno o tim vrijednostima (13).

### **1.2.3. Goldmannova aplanacijska tonometrija – zlatni standard**

Goldmannov tonometar mjeri silu potrebnu da se izravna površina oka promjera 3,06 mm. Sila je kombinacija sile suprotne intraokularnom tlaku te sile potrebne za deformaciju rožnice (10). Uređaj ima 2 dijela: skraćeni konus ili sonda koja dodiruje oko i torzijska vaga koja primjenjuje željenu silu u gramima na uređaj za izravnavanje. Tonometar je prilagođen procjepnoj svjetiljci. Perkins tonometar je prijenosna verzija uređaja. Uz sondu se nalazi biprizma koja pretvara kružno aplanacijsko područje u dva polukruga. Ispitivač promatra kroz prizmu koja je postavljena tako da se unutarnji rubovi polukrugova dodirnu, kada je izravnano područje rožnice 3,06 mm u promjeru, kako bi formirali horizontalan oblik slova „s“. Ispitivač sondu tonometra položi na sredinu rožnice te okreće mikrometrijski vijak dok se unutarnji rubovi



polukrugova ne dodirnu. Za bolju vizualizaciju prije mjerenja ukapa se fluoresceinska boja koja se promatra pod kobaltnim plavim svjetlom (13). Problem s ovom metodom je da princip na kojem se zasniva pretpostavlja da je objekt beskonačno tanak, savršeno elastičan, fleksibilan i sferičan, što ljudsko oko nije, s obzirom na to da rožnica ima konačnu debljinu te ovojnice oka nisu savršeno elastične i fleksibilne (14). Promjer područja koje se izravna od 3,06 mm je odabran jer su na tom izravnanom području površinska napetost suznog filma, koja vuče vrh tonometra prema oku, i elastičnost rožnice, koja gura vrh od sebe, skoro jednake i obično poništavaju jedna drugu, pod uvjetom da središnja debljina rožnice iznosi 520  $\mu\text{m}$  (7, 15). Kod rožnica sa središnjom debljinom većom od 520  $\mu\text{m}$  veća je rigidnost što dovodi do grešaka u mjerenju intraokularnog tlaka (14). U literaturi se navodi greška između 0,11 i 0,71 mmHg za svakih 10  $\mu\text{m}$  devijacije od normalne debljine od 520  $\mu\text{m}$ . Postoje korekcijske tablice intraokularnog tlaka za vrijednost pahimetrije no njihova preciznost je upitna (16 - 18). Osim središnje debljine rožnice, na izmjerene vrijednosti mogu utjecati i biomehanička obilježja i zakrivljenost rožnice (19). Što je rožnica zakrivljenija, potrebno je primijeniti veću silu kako bi se izravnila što vodi do povećanja izmjerene vrijednosti tlaka (18, 20). Kada je prisutan regularni rožnični astigmatizam, oblik kontakta tonometra i rožnice mijenja se iz kruga u elipsu te je promjer kontakta različit u različitim meridijanima. Goldmann je pretpostavio da je kod očiju s više od 3 dioptrije astigmatizma potrebno promijeniti kut glave tonometra na  $43^\circ$  od glavne osi astigmatizma. Pri tom kutu promjer regije kontakta tonometra i rožnice proizvodi imaginarni krug čije je područje skoro jednako pravom području eliptičnog oblika kontakta tonometra i rožnice. Taj kut označen je na tonometru s crvenom linijom (20). Alternativna tehnika je mjerenje tonometrom u horizontalnom, zatim u vertikalnom smjeru te određivanje prosječne vrijednosti (21). Veličina i smjer astigmatizma imaju velik utjecaj na mjerenja Goldmannovim aplanacijskim tonometrom. Studije sugeriraju da astigmatizam dovodi do povećanja izmjerenih vrijednosti intraokularnog tlaka između 0,25 i 0,67 mmHg/dioptrija (22). Fluorescentni suzni film ispred rožnice olakšava ispitivaču vizualizaciju polukrugova, odnosno vizualizaciju granice između regije kontakta tonometra i rožnice i ruba suznog filma oko vrha tonometra (20). Površinska napetost suznog filma privlači vrh tonometra prema rožnici te se uz vrh tonometra nakupljaju suze. Bez fluoresceinske boje teže je primijetiti vanjski rub suznog filma jer suzni film stvara tanku sjenu koja se može vidjeti kroz mikroskop te pogrešno zamijeniti s rubom zaravnjene površine. Ako kliničar promatra te vanjske sjene, prilikom njihovog spajanja pravo izravnano područje će biti manje od 3,06 mm u promjeru. te će vrijednosti tlaka mjerene bez fluoresceina biti niže (4, 23, 24, 25). Smatra se da je adekvatna koncentracija fluoresceina u suznom filmu između 0,125 % i 0,5 %, no teško je točno prilagoditi

koncentraciju fluoresceina (26). Kod prekomjernog suzenja očiju može doći do smanjenja koncentracije fluoresceina u suznom filmu. Pri manjim koncentracijama fluoresceina može doći do očitavanja manjih vrijednosti tlaka (20, 23). Kod suhih očiju može doći do povećanja koncentracije fluoresceina (27). Kada je koncentracija fluoresceina 1 % dolazi do povišenja vrijednosti od pola mmHg, pri koncentraciji od 2 % fluorescencija nije bila vidljiva (26). Prilikom tonometrije zbog ukapavanja anestezijskih kapi, korištenja fluoresceinske trake i kontakta glave tonometra s rožnicom postoji mala mogućnost infekcije (28). Greške pri mjerenju mogu biti uzrokovane i povišenim venskim tlakom uzrokovanim uskim ovratnikom ili Valsalvinim manevrom, prisutnošću kontaktne leće, uskim vjeđnim rasporkom, akomodacijom oka ili kontrakcijom vanjskih očnih mišića (20). Nedostatak Goldmannove aplanacijske tonometrije je nemogućnost prijenosa uređaja, odnosno nemogućnost korištenja pri pregledu pacijenata koji ne mogu sjediti (29).

#### 1.2.4. Ostali tonometri

Dinamički konturni tonometar se sastoji od sonde konkavne površine koja se prilagođava konturi rožnice i ne mijenja njen oblik ili zakrivljenost i elektroničkog senzora pritiska ugrađenog u sondu koji omogućuje direktno mjerenje pritiska na rožnicu (5). Povratni (engl. *rebound*) tonometar sastoji se od dvije koaksijalne zavojnice koje se koriste kako bi prvo pokrenule laganu magnetiziranu sondu prema rožnici te zatim detektirale njeno usporavanje kada se odbije od rožnice. Kretanje sonde potiče promjenu napona na kraju zavojnice što je detektirano sensorom. Napon koji je proizveden proporcionalan je brzini sonde kad se odbije od oka. Sonda će brže usporiti kako intraokularni tlak poraste, stoga će vrijeme udara biti kraće kod viših tlakova (10). Pneumatometar mjeri intraokularni tlak neinvazivno aplanacijskom tonometrijom s aspektima indentacijske tonometrije. Između vrha sonde i rožnice nalazi se zračni ležaj. Mala propusna membrana promjera 5 mm omogućuje protok zraka kroz otvor vrha sonde dok se zračni ležaj ne prilagodi obliku rožnice. Na rožnicu se kontinuirano primjenjuje sve veći pritisak sve dok sila koja se primjenjuje ne bude jednaka intraokularnom tlaku. Kada su te sile u ravnoteži, pneumatski senzor bilježi intraokularni tlak. Transpalpebralni tonometri mjere tlak kroz vjeđu vizualizacijom fosfena, krugova svjetlosti prouzrokovanih pritiskom na očnu jabučicu. Zbog njihovog podcjenjivanja intraokularnog tlaka ne preporučuje se klinička uporaba. Triggerfish® (Sensimed) se sastoji od silikonske kontaktne leće s uključenim sensorom tlaka koji omogućuje očitavanje vrijednosti IOT dok pacijenti obavljaju svoje dnevne aktivnosti. Sastoji se od dvije žičane petlje koje detektiraju deformaciju u rožničnoj zoni i povezuju promjene volumena s intraokularnim tlakom. Senzor mjeri tlak tijekom 30 sekundi

svakih 5 minuta što dovodi do 288 mjerenja tijekom 24 sata. Kada se kontaktna leća ukloni, informacije su poslone računalu, koje pretvara električni signal u krivulju tlaka (13).

### 1.3. Kvaliteta suznog filma

Suzni film predstavlja prvi kontakt između površine oka i okoliša. Debljina sloja ispred rožnice procijenjena je na 3  $\mu\text{m}$ , sastoji se od lipidnog sloja koji pokriva mukozno-vodeni sloj koji se kreće preko glikokaliksa na površnom epitelu rožnice (30). Lipidni sloj sastoji se od dubokog sloja polarnih lipida te nepolarnog lipidnog hidrofobnog sloja. Duboki sloj polarnih lipida osigurava koheziju s mukoznim slojem, dok nepolarni lipidni hidrofobni sloj ima ključnu ulogu u stabilnosti suznog filma, usporava evaporaciju te kontrolira razmjenu (vode, kisika i ugljikova dioksida) s vanjskim okolišem. Mukozno-vodeni sloj sastoji se od vode i mucina, čija se koncentracija povećava prema dubini. Vodena faza ima primarno antimikrobnu ulogu zbog prisutnosti IgA protutijela, lizozima, laktoferina i beta lizina. Mukozna faza omogućava prihvaćanje suznog filma za površinski epitel oka preko membranskih mucina (31). Lipidni sloj luče Meibomove žlijezde, vodenu fazu luče glavna i akcesorne suzne žlijezde dok mukoznu fazu luče vrčaste stanice spojnice (2). Suzni film sadrži velike koncentracije epidermalnog faktora rasta koji je uključen u popravak i održavanje konjunktivalnog i rožničnog epitela (32). Suzni film predstavlja primarnu optičku površinu oka. Svojim lubrikantnim svojstvima osigurava oku udobnost te štiti površinu oka od mikroba, alergena, niske vlažnosti zraka te naleta zraka (30). Poremećaj lipidnog ili mukozno-vodenog sloja može uzrokovati nestabilnost suznog filma što dovodi do sindroma suhog oka (33). Uzroci smanjene sekrecije vodenog sloja mogu biti senilna involucija, upala ili tumori suznih žlijezda, sistemske bolesti (Sjögrenov sindrom, sarkoidoza, amiloidoza), te lijekovi (anestetici, atropin,  $\beta$ -blokatori, antihistaminici, antidepressivi). Poremećenu funkciju lipidnog ili mukoznog sloja suznog filma mogu uzrokovati upalne i ožiljne promjene spojnice i vjeđa (blefaritis, opekline), avitaminoze A, poremećaj položaja i funkcije vjeđa (entropij, ektropij, proptoza, lagoftalmus), nošenje kontaktnih leća, dugotrajan rad za računalom te izloženost dimu i vjetru (2). Prevalencija suhog oka viša je kod osoba koje se liječe od glaukoma nego kod ostatka populacije te je ozbiljnost simptoma povezana s brojem lijekova koje koriste (34 - 36). Simptomi suhog oka i bolesti površine oka češće su kod korištenja kapi s dodatkom konzervansa, pogotovo benzalkonij klorida, najčešćeg konzervansa u kapima (37). Za procjenu stabilnosti suznog filma koristi se test vremena raspada suza (engl. *tear break-up time*, TBUT). TBUT se provodi tako da se u oko ukapa 1 kap fluoresceina, nakon čega ispitivač biomikroskopom u plavom svjetlu promatra stabilnost suznog filma. Mjeri se vrijeme, u sekundama, potrebno da se destabilizira suzni film na rožnici,

što se prikaže pojavom tamnih mrlja u suznom filmu. Vrijeme kraće od 10 sekundi ukazuje na nestabilnost suznog filma (38).

## 2. CILJEVI

Ciljevi istraživanja su:

1. Ispitati postoji li razlika u vrijednostima intraokularnog tlaka mjenog Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom s fluoresceinom i bez fluoresceina, te postoje li razlike u promatranim skupinama
2. Ispitati postoji li povezanost kvalitete suznog filma i razlike u izmjerenim vrijednostima intraokularnog tlaka

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

#### **3.1. Ustroj studije**

Studija je presječna (39), provedena na Klinici za očne bolesti, Kliničkog bolničkog centra Osijek, Medicinskog fakulteta Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku u razdoblju od siječnja do ožujka 2021.

#### **3.2. Ispitanici**

U istraživanje je uključeno 200 ispitanika oba spola prilikom dolaska na redovni pregled na Kliniku za očne bolesti. Ispitanici su podijeljeni u 2 skupine. Prvu skupinu činilo je 100 pacijenata koji primaju topikalnu antiglaukomsku terapiju i dolaze na redovne kontrolne preglede u Kabinet za glaukom. Kontrolnu skupinu činilo je 100 pacijenata pregledanih u općoj oftalmološkoj ambulanti.

#### **3.3. Metode**

Podatci su preuzeti iz nalaza pacijenata iz Bolničkog informacijskog sustava (BIS). Iz nalaza su prikupljeni sljedeći podaci: dob, spol, vrijednost intraokularnog tlaka izmjenog Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom s korištenjem fluoresceina, vrijednost intraokularnog tlaka izmjenog Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom bez korištenja fluoresceina, središnja debljina rožnice, vrijednost TBUT. Tijekom redovnog pregleda svakom je ispitaniku uzeta osobna i oftalmološka anamneza, u skupini na antiglaukomskoj terapiji zabilježeno je koji lijek koriste. Oftalmološki pregled uključuje mjerenje vidne oštine, pregled struktura oka biomikroskopom, mjerenje intraokularnog tlaka Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom, pahimetriju, TBUT te po potrebi ostale specifične oftalmološke testove. Izmjerena je vrijednost intraokularnog tlaka Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom bez fluoresceina, a zatim s fluoresceinom u topičkoj anesteziji kroz 3 uzastopna mjerenja te je zabilježena srednja vrijednost. Pacijentima se ukapa topički lokalni anestetik. Mjerenje se izvodi u bijelom svjetlu uz pomoć posebnog nastavka na biomikroskopu koji na vrhu ima prizmu. Prizma se prisloni na prethodno anestezirano oko ispitanika. Mikrometrijski vijak s izbalansiranom ljestvicom sa strane okreće se dok se unutarnje granice polukružnih linija koje se vide kroz prizmu, ne dotaknu. U tom su položaju pritisak prizme na rožnicu i napetost očne jabučice izjednačene, čime dobijemo vrijednost tlaka izraženu u mmHg. Vrijednost ovako izmjenog tlaka potrebno je korigirati za vrijednost pahimetrije po korekcijskim tablicama.

Nakon toga ukapava se fluorescein te se mjerenje ponavlja. Test procjene stabilnosti suznog filma provodi se promatranjem suznog filma biomikroskopom u plavom svjetlu. Nakon ukapavanja fluoresceina mjeri se vrijeme, u sekundama, potrebno da se destabilizira suzni film na rožnici, što se prikaže pojavom tamnih mrlja u suznom filmu. Na kraju pregleda provodi se pahimetrija, metoda mjerenja središnje debljine rožnice ultrazvučnom sondom (2).

#### 3.4. Statističke metode

Kategorijski podatci predstavljeni su apsolutnim i relativnim frekvencijama. Numerički podatci opisani su aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom u slučaju raspodjela koje slijede normalnu, a u ostalim slučajevima medijanom i granicama interkvartilnog raspona. Razlike kategorijskih varijabli testirane su Hi-kvadrat testom. Normalnost raspodjele numeričkih varijabli testirana je Shapiro-Wilkovim testom. Razlike numeričkih varijabli između dvije skupine koje odstupaju od normalne raspodjele testirane su Mann Whitneyevim U testom. Razlike numeričkih varijabli, koje odstupaju od normalne raspodjele, između dviju zavisnih skupina testirane su Wilcoxonovim testom. Povezanost numeričkih varijabli koje odstupaju od normalne raspodjele ocijenjena je Spearmanovim koeficijentom korelacije  $\rho$  (rho). P vrijednosti su dvostrane. Razina značajnosti postavljena je na  $\text{Alpha} = 0,05$ . Za statističku analizu bit će korišten statistički program MedCalc® Statistical Software version 19.6 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium; <https://www.medcalc.org>; 2020).

#### 4. REZULTATI

U istraživanju je sudjelovalo 200 ispitanika, podijeljenih u kontrolnu skupinu i skupinu na antiglaukomoj terapiji gdje je svaka skupina imala 100 ispitanika (50 %). U istraživanju je sudjelovao 71 muškarac i 129 žena (Tablica 1)

Tablica 1. Prikaz broja ispitanika prema spolu

Skupina	Broj ispitanika (%)			P*
	Muškarci	Žene	Ukupno	
Kontrolna skupina	37 (37)	63 (63)	100 (100)	0,66
Skupina na antiglaukomoj terapiji	34 (34)	66 (66)	100 (100)	
<b>Ukupno</b>	71 (35,5)	129 (64,5)	200 (100)	

\* $\chi$ -kvadrat test

Medijan dobi ispitanika iznosio je 67 godina, s interkvartilnim rasponom od 57,5 do 76 godina. Tablica 2. sadrži prikaz dobi po skupinama gdje je vidljivo da su značajno stariji ispitanici u skupini na antiglaukomoj terapiji, medijana dobi od 70,5 godina (interkvartilnog raspona od 64,5 do 79 godina), u odnosu na kontrolnu skupinu (Mann-Whitney U test, P = 0,001).

Tablica 2. Prikaz razlike dobi po skupinama

	Dob				P †
	Medijan (interkvartilni raspon)	Razlika*	95 % interval pouzdanosti		
			Od	Do	
Kontrolna skupina	59,5 (48,5 – 72)				
Skupina na antiglaukomoj terapiji	70,5 (64,5 – 79)	11	7	15	0,001

\*Hodges-Lehman medijan razlike

†Mann-Whitney U test

Medijan intraokularnog tlaka desnog oka mjeren s fluoresceinom, iznosi 16 mmHg s interkvartilnim rasponom od 14 do 18 mmHg, i značajno je viši od medijana intraokularnog



tlaka mjenog bez fluoresceina koji iznosi 15 mmHg s interkvartilnim rasponom od 12 do 17 mmHg (Wilcoxonov test,  $P < 0,001$ ). Medijan intraokularnog tlaka lijevog oka mjen bez fluoresceina iznosi 16 mmHg s interkvartilnim rasponom od 14 do 18 mmHg te je značajno viši od medijana intraokularnog tlaka lijevog oka mjenog s fluoresceinom koji iznosi 15 mmHg, s interkvartilnim rasponom od 12 do 17 mmHg (Wilcoxonov test,  $P < 0,001$ ) (Tablica 3).

Tablica 3. Prikaz vrijednosti intraokularnog tlaka mjenog bez fluoresceina i s fluoresceinom

	Broj ispitanika	Medijan (interkvartilni raspon)	Razlika*	Intraokularni tlak u mmHg		P†
				95 % interval pouzdanosti		
				od	do	
<b>Desno oko</b>						
Bez fluoresceina	200	15 (12 – 17)	1	0,5	1,5	< 0,001
S fluoresceinom	200	16 (14 – 18)				
<b>Lijevo oko</b>						
Bez fluoresceina	200	15 (12 – 17)	1	0,5	1,5	< 0,001
S fluoresceinom	200	16 (14 – 18)				

\*Hodges-Lehman medijan razlike

† Wilcoxonov test

U kontrolnoj skupini vrijednost medijana intraokularnog tlaka mjen s fluoresceinom značajno je viša od vrijednosti mjen bez fluoresceina u desnom oku (Wilcoxonov test,  $P = 0,007$ ), kao i u lijevom oku (Wilcoxonov test,  $P = 0,001$ ) (Tablica 4). U kontrolnoj skupini minimalna vrijednost intraokularnog tlaka desnog oka mjen bez fluoresceina iznosi 4 mmHg, s fluoresceinom 6 mmHg, dok maksimalna vrijednost mjen bez fluoresceina iznosi 38 mmHg, a s fluoresceinom 60 mmHg. U kontrolnoj skupini minimalna vrijednost intraokularnog tlaka lijevog oka mjen bez fluoresceina iznosi 4 mmHg, s fluoresceinom 6 mmHg, dok maksimalna vrijednost mjen bez fluoresceina iznosi 36 mmHg, a s fluoresceinom 52 mmHg. U skupini na antiglaukomoj terapiji medijan intraokularnog tlaka mjen s fluoresceinom značajno je viši u odnosu na vrijednosti mjen bez fluoresceina i u desnom i u lijevom oku (Wilcoxonov test,  $P < 0,001$ ) (Tablica 4). U skupini na antiglaukomoj terapiji minimalna vrijednost intraokularnog tlaka desnog oka mjen bez fluoresceina iznosi

2 mmHg, s fluoresceinom 9 mmHg, dok maksimalna vrijednost mjerena bez fluoresceina iznosi 32 mmHg, a s fluoresceinom 48 mmHg. U skupini na antiglaukomoj terapiji minimalna vrijednost intraokularnog tlaka lijevog oka mjerena bez fluoresceina iznosi 2 mmHg, s fluoresceinom 6 mmHg, dok maksimalna vrijednost mjerena bez fluoresceina, kao i s fluoresceinom, iznosi 50 mmHg.

Tablica 4. Prikaz vrijednosti intraokularnog tlaka mjenog bez fluoresceina i s fluoresceinom u kontrolnoj skupini i skupini na antiglaukomoj terapiji

		Intraokularni tlak u mmHg					P†
		Broj ispitanika	Medijan (interkvartilni raspon)	Razlika *	95 % interval pouzdanosti		
					od	do	
<b>Kontrolna skupina</b>							
Desno oko	Bez fluoresceina	100	15 (12 – 16,5)	0	0	0,5	0,007
	S fluoresceinom	100	15 (13 – 17)				
Lijevo oko	Bez fluoresceina	100	14 (12 – 17)	0,5	0	1	0,001
	S fluoresceinom	100	15 (13 – 17)				
<b>Skupina na antiglaukomoj terapiji</b>							
Desno oko	Bez fluoresceina	100	15 (12 – 17)	1,5	1	2,5	< 0,001
	S fluoresceinom	100	17 (14 – 19)				
Lijevo oko	Bez fluoresceina	100	15 (11 – 17)	2	1,5	2,5	< 0,001
	S fluoresceinom	100	17 (15 – 18)				

\*Hodges-Lehman medijan razlike

† Wilcoxonov test

U obje skupine medijan tlaka desnog oka mjen bez fluoresceina iznosi 15 mmHg, bez statistički značajne razlike. U skupini na antiglaukomoj terapiji medijan intraokularnog tlaka mjen s fluoresceinom u desnom oku viši je u odnosu na kontrolnu skupinu (Mann-Whitney U test,  $P < 0,001$ ). Nije pronađena značajna razlika među skupinama u medijanu tlaka lijevog oka mjenom bez fluoresceina, dok je medijan tlaka u lijevom oku mjen sa fluoresceinom

značajno viši u skupini na antiglaukomoj terapiji u odnosu na kontrolnu skupinu (Mann-Whitney U test,  $P < 0,001$ ) (Tablica 5).

Tablica 5. Prikaz razlika među skupinama u vrijednostima intraokularnog tlaka mjenog bez fluoresceina i s fluoresceinom

		Broj ispitanika	Medijan (interkvartilni raspon)	Razlika *	95 % interval pouzdanosti		P†
					Od	Do	
<b>Intraokularni tlak bez fluoresceina</b>							
Desno oko	Kontrolna skupina	100	15 (12 – 16,5)	0	-1	1	0,75
	Skupina na antiglaukomoj terapiji	100	15 (12 – 17)				
Lijevo oko	Kontrolna skupina	100	14 (12 – 17)	0	-1	1	0,64
	Skupina na antiglaukomoj terapiji	100	15 (11 – 17)				
<b>Intraokularni tlak s fluoresceinom</b>							
Desno oko	Kontrolna skupina	100	15 (13 – 17)	2	1	2	< 0,001
	Skupina na antiglaukomoj terapiji	100	17 (14 – 19)				
Lijevo oko	Kontrolna skupina	100	15 (13 – 17)	2	1	2	< 0,001
	Skupina na antiglaukomoj terapiji	100	17 (15 – 18)				

\*Hodges-Lehman medijan razlike

†Mann-Whitney U test

Razlike u izmjerenim vrijednostima intraokularnog tlaka u desnom oku (Mann-Whitney U test,  $P < 0,001$ ), kao i u lijevom oku (Mann-Whitney U test,  $P < 0,001$ ) značajno su više u skupini na antiglaukomoj terapiji u odnosu na kontrolnu skupinu (Tablica 6). Maksimalna razlika vrijednosti intraokularnog tlaka mjenih bez fluoresceina i s fluoresceinom u desnom oku iznosi 24 mmHg, a u lijevom 22 mmHg.

Tablica 6. Prikaz razlike u razlici vrijednosti intraokularnog tlaka mjenog s fluoresceinom i bez fluoresceina među skupinama

	Skupina	Medijan (interkvartilni raspon)	Razlika*	95 % interval pouzdanosti		P†
				od	do	
Desno oko	Kontrolna skupina	0				
	Skupina na antiglaukomoj terapiji	1	1	1	2	< 0,001
Lijevo oko	Kontrolna skupina	0				
	Skupina na antiglaukomoj terapiji	1	1	1	2	< 0,001

\*Hodges-Lehman medijan razlike

†Mann Whitneyev U test

Kvaliteta suznog filma, ocijenjena testom vremena raspada suza, u desnom oku značajno je viša u kontrolnoj skupini (Mann-Whitney U test,  $P < 0,001$ ), kao i kvaliteta suznog filma u lijevom oku (Mann-Whitney U test,  $P < 0,001$ ), u odnosu na skupinu na antiglaukomoj terapiji (Tablica 7).

Tablica 7. Prikaz rezultata testa vremena raspada suza u kontrolnoj i antiglaukomoj skupini

	Skupina	Broj ispitanika	Medijan (interkvartilni raspon)	Razlika*	95 % interval pouzdanosti		P†
					od	do	
Desno oko	Kontrolna skupina	100	8 (7 – 10)				
	Skupina na antiglaukomoj terapiji	100	6 (5 – 8)	-2	-2	-1	< 0,001
Lijevo oko	Kontrolna skupina	100	8 (7 – 10)				
	Skupina na antiglaukomoj terapiji	100	7 (5 – 8)	-1	-2	-1	< 0,001

\*Hodges-Lehman medijan razlike

†Mann-Whitney U test

Spearmanovim koeficijentom korelacije ocijenjena je povezanost vrijednosti testa raspada suza i razlike vrijednosti intraokularnog tlaka mjenog bez fluoresceina i s fluoresceinom u desnom

i u lijevom oku. Povezanosti su značajne i negativne. Jača je povezanost vrijednosti testa raspada suza i razlike vrijednosti intraokularnog tlaka mjenog bez fluoresceina i s fluoresceinom u kontrolnoj skupini, odnosno kod manje vrijednosti testa vremena raspada suza veća je razlika, i obrnuto (Tablica 8).

Tablica 8. Prikaz Spearmanovog koeficijenta korelacije testa vremena raspada suza i razlike vrijednosti intraokularnog tlaka mjenog bez fluoresceina i s fluoresceinom

		Broj ispitanika	$\rho^*$	95 % interval pouzdanosti		P*
				Od	Do	
Desno oko	Kontrolna skupina	100	- 0,488	- 0,625	- 0,323	< 0,001
	Skupina na antiglaukomoj terapiji	100	- 0,355	- 0,516	- 0,171	< 0,001
	Svi	200	- 0,489	- 0,588	- 0,376	< 0,001
Lijevo oko	Kontrolna skupina	100	- 0,528	- 0,656	- 0,370	< 0,001
	Skupina na antiglaukomoj terapiji	100	- 0,358	- 0,518	- 0,174	< 0,001
	Svi	200	- 0,513	- 0,608	- 0,403	< 0,001

\*Spearmanov koeficijent korelacije

## 5. RASPRAVA

Kao što je navedeno, Goldmannova aplanacijska tonometrija je zlatni standard u mjerenju intraokularnog tlaka. U praksi se najčešće izvodi s fluoresceinom, no kod osoba s alergijom na neki sastojak kapi, kod osoba koje imaju meku kontaktnu leću u oku u svrhu terapije te u područjima gdje postoji problem s nabavom fluoresceina pribjegava se mjerenju bez korištenja fluoresceina (20). Mjerenje točnih vrijednosti intraokularnog tlaka važno je za početak pravovremenog liječenja glaukoma te prevencije njegove progresije. Dob se smatra rizičnim faktorom za razvoj glaukoma (5). U skladu s tom činjenicom u skupini na antiglaukomoj terapiji, središnja vrijednosti dobi od 70,5 godina (interkvartilnog raspona od 64,5 do 79 godina), bila je značajno viša u odnosu na kontrolnu skupinu.

Roper je proveo istraživanje gdje je mjerio intraokularni tlak Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom bez fluoresceina i s fluoresceinom. Sudjelovalo je 50 ispitanika, podijeljenih u dvije grupe od 25 ispitanika. U prvoj grupi nakon mjerenja bez fluoresceina, primijenjen je fluorescein putem fluoresceinske trakice te je mjerenje ponovljeno. U drugoj grupi nakon mjerenja bez fluoresceina primijenjena je otopina fluoresceina nakon čega je mjerenje ponovljeno. Značajne razlike pronađene su u obje grupe. U prvoj grupi prosječna razlika iznosila je 1,68 mmHg, a u drugoj grupi 5,62 mmHg. Zaključak ovog istraživanja je bio da je potrebno intraokularni tlak mjeriti s fluoresceinom kako bi se dobile točne vrijednosti te da postoji značajna razlika u izmjerenim vrijednostima ovisno o tome na koji način se fluorescein primjenjuje (40). Sličnu studiju proveli su i Berk, Yang i Chan. U njihovoj studiji sudjelovalo je 40 zdravih ispitanika. Intraokularni tlak mjereno je na jednom oku, prvo bez fluoresceina, zatim koristeći fluoresceinsku trakicu prije mjerenja. Nakon što je fluorescein uklonjen iz oka, ukapana je kap fluoresceina te je mjerenje ponovljeno. Vrijednost intraokularnog tlaka bez fluoresceina bila je značajno manja s prosječnom razlikom od 3,13 mmHg, u odnosu na vrijednosti intraokularnog tlaka mjerenih s fluoresceinom primijenjenim putem kapi. Primijećena je i razlika u intraokularnom tlaku ovisno o načinu primjene fluoresceina. Vrijednost intraokularnog tlaka mjenog nakon primjene fluoresceina fluoresceinskom trakicom bila je u prosjeku manja za 1,08 mmHg od vrijednosti intraokularnog tlaka mjenog s fluoresceinom primijenjenim putem kapi (41).

Bright i suradnici proveli su istraživanje na 100 ispitanika. Aritmetička sredina intraokularnog tlaka mjerena Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom bez fluoresceina iznosila je 11,02 mmHg sa standardnom devijacijom 4,53 mmHg, dok je aritmetička sredina intraokularnog tlaka

mjerena Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom s fluoresceinom iznosila 18,03 mmHg sa standardnom devijacijom 4,53 mmHg. Prosječna razlika između tih vrijednosti iznosila je 7 mmHg, što je bilo statistički značajno. Primijetili su da su veće greške u mjerenju bile prisutne kod ispitanika s višim intraokularnim tlakovima (23).

Rezultati prethodno opisanih studija u skladu su s rezultatima ove studije gdje je nađen značajni medijan razlike od 1 mmHg u oba oka. Maksimalna razlika vrijednosti intraokularnog tlaka mjerenih bez fluoresceina i s fluoresceinom iznosila je 24 mmHg. U navedenom slučaju neprepoznavanje povišenog intraokularnog tlaka zbog korištenja Goldmannove aplanacijske tonometrije bez fluoresceina moglo bi dovesti do kasnijeg početka liječenja te neuspješne prevencije progresije glaukoma.

Za razliku od ovog istraživanja u nekoliko studija nije pronađena značajna razlika između mjerenja bez fluoresceina i s fluoresceinom. Erdogan, Akingol i Cam u svom su istraživanju uspoređivali vrijednosti dobivene nekontaktnom tonometrijom, Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom s fluoresceinom i bez fluoresceina. U istraživanju je sudjelovalo 94 ispitanika. Aritmetička sredina intraokularnog tlaka mjerenog Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom bez fluoresceina iznosila je 12,3 mmHg sa standardnom devijacijom 2,7 mmHg, dok je aritmetička sredina intraokularnog tlaka mjerenog s fluoresceinom iznosila 12,5 mmHg sa standardnom devijacijom 2 mmHg. Razlike između Goldmannove aplanacijske tonometrije bez fluoresceina i s fluoresceinom nisu bile statistički značajne (4). Slične rezultate dobili su Bamdad, Roozbahani i Rouzbahani koji su proveli istraživanje na 250 zdravih ispitanika gdje su na jednom oku mjerili intraokularni tlak s fluoresceinom, na drugom bez fluoresceina. Aritmetička sredina intraokularnog tlaka mjerena bez fluoresceina iznosila je 12,6 mmHg sa standardnom devijacijom 2,09 mmHg, dok je srednja vrijednost intraokularnog tlaka mjerena s fluoresceinom iznosila 12,90 mmHg sa standardnom devijacijom 2,07 mmHg, te razlika nije bila statistički značajna (42).

Ghoneim je proveo istraživanje u kojem je mjerio intraokularni tlak bez fluoresceina pod svjetlom s crvenim filterom i intraokularni tlak s fluoresceinom pod plavim kobaltnim svjetlom. Tlak je mjereno u 500 očiju i aritmetička sredina vrijednosti intraokularnog tlaka bez fluoresceina iznosila je 15,23 mmHg sa standardnom devijacijom 3,3 mmHg, dok je aritmetička sredina vrijednosti intraokularnog tlaka mjerena s fluoresceinom iznosila 15,78 mmHg sa standardnom devijacijom 3,7 mmHg te razlika nije bila statistički značajna. Autor studije

preporučuje da se kod problema s korištenjem fluoresceina, kao što su suhe oči, koristi svjetlo s crvenim filterom (27).

U spomenutim radovima nije bilo usporedbe među pacijentima s glaukomom koji primaju antiglaukomsku terapiju te osoba koje nemaju očnih bolesti. U ovom istraživanju prilikom mjerenja s fluoresceinom u oba oka u skupini na antiglaukomskoj terapiji medijan intraokularnog tlaka bio je viši u odnosu na kontrolnu skupinu. Medijan intraokularnog tlaka mjerenog fluoresceinom u skupini na antiglaukomskoj terapiji i dalje je bio ispod granice za povišen intraokularni tlak od 21 mmHg (5). Razlike u izmjerenim vrijednostima intraokularnog tlaka u oba oka bile su značajno više u skupini na antiglaukomskoj terapiji u odnosu na kontrolnu skupinu.

Guarnieri, Carnero i Bleau uspoređivali su vrijednosti TBUT bez fluoresceina između 132 ispitanika koji primaju antiglaukomsku terapiju minimalno godinu dana i 87 zdravih ispitanika. Kao i u ovom istraživanju vrijednosti TBUT bile su značajno više u kontrolnoj skupini u odnosu na skupinu koja prima topikalnu antiglaukomsku terapiju (43). Niske vrijednosti TBUT upućuju na smanjenu kvalitetu suznog filma i jedan su od kriterija za dijagnozu sindroma suhog oka. Poznata nuspojava primjene topikalnih antiglaukomskih lijekova je smanjenje kvalitete suznog filma i posljedično pojava sindroma suhog oka (44, 45). Topikalni lijekovi mogu djelovati na površinu oka kroz razne mehanizme, dovodeći do alergijskih, toksičnih ili upalnih promjena. Nadalje, mogu remetiti lipidni sloj suznog filma djelovanjem svojih deterdžentskih surfaktantskih svojstava ili smanjivati sekreciju vode, te mogu oštetiti vrčaste stanice, konjunktivni ili rožnični epitel, rožnične živce kroz neurotoksične efekte ili vjeđe na nivou kože ili Meibomove žlijezde (46). Primijećena je razlika u utjecaju na stabilnost suznog filma kod primjene kapi s konzervansom i bez konzervansa. Bauoduin i Lunardo proveli su istraživanje na 30 zdravih ispitanika gdje su uspoređivali utjecaj kapi s konzervansom i bez konzervansa na stabilnost suznog filma. Kapi s konzervansom dovele su do smanjenja TBUT, odnosno do nestabilnosti suznog filma, dok kod primjene kapi bez konzervansa nisu primijećene promjene u vrijednosti TBUT (47).

Whitacre je u svom radu o greškama u Goldmannovoj aplanacijskoj tonometriji opisao problem nedostatka ili viška suza. Ako je prisutna dovoljna količina fluoresceina, višak suza na spoju glave tonometra i rožnice će se prikazati kao vrlo široki fluorescentni polukrugovi. Goldmann i Schmidt su ustanovili da će vrlo široki fluorescentni polukrugovi (2 mm) dovesti do vrijednosti većih za 2 mmHg od vrijednosti uzetih s uskim fluorescentnim polukrugovima (0,2 mm). Kod



manjka suza, uski fluoresceinski polukrugovi ( $\leq 0,1$  mm) dovode do prosječnih vrijednosti 0,35 mmHg nižih nego kod fluoresceinskih polukrugova širine 0,25 mm (20). U dostupnoj literaturi nisu pronađene studije koje povezuju vrijednost TBUT i razlike u vrijednostima intraokularnog tlaka mjenog Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom bez fluoresceina i s fluoresceinom. U ovom istraživanju pronađena je povezanost između razlike vrijednosti intraokularnog tlaka mjenog s fluoresceinom i bez fluoresceina te vrijednosti TBUT. Povezanosti su značajne i negativne u obje skupine te kod svih ispitanika. Kod viših vrijednosti TBUT manja je razlika među vrijednostima intraokularnog tlaka mjenog s fluoresceinom i bez fluoresceina, i obrnuto. Dakle, kod osoba s nižim vrijednostima TBUT posebno bi trebalo izbjegavati mjerenje intraokularnog tlaka bez fluoresceina s obzirom da bi moglo dovesti do mjerenja nižih od stvarnih vrijednosti intraokularnog tlaka.

## 6. ZAKLJUČAK

Temeljem provedenog istraživanja i dobivenih rezultata mogu se proizvesti sljedeći zaključci:

1. Postoji značajna razlika u vrijednostima intraokularnog tlaka oba oka mjenog Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom s fluoresceinom i bez fluoresceina
2. Postoji značajna razlika u razlici vrijednosti intraokularnog tlaka oba oka mjenog Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom s fluoresceinom i bez fluoresceina u skupini na antiglaukomoj terapiji i kontrolnoj skupini
3. Postoji povezanost između vrijednosti TBUT te razlike vrijednosti intraokularnog tlaka mjenog Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom s fluoresceinom i bez fluoresceina u oba oka

## 7. SAŽETAK

**CILJEVI ISTRAŽIVANJA:** Ciljevi istraživanja bili su ispitati postoji li razlika u vrijednostima intraokularnog tlaka mjenog Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom s fluoresceinom i bez fluoresceina, postoji li razlika u razlici tih vrijednosti među ispitanicima s glaukomom koji primaju antiglaukomsku terapiju i zdravim ispitanicima te ispitati postoji li povezanost vrijednosti TBUT i razlike u vrijednostima intraokularnog tlaka mjenog s fluoresceinom i bez fluoresceina.

**NACRT STUDIJE:** Presječna studija

**ISPITANICI I METODE:** Jednu skupinu činilo je 100 ispitanika koji se liječe od glaukoma te dolaze na redovne kontrolne preglede na Kliniku za očne bolesti. Kontrolnu skupinu činilo je 100 zdravih ispitanika koji su bili na redovnom pregledu na Klinici. Učinjen im je standardni oftalmološki pregled prilikom kojeg je Goldmannovom aplanacijskom tonometrijom izmjeren intraokularni tlak bez fluoresceina, zatim s fluoresceinom te je napravljen TBUT.

**REZULTATI:** U istraživanju je sudjelovalo 129 žena i 71 muškarac. Središnja vrijednost dobi ispitanika iznosila je 67 godina. Vrijednosti intraokularnog tlaka oba oka mjerene s fluoresceinom bile su značajno više od vrijednosti mjerenih bez fluoresceina te je razlika među tim vrijednostima bila veća u skupini na antiglaukomskoj terapiji u odnosu na kontrolnu skupinu. TBUT i razlike vrijednosti intraokularnog tlaka mjenog s fluoresceinom i bez fluoresceina značajno i negativno su povezane u oba oka.

**ZAKLJUČAK:** Vrijednosti intraokularnog tlaka mjenog bez fluoresceina značajno su niže od vrijednosti mjerenih s fluoresceinom te bi trebalo izbjegavati mjerenje bez fluoresceina, pogotovo kod osoba s nižim vrijednostima TBUT.

**Ključne riječi:** fluorescein; intraokularni tlak; tonometrija

## 8. SUMMARY

### **COMPARISON OF INTRAOCULAR PRESSURE VALUES MEASURED BY GOLDMANN APPLANATION TONOMETRY WITH FLUORESCEIN AND WITHOUT FLUORESCEIN**

**OBJECTIVES:** The objectives of the study were to compare intraocular pressure values measured by Goldmann applanation tonometry with fluorescein and without fluorescein, to compare the difference in differences of intraocular pressure values measured with fluorescein and without fluorescein between participants who are receiving topical antiglaucoma therapy and healthy participants and to examine the correlation between TBUT and difference of intraocular pressure values measured with fluorescein and without fluorescein.

**STUDY DESIGN:** cross-sectional study

**PARTICIPANTS AND METHODS:** Study included 200 participants who underwent a standard ophthalmic exam. One group included 100 patients treated for glaucoma in Clinic for eye diseases. Control group included 100 participants who went for a regular ophthalmic exam in Clinic for eye diseases but did not have history of high intraocular pressure.

**RESULTS:** The study included 129 women and 71 men. Median of the participants age was 67 years with interquartile range from 57,5 to 76 years. Intraocular pressure value measured with fluorescein was significantly higher than value measured without fluorescein in both eyes. Difference of intraocular pressure values measured with fluorescein and without fluorescein was found to be larger in group receiving treatment for glaucoma than in control group. TBUT and differences in intraocular pressure values measured with fluorescein and without fluorescein were significantly and negatively correlated in both eyes.

**CONCLUSION:** Intraocular pressure values measured without fluorescein are lower than values measured with fluorescein therefore measuring without fluorescein should be avoided especially in patients with low TBUT score.

**Key words:** fluorescein; intraocular pressure; tonometry, ocular

**9. POPIS LITERATURE**

1. Pietrowska K, Dmuchowska DA, Krasnicki P, Mariak Z, Kretowski A, Ciborowski M. Analysis of pharmaceuticals and small molecules in aqueous humor. *J Pharm Biomed Anal.* 2018;159:23-36.
2. Bušić M, Kuzmanović Elabjer B, Bosnar D. *Seminaria Ophtalmologica.* Osijek-Zagreb: Cerovski; 2014.
3. Guyton A, Hall J. *Medicinska fiziologija.* Zagreb: Medicinska naklada; 2017.
4. Erdogan H, Akingol Z, Cam O, Sencan S. A comparison of NCT, Goldman application tonometry values with and without fluorescein. *Clin Ophthalmol.* 2018;12:2183-8.
5. European Glaucoma Society Terminology and Guidelines for Glaucoma, 4th Edition *Br J Ophthalmol.* 2017;101(5):73-127.
6. Alguire PC. Tonometry. In: Walker HK, Hall WD, Hurst JW, editors. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations.* Boston: Butterworths; 1990.
7. Stamper RL. A history of intraocular pressure and its measurement. *Optom Vis Sci.* 2011;88(1):E16-28.
8. Cordero I. Understanding and caring for a Schiotz tonometer. *Community Eye Health.* 2014;27(87):57-.
9. Abrahamson IA, Jr., Abrahamson IA, Sr. Applanation and Schiotz tonometry. A comparative study. *Am J Ophthalmol.* 1959;48:389-92.
10. Herndon LW. Measuring intraocular pressure-adjustments for corneal thickness and new technologies. *Curr Opin Ophthalmol.* 2006;17(2):115-9.
11. Kim NR, Kim CY, Kim H, Seong GJ, Lee ES. Comparison of goldmann applanation tonometer, noncontact tonometer, and TonoPen XL for intraocular pressure measurement in different types of glaucomatous, ocular hypertensive, and normal eyes. *Curr Eye Res.* 2011;36(4):295-300.
12. Sorensen PN. The noncontact tonometer. Clinical evaluation on normal and diseased eyes. *Acta Ophthalmol (Copenh).* 1975;53(4):513-21.
13. Garcia-Feijoo J, Martinez-de-la-Casa JM, Morales-Fernandez L, Saenz Frances F, Santos-Bueso E, Garcia-Saenz S, i sur. New technologies for measuring intraocular pressure. *Prog Brain Res.* 2015;221:67-79.
14. Lleó A, Marcos A, Calatayud M, Alonso L, Rahhal SM, Sanchis-Gimeno JA. The relationship between central corneal thickness and Goldmann applanation tonometry. *Clin Exp Optom.* 2003;86(2):104-8.

15. Ehlers N, Bramsen T, Sperling S. Applanation tonometry and central corneal thickness. *Acta Ophthalmol (Copenh)*. 1975;53(1):34-43.
16. Mansoori T, Balakrishna N. Effect of central corneal thickness on intraocular pressure and comparison of Topcon CT-80 non-contact tonometry with Goldmann applanation tonometry. *Clin Exp Optom*. 2018;101(2):206-12.
17. Stoor K, Karvonen E, Ohtonen P, Liinamaa MJ, Saarela V. Icare versus Goldmann in a randomised middle-aged population: The influence of central corneal thickness and refractive errors. *Eur J Ophthalmol*. 2020;1120672120921380.
18. Zhang Y, Zhao JL, Bian AL, Liu XL, Jin YM. [Effects of central corneal thickness and corneal curvature on measurement of intraocular pressure with Goldmann applanation tonometer and non-contact tonometer]. *Zhonghua Yan Ke Za Zhi*. 2009;45(8):713-8.
19. Liu J, Roberts CJ. Influence of corneal biomechanical properties on intraocular pressure measurement: quantitative analysis. *J Cataract Refract Surg*. 2005;31(1):146-55.
20. Whitacre MM, Stein R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. *Surv Ophthalmol*. 1993;38(1):1-30.
21. Holladay JT, Allison ME, Prager TC. Goldmann applanation tonometry in patients with regular corneal astigmatism. *Am J Ophthalmol*. 1983;96(1):90-3.
22. Rask G, Behndig A. Effects of corneal thickness, curvature, astigmatism and direction of gaze on Goldmann applanation tonometry readings. *Ophthalmic Res*. 2006;38(1):49-55.
23. Bright DC, Potter JW, Allen DC, Spruance RD. Goldmann applanation tonometry without fluorescein. *Am J Optom Physiol Opt*. 1981;58(12):1120-6.
24. Hoffer KJ. Applanation tonometry with and without fluorescein. *Am J Ophthalmol*. 88. United States 1979. p. 798.
25. Lim L, Ng TP, Tan DT. Accurate intraocular pressure measurement in contact lens wearers with normal pressures. *Clao j*. 1997;23(2):130-3.
26. Moses RA. Fluorescein in applanation tonometry. *Am J Ophthalmol*. 1960;49:1149-55.
27. Ghoneim EM. Red-free light for measurement of intraocular pressure using Goldmann applanation tonometer without fluorescein. *Eur J Ophthalmol*. 2014;24(1):84-7.
28. Palmberg R, Gutierrez YS, Miller D, Feuer WJ, Anderson DR. Potential bacterial contamination of eyedrops used for tonometry. *Am J Ophthalmol*. 1994;117(5):578-82.
29. Ottar WL. Tonometry. *Insight*. 1998;23(1):11-7.
30. Pflugfelder SC, Stern ME. Biological functions of tear film. *Exp Eye Res*. 2020;197:108115.

31. Mastropasqua R, Agnifili L, Mastropasqua L. Structural and Molecular Tear Film Changes in Glaucoma. *Curr Med Chem*. 2019;26(22):4225-40.
32. Herbaut A, Liang H, Denoyer A, Baudouin C, Labbé A. Tear film analysis and evaluation of optical quality: A review of the literature. *J Fr Ophtalmol*. 2019;42(2):e21-e35.
33. Fong PY, Shih KC, Lam PY, Chan TCY, Jhanji V, Tong L. Role of tear film biomarkers in the diagnosis and management of dry eye disease. *Taiwan J Ophthalmol*. 2019;9(3):150-9.
34. Stewart WC, Stewart JA, Nelson LA. Ocular surface disease in patients with ocular hypertension and glaucoma. *Curr Eye Res*. 2011;36(5):391-8.
35. Fraunfelder FT, Sciubba JJ, Mathers WD. The role of medications in causing dry eye. *J Ophthalmol*. 2012;2012:285851.
36. Fechtner RD, Godfrey DG, Budenz D, Stewart JA, Stewart WC, Jasek MC. Prevalence of ocular surface complaints in patients with glaucoma using topical intraocular pressure-lowering medications. *Cornea*. 2010;29(6):618-21.
37. Jaenen N, Baudouin C, Pouliquen P, Manni G, Figueiredo A, Zeyen T. Ocular symptoms and signs with preserved and preservative-free glaucoma medications. *Eur J Ophthalmol*. 2007;17(3):341-9.
38. McMonnies CW. Tear instability importance, mechanisms, validity and reliability of assessment. *J Optom*. 2018;11(4):203-10.
39. Marušić M. Uvod u znanstveni rad. Zagreb: Medicinska naklada; 2019.
40. Roper DL. Applanation tonometry with and without fluorescein. *Am J Ophthalmol*. 1980;90(5):668-71.
41. Berk TA, Yang PT, Chan CC. Prospective Comparative Analysis of 4 Different Intraocular Pressure Measurement Techniques and Their Effects on Pressure Readings. *J Glaucoma*. 2016;25(10):e897-e904.
42. Bamdad S, Roozbahani M, Rouzbahani R, Nazarian S, Ghaffarian H. Comparison of Applanation Tonometry with and without Fluorescein. *Journal of Isfahan Medical School*. 2011;28(118).
43. Guarnieri A, Carnero E, Bleau AM, López de Aguilera Castaño N, Llorente Ortega M, Moreno-Montañés J. Ocular surface analysis and automatic non-invasive assessment of tear film breakup location, extension and progression in patients with glaucoma. *BMC Ophthalmol*. 2020;20(1):12.
44. Wong ABC, Wang MTM, Liu K, Prime ZJ, Danesh-Meyer HV, Craig JP. Exploring topical anti-glaucoma medication effects on the ocular surface in the context of the current understanding of dry eye. *Ocul Surf*. 2018;16(3):289-93.

## 9. POPIS LITERATURE

45. Zemba M, Papadatu CA, Enache VE, Sârbu LN. [Ocular surface in glaucoma patients with topical treatment]. *Oftalmologia*. 2011;55(3):94-8.
46. Willcox MDP, Argüeso P, Georgiev GA, Holopainen JM, Laurie GW, Millar TJ, et al. TFOS DEWS II Tear Film Report. *Ocul Surf*. 2017;15(3):366-403.
47. Baudouin C, de Lunardo C. Short-term comparative study of topical 2% carteolol with and without benzalkonium chloride in healthy volunteers. *Br J Ophthalmol*. 1998;82(1):39-42.



## 10. ŽIVOTOPIS

### OPĆI PODACI

Nina Klasan

studentica šeste godine

Medicinski fakultet Osijek

J. Huttlera 4, 31000 Osijek

### OSOBNI PODACI

Datum i mjesto rođenja: 27. 11. 1996., Osijek, Republika Hrvatska

Adresa: Duga ulica 35a, 31216 Ivanovac

Telefon: +385919306250

E-mail: nina.klasan1@gmail.com

### OBRAZOVANJE:

2015. – 2021. Medicinski fakultet Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku

2011. – 2015. III. gimnazija Osijek, Osijek

2003. – 2011. Osnovna škola „Antunovac“, Antunovac