

# Usporedba dinamičke perimetrije s Bulbitech perimetrijom

---

**Polić, Petra**

**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:171:777658>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-09**



*Repository / Repozitorij:*

[MEFST Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Petra Polić**

**USPOREDBA DINAMIČKE PERIMETRIJE S BULBITECH PERIMETRIJOM**

**Diplomski rad**

**Akadska godina:**

**2021./2022.**

**Mentor:**

**Izv. prof. dr. sc. Ljubo Znaor**

**Split, listopad 2022.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Petra Polić**

**USPOREDBA DINAMIČKE PERIMETRIJE S BULBITECH PERIMETRIJOM**

**Diplomski rad**

**Akadska godina:**

**2021./2022.**

**Mentor:**

**Izv. prof. dr. sc. Ljubo Znaor**

**Split, listopad 2022.**

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1. Anatomija oka .....	2
1.2. Glaukom .....	7
1.2.1. Podjela glaukoma .....	8
1.2.2. Epidemiologija glaukoma .....	10
1.2.3. Faktori rizika za nastanak glaukoma .....	11
1.2.4. Patofiziologija glaukoma .....	12
1.2.5. Dijagnostika glaukoma .....	13
1.2.6. Liječenje glaukoma .....	16
2. CILJ ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZE .....	18
2.1. Cilj istraživanja .....	19
2.2. Hipoteze .....	19
3. ISPITANICI I METODE .....	20
3.1. Ispitanici .....	21
3.2. Metode .....	21
3.3. Obrada podataka .....	22
4. REZULTATI .....	21
5. RASPRAVA .....	24
6. ZAKLJUČCI .....	31
7. POPIS CITIRANE LITERATURE .....	33
8. SAŽETAK .....	36
9. SUMMARY .....	40
10. ŽIVOTOPIS .....	41

## **ZAHVALA**

*Zahvaljujem svojoj obitelji na cjeloživotnoj bezuvjetnoj ljubavi i podršci. Bez vas ovo ne bi bilo moguće.*

*Hvala Borni, jer je vjerovao u mene kad ni sama nisam.*

*Hvala mojim prijateljima i kolegama, a posebno Donaldu, na svim usponima i padovima koje smo zajedno prolazili ovih godina.*

*Naposljetku, hvala mom mentoru, izv. prof. dr. sc. Ljubi Znaoru, na vodstvu, strpljenju i pomoći pri izradi ovog diplomskog rada.*

## **POPIS KRATICA**

DD – difuzni defekt (engl. *diffuse defect*)

EMP – perimetrija pokreta očiju (engl. *eye movement perimetry*)

IOT – intraokularni tlak

LD – lokalni defekt (engl. *local defect*)

MD – prosječna vrijednost svih lokalnih defekata (engl. *mean defect*)

MS – srednja osjetljivost mrežnice na svjetlosni podražaj (engl. *mean sensitivity*)

PACG – primarni glaukom zatvorenog kuta (engl. *primary angle-closure glaucoma*)

POAG – primarni glaukom otvorenog kuta (engl. *primary open-angle glaucoma*)

RNFL – debljina živčanih vlakana mrežnice (engl. *retinal nerve fiber layer*)

SACG – sekundarni glaukom zatvorenog kuta (engl. *secondary angle-closure glaucoma*)

sLV – rani pokazatelj fokalnog oštećenja (engl. *square root of loss variance*)

SOAG – sekundarni glaukom otvorenog kuta (engl. *secondary open-angle glaucoma*)

SRT – vrijeme sakadične reakcije (engl. *saccadic reaction time*)

## **1. UVOD**

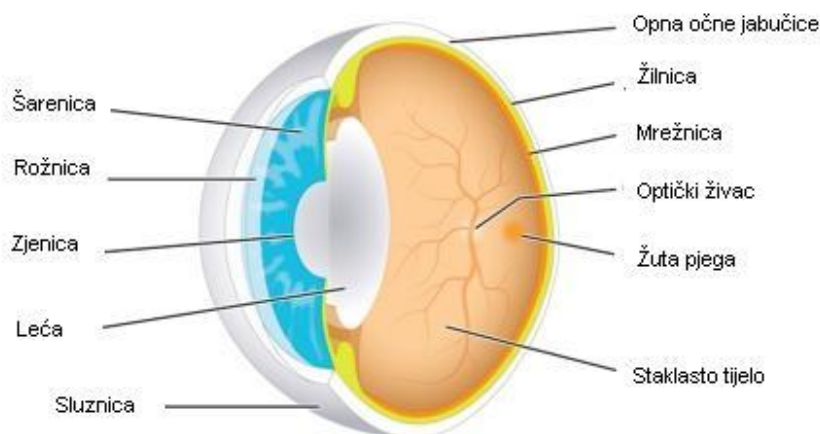
## 1.1. Anatomija oka

Oko je paran, složen i visokospecijaliziran organ osjetljiv na svjetlost, a omogućava točno i precizno određivanje oblika promatranog objekta, kao i jačinu svjetlosti i boje odbijene od njega. Oči su smještene u očnim šupljinama, zaštitnim koštanim strukturama lubanje. Osnovni dijelovi oka su: čvrsta vezivna ovojnica koja ga štiti i održava mu oblik, optički sustav leća koji služi za izoštravanje slike, sloj fotosenzitivnih stanica i sustav živčanih stanica i vlakana, koji prikupljaju, obrađuju i šalju vidne informacije u središnji živčani sustav (1).

Očne šupljine (lat. *orbitae*) parne su koštane šupljine volumena oko 30 mililitara, smještene na prednjoj strani lubanje i nalik piramidi s bazom usmjerenom prema naprijed (2). Prednju im granicu čine vjeđe (lat. *palpebrae*) i orbitalni septum (lat. *septum orbitale*). Krov očne šupljine čine frontalna (lat. *os frontale*) i sfenoidna (lat. *os sphenoidale*) kost, a njeno dno maksilarna (lat. *os maxillaris*), zigomatična (lat. *os zygomaticum*) i palatinalna (lat. *os palatinum*) kost. Unutarnju stijenku očne šupljine čine etmoidalna (lat. *os ethmoidale*), lakrimalna (lat. *os lacrimale*), sfenoidna i maksilarna kost, a vanjsku stijenku zigomatična i sfenoidna kost (3). U vrhu orbite nalaze se tri otvora putem kojih očna šupljina komunicira sa drugim dijelovima lubanje. Ti otvori su: optički kanal, gornja orbitalna pukotina i donja orbitalna pukotina. Glavna uloga očne šupljine zaštita je očne jabučice.

Očna jabučica (lat. *bulbus oculi*) nalazi se u masnom tkivu unutar očne šupljine i ispunjava njeno prednje područje. Ponaša se poput kuglastog zglobnog tijela, što znači da ima mogućnost gibanja u svim smjerovima. Karakterizira ju oblik nepravilne kugle aksijalne duljine oko 24 mm. Očnu jabučicu sačinjavaju tri ovojnice, čija uloga je da okružuju i štite leću, staklovinu i očne sobice. To su: vanjska vezivna ovojnica (lat. *tunica fibrosa bulbi*), srednja krvožilna ovojnica (lat. *tunica vasculosa bulbi*) i unutarnja živčana ovojnica (lat. *tunica interna bulbi*). Sadržaj oka čine leća, sobna vodica i staklovina (2) (Slika 1).





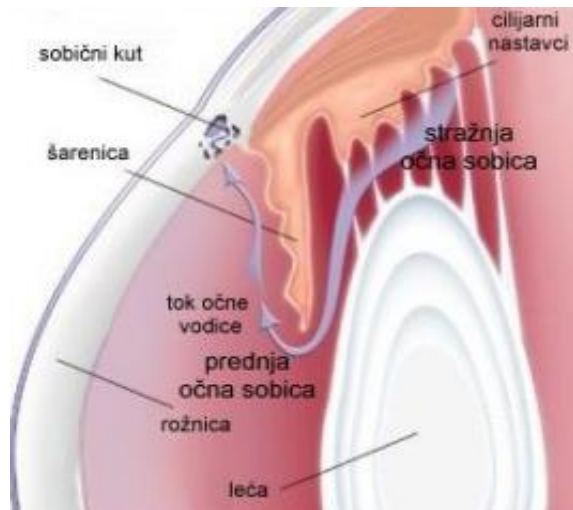
**Slika 1.** Očna jabučica (preuzeto s: <https://zdravlje.eu/2010/04/29/anatomska-i-histoloska-grada-ok/>)

**Vanjska očna ovojnica** (lat. *tunica fibrosa bulbi*) građena je od fibroznog, neprozirnog vanjskog zaštitnog omotača oka zvanog bjeloočnica (lat. *sclera*) i prizornog, prednjeg dijela nalik staklu na ručnom satu zvanog rožnica (lat. *cornea*). Glavne uloge su joj pružanje mehaničke stabilnosti oku i definiranje veličine i oblika oka, a služi i kao hvatište očnih mišića (3).

Bjeloočnica zauzima stražnji i veći (4/5) dio vanjske vezivne očne ovojnice. Ona je čvrsta, neelastična i fibrozna te samim time štiti unutarnje strukture oka, pruža otpor intraokularnom tlaku. Također je i mjesto hvatanja vanjskih očnih mišića. Debljina joj varira po područjima; najdeblja je (1 mm) straga, oko izlazišta vidnog živca. Prema naprijed se debljina smanjuje s najtanjim dijelom (0,3 mm) neposredno iza hvatišta ravnih vanjskih očnih mišića. Sprijeda se, preko žlijeba *rima cornealis*, nastavlja u rožnicu, a straga prelazi u ovojnice vidnog živca. Mikroskopski je građena od husto i nepravilno poredanih snopova kolagenih vlakana, uz nešto manji broj elastičnih vlakana. Od unutrašnjosti prema vani razlikujemo tri sloja bjeloočnice: *lamina fusca*, *stroma* i *episclera*. (2, 3)

Rožnica je prednji, prozirni dio vanjske očne ovojnice. Njene glavne funkcije propuštanje su i lom svjetlosnih zraka, mehanička zaštita intraokularnih struktura i održavanje vlastite pozornosti. Kako sudjeluje u refrakcijskom sustavu oka i propušta svjetlost u dublje dijelove oka, rožnica mora biti prozirna. Najgušće je inervirano tkivo ljudskog tijela te zbog toga većina patoloških zbivanja na rožnici izaziva vrlo jak bol. Oblika je meniska, odnosno deblja je na krajevima (oko 0,7 do 0,9 mm), a tanja u središtu (oko 0,5 mm). U horizontalnom

promjeru (oko 11,5 mm) je nešto šira nego u vertikalnom (oko 10,5 mm). Histološki je građena od šest slojeva, a to su: epitel, Bowmanova membrana, stroma, Duiin sloj, Descemetova membrana i endotel. Endotel je difuzijska membrana za očnu vodicu i osnovna mu je funkcija izmjena tvari i tekućine između rožnice i očne vodice (lat. *humor aquosus*) (2). Očna vodica nastaje procesima aktivne sekrecije i ultrafiltracije iz nastavaka zrakastog tijela, a potom se izlučuje u stražnju očnu sobicu (lat. *camera bulbi posterior*). Zatim cirkulira između šarenice i prednje površine leće te kroz zjenicu prodire u prednju očnu sobicu (lat. *camera bulbi anterior*). Odatle otječe u sistemsku cirkulaciju trabekularnim i uveoskleralnim sustavom. Najveći dio očne vodice otječe trabekularnim sustavom, preko trabekularne mreže, Schlemmov – og kanala i sabirnih kanalića, episkleralnim venama sve do sistemske cirkulacije. Uveoskleralni odvodni sustav podrazumijeva protok očne vodice kroz korijen šarenice, preko zrakastog tijela i suprakoroidalnog prostora, odakle se venskom cirkulacijom zrakastog tijela, žilnice i bjeloočnice odvodi iz očne jabučice. Glavna uloga očne vodice prehrana je avaskularnih tkiva, kao što su leća, unutarnja strana rožnice i strukture kuta očne sobice. Homeostaza nastanka i otjecanja očne vodice izravno utječe na intraokularni tlak (IOT) i, ukoliko je optimalna, održava ga u normalnim granicama (prosječna vrijednost  $16 \pm 2$  mmHg). Povišene vrijednosti IOT, koje nastaju pri poremećaju u otjecanju ili prevelikom stvaranju očne vodice, predstavljaju jedan od najvažnijih rizičnih čimbenika za nastanak glaukomske bolesti (4). Prednja očna sobica omeđena je rožnicom, šarenicom, komornim kutem i lećom te sadrži očnu vodicu volumena oko 200  $\mu\text{L}$ . Stražnja očna sobica omeđena je cilijarnim nastavcima, zonulom, stražnjom stranom šarenice, lećom i prednjom plohom staklovine te sadrži očnu vodicu volumena oko 100  $\mu\text{L}$ . Prednja i stražnja očna sobica komuniciraju preko pupile (Slika 2) (2).



**Slika 2.** Prednja i stražnja očna sobica (preuzeto s: <https://bilicvision.hr/hr/ostale-usluge/glaukom/dijagnostika-i-lijecenje/>)

**Srednju očnu ovojnicu** (lat. *tunica vasculosa bulbi*) čine šarenica, zrakasto cijelo i žilnica. Ona predstavlja srednji, vaskularni sloj oka i najvećim dijelom opskrbljuje retinu krvlju.

Šarenica je prednji dio srednje očne ovojnice, smješten između rožnice i leće. U središtu šarenica nalazi se zjenica, otvor koji promjenom svoje veličine, odnosno širenjem (lat. *mydriasis*) i sužavanjem (lat. *miosis*), izravno utječe na količinu svjetlosti koju oko prima te time umanjuje optičke aberacije refrakcijskog sustava oka. Ti procesi kontrolirani su ravnotežom između konstrikcije uzrokovane parasimpatomimetičkom aktivnošću i dilatacije uzrokovane simpatičkom aktivnošću. Još jedna vrlo važna uloga šarenice resorpcija je očne vodice (2,3).

Zrakasto tijelo nastavlja se na korijen šarenice i seže natrag do nazubljene crte mrežnice (lat. *ora serrata retinae*). Nazubljena crta mrežnice dijeli zrakasto tijelo od žilnice. Histološki se sastoji od četiri sloja: cilijarnog mišića, vaskularnog sloja, bazalne membrane i dvaju slojeva epitelnih stanica. Cilijarni su nastavci građeni od prednjeg, nazubljenog dijela (lat. *pars plicata*) i stražnjeg, ravnijeg dijela (lat. *pars plana*). Glavne dvije uloge cilijarnog tijela su proizvodnja očne vodice i akomodacija uz pomoć cilijarnog mišića (lat. *m.ciliaris*) (2).

Žilnica predstavlja stražnji dio srednje očne ovojnice, a nalazi se između mrežnice i bjeloočnice. Sprijeda se, u području nazubljene crte mrežnice, nastavlja na cilijarno tijelo, a straga seže sve do vidnog živca. Histološki je građena od četiri sloja: *lamina suprachoroidalis*, *lamina vascularis*, *lamina choriocapillaris* i *lamina basalis*. Glavna joj je uloga prehranjivanje vanjskih slojeva retine (2, 3).

**Unutarnja očna ovojnica** (lat. *tunica interna bulbi*) građena je od mrežnice, odnosno tanke, prozirne, višeslojne, fotosenzibilne opne živčanog sustava. Njen slijepi dio (lat. *pars caeca retinae*) pokriva stražnji dio šarenice i zrakasto tijelo, a vidni dio (lat. *pars optica retinae*) pokriva žilnicu. Granica među dvama navedenim dijelovima je zupčasta linija (lat. *ora serrata*). Histološki gledano, vidni dio mrežnice sadrži deset slojeva, od kojih su tri neurona vidnog puta: neuroepitelni sloj (štapici i čunjići), bipolarne stanice i ganglijski sloj. Devet je unutarnjih slojeva mrežnice, a neurosenzorna retina samo je priljubljena uz deseti, vanjski, pigmentni sloj mrežnice. Debljina mrežnice iznosi od 0,1 mm do 0,5 mm. U središtu stražnjeg pola mrežnice nalazi se središnja jamica (lat. *fovea centralis*) koja odgovara kliničkoj makuli (lat. *macula lutea*). Ime je dobila po ksantofilnom pigmentu luteinu, kojeg sadrži. On djeluje kao antioksidans i štiti makulu od jakog svjetla. Prema naprijed slijedi foveolarna avaskularna zona, čije središte čini foveola, poznata kao mjesto najjasnijeg vida (3). Još jedna važna točka na žilnici je papila vidnog živca (lat. *papilla nervi optici*), koja odgovara mjestu na kojem živčana vlakna napuštaju mrežnicu (5).

**Leća** (lat. *lens*) je prozirno bikonveksno tijelo. Njene glavne uloge su lom svjetlosti, akomodacija i održavanje vlastite prozirnosti. Leća, upravo zbog toga što mora biti prozirna, nema krvnih žila pa se prehranjuje difuzijom metabolita iz očne vodice. Smještena je između šarenice i staklovine, a sa zrakastim tijelom je povezana zonulama. Obavijena je tankom kapsulom (lat. *capsula lentis*) pod kojom se u prednjem dijelu nalazi epitel (lat. *epithelium lentis*). Središnji dio leće naziva se jezgra (lat. *nucleus lentis*), a između kapsule i jezgre nalazi se korteks (lat. *cortex lentis*). U djeteta su anteroposteriorni i ekvatorijalni promjer manji nego u odrasle osobe, jer leća nakon rođenja nastavlja rasti (2). Lomna jakost leće je 19 do 33 dioptrije, a indeks loma iznosi 1,4. Iako je najznačajniji i najčešći poremećaj leće katarakta, odnosno gubitak prozirnosti leće, postoje i brojne druge bolesti, kao što su kongenitalne ili stečene malformacije i malpozicije (6).

**Staklovina** (lat. corpus vitreum) je prozirna struktura građena poput gela, smještena između mrežnice, leće i stražnje komore. Čini 4/5 ukupnog volumena oka. Građena je od mreže kolagenih vlakana tipa II, molekula hijaluronske kiseline i, u najvećoj mjeri (99% volumena), od vode. Ima prednji i stražnji korteks te bazu. Čvrsto je srasla s mrežnicom u području papile vidnog živca, makule, baze staklovine te uz krvne žile (2). Glavne uloge staklovine su: održavanje oblika očne jabučice, podupiranje mrežnice, amortizacija za leću i mrežnicu i propuštanje svjetlosti do mrežnice (7).

**Vidni živac** (lat. nervus opticus) je, za razliku od perifernih živaca, dio središnjeg živčanog sustava. Sastoji se od oko 1,2 milijuna aksona mrežničnih ganglijskih stanica sa 600 snopova živčanih niti. Oni su topografski podijeljeni i, kao takvi, predstavljaju projekciju pojedinih dijelova mrežnice. Vidni živac je ukupno dug oko 50 mm i dijeli se u četiri segmenta: intraokularni dio, intraorbitalni dio, intrakanalikularni dio te intrakranijalni dio. Postoje mnogi poremećaji vidnog živca, od razvojnih anomalija, nasljednih optičkih neuropatija, toksičke i traumatske optičke neuropatije pa sve do upalnih bolesti, vaskularnih bolesti i stečenih bolesti vidnog živca (8). Patološke promjene na vidnom živcu mogu dovesti do teških ireverzibilnih stanja, u prvom redu sljepoće. Primjer je glaukom, kronična progresivna optikoneuropatija karakterizirana promjenama na papili vidnog živca. U glaukomu dolazi do gubitka retinalnih ganglijskih stanica i njihovih aksona te do posljedičnih ispada u vidnom polju (4).

## 1.2. Glaukom

Glaukom objedinjuje skupinu neuropatija vidnog živca praćenu progresivnom degeneracijom retinalnih ganglijskih stanica i njihovih aksona, što rezultira karakterističnim patološkim promjenama optičkog diska i postupnim gubitkom vida, što se najprije očituje prepoznatljivim ispadima vidnog polja – skotomima. Poznat je kao vodeći uzrok ireverzibilne sljepoće u svijetu, a zabrinjavajuća je činjenica da ga u nastanku obično ne prate izraženi znakovi bolesti pa je samo 10% do 50% ljudi s glaukomom svjesno svojeg stanja (9). Zahvaljujući tome, glaukom vrlo često ostaje neopažen sve dok ne dođe do ireverzibilnog gubitka vidne oštine i vidnog polja, što stavlja naglasak na važnost dijagnostike u ranom prepoznavanju ove bolesti (10).

Jedan od najvažnijih faktora rizika za pojavu glaukoma svakako je IOT. Glaukom je često, ali ne i nužno, praćen porastom intraokularnog tlaka. Svaka vrijednost intraokularnog tlaka u iznosu većem od 20,5 mm Hg budi sumnju na glaukomsku bolest, a vrijednost od 24 mm Hg proglašena je glaukomskom vrijednošću IOT. Međutim, dokazano je da povišena vrijednost IOT ne znači nužno postojanje glaukoma, odnosno, glaukom je često, ali ne i uvijek, praćen porastom IOT. Isto tako, osoba može patiti od očne hipertenzije bez patoloških promjena na vidnom živcu i u vidnom polju. Osim povišenog očnog tlaka, faktore rizika za pojavu glaukoma čine i povećana ekskavacija glave vidnog živca, starija dob bolesnika, crna rasa, pozitivna obiteljska anamneza, visoka kratkovidnost, diabetes melitus, hipotireoidizam i arterijska hipertenzija (10).

### 1.2.1. Podjela glaukoma

Postoji više vrsta glaukoma, a dijele se po etiologiji, stanju sobičnog kuta i dobi u kojoj se bolest javila (Tablica 1.).

**Tablica 1.** Podjela glaukoma (11, 16)

S obzirom na etiologiju	S obzirom na stanje sobičnog kuta		S obzirom na dob u kojoj se bolest javila
Primarni	Glaukom otvorenog sobičnog kuta	Glaukom zatvorenog sobičnog kuta	Kongenitalni glaukom
			Infantilni glaukom
			Juvenilni glaukom
Sekundarni	Glaukom otvorenog sobičnog kuta	Glaukom zatvorenog sobičnog kuta	

**Kongenitalni glaukom** smatra se razvojnim defektom te čini oko 25% glaukopskih bolesti kod djece. Postoji već pri rođenju, a javlja se zbog trabekulodisgeneze, odnosno neodgovarajućeg razvoja trabekularne mreže oka. Posljedično tome, otjecanje očne vodice je otežano, intraokularni tlak raste i nastaje glaukopsko oštećenje na vidnom živcu (12). Glavnu terapijsku metodu predstavlja kirurški zahvat, a uspješnost izliječenja tim putem iznosi preko 90% (13).

**Infantilni glaukom** javlja se od rođenja do treće godine života, a čini oko 65% glaukopskih bolesti kod djece. Mehanizam nastanka i terapija isti su kao i kod kongenitalnog glaukoma (14).

**Juvenilni glaukom** može se javiti od treće godine života pa sve do četrdesete godine života (12). Čini oko 10% slučajeva glaukopskih bolesti kod djece (14). Patofiziologija nastanka bolesti nije do kraja razjašnjena, ali pregledom se mogu uočiti znaci nepotpunog razvoja iridokornealnog kuta. Klinička slika gotovo je identična primarnom glaukomu otvorenog sobičnog kuta (15).

**Primarni glaukom otvorenog sobičnog kuta** (engl. *primary open-angle glaucoma*, POAG) jedan je od dva najčešća oblika glaukoma (2). Naziva se još i „glaucoma simplex“. Karakterizira ga otvoren kut što ga čine šarenica i rožnica (iridokornealni kut), odnosno kut prednje očne sobice. Prema tome, mehanička zapreka otjecanju očne vodice ne postoji, ali je povećan otpor otjecanju na mikroskopskom nivou stanica trabekularne mreže. Ranije se pod POAG podrazumijevala povišena vrijednost intraokularnog tlaka, no danas se POAG definira kao prednja ishemična neurooptikopatija s progresivnim atrofičnim promjenama vidnog živca. Te promjene manifestiraju se u obliku karakterističnog gubitka vidnog polja. Također, zna se i da povišen intraokularni tlak predstavlja tek pokazatelj rizika i/ili napredovanja glaukoma. O primarnom glaukomu otvorenog sobičnog kuta govorimo ako je uzrok eventualnog povišenog intraokularnog tlaka nepoznat. Ukoliko je uzrok poznat, tada govorimo o sekundarnom glaukomu otvorenog sobičnog kuta (engl. *secondary open-angle glaucoma*, SOAG) (16). Neki od mogućih uzroka su upalne bolesti oka, trauma oka, neovaskularizacija nakon ishemije ili u tijeku dijabetične retinopatije, pseudoeksfolijacija i sindrom pigmentne disperzije (17).

**Primarni glaukom zatvorenog kuta** (engl. *primary angle-closure glaucoma*, PACG) jedan je od dva najčešća oblika glaukoma (2). Karakterizira ga zatvoren iridokornealni kut pa nastaje zbog mehaničke blokade otjecanju očne vodice. Javlja se i progresivna trabekularna disfunkcija, koja je uzrokovana stvaranjem priraslica zbog prislanjanja šarenice uz strukture kuta prednje sobice. Glaukom zatvorenog sobičnog kuta smatra se primarnim ukoliko je uzrok povišenom intraokularnom tlaku anatomski, a ukoliko je riječ o patološkom uzroku, tada govorimo o sekundarnom glaukomu zatvorenog sobičnog kuta (engl. *secondary angle-closure glaucoma*, SACG) (16). Neki od mogućih patoloških uzroka su upalne bolesti oka, trauma

oka, neovaskularizacija nakon ishemije ili u tijeku dijabetične retinopatije, pseudoeksfolijacija i sindrom pigmentne disperzije (17).

Postoji više potencijalnih uzroka nastanka primarnog glaukoma zatvorenog kuta (10):

1. Nesrazmjer u građi prednjeg očnog segmenta
2. Nesrazmjer u položaju određenih struktura koje čine prednju očnu sobicu
3. Utjecaj sile pritiska iz stražnjeg očnog segmenta, koja mijenja anatomsku strukturu prednjeg očnog segmenta

Prema navedenome može se zaključiti da je primarni glaukom zatvorenog sobičnog kuta češći u osoba s plićom prednjom očnom sobicom. Takvi bolesnici moraju biti oprezni s uzimanjem lijekova koji šire zjenicu (antikolinergici, adrenergici, antihistaminici, triciklički antidepressivi), jer isti povećavaju vrijednost akutnog napada glaukoma zatvorenog kuta (2). Klinički simptomi koji se tada javljaju su crvenilo oka, zamagljen vid, jaki bolovi praćeni mučninom uz vrlo visoke vrijednosti intraokularnog tlaka. U slučaju da napad potraje dulje, može doći do prekida opskrbe vidnog živca krvlju i ireverzibilnog gubitka vida pa je liječenje, koje se sastoji od inhibitora karboanhidraze, beta - blokatora i kolinergičnih agonista u obliku kapi, potrebno započeti što je prije moguće (10).

### **1.2.2. Epidemiologija glaukoma**

Kao vodeći uzrok ireverzibilne sljepoće u svijetu, glaukom predstavlja značajan javnozdravstveni problem (9). Procjenjuje se da diljem svijeta od glaukoma boluje 3,54% ljudi u dobi od 40-80 godina života(18). U 2013. godini procijenjeni broj ljudi koji boluje od glaukoma (40-60 godina) iznosio je 64,3 milijuna, u 2020. godini 76 milijuna, a za 2040. godinu procjena broja oboljelih od glaukoma iznosi 111,8 milijuna ljudi. Prevalencija primarnog glaukoma otvorenog sobičnog kuta najviša je u Africi i iznosi 4,20%, a prevalencija primarnog glaukoma zatvorenog sobičnog kuta najviša je u Aziji i iznosi 1,09%. Primjećeno je su stanovnici gradova izložni većem riziku od primarnog glaukoma otvorenog sobičnog kuta nego naseljenici ruralnih područja. Prevalencija glaukoma, osim sa pripadnošću određenoj etničkoj skupini, povezana je i sa dobi, spolom i socioekonomskim statusom (19).



### 1.2.3. Faktori rizika za nastanak glaukoma

Budući da razvoj glaukoma ispočetka obično ne prate izraženi znakovi bolesti pa se bolest dijagnosticira kad već nastupi nepovratni gubitak vidne oštine i vidnog polja, vrlo je važno, u svrhe ranog prepoznavanja nastupa bolesti, detektirati faktore rizika za glaukom (10).

#### 1. Intraokularni tlak

Srednja vrijednost intraokularnog tlaka iznosi  $16 \pm 2$  mmHg (11). Svaka vrijednost iznad 20,5 mmHg baca sumnju na glaukom, a vrijednosti od 24 mmHg i više proglašene su glaukomskom vrijednošću očnog tlaka. Važno je napomenuti da povišen intraokularni tlak ne znači nužno postojanje glaukoma. Isto tako, glaukom se može javiti i u osoba sa normalnim vrijednostima intraokularnog tlaka.

#### 2. Vidni živac

Povećana ekskavacija glave vidnog živca (omjer cup/disc iznad 0,2) izaziva sumnju na postojanje glaukoma (11).

#### 3. Dob bolesnika

S godinama starosti raste i rizik od pojave glaukoma. Postotak bolesnika s oštećenim vidnim živcem i patološkim promjenama na vidnom polju raste od 1% u dobnoj skupini 40-49 godina pa sve do 20-30% osoba u dobnoj skupini iznad 80 godina života.

#### 4. Rasa

Osobe crne rase imaju u prosjeku više vrijednosti intraokularnog tlaka i učestale vaskularne abnormalnosti opskrbe vidnog živca. Stoga se u njih promjene vidnog živca javljaju 10 godina ranije u odnosu na pripadnike bijele rase te zbog toga osobe crne rase češće boluju od glaukoma.

#### 5. Pozitivna obiteljska anamneza

#### 6. Visoka kratkovidnost (>4D)

#### 7. Debljina rožnice

#### 8. Diabetes mellitus

9. Hipotireoidizam

10. Arterijska hipertenzija

11. Sklonost vazospazmu

12. Pušenje i alkoholizam

#### **1.2.4. Patofiziologija glaukoma**

Iako patogeneza glaukoma nije do kraja razjašnjena, povišen intraokularni tlak povezan je sa apoptozom retinalne ganglijske stanice. Također, u glaukomu je primjećen i poremećaj ravnoteže između stvaranja i drenaže očne vodice. Normalno, zrakasto tijelo stvara očnu vodicu, koja prolazi iz stražnje u prednju očnu sobicu i drenira se preko trabekula i Schlemmovog kanala u vensku cirkulaciju. U glaukomu otvorenog sobičnog kuta, povećan je otpor protoku očne vodice u trabekulima. S druge strane, u glaukomu zatvorenog sobičnog kuta, drenaža je onemogućena opstrukcijom iridokornealnog kuta. Tako raste intraokularni tlak, što može uzrokovati mehaničko oštećenje posteriornih očnih struktura, tj. retinalne ganglijske stanice. Isto tako, prema tzv. vaskularnoj teoriji, IOT može smanjiti vaskularnu perfuziju i tako prouzročiti prekid aksoplazmatskog toka u aksonima ganglijskih stanica. Na taj se način smanjuje prijenos informacija među stanicama, a on je bitan za sprječavanje apoptoze živčanih stanica (20).

Postoje tri teorije oštećenja vidnog živca u glaukomu (10):

1. Mehanička teorija, koja smatra da je direktno oštećenje vidnog živca uzrokovano povišenim intraokularnim tlakom.
2. Vaskularna teorija, koja govori o nedovoljnoj opskrbljenosti vidnog živca krvlju u uvjetima povišenog intraokularnog tlaka.
3. Ova teorija govori o interakciji perfuzijskog tlaka i opskrbljenosti vidnog živca krvlju. Naime, opskrbljenost vidnog živca, prema ovoj teoriji, uvelike je otežana povišenim intraokularnim tlakom i odnosom perfuzijskog tlaka u krvnim žilama koje opskrbljuju oko.

Bez obzira na teoriju, važno je znati da je rezultat glaukomske bolesti apoptoza ganglijske stanice izazvana nedostatkom trofičkih faktora (10).

### 1.2.5. Dijagnostika glaukoma

Metode važne za postavljanje dijagnoze glaukoma i za procjenu stanja bolesnika s glaukomom su uzimanje anamneze, ispitivanje oštine vida, pregled prednjeg dijela oka, mjerenje intraokularnog tlaka ili tonometrija, pregled sobičnog kuta ili gonioskopija, pregled očnog dna, mjerenje debljine rožnice, ispitivanje vidnog polja ili perimetrija, kompjutorske slikovne analize papile vidnog živca i sloja živčanih vlakana te fotodokumentacija vidnog živca (4).

**Anamneza** je, i to ponajprije obiteljska, zbog povećanog rizika od obolijevanja od glaukoma unutar obitelji, vrlo korisna metoda kad se radi o postavljanju sumnje na postojanje glaukoma u bolesnika. Također, u korist postojanja glaukoma, uz sumnju na isti, ide i uzimanje lijekova, posebno kortikosteroida (2, 4).

**Ispitivanje oštine vida** provodi se tzv. Snellenovim tablicama na 6 m ili internacionalnim optotipima na 5 m.

**Pregled prednjeg dijela oka** na biomikroskopu omogućuje promatranje spojnice i rožnice oka, dubinu prednje sobice te veličinu i reakciju zjenica, šarenica i leća.

**Mjerenje intraokularnog tlaka**, poznato i kao tonometrija, može se provesti na dva načina. Indentacijska tonometrija provodi se ručno, prislanjanjem mehaničkog tonometra na rožnicu. Prilikom tog procesa mjeri se dubina indentacije rožnice, a dobivene se vrijednosti zatim očitaju na skali tonometra i, uz pomoć posebne tablice, izraze u mm Hg. Ova metoda se, zbog netočnosti, danas sve više i više napušta. Druga vrsta tonometrije je tzv. aplanacijska tonometrija. Ona se izvodi na biomikroskopu uz pomoć Goldmannove prizme. Prilikom izvođenja aplanacijske tonometrije rožnica se oboji fluorescinom, a zatim se mjeri tlak potreban za aplaniranje površine rožnice od 3.06 mm<sup>2</sup>. Navedena metoda predstavlja zlatni standard u mjerenju intraokularnog tlaka (4). Budući da IOT tijekom dana varira, potrebno je napraviti više mjerenja u danu. Također, bitno je napomenuti da čak 50% bolesnika s POAG – om ima normalne vrijednosti IOT – a, a u mnogih bolesnika s povišenim vrijednostima IOT – a se nikad ne razvije glaukom pa se pogrešno osloniti na tonometriju kao jedinu metodu prilikom uspostavljanja dijagnoze glaukomske bolesti (2).

**Pregled sobičnog kuta** ili gonioskopija može se izvesti direktnim ili indirektnim putem. Uz pomoć Goldmannove ili Zeissove leće pregledava se kut koji tvore korijen šarenice i rožnica te se dobije jasna slika i uvid u sve strukture sobičnog kuta. Gonioskopijom se

nerijetko vide patološke promjene u kutu, npr. novostvorene krvne žile ili priraslice između rožnice i šarenice. Ovom pretragom moguće je razlikovati otvoreni kut, kad su sve strukture kuta vidljive, od zatvorenog, kad je kut zatvoren šarenicom (4).

**Pregled očnog dna**, koji podrazumijeva pregled čitavog očnog dna tj. fundusa, s naglaskom na papilu vidnog živca i očnih vlakana, daje uvid u anatomiju vidnog živca, peripapilarnog sloja živčanih vlakna mrežnice (RNFL) i makulopapurnog snopića. Glava vidnog živca građena je od aksona ganglijskih stanica posloženih u snopić. Unutar tog snopića nalazi se udubljenje ili ekskavacija (engl. *cup*) (2). U slučaju da je povišen IOT prisutan duže vremena, živčana vlakna propadaju pa ekskavacija postaje šira i dublja. Tada procjenom odnosa promjera ekskavacije i promjera papile (engl. *disc*) dobivamo C/D omjer, koji daje jasni uvid u stanje papile vidnog živca. Normalno, C/D omjer iznosi 0,3 do 0,5 te sve vrijednosti koje od toga odstupaju mogu ukazivati na glaukomsko oštećenje vidnog živca (4). Također, budući da se radi o istoj vrsti vlakana, i stanjenje peripapilarnog RNFL pobuđuje sumnju na postojanje glaukomske bolesti. Navedene promjene su ireverzibilne (2, 4). Pregled papile vidnog živca danas se može izvesti optičkom koherentnom tomografijom ili OCT - om (engl. *optical coherence tomography*). Također se, pomoću fundus kamere, može napraviti fotosnimak očnog dna, što je važno, kako za dijagnostiku, tako i za praćenje glaukopskih promjena.

**Mjerenje debljine rožnice** ili pahimetrija koristi se kao metoda izbora prilikom procjene izmjerenih vrijednosti IOT. Naime, normalna debljina rožnice iznosi 545  $\mu\text{m}$ , a ako se pahimetrijom utvrdi da je ta vrijednost viša ili niža, potrebno je vrijednosti dobivene aplanacijskom tonometrijom korigirati za navedenu vrijednost dobivenu pahimetrijom (tanja rožnica – veći IOT i obrnuto) (4).

**Ispitivanje vidnog polja** ili perimetrija iznimno je važna funkcionalna pretraga vidnog živca. Kako povećani IOT dovodi do propadanja ganglijskih stanica mrežnice i njihovih aksona na papili vidnog živca, tako dolazi do pojave karakterističnih ispada u vidnom polju, odnosno skotoma. Najraniji skotomi kod postojanja glaukoma javljaju se između 10 i 20 stupnjeva od točke fiksacije (Bjerrumovo područje), a napredovanjem bolesti dolazi do spajanja tih skotoma sa slijepom pjegom i do pojave karakterističnog, lučnog, Bjerrumovog skotoma. Kako bolest napreduje, tako se javljaju i nazalni ispadi te sužavanje vidnog polja pa u krajnjem stadiju, tik prije potpune sljepoće, ostaje samo centralni ili temporalni otočić vida. Zahvaljujući binokularnom vidu, bolesnik ne primjećuje rane ispade u

vidnom polju. Stoga se glaukom vrlo često naziva tihim kradljivcem vida (4). Kod ispitivanja vidnog polja koriste se kinetička i kompjutorizirana statička perimetrija. Kinetička perimetrija podrazumijeva korištenje svjetlosnog podražaja koji se kreće od periferije prema središtu vidnog polja, prilikom čega ispitanik daje signal u trenutku kad taj podražaj ugleda. Statička perimetrija koristi svjetlosne podražaje različite jakosti koji se ne miču i pritom se najviše koristi kompjutorizirana automatska perimetrija, koja omogućuje detaljan slikovni i numerički prikaz vidnog polja (21). Octopus perimetar je jedan od perimetara koji se danas najviše koristi u dijagnostici glaukoma, a na njemu je moguće izvesti i statičku i kinetičku perimetriju (4). Prilikom izvođenja perimetrije, inzenzitet svjetlosnog podražaja kojim se mrežnica stimulira mjeri se u rasponu od 0 db do 50 db. Manji broj izražen u decibelima znak je manje osjetljivosti mrežnice i obrnuto. Vrlo je bitno definirati pouzdanost perimetrijskog nalaza, u čemu nam pomaže čimbenik pouzdanosti ili RF (engl. *reliability factor*), koji u pouzdanom nalazu iznosi manje od 15%. Pokazatelji praćenja dinamike razvoja oštećenja vidnog polja su: srednja osjetljivost mrežnice na svjetlosni podražaj ili MS (engl. *mean sensitivity*), prosječna vrijednost svih lokalnih defekata ili MD (engl. *mean defect*) i rani pokazatelj fokalnog oštećenja ili sLV (engl. *square root of loss variance*). Na Octopus perimetru normalne MS vrijednosti ovise o dobi ispitanika, fiziološke MD vrijednosti mogu odstupati od -2 do +2 dB, a sLV treba biti manji od 2,5 dB (2, 22).

**Bulbitech perimetrija** podrazumijeva pregled vidnog polja inovativnim Bulbitech dijagnostičkim uređajem, kojim se, osim jednostavnog i detaljnog pregleda vidnog polja, može provesti još ispitivanja, kao što su pupilometrija, utvrđivanje ptoze i nistagmusa. Razlika između Bulbitecha i perimetara starijih generacija je u tome što se Bulbitech oslanja na perimetriju pokreta očiju ili EMP (engl. *eye movement perimetry*) (23). Kompjutorizirana automatska perimetrija, kakva se izvodi s Octopus perimetrom, podrazumijeva fiksiranje jedne točke pogledom tijekom cijele pretrage te signaliziranje kad se na periferiji pojavi svjetlosni podražaj. S druge strane, EMP omogućava da bolesnik tijekom pretrage gleda u jednu točku u središtu vidnog polja te prilikom pojave nove točke na nekom drugom području vidnog polja on pogleda tu drugu točku. Tada Bulbitech uređaj bilježi da je točka registrirana i automatski nam, u softverskom programu povezanom s uređajem, predstavlja vrijeme sakadične reakcije (engl. *saccadic reaction time*, SRT). SRT predstavlja vrijeme proteklo od pojave podražaja do početka pokreta očne jabučice. Na opisani način, pretraga se oslanja na prirodne ljudske reflekse, što bi trebalo smanjiti nenamjerne pogreške od strane bolesnika

prilikom izvođenja perimetrije i svrstati dijagnostičke uređaje poput Bulbitech u standardne perimetrijske uređaje bliske budućnosti (Slika 3) (24).



**Slika 3.** Bulbitech dijagnostički uređaj (preuzeto s: <https://www.bulbitech.com/summary-validity-reliability-of-testdata-bulbicam/>)

### 1.2.6. Liječenje glaukoma

Liječenje glaukoma može se provoditi medikamentozno, laserskim postupcima ili operacijskim zahvatom. Cilj liječenja sniženje je intraokularnog tlaka, čime se usporava progresija bolesti, tj. progresija ispada vidnog polja (2).

Što se **medikamentoznog liječenja** tiče, uglavnom se koriste analozi prostaglandina,  $\beta$ -blokatori, inhibitori karboanhidrate te  $\alpha$ 2-agonisti. Selektivna laserska trabekuloplastika (engl. *selective laser trabeculoplasty*, SLT), djelujući na melanin unutar pigmentnih stanica trabekuluma, potiče upalnu reakciju i produkciju citokina te time i trabekularno otjecanje. Tom se metodom IOT može sniziti i za 30% pa se pokazala kao vrlo korisna.

**Filtracijske operacije glaukoma** su operacijski zahvati koji podrazumijevaju stvaranje alternativnog puta otjecanja očne vodice. Prilikom izvođenja takvih operacija napravi se otvor na bjeloočnici i korijenu šarenice koji omogućuje filtraciju očne vodice iz prednje sobice u supkonjunktivalni prostor, gdje se višak vodice nakuplja u filtracijski mjehurić, a potom i resorbira.

Postoji i mogućnost **ugradnje drenažnih implantata**, koji služe za odvodnju očne vodice iz prednje očne sobice kroz silikonsku cjevčicu u perforirani spremnik. On je, pak, fiksiran za bjeloočnicu u blizini ekvatora očne jabučice. S jedne strane, taj terapijski pristup omogućava značajno sniženje intraokularnog tlaka, a s druge strane nosi rizik od brojnih komplikacija, kao što su ekscesivna drenaža, loše postavljen implantat i erozija cjevčice).

**Transkleralna ciklofotokoagulacija** diodnim laserom najčešće je izvođen ciklodestrukcijski zahvat, a princip njegovog djelovanja je destrukcija cilijarnih nastavaka tretiranog područja te posljedično smanjenje stvaranja očne vodice. Ove zahvate je, zbog mogućnosti oporavka cilijarnih nastavaka, potrebno ponavljati (2).

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA I HIPOTEZE**



## 2.1. Cilj istraživanja

Glaukom objedinjuje skupinu neuropatija vidnog živca praćenu progresivnom degeneracijom retinalnih ganglijskih stanica i njihovih aksona. To rezultira karakterističnim patološkim promjenama optičkog diska i postupnim gubitkom vida, koji se u obično kreću očitovati ispadima u vidnom polju – skotomima. Ispadi u vidnom polju dijagnosticiraju se perimetrijom, a jedan od danas najpopularnijih perimetara je Octopus. Na tržištu se nedavno pojavio Bulbitech dijagnostički aparat, kojim je moguće detaljno pregledati vidno polje i izmjeriti brzinu sakadične reakcije. Bulbitech potencijalno obećava točnije i potpunije rezultate u manje vremena, a zahvaljujući intuitivnosti samog testiranja i bolesnik se manje zbunjuje i greške s njegove strane prilikom testiranja trebale bi biti svedene su na minimum. Cilj ovog istraživanja utvrđivanje je prednosti i nedostataka perimetrije rađene Bulbitech dijagnostičkim uređajem u odnosu na perimetriju rađenu Octopus perimetrom.

## 2.2. Hipoteze

Primarna hipoteza ovog istraživanja je da se pregled vidnog polja Bulbitech dijagnostičkim aparatom može koristiti u svrhe dijagnosticiranja glaukomske bolesti i praćenja bolesnika koji pate od glaukomske bolesti.

Sekundarna hipoteza:

- Parametri dobiveni pregledom vidnog polja na Octopus perimetru mogu se dovesti u statistički značajnu korelaciju s parametrima dobivenima pregledom vidnog polja na Bulbitech dijagnostičkom uređaju

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

### 3.1. Ispitanici

Istraživanje je provedeno na Klinici za očne bolesti KBC – a Split a trajalo je od ožujka do kolovoza 2022. godine. U istraživanje su bili uključeni bolesnici s poznatom dijagnozom glaukoma i prethodno dokazanim ispadima u vidnom polju. Provedbu ovog istraživanja odobrilo je Etičko povjerenstvo o Kliničkog bolničkog centra u Splitu pod brojem 2181-152-01/06/M.S.-28-02. Istraživanje je usklađeno s odredbama Kodeksa liječničke etike i deontologije (NN 55/08, 139/15), kao i s pravilima Helsinške deklaracije (1964. – 2013.). U skladu sa Zakonom o zaštiti prava bolesnika (NN 169/04, 37/08) i Zakonom o zaštiti osobnih podataka (NN 103/03- 106/12) zaštićeni su osobni podaci i prava ispitanika.

Kriteriji uključenja bili su:

- Bolesnici s glaukomom Klinike za očne bolesti KBC – a Split s prethodno dokazanim ispadima u vidnom polju.

Kriteriji isključenja bili su:

- Prethodne bolesti oka osim glaukoma koje mogu ozbiljno utjecati na vidno polje, kao što su upale i traume te maturna mrena.

### 3.2. Metode

U istraživanju su sudjelovale 24 osobe s unaprijed dijagnosticiranim glaukomom. Raspoređene su u tri dobne skupine (<50 godina, 51 – 60 godina i >61 godine) i u tri skupine po uznapređovalosti bolesti (blago, srednje i izrazito uznapređovali glaukom). Svim bolesnicima pregledano je vidno polje na Octopus perimetru, koji je u ovom radu poslužio kao „zlatni standard“, a prilikom toga zabilježeni su RNFL, MD, sLV, LD, DD i MS.

Bolesnici su zatim podvrgnuti pregledu vidnog polja na Bulbitech uređaju. Tome je, kako bismo mogli pravovaljano pohraniti i, kasnije, obraditi rezultate, prethodilo bilježenje podataka svakog bolesnika. Podaci su se bilježili u softverski program povezan sa Bulbitech uređajem. Bilježeni podaci bili su: ime i prezime, datum rođenja, matični broj osobe, spol i terapija. Mjerili smo i interpupilarnu distancu kako bismo mogli izabrati masku za lice odgovarajuće veličine. Važno je bilo u program unijeti i dioptriju bolesnika, kako bismo znali

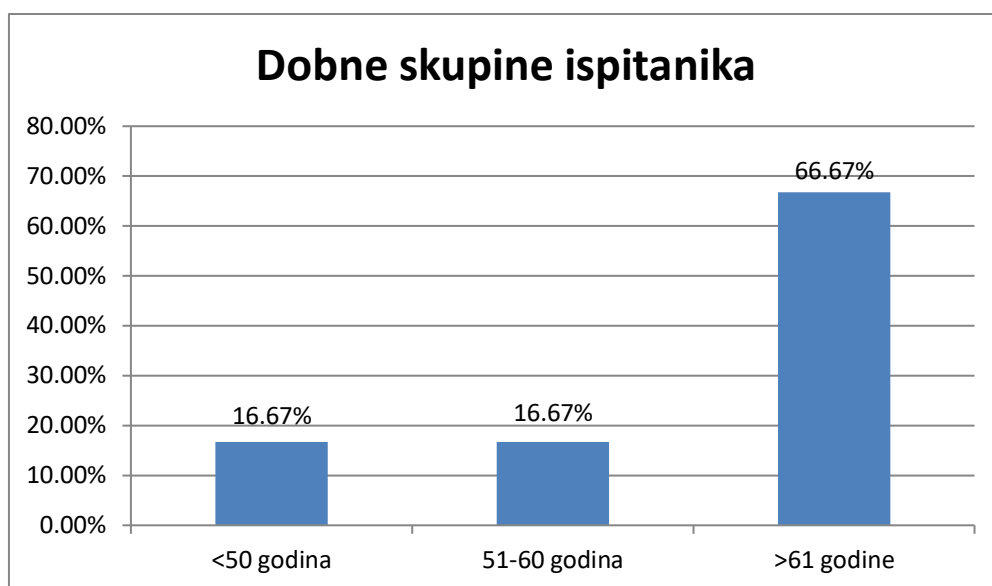
koju leću upotrijebiti prilikom ispitivanja. Nakon što smo bolesniku, koji je u sjedećem položaju, na lice stavili masku s odgovarajućom dioptrijom, na koji je magnetima pričvršćena jedinica Bulbitech aparata, pokrenuli smo program za ispitavanje vidnog polja i bolesnika zamolili da tijekom cijelog testa gleda u zelenu točku. U trenutku kad se sa strane pojavi bijela točka, bolesnik treba brzo pogledati u nju i zatim čim prije vratiti pogled na zelenu točku. Bijela točka se pojavljuje nasumično u svim kvadrantima, a kamera bilježi brzinu bolesnikova pogleda u nju. Softverski program povezan s Bulbitech uređajem automatski generira tablicu i dijagram s rezultatima po kvadrantima. Testiranje je brzo, bezbolno i jednostavno, a traje ukupno oko 90 sekundi.

### **3.3. Obrada podataka**

Podaci su prilikom sakupljanja bilježeni u programu Excel (Microsoft, SAD), a potom statistički obrađeni u programu Statistica 10.0. Kvalitativne su varijable izražene u obliku cijelih brojeva (N) i postotaka (%), a kvantitativne u obliku aritmetičke sredine uz standardnu devijaciju (SD), minimum (min), maksimum (max) i medijan. U svrhe određivanja očekivane korelacije između podataka dobivenih mjerenjima, rađen je Pearsonov statistički test korelacije, a kao statistički značajna vrijednost smatrala se  $P < 0,05$ . Rezultati su prikazani tablično i grafički.

## **4. REZULTATI**

U istraživanju su sudjelovali bolesnici s glaukomom Klinike za očne bolesti KBC-a Split sa prethodno dokazanim ispadima u vidnom polju. Ukupno ih je bilo 24, od čega 12 (50,00%) žena i 12 (50,00%) muškaraca. Podijeljeni su u tri dobne skupine (<50 godina, 51-60 godina i >61 godine). Na Slici 4 vidljivo je da se u prvoj skupini nalaze 4 osobe (16,67%), u drugoj skupini također 4 (16,67%), a u trećoj dobnoj skupini 16 osoba (66,67%). Najmlađi ispitanik star je 30, a nastariji 77 godina. Tablica 2 prikazuje srednju vrijednost godina ispitanika, minimum, maksimum, standardnu devijaciju i medijan godina ispitanika.



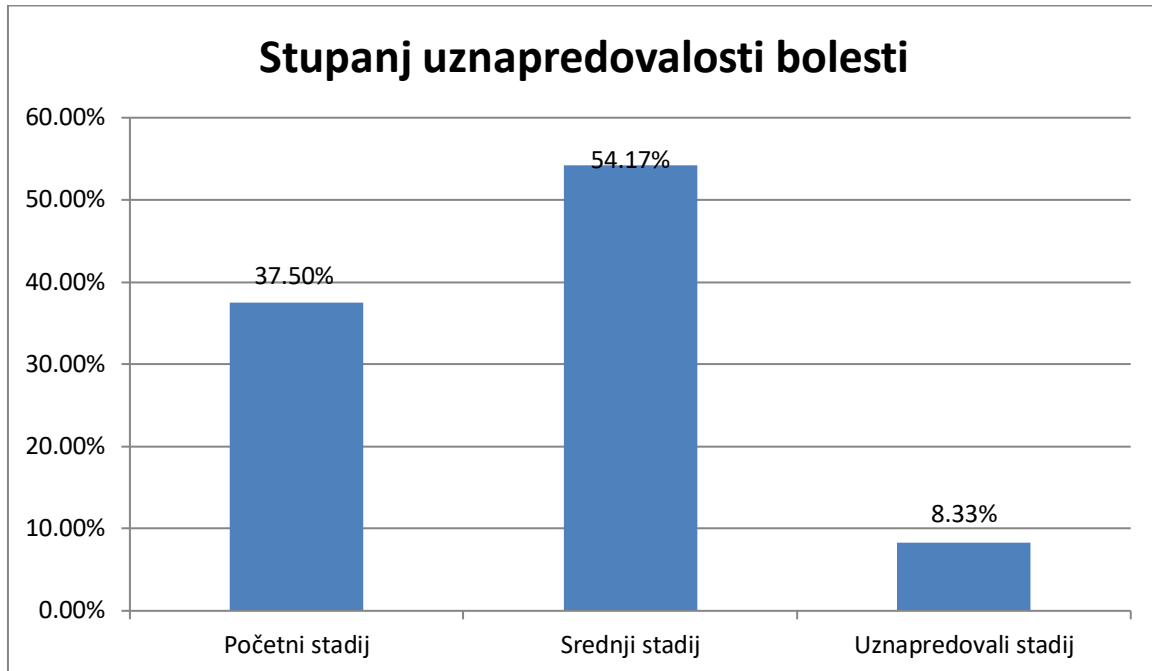
**Slika 3.** Raspodjela ispitanika s obzirom na dobne skupine

**Tablica 2.** Dob ispitanika izražena kao kvantitativna varijabla

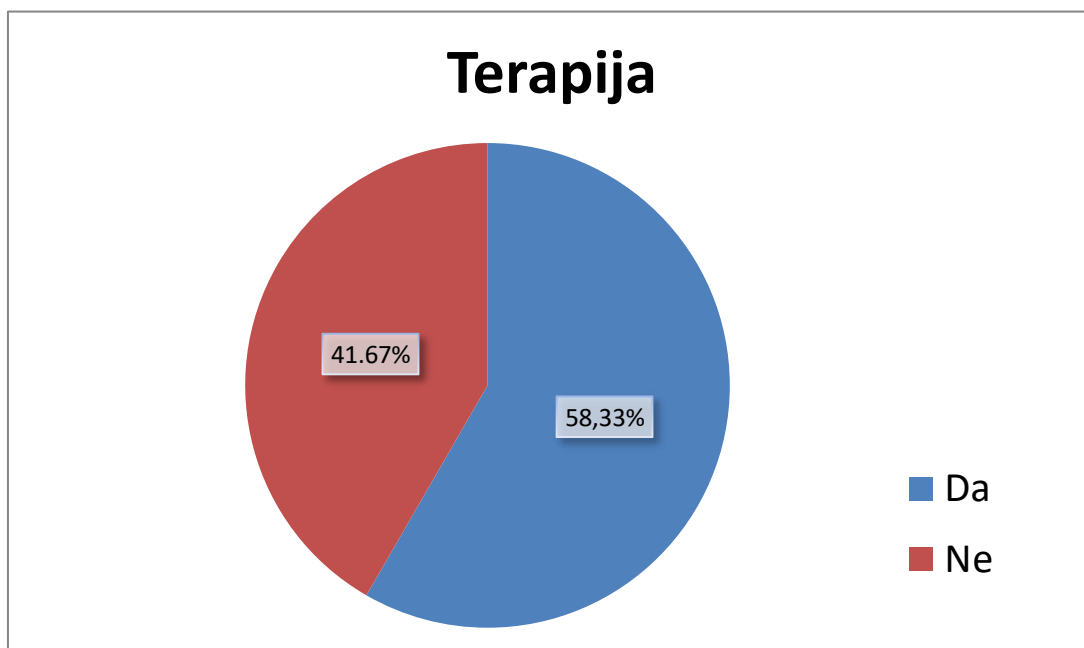
	Srednja vrijednost	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Standardna devijacija	Medijan
<b>Dob ispitanika</b>	60	30	77	12,66	62

Podaci su prikazani kao cijeli brojevi

Ispitanici su, po stupnju uznapređovalosti bolesti podijeljeni u tri skupine: početni, srednji i uznapređovali glaukom. Početni stadij glaukoma ima 9 (37,50%) ispitanika, srednji 13 (54,17%) ispitanika, a uznapređovali stadij glaukoma njih 2 (8,33%). Terapiju uzima 14 (58,33%) ispitanika. Navedeni podaci prikazani su na Slici 4, odnosno na Slici 5.



**Slika 4.** Raspodjela ispitanika s obzirom na stupanj uznapređovalost bolesti



**Slika 5.** Raspodjela ispitanika s obzirom na uzimanje terapije za liječenje glaukoma

Vidno polje podijeljeno je u 4 kvadranta, a u svakom od njih su se tijekom testa nasumično pojavljivali vidni podražaji u obliku bijelih točki. Softverski program spojen na Bulbitech dijagnostički uređaj izmjerio je vrijeme sakadične reakcije za svaku pojedinu točku. SRT je u obliku srednje vrijednosti za svaki pojedini kvadrant, a s obzirom na stupnjeve uznapređovalosti glaukomske bolesti, prikazan u Tablici 3.

**Tablica 3.** Srednje vrijednosti SRT – a, dobivenih Bulbitech perimetrijom, po kvadrantima s obzirom na stupnjeve uznapređovalosti glaukomske bolesti

	SRT <sup>a</sup> (ms)			
	Kvadrant 1	Kvadrant 2	Kvadrant 3	Kvadrant 4
<b>Rani stadij</b>	421	352	404	387
<b>Srednji stadij</b>	424	356	335	343
<b>Uznapređovali stadij</b>	572	655	402	336

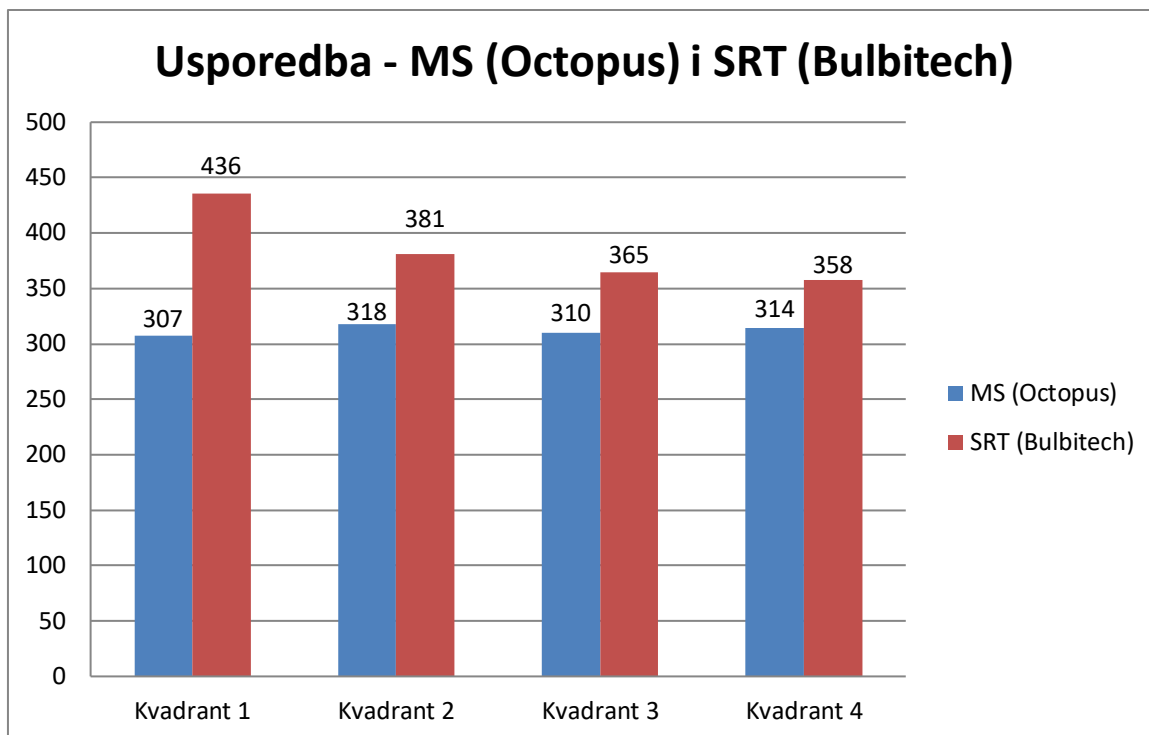
Podaci su prikazani kao srednje vrijednosti

<sup>a</sup>vrijeme sakadične reakcije (engl. *saccadic reaction time*)

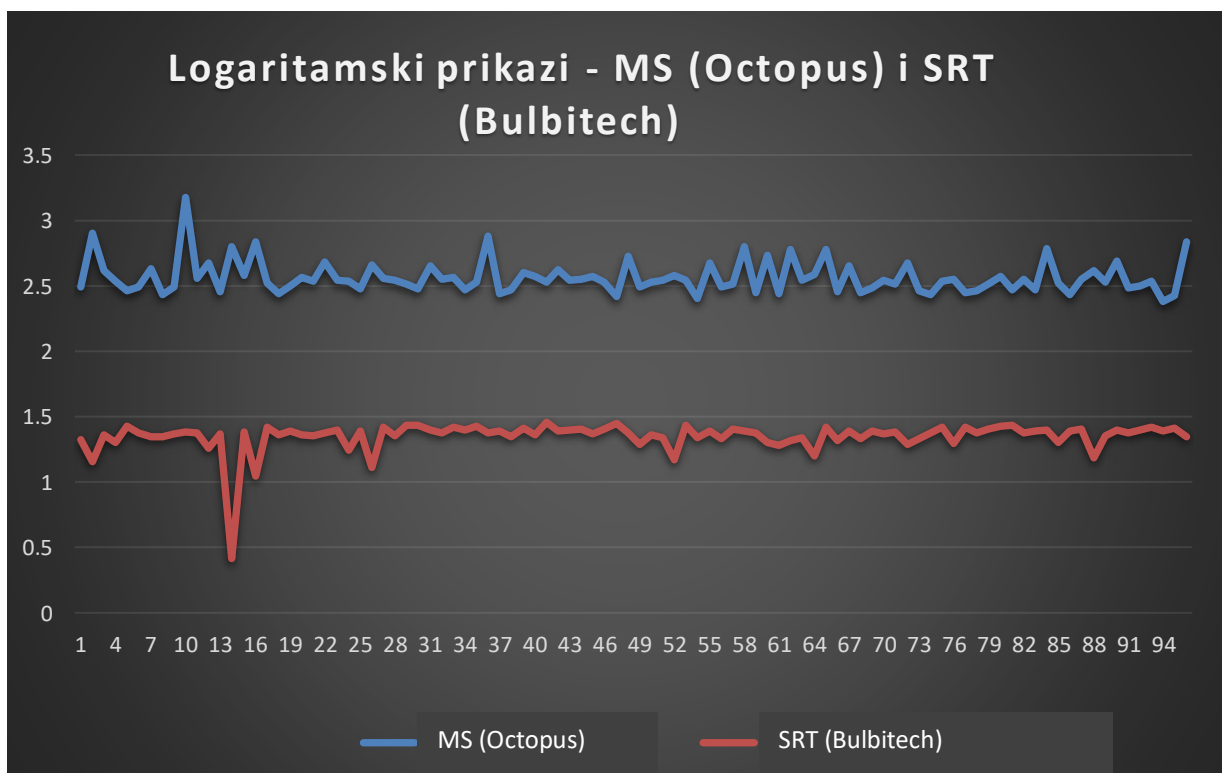
Na Slici 6 prikazana je usporedba srednje osjetljivosti mrežnice na svjetlosni podražaj po kvadrantima, izmjerena na Octopus perimetru, sa srednjim SRT vrijednostima po kvadrantima, izmjerenima na Bulbitech dijagnostičkom uređaju. Napravljen je i logaritamski prikaz navedenih mjerenja, kako bi rezultati bili na sličnoj skali i kako bi, zahvaljujući tome, vizualna usporedba bila jednostavnija. Opisani logaritamski prikaz vidljiv je na Slici 7.

Proveden je Pearsonov statistički test korelacije, čija je uloga provjera očekivane negativne korelacije između opisanih mjerenja te je njime pokazano da statistički značajna negativna korelacija ( $r=0,21$ ) između MS vrijednosti izmjerenih na Octopus perimetru i SRT vrijednosti izmjerenih na Bulbitech dijagnostičkom uređaju postoji ( $P=0,040$ ).





**Slika 6.** Usporedba srednjih MS vrijednosti po kvadrantima, mjereno na Octopusu, sa srednjim SRT vrijednostima po kvadrantima, mjereno na Bulbitechu



**Slika 7.** Usporedba logaritamskog prikaza srednjih MS vrijednosti po kvadrantima (Octopus perimetrija), sa logaritamskim prikazom srednjih SRT vrijednosti po kvadrantima (Bulbitech perimetrija)

Prilikom testiranja kontrolne skupine na Octopus perimetru izmjereni su: prosječna vrijednost svih lokalnih defekata (MD), rani pokazatelj fokalnog oštećenja (sLV), lokalni defekt (LD), difuzni defekt (DD), srednja osjetljivost mrežnice na svjetlosni podražaj (MS) i debljina živčanih vlakana mrežnice (RNFL). Prilikom testiranja eksperimentalne skupine na Bulbitech dijagnostičkom uređaju mjereno je vrijeme sakadične reakcije (SRT). Pearsonovim statističkim testom korelacije testirali smo korelaciju svakog mjerenja dobivenog na Octopus perimetru sa srednjom SRT vrijednošću dobivenom na Bulbitech dijagnostičkom uređaju te utvrdili da postoji značajna pozitivna statistička korelacija između sLV i SRT ( $P=0,002$ ) i između LD i SRT ( $P=0,005$ ). Značajna negativna statistička korelacija postoji između MS i SRT ( $P=0,014$ ). Neznačajna pozitivna statistička korelacija postoji između MD i SRT ( $P=0,066$ ) te između DD i SRT ( $P=0,493$ ). Neznačajna negativna statistička korelacija postoji između RNFL i SRT ( $P=0,480$ ). Sve navedeno prikazano je u Tablici 4.

**Tablica 4.** Prikaz r i P vrijednosti dobivenih statističkim testom korelacije varijabli čiji je iznos dobiven mjerenjem na Octopus perimetru s varijablama čiji je iznos dobiven mjerenjem Bulbitech dijagnostičkim uređajem

	SRT <sup>a</sup> (ms)	
	R	P*
MD <sup>b</sup>	0,381	0,066
sLV <sup>c</sup>	0,597	0,002
LD <sup>d</sup>	0,55	0,005
DD <sup>e</sup>	0,147	0,493
MS <sup>f</sup>	0,494	0,014
RNFL <sup>g</sup>	0,151	0,480

\*Pearsonov test korelacije

<sup>a</sup> Vrijeme sakadične reakcije (engl. *saccadic reaction time*)

<sup>b</sup> Prosječna vrijednost svih lokalnih defekata (engl. *mean defect*)

<sup>c</sup> Rani pokazatelj fokalnog oštećenja (engl. *square root of loss variance*)

<sup>d</sup> Lokalni defekt (engl. *local defect*)

<sup>e</sup> Difuzni defekt (engl. *diffuse defect*)

<sup>f</sup> Srednja osjetljivost mrežnice na svjetlosni podražaj (engl. *mean sensitivity*)

<sup>g</sup> Debljina živčanih vlakana mrežnice (engl. *retinal nerve fibre layer*)

## **5. RASPRAVA**

U ovom istraživanju utvrđeno je da perimetrija izvedena Bulbitech dijagnostičkim uređajem može biti vjerodostojna dijagnostička metoda korištena u dijagnozi i praćenju glaukomske bolesti. Provedena mjerenja i bilježene varijable pokazuju očekivani porast vremena sakadične reakcije s napredovanjem glaukomske bolesti.

Danas je zlatni standard što se perimetrije tiče kompjutorizirana automatska perimetrija, koja se, u našem istraživanju, provodila na Octopus perimetru. S druge je, pak, strane razvijen inovativni način izvođenja perimetrije, tzv. perimetrija pokreta očiju, a u ovom istraživanju provedena je na Bulbitech dijagnostičkom uređaju.

Srednja osjetljivost mrežnice na svjetlosni podražaj (MS) i vrijeme sakadične reakcije (SRT) vrlo su važni parametri kad se radi o utvrđivanju, odnosno praćenju eventualnih ispada u vidnom polju. Napredovanjem glaukomske bolesti, srednja osjetljivost mrežnice na svjetlosni podražaj se smanjuje, a vrijeme sakadične reakcije raste (25). Navedeni parametri su u našem istraživanju mjereni na Octopus perimetru, odnosno na Bulbitech dijagnostičkom uređaju i analizom istih utvrđena je očekivana statistički značajna negativna korelacija pa možemo govoriti o uspješnim mjerenjima.

Nadalje, prosječna vrijednost svih lokalnih defekata (MD), koju smo u ovom istraživanju mjerili na Octopus perimetru, raste s napredovanjem glaukomske bolesti pa je statistički značajna pozitivna korelacija sa SRT vrijednostima, izmjerenima na Bulbitechu, bila očekivana (26).

Dokazana je i statistički značajna pozitivna korelacija između vrijednosti ranog pokazatelja fokalnog oštećenja (sLV), izmjerenih na Octopus uređaju i SRT vrijednosti izmjerenih na Bulbitech dijagnostičkom uređaju. Budući da sLV, kao i SRT, raste s napredovanjem glaukomske bolesti, i ova korelacija bila je očekivana u slučaju uspješnog mjerenja (27).

Kao što je gore spomenuto, Bulbitech dijagnostički uređaj kao jedan od glavnih parametara u procjeni stanja vidnog polja koristi SRT. SRT je obilježje perimetrije pokreta očiju, još uvijek relativno nove metode u dijagnostici glaukoma, i, kao takav, predmet je istraživanja brojnih znanstvenika. Mazumdar i Pel 2014. godine ispitivanju su podvrgli 54 zdrava ispitanika i 25 ispitanika s dokazanom glaukomsom bolesti. Proveli su perimetriju pokreta očiju i dokazali porast SRT vrijednosti u bolesnika s glaukomom u odnosu na zdrave

osobe (28). Tim je istraživanjem, kao i našim, pokazano da se SRT vrijednost izmjerena na modernim dijagnostičkim uređajima koji koriste EMP može koristiti u dijagnostici glaukoma.

Mazumdar i Pel su 2020. godine proveli još jedno istraživanje kojim su usporedili kompjutoriziranu automatsku perimetriju s perimetrijom pokreta očiju (29). Naime, 28 zdravih ispitanika i 24 bolesnika s glaukomom podvrgnuto je kompjutoriziranoj automatskoj perimetriji i perimetriji pokreta očiju. Njihovi su rezultati, zatim, predstavljeni dvama oftalmolozima koji su samo na temelju tih rezultata morali procijeniti koji bolesnici su zdravi, a koji se liječe od glaukomske bolesti te ih svrstati u predefimirane skupine po dobi i napretku bolesti. Navedenim istraživanjem još je jednom dokazano da je perimetrija pokreta očiju dijagnostička metoda koja bi u budućnosti mogla zamijeniti današnji zlatni standard, kompjutoriziranu automatsku perimetriju.

Gestefeld i Marsman smatraju da bi perimetrija pokreta očiju, kao vrlo jednostavna i intuitivna metoda, mogla biti jako korisna prilikom pregleda vidnog polja kod djece, starijih ljudi i mentalnih bolesnika (23). Kompjutorizirana automatska perimetrija izvodi se gledanjem u jednu točku tijekom cijelog pregleda te pritiskanjem gumba kad se svjetlosni podražaj pojavi na periferiji, i dalje fiksirajući pogledom prvu točku. Na taj način suspreže se spontani tjelesni odgovor da se pogled usmjeri ka novom vidnom podražaju koji se pojavi u vidnom polju. Također, djeca, stariji ljudi i mentalni bolesnici nerijetko imaju poteškoća s razumijevanjem zadataka koji se pred njih stave pa pritiskanje gumba na pojavu svjetlosnog podražaja u periferiji vidnog polja, kod njih, iz navedenog razloga, može biti odgođeno ili izostalo, iako su taj podražaj vidjeli. To može utjecati na rezultate pregleda i lažno ukazati na postojanje ispada u vidnom polju. Primjenom perimetrije vidnog polja kao intuitivnije i jednostavnije metode, gdje je dovoljno pogledati novi svjetlosni podražaj, a softverski program preko kamere bilježi pokrete očiju, ovaj problem moguće je premostiti.

Ono što je moglo unaprijediti naše istraživanje je dijeljenje ankete ispitanicima. U navedenoj anketi mogla su biti pitanja na koja bi ispitanici odgovarali nakon provedenih testiranja, a odnosila bi se na njihov doživljaj samih testova i lakoću izvođenja istih. Na taj način saznali bismo jesu li ispitanici bili zbunjeni prilikom izvođenja ijednog od testova te što je po njima bilo ugodnije i jednostavnije. Tako bismo dokazali eventualnu prednost perimetrije pokreta očiju u odnosu na kompjutoriziranu automatsku perimetriju i po još jednom parametru uvrstili Bulbitech dijagnostički uređaj u uređaje koji bi u budućnosti mogli

zamijeniti današnje najpopularnije perimetre. Također, studija je ograničena malim brojem ispitanika i uzorkom iz samo jednog centra.

## **6. ZAKLJUČCI**

1. Pregled vidnog polja Bulbitech dijagnostičkim aparatom može se koristiti u svrhe dijagnosticiranja glaukomske bolesti i praćenja bolesnika koji pate od glaukomske bolesti.
2. Postoji statistički značajna korelacija između srednje osjetljivosti mrežnice na svjetlosni podražaj na Octopus perimetru i vremena sakadične reakcije na Bulbitech dijagnostičkom uređaju.
3. Postoji statistički značajna korelacija između određenih parametara koji opisuju opće stanje vidnog polja na Octopus perimetru (sLV i LD) i vremena sakadične reakcije na Bulbitech dijagnostičkom uređaju.



## **7. POPIS CITIRANE LITERATURE**

1. Junqueira LC, Carneiro J. Osjetni organi. U: Junqueira LC, Carneiro J, urednici. Osnove histologije: udžbenik i atlas prema desetome američkom izdanju. Zagreb: Školska knjiga; 2005. str. 469-81.
2. Bjeloš M, Bušić M, Miletić D, Kuzmanović Elabjer B. Praeludium Ophthalmologicum. 1st ed. Osijek - Zagreb: Školska knjiga, d.d.; 2020. str. 253-84.
3. Ivanišević M. Klinička anatomija oka i očne šupljine. U: Ivanišević M, Bojić L, Bućan K, Karaman K, Rogošić V, Karlica Utrobičić D, urednici. Oftalmologija: udžbenik za studente medicine. Split: Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu; 2015. str. 15-20.
4. Bojić L. Glaukom. U: Ivanišević M, Bojić L, Bućan K, Karaman K, Rogošić V, Karlica Utrobičić D, urednici. Oftalmologija: udžbenik za studente medicine. Split: Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu; 2015. str. 175-85.
5. Ivanišević M. Mrežnica. U: Ivanišević M, Bojić L, Bućan K, Karaman K, Rogošić V, Karlica Utrobičić D, urednici. Oftalmologija: udžbenik za studente medicine. Split: Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu; 2015. str. 153-73.
6. Bućan K. Leća. U: Ivanišević M, Bojić L, Bućan K, Karaman K, Rogošić V, Karlica Utrobičić D, urednici. Oftalmologija: udžbenik za studente medicine. Split: Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu; 2015. str. 131-45.
7. Ivanišević M. Staklovina. U: Ivanišević M, Bojić L, Bućan K, Karaman K, Rogošić V, Karlica Utrobičić D, urednici. Oftalmologija: udžbenik za studente medicine. Split: Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu; 2015. str. 147-51.
8. Galetović D. Neurooftalmologija. U: Ivanišević M, Bojić L, Bućan K, Karaman K, Rogošić V, Karlica Utrobičić D, urednici. Oftalmologija: udžbenik za studente medicine. Split: Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu; 2015. str. 187-97.
9. Weinreb RN, Aung T, Medeiros FA. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. JAMA. 2014;311:1901-11.
10. Čupak K, Gabrić N. Oftalmologija. 2nd ed. Zagreb: Nakladni zavod Globus; 2004. str. 527-82.
11. Faiq M, Sharma R, Dada R, Mohanty K, Saluja D, Dada T. Genetic, biochemical and clinical insights into primary congenital glaucoma. J Curr Glaucoma Pract. 2013;7:66-84.

12. Mandal AK, Chakrabarti D. Update on congenital glaucoma. *Indian J Ophthalmol.* 2011;5:148-57.
13. Badawi AH, Al-Muhaylib AA, Al Owaifeer AM, Al-Essa RS, Al-Shahwan SA. Primary congenital glaucoma: an updated review. *Saudi J Ophthalmol.* 2019;33:382-88.
14. Kaur K, Mandal AK, Chakrabarti S. Primary congenital glaucoma and the involvement of CYP1B1. *Middle East Afr J Ophthalmol.* 2011;18:7-16.
15. Jafer Chardoub AA, Blair K. Juvenile glaucoma. *StatPearls Publishing.* 2022;35:32965934.
16. Casson RJ, Chidlow G, Wood JP, Crowston JG, Goldberg I. Definition of glaucoma: clinical and experimental concepts. *Clinical & Experimental Ophthalmology.* 2012;40:341-9.
17. Hall AJ. Secondary glaucoma. *Clinical and Experimental Optometry.* 2000;83: 190-4.
18. Tham YC, Li X, Wong TY, Quigley HA, Aung T, Cheng CY. Global prevalence of glaucoma and projections of glaucoma burden through 2040: a systematic review and meta-analysis. *Ophthalmology.* 2014;121:2081-90.
19. Allison K, Patel D, Alabi O. Epidemiology of glaucoma: the past, present, and predictions for the future. *Cureus.* 2020;12:e11686.
20. Weinreb RN, Aung T, Medeiros FA. The pathophysiology and treatment of glaucoma: a review. *JAMA.* 2014;311:1901–11.
21. Ivanišević M. Pregled oka. U: Ivanišević M, Bojić L, Bućan K, Karaman K, Rogošić V, Karlica Utrobičić D, urednici. *Oftalmologija: udžbenik za studente medicine.* Split: Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu; 2015. str. 23-52.
22. Zorić Geber M. Utjecaj silikonskog ulja u oku na debljinu sloja živčanih vlakana mrežnice nakon pars plana vitrektomije [disertacija]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Stomatološki fakultet; 2011.
23. Gestefeld B, Marsman JB, Cornelissen FW. How free-viewing eye movements can be used to detect the presence of visual field defects in glaucoma patients. *Front Med (Lausanne).* 2021;8:689910.

24. Kadavath Meethal NS, Mazumdar D, Asokan R, Panday M, van der Steen J, Vermeer KA i sur. Development of a test grid using eye movement perimetry for screening glaucomatous visual field defects. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2018;256:371-9.
25. Henson DB, Artes PH, Chauhan BC. Diffuse loss of sensitivity in early glaucoma. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1999;40:3147-51.
26. Teng B, Li D, Choi EY, Shen LQ, Pasquale LR, Boland MV i sur. Inter-eye association of visual field defects in glaucoma and its clinical utility. *Transl Vis Sci Technol*. 2020;9:22.
27. Cano J, Rahimi M, Xu BY, Richter GM, Tan O, Huang D i sur. Relationship between macular vessel density and total retinal blood flow in primary open-angle glaucoma. *J Glaucoma*. 2021;30:666-71.
28. Mazumdar D, Pel JJ, Panday M, Asokan R, Vijaya L, Shantha B i sur. Comparison of saccadic reaction time between normal and glaucoma using an eye movement perimeter. *Indian J Ophthalmol*. 2014;62:55-9.
29. Mazumdar D, Pel JJM, Kadavath Meethal NS, Asokan R, Panday M, Steen JVD i sur. Visual field plots: a comparison study between standard automated perimetry and eye movement perimetry. *J Glaucoma*. 2020;29:351-61.

## **8. SAŽETAK**

**Cilj istraživanja:** Utvrđivanje prednosti i nedostataka perimetrije rađene Bulbitech dijagnostičkim uređajem u odnosu na perimetriju rađenu Octopus perimetrom, usporedbom rezultata dobivenih pregledom vidnog polja na oba uređaju na Klinici za očne bolesti KBC – a Split od ožujka do kolovoza 2022. godine

**Ispitanici i postupci:** Uključena su 24 ispitanika od 30 do 77 godina kojima su prethodno dokazani ispadi u vidnom polju uzrokovani glaukomom u različitim stadijima te bolesti. Ispitanicima je vidno polje najprije pregledano na Octopus perimetru, a potom i na Bulbitech dijagnostičkom uređaju. Uspoređivani su rezultati dobiveni na Octopusu (srednja osjetljivost mrežnice na svjetlosni podražaj (MS), prosječna vrijednost svih lokalnih defekata (MD), rani pokazatelj fokalnog oštećenja (sLV), lokalni defekt (LD), difuzni defekt (DD) i debljina živčanih vlakana mrežnice) sa prosječnim vrijednostima vremena sakadične reakcije dobivenima na Bulbitechu.

**Rezultati:** Dokazano je postojanje statistički značajne negativne korelacije između MS na Octopus perimetru i SRT na Bulbitech dijagnostičkom uređaju ( $P=0,014$ ). Također, dobivenim rezultatima pokazana je povezanost općeg stanja vidnog polja na Octopus uređaju, preko parametara MD ( $P=0,005$ ) i sLV ( $P=0,002$ ) sa SRT vrijednošću na Bulbitech uređaju.

**Zaključak:** Dokazane su očekivane statistički značajne korelacije između parametara na Octopus perimetru i Bulbitech dijagnostičkom uređaju, što izravno ukazuje na to da se pregled vidnog polja Bulbitech dijagnostičkim uređajem može koristiti u svrhe dijagnosticiranja glaukomske bolesti i praćenja bolesnika koji pate od glaukomske bolesti.

## **9. SUMMARY**

**Diploma thesis title:** The comparison of dynamic perimetry and Bulbitech perimetry

**Objective:** Determination of advantages and disadvantages of Bulbitech perimetry in comparison with Octopus perimetry done at the Department of Eye Diseases in University Hospital of Split from March to August 2022.

**Subjects and methods:** 24 patients between the ages of 30 and 77, who had previously been proven to have visual field defects caused by glaucoma in various stages of the disease were included. The subjects' field of vision was first examined on the Octopus perimeter and then on the Bulbitech diagnostic device. The results obtained on Octopus were compared (mean sensitivity (MS), square root of loss variance (sLV), local defect (LD), diffuse defect (DD) and retinal nerve fiber layer thickness) with average saccadic reaction time values obtained on Bulbitech.

**Results:** The existence of a statistically significant negative correlation between MS on the Octopus perimeter and SRT on the Bulbitech diagnostic device was proven ( $P=0.014$ ). Also, the obtained results showed the connection of the general condition of the field of vision on the Octopus device, through the MD ( $P=0.005$ ) and sLV ( $P=0.002$ ) parameters, with the SRT value on the Bulbitech device.

**Conclusion:** The expected statistically significant correlations between the parameters on the Octopus perimeter and the Bulbitech diagnostic device were proven, which directly indicates that the visual field examination with the Bulbitech diagnostic device can be used for the purposes of diagnosing glaucoma and monitoring patients suffering from glaucoma.



## **10. ŽIVOTOPIS**

## OSOBNI PODACI

Ime i prezime: Petra Polić

Datum i mjesto rođenja: 23. lipnja 1996. godine, Metković, Republika Hrvatska

Državljanstvo: Hrvatsko

## OBRAZOVANJE

2003. – 2011. Osnovna škola Stjepana Radića, Metković

2011. – 2015. Gimnazija Metković

2015. – 2022. Medicinski fakultet Sveučilišta u Splitu, studijski program medicina

## OSOBNNA ZNANJA I VJEŠTINE

Demonstrator na Katedri za kliničke vještine 2022. godine

Rad na cijepljenju protiv COVID-19 u Spaladium areni

Aktivno služenje engleskim i njemačkim jezikom

Vozačka dozvola B kategorije