

# Usporedba optičke i ultrazvučne biometrije u izračunu dioptrijske jakosti intraokularne leće prije ultrazvučne operacije mrežne fakoemulzifikacijom

---

**Bijelić, Karla**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*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:152:475129>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-23**



*Repository / Repozitorij:*

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



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

**Karla Bijelić**

**USPOREDBA OPTIČKE I**  
**ULTRAZVUČNE BIOMETRIJE U**  
**IZRAČUNU DIOPTRIJSKE JAKOSTI**  
**INTRAOKULARNE LEĆE PRIJE**  
**ULTRAZVUČNE OPERACIJE MRENE**  
**FAKOEMULZIFIKACIJOM**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2023.**



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

**Karla Bijelić**

**USPOREDBA OPTIČKE I**  
**ULTRAZVUČNE BIOMETRIJE U**  
**IZRAČUNU DIOPTRIJSKE JAKOSTI**  
**INTRAOKULARNE LEĆE PRIJE**  
**ULTRAZVUČNE OPERACIJE MRENE**  
**FAKOEMULZIFIKACIJOM**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2023.**

Rad je ostvaren na Klinici za oftalmologiju Kliničkog bolničkog centra Osijek

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Josip Barać

Rad ima 27 listova i 5 tablica.

## **ZAHVALE**

Prije svega, želim zahvaliti doc.dr.sc. Mariji Jelić Vuković na strpljenju i angažiranosti u izradi ovoga rada.

Također zahvaljujem mom mentoru, izv.prof.dr.sc. Josipu Barać i prof. Kralik na pomoći.

Hvala mojim curama što su sve ove godine bile tu za mene.

Najviše hvala mojoj obitelji na podršci, podržavanju i ljubavi.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Definicija i klasifikacija mreene .....	1
1.2. Epidemiologija katarakte.....	2
1.3. Simptomi katarakte .....	3
1.4. Dijagnostika katarakte.....	3
1.5. Ultrazvučna operacija katarakte (fakoemulzifikacija) .....	4
1.6. Biometrija oka .....	5
1.6.1. Ultrazvučna biometrija oka.....	5
1.6.2. Aksijalna duljina i mjerenje aksijalne duljine.....	6
1.6.3. Mjerenje dubine prednje očne sobice .....	6
1.6.4. Optička biometrija .....	7
2. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	8
3. ISPITANICI I METODE .....	9
3.1. Ustroj studije .....	9
3.2. Metode.....	9
3.3. Statističke metode .....	9
4. REZULTATI.....	11
5. RASPRAVA .....	14
6. ZAKLJUČAK.....	19
7. SAŽETAK.....	20
8. SUMMARY .....	21
9. LITERATURA.....	22
10. ŽIVOTOPIS.....	25

## POPIS KRATICA

ACD – Dubina prednje očne sobice (engl. *Anterior Chamber Depth*)

AL – Aksijalna duljina oka (engl. *Axial length*)

BCVA – Najbolje korigirana vidna oštrina (engl. *Best Corrected Visual Acuity*)

CI – Interval pouzdanosti (engl. *Confidence interval*)

D - Dioptriya

IOL – Intraokularna leća (engl. *Intraocular lens*)

MAE – Srednja apsolutna greška (engl. *Mean Absolute Error*)

PCI – Parcijalna koherentna interferometrija (engl. *Partial coherence interferometry*)

UCVA- Nekorigirana vidna oštrina (engl. *Uncorrected Visual Acuity*)

WHO - Svjetska zdravstvena organizacija (engl. *World Health Organization*)



## 1. UVOD

### 1.1. Definicija i klasifikacija mrene

Katarakta ili mrenea je zamućenje kristalne leće unutar oka što dovodi do smanjenja vida. To je vodeći uzrok oštećenja vida i sljepoće u svijetu, ali je izlječiv (1). Zamućenja leće obično nastaju kao posljedica starenja, a promjene nastupaju sporo i postepeno (2). Kako se najčešće javlja u starijoj populaciji, dobila je naziv senilna katarakta. Katarakte možemo podijeliti na konatalne i infantilne, senilne, medikamentozne, traumatske, metaboličke te komplicirane (3). S obzirom da konatalna katarakta označava kataraktu prisutnu pri rođenju, kongenitalna ili nasljedna također pripada toj skupini. Budući da se zamućenje leće kod konatalne otkriva kasnije u životu, u označavanju dijagnoze se ne razlikuje od infantilne koja se javlja u prve godine djetetova života (3). Kongenitalne katarakte su najčešći uzrok oštećenja vida i sljepoće u djece diljem svijeta. Prema statističkoj analizi, jedna četvrtina kongenitalnih katarakti je uzrokovana genetskim defektima. Katarakta u dječjoj dobi ima različitu etiologiju, a većina je idiopatska. Ostale se dijele na nasljedne i nenasljedne uključujući metaboličke, traumatske, zarazne, sekundarne te katarakte povezane sa sindromima. Rubeola i Herpes simplex virus (HSV) najčešći su zarazni uzročnici katarakte (4). Konatalne katarakte uglavnom ne utječu značajno na vidnu oštrinu stoga nisu indikacija za kirurško liječenje. Međutim, ako dođe do smanjenja vidne oštrine, potrebno je učiniti operativni zahvat što prije kako ne bi došlo do razvoja ambliopije (3). Senilna katarakta je daleko najčešća. Obično se pojavljuje u osoba starijih od 65 godina, ali se može javiti i u mlađih pojedinaca. Tada govorimo o presenilnim kataraktama (5). Patogeneza je multifaktorijalna te nije poznata u potpunosti. Leća starenjem postaje deblja i teža budući da nova vlakna s periferije leće vrše kompresiju nad starijim vlaknima te tako dolazi do stvrdnjivanja nukleusa. To nazivamo nuklearnom sklerozom. Kemijskim promjenama kristalina, nukleus leće mijenja boju te poprima žuto smeđu pigmentaciju. Ovo su dva osnovna obilježja nuklearne katarakte, a s obzirom na lokalizaciju zamućenja razlikujemo još dva tipa koja pripadaju senilnoj katarakti, a to su kortikalna te stražnja supkapsularna (3). Medikamentoznu kataraktu mogu uzrokovati neki lijekovi koji se primjenjuju u većim dozama i pri dužem trajanju kao što su kortikosteroidi, fenotiazini, amiodaron, miotici, alopurinol (3).

Traumatska katarakta nastaje uslijed fizikalne ili mehaničke traume. U mehaničke traume ubraja se kontuzija te penetrantne ozljede, dok fizikalnim traumama pripadaju zračenja, kemikalije, strana tijela u oku, električna struja. Operacija traumatske katarakte može dovesti do povećanog rizika od pojave komplikacija. Najčešći razlog tome je ozljeda stražnje kapsule leće (3).

Metabolička katarakta je najčešće povezana sa šećernom bolešću. Povišene razine šećera u krvi dovode do povišenja glukoze u očnoj vodici koja difundira u leću te se metabolizira do sorbitola koji se nakuplja u stanicama leće i uzrokuje poremećaje u metabolizmu lećnih stanica. Posljedično tome, voda se također nakuplja u leći koja zadebljava i gubi akomodacijsku snagu. Metaboličku kataraktu je teško razlikovati od senilne jer nema razlike u zamućenjima, no s obzirom da se javlja u mlađih ljudi te brže napreduje, ipak ju možemo prepoznati. Još neki uzroci metaboličke katarakte su miotona distrofija, galaktozemija i Wilsonova bolest (2).

Komplicirane katarakte nastaju kao posljedica nekih drugih primarnih očnih bolesti. Najčešći uzrok kompliciranih mrena je kronični prednji uveitis, prisutnost stražnjih sinehija, zadebljanje prednje lećne kapsule, fibrozna pupilarna membrana, visoka miopija, nasljedne distrofije mrežnice (3).

U praksi postoji još nekoliko podjela katarakti ovisno o mjestu zamućenja ili s obzirom na simptome koji progrediraju. S obzirom na mjesto zamućenja razlikujemo nuklearno, kortikalno i posteriorno zamućenje. Prema progresiji simptoma kataraktu dijelimo na početnu, nezrelu, zrelu i prezrelu (2). Možemo ju klasificirati i prema vremenu nastanku, prema boji lećnog zamućenja te biomikroskopskom izgledu (6).

## **1.2. Epidemiologija katarakte**

Prema podacima Svjetske Zdravstvene Organizacije (WHO), katarakta je prvi izlječivi uzrok sljepoće u svijetu. 35% osoba je slijepo zbog katarakte. U 2010. katarakta je bila odgovorna za 17 milijuna slijepih ljudi u svijetu. WHO procjenjuje da je 2020. u svijetu 76 milijuna ljudi imalo kataraktu. Katarakta bilježi rast u posljednjih 30 godina koji je uglavnom povezan s povećanjem životnog vijeka. Katarakta u Hrvatskoj pogađa više od 30% stanovništva starijeg od 65. godine i više od 60% stanovništva starijeg od 85.godine. Za muškarce prevalencija

katarakte je 5,3% između 65. i 69.godine, a 25,8% za osobe starije od 80 godina. Što se tiče žena, prevalencija je ista između 65. i 69. godine, ali 30,9% za starije od 80 godina (5).

### **1.3. Simptomi katarakte**

Smanjenje vidne oštine glavni je uzrok koji navodi bolesnika na oftalmološki pregled. Smanjenje oštine je sporo i progresivno kod katarakte povezane sa starenjem. Bolesnici imaju problema s razlikovanjem detalja u daljini ili blizini. Kod nuklearne katarakte je u početku vidna oština na blizinu očuvana, dok oština na daljinu slabi, ali postupno (5). Ako je zamućenje uznapredovalo, smanjuje se i vidna oština na blizinu. Vidna oština može duže ostati očuvana kod kortikalne katarakte sve dok zamućenje ne prekrije centralnu vidnu os. Posteriorne supkapsularne katarakte dovode do smanjenja oštine vida kada je zjenica uska, odnosno izložena dnevnom svjetlu. Simptomi su manje izraženi u večernjim satima kada se zjenica širi te bolesnici mogu vidjeti i uz centralno zamućenje leće (2). Ponekad pacijent ima osjećaj vela, odnosno magle pred očima. Zablještenje i fotofobija nastaju zbog difrakcije svjetlosnih zraka kroz neprozirnosti unutar leće (5). Zablještenje se najčešće javlja u prometu pri noćnoj vožnji kada svjetla automobila koji dolazi zablješćuju vozača u suprotnom smjeru. Zablještenje se češće javlja kod posteriorne supkapsularne i kortikalne katarakte (2). Ponekad pacijent vidi dvije ili više slika okom koje je zahvaćeno mrenom. Razvoj katarakte može dovesti do takozvane indeksne kratkovidnosti koja će emetropizirati hipermetropne pacijente i olakšati vid na blizinu prezbiopima (5).

### **1.4. Dijagnostika katarakte**

Specijalistički oftalmološki pregled na biomikroskopu je ključan za postavljanje dijagnoze senilne katarakte. Na mikroskopu se mogu vidjeti zamućenja te se definira njihov stupanj i lokalizacija. No, prije izvođenja kirurškog zahvata potrebno je isključiti postojanje drugih patologija oka koje mogu dovesti do slabljenja vida kao što su glaukom, bolesti vidnog živca i bolesti mrežnice. Također treba isključiti slabovidnost ili neke druge neurološke bolesti (2).

### 1.5. Ultrazvučna operacija katarakte (fakoemulzifikacija)

Liječenje katarakte je operativno. Fakoemulzifikacija, tj. ultrazvučna operacija katarakte predstavlja standard u operativnom liječenju katarakte. Fakoemulzifikacija je metoda ekstrakapsularne ekstrakcije leće pomoću ultrazvučne sonde kojom se nukleus leće usitnjava dok se usitnjeni komadići leće istovremeno aspiriraju. Operacija se izvodi kroz rez na rožnici širine svega 2-3 mm. Rez u pravilu nije potrebno zašiti (3). Kapsuloreksija je naziv za otvaranje prednje strane lećne kapsule kroz koju se pristupa zamućenoj leći (2). Nakon što se odstrani zamućena leća, implantira se umjetna intraokularna leća (3). Oko u koje se ugradi intraokularna leća nazivamo pseudofakično oko. Postoje različite intraokularne leće koje se koriste. Najčešće su to monofokalne leće s jednom dioptrijskom vrijednošću koje omogućuju gledanje na daljinu. Kod ljudi koji uz kataraktu imaju i astigmatizam, koriste se intraokularne leće s cilindričnom dioptrijom. Najnovijoj vrsti intraokularnih leća pripadaju multifokalne leće koje omogućavaju vid i na blizinu i daljinu. Nedostaci takvih leća su što su skuplje, ali i oslabljena optička svojstva u situacijama poput vožnje po noći (2).

Fakoemulzifikacija s implantacijom intraokularne leće (IOL) je najčešća oftalmološka operacija koja se izvodi u kliničkoj praksi. Operacija se izvodi radi korekcije refrakcijske pogreške kao što su miopija, hiperopija, astigmatizam osobito kada je povezan sa smanjenjem akomodacije. Njen cilj je postizanje emetropije. Stoga je moderna operacija katarakte refraktivni zahvat (7). Operacija u prosjeku traje između 15 do 30 minuta, a zahvat spada u jednodnevnu kirurgiju (2).

Detaljna anamneza prije operacije omogućuje bolje planiranje operacije. Važni podaci u anamnezi uključuju vrijeme simptoma, stupanj gubitka vida, komorbiditete kao što su trauma ili očna patologija, vidni potencijal (ambliopija, makularna degeneracija, glaukom itd.) te dob pacijenta. Značajne popratne bolesti iz povijesti bolesnika koje bi mogle utjecati na fakoemulzifikaciju uključuju pseudoeksfolijaciju, glaukom, visoki krvni tlak, poremećaje zgrušavanja, genetske anatomske varijante, sindrome ili bolesti, prethodne upale odnosno traume oka, druge očne operacije u prošlosti ili poremećaje povezane sa subluksacijom leće (8).

Dobra priprema bolesnika prije operacije podrazumijeva midrijazu te uredan očni tlak. Većina operacija se izvodi u kapljičnoj anesteziji, a po završetku operacije daje se antibiotik intrakameralno (9,10). Tri do četiri tjedna nakon operacije, pacijent u operirano oko ukapava kapi te primjenjuje mast (2).

Glavne prednosti ove vrste operativnog zahvata su puno kraći postoperativni oporavak uz smanjene troškova bolničkog liječenja, kraća rehabilitacija, smanjen broj očnih komplikacija zbog manjeg kirurškog reza te brži povratak svakodnevnom životu (6).

## **1.6. Biometrija oka**

Biometrija označava pretragu kojom se izračunava aksijalna duljina očne jabučice, dubina prednje očne sobice te debljina leće. Očna biometrija je osnovna pretraga prije operacije katarakte jer precizno izmjerene biometrijske vrijednosti su ključne za točan izračun jakosti intraokularne leće koja se implantira (2). Trenutno postoje dvije različite vrste biometrije koje se temelje na različitim principima rada. Prva je ultrazvučna, a druga optička biometrija (11). Pod biometriju često spada i keratometrija kojom se dobiva dioptrijska vrijednost rožnice. S pomoću tih podataka se računa dioptrijska vrijednost leće koja se implantira u oko za vrijeme operacije katarakte (12).

### **1.6.1. Ultrazvučna biometrija oka**

Razlikujemo kliničku i refrakcijsku ultrazvučnu biometriju. Klinička se bavi mjerenjem urođenih anomalija oka, dubine prednje očne sobice u pacijenata s glaukomom, mjerenjem dimenzija tumorske mase koja raste u oku, kao i mjerenjem vanjskih očnih mišića i vidnog živca (6). Refrakcijska se daleko najviše koristi pri mjerenju jakosti intraokularne leće prije operacije katarakte, ali i kod sekundarne implantacije leće u slučajevima afakije. Refrakcijska ultrazvučna biometrija mjeri aksijalnu duljinu oka (eng. AL - axial length), dubinu prednje očne sobice (eng. ACD – anterior chamber depth) te debljinu leće koristeći ultrazvučne valove od 10 MHz po principu refleksije ultrazvučnog signala. Sonda se postavlja na rožnicu te ultrazvučni signal prolazi preko sonde kroz oko i vraća se nakon

odbijanja od struktura u oku. Ultrazvučna biometrija je često korištena u praksi zbog usavršene tehnike, malog broja komplikacija te niskih troškova samog postupka (12).

### **1.6.2. Aksijalna duljina i mjerenje aksijalne duljine**

Aksijalna duljina je udaljenost od površine rožnice do pigmentnog epitela mrežnice. Hipermetropi imaju kraću aksijalnu duljinu u usporedbi s miopima i emetropima te plitku prednju očnu sobicu. Utvrđeno je da se volumen i dubina prednje očne sobice smanjuje s godinama te je povezano sa stupnjem ametropije. Aksijalna duljina i dubina prednje očne sobice imaju važnu ulogu u refrakcijskom statusu oka (13). Stoga je za postizanje emetropije važno ispravno odrediti dioptrijsku jakost leće koja će biti implantirana, a ona ovisi o aksijalnoj duljini leće, zakrivljenosti rožnice te dubini prednje očne sobice (14). Tehnika koja se koristi u mjerenju aksijalne duljine je ultrazvučna te novija optička biometrija. Postoji kontaktna (izravna) i imerzijska (neizravna) ultrazvučna metoda. Kod kontaktne, ultrazvučna sonda dodiruje rožnicu te može doći do kompresije rožnice i pogrešno izmjerene, kraće aksijalne duljine. To bi dovelo do ugradnje jače leće nego što je potrebno. Zbog manje vjerojatnosti pogreške, češće se koristi imerzijski postupak gdje se sonda uroni u tekućinu te neizravno izmjeri aksijalna duljina. Svaka intraokularna leća ima definiranu konstantu  $K$  navedenu od strane originalnog proizvođača te se koristi pri izračunu jakosti leće uvrštavanjem u formulu (15). S obzirom da jačina dioptrije najviše ovisi o aksijalnoj duljini leće, promjene u aksijalnoj duljini dovode do značajnijih promjena u refrakciji (16).

### **1.6.3. Mjerenje dubine prednje očne sobice**

Prednja očna sobica označava udaljenost od epitela rožnice do prednje površine leće. Prije operacije katarakte, treba odrediti dubinu prednje očne sobice kako bi se izračunala jakost leće koja će se implantirati (17). Također, plitka prednja očna sobica nosi visok rizik za nastanak primarnog glaukoma zatvorenog kuta, što je glavni uzrok sljepoće u svijetu. Uz ultrazvučnu biometriju, koristi se i optička biometrija. Iako je u posljednje vrijeme

ultrazvučna metoda zamijenjena beskontaktnom optičkom, u pacijenata s gustom supkapsularnom ili maturnom kataraktom ne mogu se uspješno ultrazvučno izmjeriti očni biometrijski podaci jer kroz tako gusto zamućenje leće ne prolazi signal (13).

#### **1.6.4. Optička biometrija**

Optička biometrija je uvedena u kliničku praksu 1999.godine te je polako zamijenila ultrazvučnu metodu kao standardnu u izračunu biometrije oka (18). IOL Master je laserski biometrijski sustav koji radi po principu parcijalne koherentne interferometrije mjereći aksijalnu duljinu oka, dubinu prednje očne sobice te polumjer rožnice (19). Glavna prednost IOL Mastera je što nema kontakta s rožnicom čime se izbjegava rizik od kornealne impresije. Vrlo je precizan i ima dobru razlučivost te je pokazao superiornost u usporedbi sa starijom, ultrazvučnom metodom (20). S obzirom da svjetlost ima manju valnu duljinu od zvuka, IOL Master postiže znatno veću rezoluciju aksijalne duljine u usporedbi s ultrazvučnom koristeći srednju vrijednost pet istovremenih očitavanja (21). Također, mjerenje IOL Masterom ne zahtijeva korištenje anestezije za razliku od ultrazvučne imerzijske, a mjerenje se izvodi kroz neproširenu zjenicu dok je pacijent u sjedećem položaju (22). S obzirom na brojne prednosti te jednake ili čak bolje rezultate s optičkom biometrijom, uporaba IOL Mastera je sve zastupljenija u današnjoj praksi (21).

## **2. CILJ ISTRAŽIVANJA**

Cilj je usporediti zaostalu postoperativnu refraktivnu grešku između pacijenata kod kojih je jakost intraokularne leće ugrađene prilikom operacije mrene izračunata ultrazvučnom i optičkom biometrijom.



### 3. ISPITANICI I METODE

#### 3.1. Ustroj studije

Studija je ustrojena kao prospektivno kohortno istraživanje. U studiju su bili uključeni ispitanici oba spola, stariji od 40 godina koji su došli operirati očnu mrežu. Iz studije su isključeni ispitanici sa aksijalnom duljinom oka većom od 26 mm ili manjom od 20 mm, bolesnici koji su već imali neki oblik operacije na oku, osim operacije mreže, bolesnici sa kompliciranim mrežama (posttraumatske katarakte, PEX, zonuloliza i slično) te bolesnici koji su prethodno imali neki oblik refraktivnog zahvata na oku (LASIK, PRK, SMILE, radijalna keratotomija). Svi ispitanici potpisali su dobrovoljni informirani pristanak za sudjelovanje u studiji.

#### 3.2. Metode

Ispitanici su bili podijeljeni u dvije skupine prije operacije očne mreže. Svaka skupina imala je 30 ispitanika. Prvoj skupini na dan operacije izračunata je potrebna jakost intraokularne leće ultrazvučnom biometrijom. Drugoj skupini na dan operacije izračunata je potrebna jakost intraokularne leće optičkom biometrijom (Zeiss IOL Master 700). Postoperativna refraktivna greška bila je određena mjesec dana od operativnog zahvata u obje skupine pacijenata. Mjerenje zaostale postoperativne refraktivne greške učinjeno je autorefraktometrom te je prema tom mjerenju određena naočalna dioptrija za daljinu metodom subjektivne korekcije na Snellenovoj tabli.

#### 3.3. Statističke metode

Kategorički podaci su predstavljeni apolutnim i relativnim frekvencijama. Razlike u kategoričkim varijablama testirale su  $\chi^2$  testom. Normalnost raspodjele numeričkih varijabli testirana je Shapiro - Wilkovim testom. Kontinuirani podaci su opisani medijanom i granicama interkvartilnog raspona. Za testiranje razlika kontinuiranih varijabli po vrsti biometrije korišten je Mann Whitney U test (uz Hodges – Lehmannovu razliku medijana i pripadni 95% raspon pouzdanosti razlike). Sve P vrijednosti su dvostrane. Razina značajnosti je postavljena na Alpha = 0,05. Za analizu podataka korišten je statistički program MedCalc® Statistical Software version 20.218 (MedCalc

Software Ltd, Ostend, Belgium; <https://www.medcalc.org>; 2023) i IBM SPSS 23 (IBM Corp. Released 2015. Armonk, NY: IBM Corp.).

#### 4. REZULTATI

Istraživanje je provedeno na 60 ispitanika, od kojih je po 30 (50 %) imali ultrazvučnu ili optičku biometriju. Muškaraca je 31 (52 %), a žena 29 (48 %). Nema značajnih razlika u raspodjeli prema spolu i vrsti biometrije (Tablica 1).

Tablica 1. Raspodjela ispitanika prema spolu i vrsti biometrije

	Broj (%) ispitanika			<i>P</i> *
	Ultrazvučna biometrija	Optička biometrija	Ukupno	
Spol				
Muškarci	16 (53)	15 (50)	31 (52)	0,80
Žene	14 (47)	15 (50)	29 (48)	
Ukupno	30 (100)	30 (100)	60 (100)	

\* $\chi^2$  test

Medijan dobi svih ispitanika je 75 godina (interkvartilnog raspona od 71 do 79 godina) u rasponu od 48 do najviše 88 godina. Nema značajnih razlika u dobi s obzirom na vrstu biometrije (Tablica 2).

Tablica 2. Razlika u dobi ispitanika prema vrsti biometrije

	Medijan (interkvartilni raspon)		Razlika (95% raspon pouzdanosti)	<i>P</i> *
	Ultrazvučna biometrija	Optička biometrija		
Dob ispitanika	76 (72 – 80)	74 (70 – 78)	-1 (-5 do 3)	0,43

\*Mann Whitney U test (Hodges- Lehmannova razlika medijana)

Značajno je veća vidna oštrina BEZ naočala (UCVA) mjesec dana nakon operacije u skupini ispitanika koji su imali optičku biometriju, medijana 0,95 u odnosu na ispitanike s ultrazvučnom biometrijom koji imaju medijan UCVA 0,6 (Mann Whitney U test,  $P < 0,001$ ) (Tablica 3).

Tablica 3. Razlika u vidnoj oštrini BEZ naočala (UCVA) mjesec dana nakon operacije prema vrsti biometrije

	Medijan (interkvartilni raspon)		Razlika (95% raspon pouzdanosti)	<i>P</i> *
	Ultrazvučna biometrija	Optička biometrija		
UCVA	0,60 (0,50 – 0,80)	0,95 (0,80 – 1,0)	0,3 (0,1 – 0,4)	<b>&lt;0,001</b>

\*Mann Whitney U test (Hodges- Lehmannova razlika medijana)

Nema značajnih razlika u u najboljoj mogućoj vidnoj oštrini SA naočalama (BCVA) mjesec dana nakon operacije prema vrsti biometrije (Tablica 4).

Tablica 4. Razlika u najboljoj mogućoj vidnoj oštrini SA naočalama (BCVA) mjesec dana nakon operacije prema vrsti biometrije

	Medijan (interkvartilni raspon)		Razlika (95% raspon pouzdanosti)	<i>P</i> *
	Ultrazvučna biometrija	Optička biometrija		
BCVA	1,0 (0,9 – 1,0)	1,30 (0,9 – 1,0)	0 (0 – 0)	0,56

\*Mann Whitney U test (Hodges- Lehmannova razlika medijana)

Značajno je manji sferni ekvivalent korekcije kod optičke biometrije u odnosu na ultrazvučnu biometriju (Mann Whitney U test,  $P < 0,001$ ) (Tablica 5).

Tablica 5. Razlika u sfernom ekvivalentu korekcije prema vrsti biometrije

	Medijan (interkvartilni raspon)		Razlika (95% raspon pouzdanosti)	<i>P</i> *
	Ultrazvučna biometrija	Optička biometrija		
Sferni ekvivalent korekcije	-1 (-1,75 do -0,50)	-0,5 (-0,75 do 0)	0,63 (0,25 do 1,0)	<b>&lt;0,001</b>

\*Mann Whitney U test (Hodges- Lehmannova razlika medijana)

## 5. RASPRAVA

Istraživanje je provedeno radi usporedbe optičke i ultrazvučne biometrije u izračunu dioptrijske jakosti intraokularne leće prije ultrazvučne operacije katarakte fakoemulzifikacijom.

Istraživanje je provedeno na 60 ispitanika, od kojih je 50% bilo podvrgnuto ultrazvučnoj ili optičkoj biometriji. Od ispitanika, 52% bili su muškarci, a 48% žene, što ukazuje na relativno uravnoteženu distribuciju prema spolu i vrsti korištene biometrije. Spolna distribucija nije pokazala značajne razlike.

S obzirom da je katarakta bolest koja se najčešće javlja u starijoj populaciji, i u ovom istraživanju primjećujemo uglavnom stariju dob pacijenata. Središnja dob ispitanika je 75 godina s interkvartilnim rasponom između 71 i 79 godina, u rasponu od 48 do najviše 88 godina. Nije bilo značajnih razlika u dobi s obzirom na vrstu korištene biometrije.

Podaci iz studije, koju su proveli Hugosson i suradnici 2020.godine u Švedskoj, predstavljaju prevalenciju katarakte u istraživanju stanovništva provedenom u Tierpu, kategoriziranu prema dobi i spolu. Podaci pokazuju da je među ženama u dobi od 65 do 69 godina prevalencija katarakte 26,3% s 95% CI od 20,3% do 32,2%. Za usporedbu, muškarci u istoj dobnoj skupini imaju nešto nižu prevalenciju od 22,1% s 95% CI od 16,2% do 27,9%. Prelazeći na dobnu skupinu od 70 do 74 godine, prevalencija katarakte znatno je veća i za žene i za muškarce. Među ženama prevalencija je 45,9% (95% CI: 37,8% do 52%), dok je među muškarcima 30,8% (95% CI : 23,8% do 37,7%). Ovo ukazuje na značajan porast prevalencije katarakte s odmakom u dobi, što također podupire činjenicu da je katarakta povezana sa starijom dobi (23). Tome u prilog idu i rezultati velike meta analize provedene 2020. koja je obuhvatila 45 studija, a u kojoj je 88,17% oboljelih od katarakte bilo starije od 60 godina (24).

Uz sve veće zahtjeve za izostankom postoperativne refrakcijske greške i velikim očekivanjima pacijenata, sve je više fokusa na točnim biometrijskim mjerenjima oka te izračunu jakosti leće koja se ugrađuje (25). Pogreške u predviđenoj refrakciji nakon implantacije intraokularne leće su rezultat zbroja slučajne pogreške u mjerenju aksijalne duljine (54%), mjerenju snage rožnice (8%) te procjene dubine prednje očne sobice (38%) (26). Dakle, bolji ishod refrakcije ovisi o preciznoj biometriji (14).

Točno izmjerena aksijalna duljina, keratometrijska vrijednost i dubina prednje očne sobice od ključne su važnosti za izračun jačine intraokularne leće (21). Biometrijske karakteristike oka (isključujući karakteristike rožnice) variraju ovisno o subjektivnom sfernom ekvivalentu. Aksijalna duljina predstavlja najjaču korelaciju sa subjektivnim sfernim ekvivalentom i korelira s drugim očnim biometrijskim parametrima. Aksijalna duljina igra glavnu ulogu u okularnoj biometriji i refrakciji (26).

Istraživanje iz 2014. došlo je da zaključka da optička biometrija i ultrazvučna aplanacijska metoda dobro koreliraju, ali da je primjena optičke biometrije poželjna kod dalekovidnih (hipermetropnih) pacijenata sa kraćom aksijalnom duljinom očne jabučice zbog statistički značajne razlike (21).

U studiji provedenoj 2018. uspoređivali su biometrijske parametre, kao što su aksijalna duljina oka, dubina prednje očne sobice te jakost leće te došli do još konkretnijih rezultata. Rezultati su pokazali da IOL Master i ultrazvučna biometrija imaju statistički značajne razlike u mjerenju aksijalne duljine i izračunu jakosti leće za oči normalne (normalnovidno, emetropno oko), duge (kratkovidno, miopno oko) i kratke (dalekovidno, hipermetropno oko) aksijalne duljine. Obje metode slažu se u mjerenju dubine prednje očne sobice u skupini dugih očiju sa aksijalnom duljinom većom od 24 mm, ali se razlikuju kod očiju sa normalnom (20-24 mm) i kratkom (kraćom od 20 mm) aksijalnom duljinom. Štoviše, relativno veći postotak razlike kod jakosti leće, veći od  $|0.5|D$  primijećen je u skupini kratkovidnih (miopnih) očiju. U usporedbi s IOL Masterom, ultrazvukom su primijećene značajno više vrijednosti aksijalne duljine u skupini normalnovidnih (emetropnih) i dalekovidnih (hipermetropnih) očiju i obratno, značajno niže vrijednosti aksijalne duljine u skupini kratkovidnih (miopnih) očiju (17).

U usporedbi s ultrazvučnom biometrijom, koja koristi zvučni val od 10 MHz, optička biometrija koristi tehnologiju infracrvenog svjetla, nudeći poboljšanu rezoluciju ( $\sim 12 \mu m$ ) i više od 10 puta veću preciznost ( $< 10 \mu m$ ). Kao beskontaktna tehnika, optička biometrija oduzima manje vremena od ultrazvučne biometrije jer ne zahtijeva lokalnu anesteziju ili širenje zjenice, što zauzvrat smanjuje nelagodu pacijenta. Osim toga, beskontaktni pristup eliminira moguće komplikacije uslijed kompresije rožnice, što se obično vidi kod aplanacijske ultrazvučne biometrije. Ove prednosti rezultiraju boljim postoperativnim ishodima vidne oštine u usporedbi s aplanacijskom i imerzijskom biometrijom. Prospektivne, randomizirane studije pokazale su da su pacijenti koji su bili podvrgnuti optičkoj biometriji pomoću PCI postigli MAE od 0,30–0,52 D u usporedbi s 0,62–

0,94 D s aplanacijskom biometrijom. Unutar ovih studija, 87-100% bolesnika u PCI skupinama i 71-80% bolesnika u aplanacijskim skupinama bilo je unutar  $\pm 1,0$  D od ciljane refrakcije. Osim toga, 93% bolesnika u PCI skupini i 85% bolesnika u imerzijskoj skupini bilo je unutar  $\pm 1,0$  D od ciljane refrakcije ( $p = 0,04$ ) (27).

U našem istraživanju, mjesec dana nakon operacije, postojala je značajna razlika u nekorigiranoj vidnoj oštini (UCVA) između sudionika koji su bili podvrgnuti optičkoj biometriji i onih koji su bili podvrgnuti ultrazvučnoj biometriji. Medijan UCVA za skupinu s optičkom biometrijom bio je 0,95, dok je za skupinu s ultrazvučnom biometrijom iznosio 0,6. Ovaj nalaz je bio statistički značajan ( $P < 0,001$ ).

Drugo važno otkriće odnosilo se na korekciju sfernog ekvivalenta, koja mjeri stupanj korekcije refrakcijske pogreške potrebne nakon operacije katarakte. U našem istraživanju otkrili smo značajnu razliku između ultrazvuka i optičke biometrije u smislu korekcije sfernog ekvivalenta. Medijan sferne ekvivalentne korekcije za ultrazvučnu biometriju bio je -1, dok je za optičku biometriju bio -0,5. To ukazuje da je optička biometrija rezultirala manjim stupnjem korekcije refrakcijske pogreške u usporedbi s ultrazvučnom biometrijom. Razlika je bila statistički značajna ( $p < 0,001$ ), što sugerira da bi optička biometrija mogla pružiti preciznija mjerenja za postizanje željenih ishoda refrakcije.

Međutim, u našem istraživanju nije bilo značajnih razlika u najbolje korigiranoj vidnoj oštini (BCVA) mjesec dana nakon operacije kada se uspoređuju dvije vrste biometrije.

Studija objavljena 2019. je također uspoređivala ishod refrakcije nakon fakoemulzifikacije koristeći optičku biometriju u odnosu na imerzijsku ultrazvučnu. Studija je uključivala 100 očiju podijeljenih u dvije skupine od 50, ovisno o korištenoj biometriji. Njihovi rezultati navode kako imerzijska ultrazvučna biometrija i optička biometrija daju usporedne rezultate s preciznim konačnim postoperativnim refrakcijskim ishodom. Naime, postoperativno je postojala beznačajna statistička razlika između dvije skupine u kontekstu UCVA (0.249) i BCVA (0.093). Također, postojale su neznatne razlike između dviju skupina u medijanu sfernog ekvivalenta. Kao glavni nedostatak optičke metode ističu nemogućnost dobivanja aksijalne duljine oka u otprilike 8-17% očiju, poput onih s gustom kataraktom ili stražnjom supkapsularnom, vidom lošijim od 6/60 te nistagmusom (28). Također, Gaballa i suradnici navode kako nema značajne razlike između IOL Mastera i ultrazvučne biometrije, osim što je beskontaktna metoda IOL Masterom preferirana od



strane pacijenata (29). Različite rezultate izvijestili su Landers i Goggin koji zaključuju da korištenje IOL Mastera daje predvidljiviji ishod refrakcije nego imerzijski ultrazvuk. Pacijentima kojima je izračun dioptrijske jakosti intraokularne leće, koja se treba ugraditi u oko pacijenta, određen optičkom biometrijom bio je značajno bliže planiranom cilju refrakcije (30).

Brzina i jednostavnost su definitivno dvije prednosti optičke biometrije u usporedbi s ultrazvučnom biometrijom. Optička biometrija obično zahtijeva manje vremena za izvođenje jer se temelji na brzim optičkim mjerenjima i analizi podataka. Ovi postupci su često neinvazivni i bezbolni, što dodatno poboljšava suradljivost pacijenata. Manje je osjetljiva na vještinu i iskustvo operatera. Budući da se temelji na automatskom mjerenju pomoću sofisticiranih optičkih instrumenata, postupak je uglavnom standardiziran i manje podložan ljudskim pogreškama. To smanjuje mogućnost varijacija rezultata između različitih operatera i osigurava dosljednost u mjerenjima (31).

S druge strane, ultrazvučna biometrija zahtijeva određenu razinu stručnosti kako bi se pravilno upravljalo uređajem i interpretiralo rezultate. Operater mora pravilno postaviti ultrazvučnu sondu na oko pacijenta i pravilno izvesti mjerenja. Također je potrebno pravilno interpretirati dobivene podatke kako bi se odredila točna jakost leće. Ova ovisnost o vještinama operatera može povećati rizik od ljudske pogreške i varijacija u rezultatima mjerenja (32).

Profesor Jack T. Holladay ističe da moderna oftalmološka praksa uz optičku biometriju i sve njene prednosti, mora koristiti i ultrazvuk, pogotovo zbog pacijenata kod kojih postoje ograničenja u mjerenju optičkom biometrijom, npr. u pacijenata s gustom mrenom. Glavno ograničenje ultrazvučne biometrije o kojem govori odnosi se na aksijalnu duljinu oka važnu za izračun snage IOL-a. Ultrazvukom se mjeri anatomska aksijalna duljina oka (od prednjeg do stražnjeg pola), a ne optička aksijalna duljina duž vidne osi. Optička biometrija daje pravu optičku aksijalnu duljinu oka, od prednjeg vrha rožnice do fotoreceptora na stražnjoj strani mrežnice (33).

Zaključno, ova studija pridonosi vrijednim uvidima u usporedbu ultrazvuka i optičke biometrije u operaciji katarakte. Rezultati pokazuju da bi optička biometrija mogla ponuditi prednosti u smislu bolje nekorrigirane vidne oštine i manje sferne ekvivalentne korekcije u usporedbi s ultrazvučnom biometrijom. Međutim, potrebna su daljnja istraživanja i napredak u biometrijskim tehnikama kako bi se potvrdili i proširili ovi nalazi. Nastavkom usavršavanja i optimiziranja biometrijskih

mjernih metoda, zdravstveni djelatnici mogu poboljšati preciznost i predvidljivost ishoda operacije katarakte, čime se u konačnici poboljšavaju vizualni rezultati i zadovoljstvo pacijenata.

## 6. ZAKLJUČAK

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

- Značajno je veća vidna oštrina BEZ naočala (UCVA) mjesec dana nakon operacije u skupini ispitanika koji su imali optičku biometriju, medijana 0,95 u odnosu na ispitanike s ultrazvučnom biometrijom koji imaju medijan UCVA 0,6.
- Nema značajnih razlika u najboljoj mogućoj vidnoj oštrini SA naočalama (BCVA) mjesec dana nakon operacije prema vrsti biometrije.
- Značajno je manji sferni ekvivalent korekcije kod optičke biometrije u odnosu na ultrazvučnu biometriju.

## 7. SAŽETAK

**CILJ ISTRAŽIVANJA:** Cilj je bio usporediti zaostalu postoperativnu refraktivnu grešku između pacijenata kod kojih je jakost intraokularne leće ugrađene prilikom operacije mrene, izračunata ultrazvučnom i optičkom biometrijom.

**NACRT STUDIJE:** Prospektivno kohortno istraživanje.

**ISPITANICI I METODE:** U studiju su bili uključeni ispitanici oba spola, stariji od 40 godina koji su došli operirati očnu mrenu. Iz studije su isključeni ispitanici sa aksijalnom duljinom oka većom od 26 mm ili manjom od 20 mm, bolesnici koji su već imali neki oblik operacije na oku, osim operacije mrene, bolesnici sa kompliciranim mrenama te bolesnici koji su prethodno imali neki oblik refraktivnog zahvata na oku. Svi ispitanici potpisali su dobrovoljni informirani pristanak za sudjelovanje u studiji. Ispitanici su bili podijeljeni u dvije skupine po 30 ispitanika prije operacije očne mrene. Prvoj skupini na dan operacije izračunata je potrebna jakost intraokularne leće ultrazvučnom biometrijom, a drugoj optičkom biometrijom (Zeiss IOL Master 700). Postoperativna refraktivna greška bila je određena mjesec dana od operativnog zahvata u obje skupine pacijenata.

**REZULTATI:** Značajno je veća vidna oštrina BEZ naočala (UCVA) mjesec dana nakon operacije u skupini ispitanika koji su imali optičku biometriju, medijana 0,95 u odnosu na ispitanike s ultrazvučnom biometrijom koji imaju medijan UCVA 0,6. Nema značajnih razlika u u najboljoj mogućoj vidnoj oštrini SA naočalima (BCVA) mjesec dana nakon operacije prema vrsti biometrije.

**ZAKLJUČAK:** Nalazi sugeriraju da korištenje optičke biometrije u operaciji katarakte može rezultirati boljom nekorigiranom vidnom oštrinom u usporedbi s ultrazvučnom biometrijom.

**KLJUČNE RIJEČI:** IOL Master; jakost intraokularne leće; optička biometrija; refraktivna greška; ultrazvučna biometrija

## 8. SUMMARY

### **Comparison of optical and ultrasound biometry in intraocular lens power calculation before ultrasound phacoemulsification cataract surgery**

**RESEARCH OBJECTIVES:** The aim was to compare the residual postoperative refractive error between patients in whom the power of the intraocular lens was implanted during cataract surgery, calculated by ultrasound and optical biometry.

**STUDY DESIGN:** Prospective cohort study.

**SUBJECTS AND METHODS:** Subjects of both sexes, over 40 years old, who came for cataract surgery were included in the study. Subjects with an axial length of the eye greater than 26 mm or less than 20 mm, patients who have already had some form of eye surgery, except cataract surgery, patients with complicated cataracts, and patients who previously had some form of refractive surgery on the eye were excluded from the study. . All subjects signed a voluntary informed consent to participate in the study. The subjects were divided into two groups of 30 subjects each before cataract surgery. On the day of surgery, the first group had the necessary intraocular lens power calculated by ultrasound biometry, and the second group by optical biometry (Zeiss IOL Master 700). Postoperative refractive error was determined one month after surgery in both groups of patients.

**RESULTS:** Visual acuity WITHOUT glasses (UCVA) one month after surgery was significantly higher in the group of subjects who had optical biometry, a median of 0.95 compared to subjects with ultrasound biometry, who had a median UCVA of 0.6. There are no significant differences in the best possible visual acuity WITH glasses (BCVA) one month after surgery according to the type of biometry.

**CONCLUSION:** The findings suggest that the use of optical biometry in cataract surgery may result in better uncorrected visual acuity compared with ultrasound biometry.

**KEYWORDS:** IOL Master; power of the intraocular lens; optical biometry; refractive error; ultrasound biometry

## 9. LITERATURA

1. Thompson J, Lakhani N. Cataracts. *Prim Care*. 2015;42(3):409–23
2. Mandić Z. i sur. *Oftalmologija*. Zagreb: Medicinska naklada; 2014.
3. Bušić M, Kuzmanović Elabjer B, Bosnar D. *Seminaria Ophtalmologica*. 3. izd. Osijek – Zagreb: Cerovski d.o.o.; 2014.
4. Li J, Chen X, Yan Y, Yao K. Molecular genetics of congenital cataracts. *Exp Eye Res*. 2020;191(107872):107872.
5. Delbarre M, Froussart-Maille F. Sémiologie et formes cliniques de la cataracte chez l’adulte. *J Fr Ophtalmol* . 2020;43(7):653–9.
6. Čupak K, Gabrić N, Cerovski B i sur. *Oftalmologija*. 2. izd. Zagreb: Nakladni zavod Globus; 2004.
7. Foster GJL, Allen QB, Ayres BD, Devgan U, Hoffman RS, Khandelwal SS, et al. Phacoemulsification of the rock-hard dense nuclear cataract: Options and recommendations. *J Cataract Refract Surg* . 2018;44(7):905–16.
8. Alio JL, Abdelghany AA, Fernández-Buenaga R. Management of residual refractive error after cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2014;25(4):291–7.
9. Bradamante T, Bradetić T, Brzović Z, Car Z, Cerovski B, Cvetnić B, i sur. *Oftalmologija*. 1. izd. Zagreb: Nakladni zavod Globus; 1994.
10. Johansson G. Effect of phacoemulsification on intraocular pressure. Degree project work in optometry. 2011 : 030.
11. Wang X-G, Dong J, Pu Y-L, Liu H-J, Wu Q. Comparison axial length measurements from three biometric instruments in high myopia. *Int J Ophthalmol*. 2016;9(6):876–80.
12. Savini G, Hoffer KJ, Carballo L, Taroni L, Schiano-Lomoriello D. Comparison of different methods to calculate the axial length measured by optical biometry. *J Cataract Refract Surg*. 2022;48(6):685–9.

13. Bhardwaj V. Axial length, anterior chamber depth-A study in different age groups and refractive errors. *J Clin Diagn Res.* 2013.
14. Kane JX, Chang DF. Intraocular lens power formulas, biometry, and intraoperative aberrometry. *Ophthalmology.* 2021;128(11):e94–114.
15. Hsiao Y-T, Fang P-C, Wu P-C, Kuo M-T, Chen Y-H, Kuo H-K. Axial length of cataract eyes: a comparison of two cohorts over a span of 10 years apart. *BMC Ophthalmol.* 2021;21(1):111.
16. Chirapapaisan C, Srivannaboon S, Chonpimai P. Efficacy of swept-source optical coherence tomography in axial length measurement for advanced cataract patients. *Optom Vis Sci.* 2020;97(3):186–91
17. Dong J, Zhang Y, Zhang H, Jia Z, Zhang S, Wang X. Comparison of axial length, anterior chamber depth and intraocular lens power between IOLMaster and ultrasound in normal, long and short eyes. *PLoS One.* 2018;13(3):e0194273.
18. Savini G, Hoffer KJ, Schiano-Lomoriello D. Agreement between lens thickness measurements by ultrasound immersion biometry and optical biometry. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44(12):1463–8.
19. Hashemi H, Miraftab M, Panahi P, Asgari S. Biometry and intraocular power calculation using a swept-source optical coherence tomography: A repeatability and agreement study. *Indian J Ophthalmol.* 2022;70(8):2845–50.
20. Santodomingo-Rubido J, Mallen EAH, Gilmartin B, Wolffsohn JS. A new non-contact optical device for ocular biometry. *Br J Ophthalmol.* 2002;86(4):458-462.
21. Nakhli FR. Comparison of optical biometry and applanation ultrasound measurements of the axial length of the eye. *Saudi J Ophthalmol.* 2014;28:287–291.
22. Francis BA, Wang M, Lei H, Du LT, Minckler DS, Green RL, i sur. Changes in axial length following trabeculectomy and glaucoma drainage device surgery. *Br J Ophthalmol.* 2005;89(1):17-20.
23. Hugosson M, Ekström C. Prevalence and risk factors for age-related cataract in Sweden. *Ups J Med Sci.* 2020;125(4):311–5.

24. Hashemi H, Pakzad R, Yekta A, Aghamirsalim M, Pakbin M, Ramin S, et al. Global and regional prevalence of age-related cataract: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *EYE*. 2020;34(8):1357–70.
25. Kamiya K, Fujimura F, Iijima K, Nobuyuki S, Mori Y, Miyata K. Regional comparison of preoperative biometry for cataract surgery between two domestic institutions. *Int Ophthalmol*. 2020;40(11):2923–30.
26. Zhu S, Zhan H, Yan Z, Wu M, Zheng B, Xu S, et al. Prediction of spherical equivalent refraction and axial length in children based on machine learning. *Indian J Ophthalmol*. 2023;71(5):2115–31.
27. Khoramnia R, Auffarth G, Łabuz G, Pettit G, Suryakumar R. Refractive outcomes after cataract surgery. *Diagnostics (Basel)* . 2022;12(2):243.
28. Refractive Outcome after Phacoemulsification Using Optical Biometry versus Immersion Ultrasound Biometry Fatma A. Atwa 1. Hayam S Kamel 1 , Rehab M Kamel 1\*and Ahmed A Abd El Fatah. 2019;75(5):2806–12.
29. Gaballa SH, Allam RS, Abouhussein NB. IOL master and A scan biometry in axial length and intraocular lens power measurements. *Delta J ophthalmol*. 2017;1:13–9.
30. Landers J, Goggin M. Comparison of refractive outcomes using immersion ultrasound biometry and IOLMaster biometry. *Clin Experiment Ophthalmol*. 2009;37(6):566–9.
31. Srivannaboon S, Chirapapaisan C, Chonpimai P. Comparison of intraocular lens power calculation methods using a swept-source optical coherence tomography-based biometer. *J Cataract Refract Surg*. 2020;46(6):834–9.
32. Huang J, Pesudovs K, Wen D, Chen S, Wright T, Wang X, et al. Comparison of anterior segment measurements with rotating Scheimpflug photography and partial coherence reflectometry. *J Cataract Refract Surg* . 2011;37(2):341–8.
33. Holladay JT. Standardizing constants for ultrasonic biometry, keratometry, and intraocular lens power calculations. *J Cataract Refract Surg* .1997;23(9):1356–70.



## 10. ŽIVOTOPIS

Karla Bijelić

Medicinski fakultet Osijek

Josipa Huttlera 4

31 000 Osijek

karla.bijelic@gmail.com

### **DATUM I MJESTO ROĐENJA:**

5.9.1998. Osijek

### **ADRESA:**

Ulica Vidove gore 9, 31 000 Osijek

Tel: +385 99 8391 986

karla.bijelic@gmail.com

### **OBRAZOVANJE:**

2017. – 2023. Medicinski fakultet Osijek

2013. – 2017. Isusovačka klasična gimnazija s pravom javnosti u Osijeku

2010. – 2013. Osnovna škola "Retfala"

2005. – 2010. Osnovna škola Franje Krežme

**AKTIVNOSTI:**

2019. članica organizacijskog odbora "OSCON - Osijek student congress 2019"