

# Analiza čimbenika pseudoakomodacije nakon ultrazvučne operacije mreene i ugradnje jednojake intraokularne leće

---

Romić, Dominik

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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:152:808646>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-04**



Repository / Repozitorij:

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



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

**Dominik Romić**

**ANALIZA ČIMBENIKA**  
**PSEUDOAKOMODACIJE NAKON**  
**ULTRAZVUČNE OPERACIJE MRENE I**  
**UGRADNJE JEDNOJAKOSNE**  
**INTRAOKULARNE LEĆE**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2020.**



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

**Dominik Romić**

**ANALIZA ČIMBENIKA**  
**PSEUDOAKOMODACIJE NAKON**  
**ULTRAZVUČNE OPERACIJE MRENE I**  
**UGRADNJE JEDNOJAKOSNE**  
**INTRAOKULARNE LEĆE**

**Diplomski rad**

**Osijek, 2020.**

Rad je izrađen na Klinici za očne bolesti Kliničkog bolničkog centra Osijek i na Medicinskom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

Mentor: doc. prim. dr. sc. Suzana Matić, dr. med., specijalist oftalmolog, subspecijalist prednjeg segmenta oka, Klinika za očne bolesti, KBC Osijek, docent Medicinskog fakulteta Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.

Rad ima 38 listova, 11 tablica i 1 sliku.

## **ZAHVALE:**

Prije svega, želim zahvaliti mentorici, doc. prim. dr. sc. Suzani Matić, dr. med., na prihvaćanju mentorstva, i koja je svojim nesebičnim trudom, strpljenjem i brojnim savjetima omogućila izradu ovog diplomskog rada. Također, zahvaljujem na prenesenu znanju i informacijama bez kojih ne bih bio u mogućnosti upoznati znanstvenu stranu oftalmologije i sve njezine prednosti u modernoj medicini

Zahvaljujem prof. Kralik, koja je svojom susretljivošću, jednostavnošću i znanjem uvelike pomogla u izradi ovoga rada.

Hvala mojim prijateljima i kolegama na podršci koju su iskazali tijekom dosadašnjeg obrazovanja.

Posebno želim zahvaliti svojim roditeljima, bratu, sestrama i cijeloj obitelji na podršci koju su iskazali cijeli niz ovih godina. Hvala im na strpljenju, ohrabrenju, povjerenju i poticajima bez kojih ne bih ostvario današnji uspjeh. Na kraju se želim zahvaliti Niki što je uvijek uz mene u svim trenucima, koja svojom smirenošću, razumijevanjem i strpljenjem izvlači najbolje iz mene.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
1.1 Definicija, epidemiologija, klasifikacija i patofiziologija nastanka mreene .....	1
1.2. Ultrazvučna operacija mreene - fakoemulzifikacija.....	3
1.3. Refrakcijski rezultat nakon operacije mreene .....	5
1.3.1. Monofokalne intraokularne leće .....	5
1.3.2 Ostale intraokularne leće (IOL) .....	6
1.4. Akomodacija i pseudoakomodacija.....	7
1.5. Astigmatizam definicija, podjela i terapija.....	9
1.5.1. Astigmatizam prema pravilu.....	9
1.5.2. Astigmatizam protiv pravila i kosi astigmatizam .....	10
1.5.3. Utjecaj kirurškog reza na refrakcijski rezultat nakon operacije mreene.....	10
1.6. Ultrazvučna aplanacijska biometrija oka.....	11
1.6.1. Aksijalna duljina oka i akomodacija.....	11
1.6.2. Dubina prednje sobice i akomodacija .....	11
2. HIPOTEZA .....	12
3. CILJ ISTRAŽIVANJA .....	13
4. ISPITANICI I METODE .....	14
4.1. Ustroj studije.....	14
4.2. Ispitanici .....	14
4.3. Metode .....	14
4.3.1. Prijeoperativna laboratorijska i klinička priprema bolesnika. ....	15
4.3.2. Keratorefraktometrija prije i poslije kirurškog zahvata .....	15
4.3.3. Određivanje najbolje korigirane vidne oštine prije i poslije kirurškog zahvata ....	16
4.3.4. Ultrazvučna biometrija i izračun najtočnije intraokularne leće .....	16
4.3.5. Kirurški zahvat.....	17
4.4. Statističke metode.....	17

5. REZULTATI.....	18
6. RASPRAVA.....	25
7. ZAKLJUČAK .....	29
8. SAŽETAK.....	30
9. SUMMARY .....	31
10. LITERATURA.....	32
11. ŽIVOTOPIS .....	37



## **POPIS OZNAKA I KRATICA**

ECCE – eng. extracapsular cataract extraction – ekstrakapsularna ekstrakcija mrene

MICS – eng. microincision cataract surgery - mikroincizijska kirurgija mrene

IOL – eng. intraocular lens - intraokularna leća

PCO – eng. posterior capsular opacification - zamućenje stražnje kapsule

PMMA – eng. polymethylmethacrylate - polimetilmetakrilat

AC-IOL – eng. anterior chamber intraocular lens - intraokularne leće za prednju očnu sobicu

ICCE – eng. intracapsular cataract extraction - intrakapsularna ekstrakcija mrene

PC-IOL – eng. posterior chamber intraocular lens - intraokularne leće za stražnju očnu sobicu

UNVA – eng. uncorrected near visual acuity - nekorrigirana vidna oštrina na blizinu

HOA – eng. higher order aberration - aberacije rožnice višeg reda

AL – eng. axial length - aksijalna duljina oka

CDE – eng. cumulative dissipated energy - ukupna unijeta ultrazvučna energija

WTR – eng. with the rule - astigmatizam prema pravilu

ATR – eng. against the rule - astigmatizam protiv pravila

OBL – eng. oblique - kosi astigmatizam

SIA – eng. surgically induced astigmatism - kirurški induciran astigmatizam

ACD – eng. anterior chamber depth - dubina prednje očne sobice

EFU – eng. estimated fluid used - količina potrošene tekućine unijete u oko tijekom zahvata

BCVA – eng. best corrected visual acuity - najbolja korigirana vidna oštrina

UZV – ultrazvuk

## 1. UVOD

### 1.1 Definicija, epidemiologija, klasifikacija i patofiziologija nastanka mrene

Leća je prozirna bikonveksna struktura oka koja svojom građom osigurava refrakciju i akomodaciju. Građena je od vlakana okruženih tankom kapsulom koja su sa svake strane povezana zonulama (lat. zonule ciliares Zinni). Lećna vlakna stvaraju se u epitelnim stanicama koje se nalaze na prednjem dijelu leće ispod tanke kapsule (1).

Mrena (lat. cataracta) je zamućenje prozirne leće koja nastaje uslijed skleroze i nakupljanja proteina, a rezultat je oksidativnog stresa. Posljedično svojem patofiziološkom tijeku, uzrokuje bezbolno i postupno smanjenje vidne oštine, promjenu refrakcije te katkad pojavu monokularnih dvoslika i zablješćivanja djelovanjem jakih izvora svjetlosti (2). Mrena se najčešće pojavljuje u ljudi starije životne dobi, stoga se ustalio i termin senilna mrena. Čimbenici rizika koji doprinose ubrzanom razvoju katarakte su šećerna bolest, Wilsonova bolest i druge bolesti metabolizma, uveitis, trauma, visoka miopija, liječenje kortikosteroidima i izloženost zračenju (3).

Svjetska zdravstvena organizacija procjenjuje da oko 2.2 milijarde ljudi u svijetu ima oštećenje vida i sljepoću, od koje se 1 milijarda može spriječiti ili izliječiti (4). Umjereno do teško oštećenje vida ili sljepoća uzrokovana mrenom zahvaća 65.2 milijuna ljudi u svijetu (5), a smatra se vodećim izlječivim uzrokom oštećenja vida u svijetu. Prevalencija mrene znatno je veća kod zemalja u razvoju, dok je u visokorazvijenim zemljama ta stopa znatno niža. Kongenitalna mrena u zemalja nižeg socioekonomskog standarda najčešća je vrsta mrene u djece (4). U posljednjih 20 godina prevalencija mrene smanjila se povećanjem stope operacija, ali i uvođenjem naprednih tehnika operacija mrene (2).

Gledajući etiološki, mrenu možemo podijeliti na konatalnu, senilnu, medikamentoznu, traumatsku, metaboličku i kompliciranu kataraktu.

Konatalna i infantilna mrena koriste se za označavanje iste dijagnoze, pri čemu je konatalna mrena zamućenje leće prisutno kod rođenja, a kod infantilne mrene zamućenje leće koje nastaje tijekom prve godine života. Zamućenje leće u dvije je trećine bilateralno, a najčešći je etiološki faktor je autosomno dominantno nasljeđivanje. U većini slučajeva konatalna mrena neće znatno utjecati na vidnu oštrinu te kirurško liječenje neće biti indicirano. U slučaju totalne ili membranozne mrene te posljedičnog smanjenja vidne oštine, indicirana je što ranija kirurška intervencija kako bi se spriječila ambliopija (3).

Kod senilne mrene razlikujemo supkapsularnu, nuklearnu i kortikalnu mrenu, ovisno o lokalizaciji zamućenja. Prednja supkapsularna mrena nalazi se ispod kapsule i povezana je s

fibroznom metaplazijom epitela leće. Kod stražnje supkapsularne mreže zamućenje je u površinskom korteksu ispred stražnje kapsule. Zbog svoje blizine i utjecaja na čvornu točku oka, stražnja supkapsularna mreža ima značajan utjecaj na vidnu oštrinu. Karakteristični su simptomi zablješćivanje pri izlaganju jakim izvorima svjetlosti te slabiji vid na blizinu (6).

Nuklearnu mrežu karakterizira spora progresija s početnom pojavom lentikularne miopije zbog povećanja indeksa loma leće. Osnovna su obilježja skleroza i promjena boje nukleusa leće. Progresijom mreže, leća postaje žuta, a kasnije smeđa, tzv. brunescetna mreža (3). Kortikalna mreža zahvaća prednji, stražnji ili ekvatorijalni korteks. Zamućenje se pojavljuje kao pukotina i vakuola između vlakana korteksa koja nastaje uslijed kortikalne hidratacije. Pojavnost pada vidne oštine i simptomi zablješćivanja ovisit će o lokalizaciji zamućenja. Kortikalne mreže se s obzirom na razinu zrelosti mogu klasificirati na nezrele, mature, intumescentne, hiperturne i Morgagnijeve mreže. Nezrela je mreža djelomično zamućenje leće, dok je kod mature leća u potpunosti zamućena te se ne vidi refleks korioida. U slučaju intumescentne mreže koja nastaje prilikom zadržavanja vode i bubrenja leće, uobičajen je pronalazak brojnih sitnih vakuola u prednjem korteksu. Hiperturna je mreža skvrčena i naborana leća nastala prilikom likvefakcije korteksa kroz lećnu kapsulu. Morgagnijeva je mreža hiperturna mreža koja zbog potpune likvefakcije korteksa omogućava pokretljivost nukleusa leće (3, 6).

Medikamentozna mreža nastaje kao posljedica dugotrajnog liječenja i primjene visokih doza lijekova. Lijekovi kao što su kortikosteroidi, miotici, fenotiazini, amjodaron, alopurinol, zlato i busulfan dokazano utječu na razvoj ove vrste mreže.

Traumatska mreža nastaje djelovanjem mehaničke ili fizikalne traume te je stoga najčešći uzrok unilateralnog zamućenja leće u mlađih osoba. Ozljede koje mogu prethoditi traumatskoj mreži su kontuzije, penetrirajuće rane rožnice i bjeloočnice s ili bez intraokularnog stranog tijela, električni udar te izloženost ultraljubičastom, infracrvenom, ionizirajućem zračenju i kemikalijama.

Metabolička mreža posljedica je metaboličke ili neke druge sistemske bolesti. Stanja koja mogu dovesti do nastanka metaboličke mreže su: šećerna bolest, miotonična distrofija, Wilsonova bolest, hipokalcijemija, galaktozemija (3), atopijski dermatitis, neurofibromatoza tipa 2 i brojne druge (6).

Komplicirana mreža nastaje djelovanjem neke druge primarne bolesti oka te se stoga i zove sekundarna mreža. Najčešće je uzrokovana kroničnim prednjim uveitisom i praćena nastankom

stražnjih priraslica, zadebljanjem prednje kapsule leće te nastankom fibrozne membrane s okluzijom zjeničnog otvora i pupilarnim blokom. Ostali su uzroci komplicirane katarakte: glaukom zatvorenog kuta, visoka miopija, distrofija mrežnice atrofija šarenice i kronična hipotonija oka (3, 6). Ovakve komplicirane mreene izazov su za kirurško zbrinjavanje uz upitan ishod vidne oštine i mogućnost intra i poslijeoperacijskih komplikacija.

## **1.2. Ultrazvučna operacija mreene - fakoemulzifikacija**

Jedan od najvažnijih pomaka u oftalmologiji otkriće je fakoemulzifikacije koju je uveo Charles Kelman 1967. godine (7). Fakoemulzifikacija je ultrazvučna metoda ekstrakapsularne ekstrakcije leće koja danas predstavlja zlatni standard u operaciji mreene (3). Do uvođenja fakoemulzifikacije, zlatni standard bila je ekstrakapsularna ekstrakcija mreene (eng. extracapsular cataract extraction-ECCE). To je metoda operacije koja se i danas izvodi u slučajevima kompliciranih mreena, gdje postoji kontraindikacija za ultrazvučnu operaciju. To su najčešće traumatske mreene s fakodonezom ili pacijenti s vrlo lošom rožnicom i malim brojem endotelnih stanica, gdje bi svaki ultrazvučni unos energije mogao dovesti do dekompenzacije rožnice i njezina trajnog zamućenja. Nedostatci su relativno velika korneoskleralna incizija, što rezultira duljim procesom zarastanja rane (3 mjeseca), sporijim oporavkom, indukcijom astigmatizma te povećanim rizikom za razvoj endoftalmitisa. S druge strane, fakoemulzifikacija zahtijeva manju kiruršku inciziju, što u konačnici rezultira kraćim procesom zarastanja, manjom vjerojatnošću za nastanak postoperativnog astigmatizama te bržim oporavkom vida (8). Stoga, nije iznenađujuće da je 1994. godine „American Society of Cataract and Refractive Surgery“ davalo prednost fakoemulzifikaciji u odnosu na klasične ekstrakcije katarakte (9). Pomakom kirurškog reza na rožnicu, operacije se izvode u kapljičnoj anesteziji u preko 95 % bolesnika, što predstavlja olakšanje bolesniku, ubrzava rehabilitaciju vida nakon operacije te osigurava brži povratak na radno mjesto, a kirurgu daje mogućnost provođenja bolesnika kroz jednodnevnu kirurgiju. Standardni rožnični rezovi kod izvođenja fakoemulzifikacije duljine su 1,5 mm – postranični i 2,25-3,2mm – „clear cornea rez“. Također, danas postoje i brojne mikrokirurške metode i pristupi izvođenja operacije katarakte pomoću kojih se rez smanjio na duljinu od oko 1.4 mm – 2.2 mm (tzv. MICS, engl. microincision cataract surgery) (10, 11). Kroz „clear cornea“ rez uštrcava se viskoelastik koji omogućava izvođenje 5 mm kružnog otvora na prednjoj kapsuli leće, tzv. kapsulorekse. Hidrosekcija je sljedeći važni korak kod kojega se odvaja korteks od kapsule leće. Hidrodelineacijom se dodatno odvaja epinukleus od nukleusa leće, što je katkada nužan korak za sigurniji ishod zahvata. Provođa se uštrcavanjem kratkih mlazova fiziološke otopine ispod ruba kapsulorekse. Ovaj korak treba vrlo oprezno

izvoditi u slučaju stražnje polarne katarakte, traumatske mreene ili mreene nastale nakon vitrektomije. Tek kada je leća slobodna i kad se rotira u vrećici, može se ući ultrazvučnom sondom u oko. Njome se usitnjava nukleus leće, istovremeno aspirirajući usitnjene komadiće leće. Ovisno o vrsti zamućenja, primjenjuju se različite tehnike. Najčešće su primjenjivane „stop and chop“ tehnika, vertikalni „chop“, „divide and conquer“, „flip and chip“. Nakon fakoemulzifikacije slijedi aspiracija preostalog lećnog korteksa irigacijskom sondom te uštrcavanje viskoelastika u kapsularnu vrećicu u koju se implantira intraokularna leća (eng.intraocular lens - IOL). Po centriranju leće ispere se preostali viskoelastik radi otklanjanja rizika porasta intraokularnog tlaka te se u prednju sobicu injicira 0,1 ml cefuroxima radi prevencije endoftalmitisa što se čini prema smjernicama Europskog društva za kataraktu i refraktivnu kirurgiju (eng. European Society of Cataract and Refractive Surgeons, ESCRS). Ulazne incizije na kraju se zahvata hidriraju te se lagano povećava intraokularni tlak, kreirajući kontrolirani stromalni edem kako bi ventilni sustav ulaznih incizija držao tonus oka i prevenirao retrogradni ulaz eventualnih mikroorganizama izvana u oko. Iznimno, postavljaju se šavovi samo ukoliko je ulazna incizija širena preko 3,2 mm, što je znak da je u pitanju bio komplikiraniji zahvat. Nakon operacije važno je kontrolirati oporavak oka sprječavanjem moguće infekcije ili upale, stoga se prvih mjesec dana provodi kombinirana topička kortikosteroidna i antibiotska terapija. Nakon operacije potrebno je provođenje rutinske poslijeoperacijske skrbi. Poslijeoperacijska skrb sastoji se od triju kontrolnih pregleda. Prvi kontrolni pregled provodi se 4 - 6 sati nakon operativnog zahvata ili sljedeće jutro kako bi se isključio potencijalni rast intraokularnog tlaka i pojava rane infekcije endoftalmitisa te uočile ostale eventualne rane komplikacije kirurškog zahvata. Nakon tjedan dana kontrola je potrebna zbog moguće upale i praćenja biomikroskopskog nalaza. Posljednja kontrola, nakon 4 tjedna, provodi se radi određivanja vidne oštine i propisivanja naočala (12, 13). Napretkom tehnologije i kirurške tehnike problem oštećenja endotela rožnice unosom ultrazvučne energije gotovo je u cijelosti riješen razvojem viskoelastika različite viskoznosti, kojima se osigurava i stabilizacija prednje očne sobice te lakše i sigurnije izvođenje kapsulorekse, tamponada stražnje kapsule, kapsularne vrećice i smanjenje mogućnosti oštećenja vrećice tijekom implantacije leće (3). Također, napredak mikrokirurgiji mreene svakako predstavlja patentiranje prve savitljive leće 1980. godine, kada je Thomas Mazzocco prvi put osmislio i implantirao leću kroz rez od 3 mm. Time započinje era razvoja intraokularnih savitljivih leća i, od tada do danas, na tržištu postoje brojne intraokularne leće s različitim optičkim i refraktivnim svojstvima s ciljem postizanja željenih refrakcijskih rezultata za svakog bolesnika koji se podvrgava operaciji mreene (14).

### **1.3. Refrakcijski rezultat nakon operacije mrene**

Moderna kirurgija mrene, osim odstranjenja zamućene leće i ugradnje IOL, predstavlja i refraktivnu kirurgiju jer daje priliku za ispravljanje refrakcijskih grešaka i poboljšanje kvalitete vida nakon zahvata. U današnjoj kirurgiji mrene uloženo je mnogo napora kako bi se postiglo stanje emetropije uporabom sve naprednijih operativnih tehnika, sve točnijih biometrijskih izračuna te preciznih formula za računanje jakosti IOL. Međutim, postizanje željenog rezultata nije uvijek moguće. Biometrijske greške u mjerenju aksijalne duljine, pogrešna K-očitavanja, odabir krivih IOL i formula u kalkulaciji jakosti IOL, prethodne refrakcijske operacije te abnormalnosti u veličini kapsularne vreće najčešći su uzroci koji dovode do neuspjeha (15, 16).

#### **1.3.1. Monofokalne intraokularne leće**

Intraokularne leće koje se danas najčešće implantiraju su monofokalne leće. Zahvaljujući preciznim izračunima i velikom rasponu dioptrija IOL, omogućuju bolesnicima oštar vid na daljinu ili na blizinu uz dodatnu korekciju vida koja nije korigirana IOL (3). Kod donošenja odluke o odabiru IOL nakon operacije mrene, odluka se primarno donosi na temelju ekonomičnosti. Razlozi zbog kojih se bolesnicima radije implantiraju monofokalne leće nasuprot multifokalnim lećama jesu niža cijena, jednostavnost izračuna jačine intraokularnih leća, postizanje dobre vidne oštine i kontrastne osjetljivosti na daljinu, dostupnost u državnim bolnicama, a perioda neuroadaptacije gotovo da nema (15, 17). Monofokalne leće, na temelju dizajna, dijelimo na jednodijelne i trodijelne IOL. Jednodijelne intraokularne leće danas su češće od trodijelnih te njihova incidencija ugradnje bilježi porast. Uspoređujući trodijelne s jednodijelnima IOL na temelju refrakcije, stabilnosti leće, incidencije luksacije te zamućenja stražnje kapsule, jednodijelne IOL identične su trodijelnima. Jedina je prednost trodijelnih IOL što u slučaju rupture stražnje kapsule leće mogu se kvalitetno ugraditi i fiksirati u cilijarni sulkus (5). Važan je i dizajn ruba leće, a kada je oštar prevenira zamućenje stražnje kapsule leće (eng. posterior capsular opacification-PCO). Također, postoje sferične i asferične monofokalne intraokularne leće. Asferične IOL napravljene su s ciljem korekcije sferne aberacije rožnice te smanjenja ukupne sferne aberacije oka nakon implantacije IOL. Razlike u vidnoj oštini između sferičnih i asferičnih IOL nisu značajne, no kod određivanja objektivne kvalitete vida, zaključena je bolja kvaliteta vida kod asferičnih IOL (18). Nakon implantacije personaliziranih asferičnih IOL poboljšava se najbolja korigirana vidna oština na daljinu te čuva sferna aberacija i poboljšava kontrastna osjetljivost (19).

### 1.3.2 Ostale intraokularne leće (IOL)

Nakon Drugog svjetskog rata, engleski oftalmolog Harlod Ridley primijetio je u očima ranjenih pilota toleranciju na polimetilmetakrilne (eng. polymethylmethacrylate-PMMA) krhotine vjetrobrana koje se koriste u avioindustriji. U Londonu, 1949. godine, H. Ridley ugradio je prvu IOL građenu od PMMA te je tako započeto razdoblje moderne kirurgije mreene. Ridleyjeva leća obilježila je prvu generaciju IOL koje su se ugrađivale u stražnju očnu sobicu. Zbog nedovoljno razvijene građe leće te nerazvijene i krute operativne tehnike, komplikacije nakon implantacije IOL bile su česte. Najozbiljnije komplikacije koje su obilježile IOL prve generacije su luksacija leće i upalne reakcije. Razdoblje od 1950. do 1960. godine obilježeno je ugradnjom IOL u prednju očnu sobicu AC-IOL (eng. anterior chamber IOL). Kirurzi, želeći smanjiti postotak komplikacija uslijed luksacije leće, implantirali su AC-IOL nakon ECCE i intrakapsularne ekstrakcije katarakte ICCE (eng. intracapsular cataract extraction) te ih fiksirali u područje iridokornealnog kuta prednje očne sobice. Glavne su komplikacije IOL druge generacije bulozna keratopatija, kronični upalni procesi, glaukom i cistoidni makularni edem. Kasnije je došlo do uporabe IOL koje su se fiksirale za šarenicu, a koje su obilježile treću generaciju IOL. Dizajn ovih leća te tehnika ugradnje i fiksacije znatno je utjecao na razvoj IOL za stražnju očnu sobicu PC-IOL. Sljedeće na tržište dolaze fleksibilne AC-IOL sa zatvorenim hapticima. Zabilježene su komplikacije kao što su uveitis, glaukom i hifema. Savitljive leće pojavljuju se 1980. godine, kako je ranije opisano te su omogućile operacije katarakte uz implantaciju IOL kroz rezove od 3 mm i manje (8, 13). Razvojem IOL i tehnika ugradnje tijekom 20. stoljeća današnja moderna kirurgija katarakte fokusirala se na očuvanje kapsule leće kako bi se omogućilo postavljanje i fiksiranje leće na idealno mjesto unutar kapsularne vreće. Građu IOL čine optički dio i haptici. Optički dio leće središnji je refraktivni element, dok haptici predstavljaju male petlje ili ručice koje omogućuju fiksaciju IOL. U slučaju ruptуре stražnje kapsule, IOL se mogu ugraditi u stražnju očnu sobicu fiksiranu za cilijarni sulkus ili prednju očnu sobicu fiksiranu za iridokornealni kut. Danas na tržištu postoje brojne IOL koje su razvrstane prema dizajnu. Savitljive (mekane) IOL danas su najčešće u uporabi, a putem injektora plasiraju se kroz mali rez unutar oka na željeno mjesto. Dostupne su tri vrste savitljivih IOL s obzirom na vrstu materijala korištenih u izradi: akrilatne IOL, dostupne u obliku hidrofилnih (hydrogel) i hirofobnih akrilatnih materijala, silikonske IOL dostupne s jednodijelnim i trodijelnim savitljivim hapticima te jednodijelnim pločastim hapticima i collamer IOL napravljene od kolagena radi visoke biokompatibilnosti.

Tvrde IOL građene su od PMMA, ugrađuju se kroz rezove od 5 - 6 mm i danas se jedino primjenjuju u zemljama nižeg socioekonomskog standarda. Većina intraokularnih leća ima ugrađene filtere za UV svjetlo i plavo svjetlo koji imaju protektivno djelovanje, sprječavajući degeneraciju makule. Asferične intraokularne leće koriste se u rješavanju sfernih aberacija rožnice te su pokazale poboljšanje kontrastnog vida u mezoptičkim uvjetima. Multifokalne intraokularne leće daju pacijentima dva ili više fokusa te omogućuju jasan vid na daljinu, srednju udaljenost i blizinu. Akomodativne intraokularne leće napravljene su s ciljem modifikacije sposobnosti fokusiranja. Teoretski djeluju tako da koriste kontrakcije cilijarnog mišića tijekom procesa akomodacije, premještajući leću u anterio-posteriornom smjeru. EDOF IOL (eng. extended depth of focus) inačica su IOL s produljenim fokusom za rad na blizinu te predstavljaju podvarijantu multifokalnih leća.

Torične intraokularne leće imaju ugrađenu cilindričnu komponentu koja omogućuje korekciju astigmatizma, ugrađuju se pri operaciji katarakte za korekciju astigmatizma većeg od 2 cilindra, a koji bi zaostao ugradnjom monofokalne leće ili bi se morao korigirati naočalama. (6, 15).

#### **1.4. Akomodacija i pseudoakomodacija**

Akomodacija je sposobnost oka da mijenja refraktivnu jakost leće pomičući fokus refraktivnog sustava s udaljenih na bliske predmete kako bi slika koja nastaje u foveoli bila oštra i jasna. Prilikom akomodacije oka karakteristična su dva mehanizma koja predvode ovaj fiziološki proces, a to su pomak iridolentalnog sustava prema naprijed te promjena oblika leće. Mehanizmom akomodacije upravlja cilijarni mišić. Kontrakcijom cilijarnog mišića smanjuje se napetost zonularnih vlakana te dolazi do promjene oblika leće u kojoj se povećava aksijalna duljina leće uz smanjenje ekvatorijalnog promjera. Posljedica je ovakve promjene oblika povećana jakost leće koja omogućava oštar vid na blizinu. Osim povećane refraktivne jakosti, za jasan vid na blizinu potrebna je adekvatna sinkineza, konvergencija i mioza. Ovakvu akomodaciju oka nazivamo reakcijom na blizinu. Prilikom relaksacije cilijarnog mišića, aksijalna duljina te refraktivna jakost leće smanjuju se, omogućujući jasan vid na daljinu. Amplituda akomodacije razlika je refrakcije između stanja maksimalne akomodacije i stanja bez akomodacije oka izražena u dioptrima (D). Amplituda akomodacije s godinama se smanjuje jer dolazi do povećane rigidnosti leće, onemogućujući dovoljnu zakrivljenost prednje površine leće. Ovaj je proces fiziološki te nastaje kao posljedica starenja, a definiramo je kao presbiopiju (3). Tijekom povijesti nastale su brojne teorije akomodacije leće koje su pokušale objasniti navedeni proces. Thomas Young prvi je demonstrirao promjene na leći koje su se događale tijekom fokusiranja oka s udaljenih na bliske predmete, a Herman von Helmholtz, usavršio je



1856. godine prvu naširoko prihvaćenu teoriju koja je objašnjavala proces akomodacije. Prema von Helmholtzu, pri gledanju bližeg objekta, cilijarni mišić se kontrahira, uzrokujući opuštanje zonula leće, omogućujući leći da se mijenja u deblji oblik. Godine 1854. Heinrich Müller opisao je kružni mišić cilijarnog tijela, teoretizirajući da kontrakcija cilijarnog mišića povlači staklasto tijelo naprijed, tjerajući leću prema naprijed, što rezultira porastom refraktivne snage. Tscherning je 1894. godine predložio da se akomodacija događa zbog povećane zonularne napetosti na ekvatoru leće, posljedično kontrakciji cilijarnog mišića, pa je zato izbočenje leće tijekom akomodacije stvoreno kompresijom, a ne pasivnim opuštanjem. Schon je 1885. godine pretpostavljao da se određena zonularna vlakna relaksiraju tijekom akomodacije, dok ostala ostaju u tenziji. Godine 1992. R. Schachar predložio je teoriju sličnu Tscherningovoj, koja je dijametralno suprotna Helmholtzovoj teoriji, a ukazuje da je fokusiranje leće ljudskog oka povezano s povećanom napetošću leće putem ekvatorijalnih zonula, odnosno kada se cilijarni mišić stegne, povećava se ekvatorijalna zonularna napetost, uzrokujući povećanje antero-posteriornog promjera leće, dok se periferne površine leće spljošte (20-22).

Pseudoakomodacija ili „prividna akomodacija“ kompleksni je fenomen koji se definira kao stanje povećane dubine fokusa pseudofakičnog oka izvan predviđenih okvira optičkih karakteristika IOL (23). Pseudoakomodacija se pripisuje statičkim optičkim svojstvima pseudofakičnog oka neovisno o djelovanju cilijarnog mišića na ugrađenu IOL. Pseudoakomodaciju treba razlikovati od pseudofakične akomodacije kojoj se pripisuju dinamičke promjene u refrakciji uzrokovane pomicanjem IOL prema naprijed. Obje prethodno opisane karakteristike mogu doprinijeti sposobnosti pseudofakičnih očiju da posjeduju dobru vidnu oštrinu na blizinu uz najbolju korigiranu vidnu oštrinu na daljinu (24). Tako je u određenih bolesnika s pseudofakijom, nakon implantacije monofokalnih IOL, utvrđena vrlo dobra nekorigirana vidna oštrina (eng. uncorrected near visual acuity-UNVA) ne samo na daljinu, već i na blizinu te omogućava dobar vid bez uporabe naočala. Mehanizam pseudoakomodacije nakon implantacije monofokalnih IOL nije dovoljno poznat, ali se zna da u tom fenomenu sudjeluju brojni čimbenici (25). Čimbenici koji potencijalno utječu na pseudoakomodaciju su: astigmatizam, širina zjenice, aberacije rožnice višeg reda (eng. higher order aberration-HOA), prethodne operacije rožnice, aberacije IOL, jakost IOL, aksijalna duljina oka (eng. axial length AL) i ukupna unijeta ultrazvučna energija u oko (eng. cumulative dissipated energy CDE).

## 1.5. Astigmatizam definicija, podjela i terapija

Astigmatizam je refraktivna greška oka koju karakterizira nemogućnost fokusiranja upadnih zraka svjetlosti u jednu točku zbog neujednačenog loma svjetlosti na refraktivnim površinama rožnice i leće. Ovakva greška refraktivnog sustava izražava se smetnjama vida na blizinu i na daljinu, popraćena frontalnim glavoboljama, brzim umaranjem očiju te zamućenjima vida. Astenopske smetnje posljedica su stalne akomodacije oka zbog nemogućnosti izoštravanja slike. Osnovna podjela astigmatizma je na pravilni i nepravilni astigmatizam. Kod pravilnog ili regularnog astigmatizma meridijani refraktivnog sustava oka pravilno su zakrivljeni, u njemu su najjače i najslabije lomeći meridijani međusobno okomiti. U slučaju nepravilnog ili iregularnog astigmatizma meridijani nisu međusobno okomiti te su nepravilno zakrivljeni. Nepravilni astigmatizam uvijek je patološka promjena te nastaje kao posljedica distorzije rožnice ili promjena u leći. Pravilni astigmatizam dalje se dijeli prema obliku, odnosno osi najjače lomećeg meridijana, na astigmatizam prema pravilu, protiv pravila i kosi astigmatizam. Pravilni astigmatizam prema vrsti, odnosno položaju fokala na vidnoj osi u odnosu na mrežnicu, dijeli se na jednostavni i složeni astigmatizam. Pravilni astigmatizam objašnjava se konceptom Sturmova konoide. Dakle, zrake svjetlosti koje dolaze do nepravilne površine rožnice ili leće različito se prelamaju, stvarajući dvije fokale umjesto da se sjedinjuju u jednoj točki. Prva fokala smještena je bliže rožnici, a posljedica je loma svjetlosti jače zakrivljenog meridijana. Druga fokala, koja je dalje od rožnice, posljedica je loma svjetlosti manje zakrivljenog meridijana. Udaljenost između ovih dviju fokala naziva se Sturmov konoid jer se na polovini udaljenosti između navedene dvije fokale nalazi ravnina najmanje konfuzije u kojoj je slika najmanje mutna. Upravo ta ravnina ključ je korekcije astigmatizma, a postiže se pomicanjem ravnine u foveolu pomoću odgovarajućih cilindričnih ili toričnih leća. Korekcija astigmatizma postiže se optičkim pomagalicama kod kojih je važno odrediti os cilindra. Korekcija jednostavnog pravilnog astigmatizma provodi se dioptrijskim naočala s cilindričnim lećama, a složeni toričnim lećama. Osim dioptrijskih naočala, moguća je i kirurška korekcija te korekcija kontaktnim lećama (3).

### 1.5.1. Astigmatizam prema pravilu

Astigmatizam prema pravilu ili direktni astigmatizam (eng. with the rule WTR) karakteriziran je većom zakrivljenošću vertikalnog meridijana u odnosu na horizontalni te će posljedično lom svjetlosti biti najjači na osi oko  $90^\circ$ . Astigmatizam prema pravilu najčešći je kornealni astigmatizam koji srećemo u mladih osoba. Korekcija direktnog astigmatizma postiže se uz postavljanje cilindra na točnu osovinu  $90^\circ$  ili  $\pm 30$  stupnjeva od osovine  $90^\circ$  (26).

### 1.5.2. Astigmatizam protiv pravila i kosi astigmatizam

Astigmatizam protiv pravila ili indirektni astigmatizam (eng. against the rule ATR) karakterizira jaču zakrivljenost horizontalnog meridijana, uzrokujući najjači lom svjetlosti oko osi od  $0^\circ$  i  $180^\circ$ . Indirektni astigmatizam čest je u starijih osoba. Korekcija se postiže uz postavljanje cilindra na točnu osovinu u blizini osi od  $0^\circ$  ili  $180^\circ$  tj.  $\pm 30^\circ$  od osovine 0. Kosi astigmatizam (eng. oblique OBL) naziv je za pravilni astigmatizam kod kojeg je glavni meridijan, odnosno najjače lomeći meridijan, za više od  $20^\circ$  udaljen od horizontalnog ili vertikalnog meridijana u blizini osi oko  $45^\circ$  ili  $135^\circ$ (26).

### 1.5.3. Utjecaj kirurškog reza na refrakcijski rezultat nakon operacije mreene

Ciljevi su moderne kirurgije katarakte brz oporavak vida, postizanje najbolje moguće nekorigirane ili korigirane vidne oštine i minimalni postoperativni astigmatizam (27). Kirurški inducirani astigmatizam (eng. surgically induced astigmatism-SIA) jedna je od najčešćih komplikacija moderne kirurgije katarakte, kao takav predstavlja glavnu prepreku u ostvarivanju najbolje vidne oštine (28). Postoperativni SIA ovisi o nekoliko faktora, primarno uzrokovanih kirurškom rukom, a to su: dužina reza, lokacija, arhitektura rožnice te tehnike kreiranja i zatvaranja reza (29). Idealno bi bilo da je SIA 0,5 cilindra i manja. Manji kornealni rezovi daju mogućnost bržeg oporavka vida te manji rizik od razvoja postoperativnog astigmatizma (30). Prilikom fakoemulzifikacije superotemporalni, superiorni te superonazalni čisti kornealni rez najčešće su lokacije kroz koje se provodi ekstrakcija i implantacija leće. U slučaju prisutnosti prijeoperativnog astigmatizma, fakoemulzifikacijskim rezom na osi najjače zakrivljenosti rožnice postiže se djelomična korekcija kornealnog astigmatizma ukoliko je manji od 1,25 dcyl. Kod astigmatizma do 2 dcyl, uz ulaz na strmu osovinu, nužno je učiniti i limbalne relaksirajuće incizije kako bi došlo do zaravnavanja rožnice na strmom meridijanu. Astigmatizmi preko 2,25 dcyl korigiraju se ugradnjom torične leće. Svaki rezidualni astigmatizam praćen nezadovoljstvom pacijenta nakon korekcije naočalama može se korigirati refraktivnim zahvatima laserom. Šivanje reza ima negativan utjecaj na arhitekturu rožnice stvarajući veću ili manju zakrivljenost rožnice, inducirajući astigmatizam. Uvođenje čistog kornealnog reza u kirurgiju katarakte u svijetu je steklo veliku popularnost jer nudi bolje rezultate od tradicionalnih limbalnih i skleralnih rezova. Prednosti koje nudi čisti kornealni rez odsustvo je šavova, smanjenje upale i boli, veća sigurnost, lakši pristup te smanjenje kirurški inducirano astigmatizma (28, 31).

## **1.6. Ultrazvučna aplanacijska biometrija oka**

Ultrazvučna biometrija oka neinvazivna je dijagnostička metoda kojom se provode mjerenja intraokularnih i intraorbitalnih struktura pomoću ultrazvučnog aparata A-sondom. Temelji se na principu refleksije ultrazvučnih valova od struktura oka i orbite. Aplanacijska ili kontaktna biometrija provodi se postavljanjem sonde izravno na rožnicu oka, usmjeravajući sondu u smjeru vidne osi. Upotrebljava se za mjerenje AL oka, određivanje dubine prednje očne sobice i ostalih komponenti oka potrebnih za izračunavanje dioptrijske jakosti IOL namijenjenih implantaciji kod operacije katarakte (3, 32).

### **1.6.1. Aksijalna duljina oka i akomodacija**

Aksijalna duljina oka udaljenost je od vrha rožnice do pigmentnog epitela rožnice. AL oka mjerimo ultrazvučnom biometrijom koja kod emetropnog oka iznosi oko 22,5-25 mm. U slučaju AL veće od 25 mm javlja se aksijalna kratkovidnost zbog povećane duljine oka. Kod AL veće od 26 mm javlja se miopski sindrom koji je karakteriziran atrofijom cilijarnog mišića uslijed smanjene potrebe akomodacije oka. U slučaju premale AL oka javlja se stanje hipermetropije. Aksijalna hipermetropija zahtijeva akomodaciju i za predmete smještene u daljini kako bi slika koja pada na mrežnicu bila oštra. Kod dalekovidnih osoba akomodacija može djelomično ili u potpunosti kompenzirati refraktivnu grešku, a izraženija je u djece i mlađih osoba (3, 33).

### **1.6.2. Dubina prednje sobice i akomodacija**

Dubina prednje očne sobice (ACD) utvrđen je biometrijski parametar prednjeg očnog segmenta. Anatomski, predstavlja udaljenost između endotela rožnice i prednje kapsule kristalne leće. ACD ima važan prijeoperativni značaj u kirurgiji katarakte i mjerenju jakosti IOL. ACD kod emetropnih očiju iznosi oko 3 mm (34, 35). Glavni čimbenik koji utječe na akomodaciju kristalne leće je ACD. U brojnim studijama pokazalo se da je ACD kod dalekovidnih osoba manja od ACD kod emetropnih bolesnika (36). Također, Fontana i Brubaker (1980) tvrde kako je ACD povezana sa stupnjem ametropije. Tako je ACD veća kod kratkovidnih osoba, dok je kod dalekovidnih osoba ona manja u odnosu na emetrope (37). Kod mladih i presbiopijskih ispitanika smanjene ACD tijekom akomodacije nastaju više zbog izbočenja prednje površine leće nego zbog pomicanja leće prema naprijed (38).

## 2. HIPOTEZA

Pseudoakomodacija nakon ultrazvučne operacije mrežne i ugradnje jednojakosne intraokularne leće uz najbolju korigiranu vidnu oštrinu češća je kod bolesnika s kraćom aksijalnom duljinom, većom jakošću IOL, manjom unijetom kumulativnom ultrazvučnom energijom i pri manjoj vrijednosti ukupnog postoperacijskog rožničnog astigmatizma.

### 3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Ciljevi su istraživanja:

1. Usporediti čimbenike pseudoakomodacije u dvije skupine bolesnika - u onih s vidnom oštrinom na blizinu i u onih bez vidne oštine na blizinu mjesec dana nakon operacije mreine. Pseudoakomodacija ili postojanje vidne oštine na blizinu definirana je kao mogućnost čitanja iz tablica po Jegeru ( $J4 \geq$ ), a nepostojanje pseudoakomodacije, tj. vidne oštine na blizinu, definirano je kao nemogućnost čitanja iz Jegerovih tablica ( $J4 <$ ) kod bolesnika s ugrađenom jednojakošnom IOL.
2. Usporediti parametre prednjeg očnog segmenta prije i nakon ultrazvučne operacije mreine - dubinu prednje očne sobice (eng. anterior chamber depth-ACD) i aksijalnu duljinu, kod normalne AL (22,5-25,0mm), kratke AL (<22mm) i duge AL (>25,50 mm) mjerene ultrazvučnom biometrijom u skupini bolesnika s i bez pseudoakomodacije.
3. Ispitati povezanost promjena ACD i promjena AL s vidnom oštrinom na blizinu nakon operacije mreine za svaku pojedinu skupinu bolesnika.
4. Usporediti utjecaj kumulativne unijete ultrazvučne energije u oko na ACD i AL prije i nakon operacije mreine za svaku skupinu bolesnika.
5. Ispitati utjecaj količine potrošene tekućine unijete u oko tijekom zahvata EFU (eng. estimated fluid used) na promjene ACD i AL prije i nakon operacije mreine za svaku skupinu ispitanika.
6. Ispitati utjecaj prije i postoperacijskog astigmatizma na pseudoakomodaciju za svaku skupinu bolesnika.

## 4. ISPITANICI I METODE

### 4.1. Ustroj studije

Istraživanje je prospektivno kohortno (39).

### 4.2. Ispitanici

Istraživanje uključuje 30 odraslih bolesnika obaju spolova (16 muških i 14 ženskih) sukcesivno operiranih zbog mrežne postupkom ultrazvučne fakoemulzifikacije na Klinici za očne bolesti KBC Osijek u periodu od siječnja do ožujka 2020. godine. Medijan dobi ispitanika je 75 godina (interkvartilnog raspona od 65 do 78 godina) u rasponu od 30 do 87 godina. Isključni kriterij bit će iregularni prijeoperacijski astigmatizam, stanje nakon transplantacije rožnice, refraktivnih zahvata na oku, bolest rožnice i keratokonus, bolesnici na dugotrajnoj lokalnoj topičkoj terapiji, bolesnici sa suhim okom, bolesnici koji imaju centralno oštećenje vida uslijed bolesti vidnog centra bilo koje etiologije, bolesnici koji su imali prethodne kirurške ili laserske zahvate na oku bilo koje etiologije, bolesnici koji su imali tupu ili penetrantnu ozljedu oka.

### 4.3. Metode

Svakom bolesniku odredit će se spol, dob, najbolja korigirana vidna oštrina na daljinu prije i mjesec dana poslije operacije, nekorigirana vidna oštrina na blizinu mjesec dana nakon operacije mrežne uz najbolju korigiranu vidnu oštrinu na daljinu, rožnični astigmatizam prije i mjesec dana nakon operacije mrežne, ultrazvučna biometrija i izračun IOL, aksijalna duljina prije i mjesec dana nakon operacije mrežne. Svakom bolesniku učinit će se keratorefraktometrija (uređaj "Nikon" 2009.) na dan i mjesec dana nakon operacije radi izračuna rožničnog astigmatizma. Statistički će se analizirati odnos rožničnog astigmatizma i CDE u odnosu na ishodišnu varijablu, tj. vidnu oštrinu na blizinu u skupini s i bez pseudoakomodacije. Pretpostavljena je bolja pseudoakomodacija kod manje CDE, manjeg rožničnog astigmatizma, kraće aksijalne duljine i veće dioptrijske jakosti IOL.

### 4.3.1. Prijeoperativna laboratorijska i klinička priprema bolesnika.

Svakom su pacijentu prije operacije učinjene standardne laboratorijske pretrage krvi, EKG i internistički pregled kako bi se u slučaju pogoršanja općeg stanja pacijenta za vrijeme operacije moglo učinkovito intervenirati. Ispitana je prisutnost komorbiditeta (kronično zatajenje srca, kronično opstruktivna bolest pluća, tremor, bol u leđima, klaustrofobija) koji bi smanjili mogućnost mirnog ležanja pacijenata tijekom operativnog zahvata. Zbog mogućih interakcija lijekova korištenih tokom operativnog zahvata, napravljen je detaljan uvid u terapiju pacijenata. Kod svakog pacijenta provjerilo se uzima li antikoagulantnu ili antiagregacijsku terapiju, alfa-antagoniste, kortikosteroidnu terapiju te postoji li alergija na lijekove ili lateks. Uz procjenu općeg stanja i detaljnog uvida u terapiju obavljen je i oftalmološki pregled. Oftalmološki dio prijeoperativne pripreme uključuje vanjski pregled očiju, ispitivanje zjeničnih reakcija, određivanje vidne oštine, mjerenje očnog tlaka, biometrijski pregled prednjeg segmenta oka, keratometriju oba oka, biometriju kojom se izračunava jakost IOL, pregled fundusa u midrijazi te ultrazvuk oka ukoliko nije moguća vizualizacija fundusa. Svakom su pacijentu opisane mogućnosti liječenja, tijekom operacijskog postupka te moguće komplikacije. Nakon prethodnog informiranja pacijentima je dano da potpišu informativni pristanak za operaciju. Prijeoperativna medikacija sastoji se od uporabe diazepama per os ili intramuskularno, midrijatika u kapima i anestezije koja može biti topička, retrobulbarna, parabolbarna i opća (40).

### 4.3.2. Keratorefraktometrija prije i poslije kirurškog zahvata

Keratorefraktometrija je dijagnostička metoda koja se sastoji od keratometrije i refraktometrije. Keratometrija, poznata i kao oftalmometrija, koristi se za mjerenje zakrivljenosti prednje površine rožnice, određivanje dioptrije, praćenje pacijenata nakon operativnih zahvata, namještanje kontaktnih leća te lasersko uklanjanje dioptrije. Refraktometrija je metoda kojom objektivno procjenjujemo refrakcijske greške kao što su kratkovidnost, dalekovidnost ili astigmatizam (40, 41). Keratorefraktometrija je učinjena na uređaju "Nikon" 2009. na dan i 30 dana nakon operacije radi izračuna rožničnog astigmatizma. Uspoređen je astigmatizam prije i mjesec dana nakon operacije mrežnice, koristeći tablicu za stupnjevanje astigmatizma. Niža vrijednost astigmatizma po pravilu je najpoželjniji ishod, dok je viša vrijednost astigmatizma protiv pravila nepoželjan postoperacijski ishod i pretpostavlja lošiju vidnu oštrinu i na daljinu i na blizinu.



### 4.3.3. Određivanje najbolje korigirane vidne oštine prije i poslije kirurškog zahvata

Za ispitivanje najbolje korigirane vidne oštine (eng. best corrected visual acuity BCVA) korištena je Snellenova tablica na dan operacije, a zatim 30 dana od operacije. Snellenova tablica koristi se kod odraslih osoba za ispitivanje vidne oštine na daljinu, a sastoji se od deset redaka optotipova u obliku slova, sličica ili brojeva. U svakom retku nalazi se zapis udaljenosti u metrima. Normalna udaljenost na kojoj se procjenjuje vidna oština Snellenovim tablicama iznosi šest metara. Ako se na kraju retka nalazi oznaka 60, a test se izvodi na udaljenosti od 6 metara, tada vidna oština iznosi 0,1 (6/60). Osoba s normalnom ili urednom vidnom oštrinom označava se zapisom 1.0 ili 6/6. Najbolja korigirana vidna oština postiže se uz pomoć korekcijskih naočala, a provodi se ukoliko pacijent prilikom procjene *visus naturalisa*, odnosno nekorrigirane vidne oštine, ne može dosegnuti maksimalnu vidnu oštinu. U slučaju kada ispitanik ne može pročitati najveći optotip, tada se vidna oština ispituje prepoznavanjem prstiju na 3, 2, ili 1 metar. Ukoliko pacijent ne raspoznaje broj prstiju, onda se ispituje postoji li osjet svjetlosti i mahanja ruke pred okom (3, 40).

### 4.3.4. Ultrazvučna biometrija i izračun najtočnije intraokularne leće

Ultrazvučna biometrija učinjena je na uređaju „Nidek“ 2009. Ultrazvučna biometrija dijagnostička je metoda koja omogućava mjerenje intra i ekstra okularnih struktura uz pomoć ultrazvučne energije i aparata s A sandom. Do razvoja optičke koherentne biometrije ultrazvučna biometrija bila je najvažnija metoda u izračunu potrebne IOL, a koristi se radi mjerenja aksijalne duljine oka (3, 32). Kako bismo omogućili najbolji postoperativni refrakcijski ishod, mjerenje jakosti IOL jedan je od najvažnijih izračuna koji ovisi o keratometriji, aksijalnoj duljini, dubini prednje komore, kvaliteti IOL te formulama (42). Mogućnost izračuna potrebne refrakcijske vrijednosti intraokularne leće moguće je na nekoliko načina, od kojih svaki ima svoje prednosti i mane. Točnost određivanja IOL ovisit će o preciznosti mjerenja i formulama koje se koriste pri izračunavanju refrakcijskih vrijednosti IOL. Danas su prisutne brojne formule za izračun jakosti IOL, neke od poznatijih su Hoffer Q, Holladay, SRK/T, Haigis, Olsen, Barret Universal II. Konstante unutar formula dobivaju se na temelju izračuna aksijalne duljine oka, ukazujući na važnost preciznog mjerenja (43).

### 4.3.5. Kirurški zahvat

Sve operacije ultrazvučne fakoemulzifikacije učinjene su na uređaju Infinity ("Alcon", 2008.) od istog kirurga. Glavni rožnični tunel širine 2,75 mm učinjen je svakom bolesniku na 120 stupnjeva. Kroz rožnični tunel uštrcao se kohezivni viskoelastik koji omogućava izvođenje kapsulorekse uz hidrosekciju i hidrodelineaciju. Kada je leća slobodna, može se ultrazvučnom sondom ući u oko, kojom se nukleus leće usitnjava, istovremeno aspirirajući usitnjene komadiće leće. Nakon fakoemulzifikacije, irigacijskom sondom aspirirao se preostali lećni korteks. Viskoelastik se uštrcao u kapsularnu vrećicu u koju se zatim implantirala savitljiva intraokularna leća. Tijekom centriranja leće preostali se viskoelastik isprao zbog rizika za porast intraokularnog tlaka. Ulazne su se incizije hidrirale, lagano povećavajući intraokularni tlak kako bi se održao tonus oka i prevenirala infekcija uz primjenu protuupalnih lijekova. Rožnički rez nakon operacije ne treba šivati osim u slučaju kompliciranog zahvata kada je incizija širine preko 3,2 mm. U prvih mjesec dana poslije operacije provodi se kombinirana topička kortikosteroidna i antibiotska terapija radi prevencije endoftalmitisa i infekcije (3, 12, 13).

### 4.4. Statističke metode

Kategorijski podatci predstavljeni su apsolutnim i relativnim frekvencijama. Numerički podatci opisani su medijanom i granicama interkvartilnog raspona. Razlike kategorijskih varijabli prije i poslije operacije testirane su McNemarovim testom. Normalnost raspodjele numeričkih varijabli testirana je Shapiro-Wilkovim testom. Razlike numeričkih varijabli između dviju nezavisnih skupina testirane su Mann-Whitneyjevim U testom, a između triju nezavisnih skupina Kruskal-Wallisovim testom (Post hoc Conover). Razlike numeričkih varijabli prije i poslije operacije testirane su Wilcoxonovim testom (44). Sve su P vrijednosti dvostrane. Razina značajnosti postavljena je na  $\alpha = 0,05$ . Za statističku analizu korišten je statistički program MedCalc Statistical Software version 19.1.7 (MedCalc Software Ltd, Ostend, Belgium; <https://www.medcalc.org>; 2020).

## 5. REZULTATI

Istraživanje je provedeno na 30 ispitanika, od kojih je 16 (53 %) muškaraca i 14 (47 %) žena. Medijan dobi ispitanika je 75 godina (interkvartilnog raspona od 65 do 78 godina) u rasponu od 30 do 87 godina. Kod 15 (50 %) ispitanika radi se o lijevom, a kod istog broja pacijenata o desnom oku. Jedanaest (37 %) ispitanika nema pseudoakomodaciju. Normalnu aksijalnu duljinu ima 18 (60 %) ispitanika (Tablica 1).

Tablica 1. Osnovna obilježja ispitanika

Spol [n(%)]	
Muškarci	16 (53)
Žene	14 (47)
Dob [Medijan (interkvartilni raspon)]	
	75 (65 – 78)
Okolo [n(%)]	
Desno	15 (50)
Lijevo	15 (50)
Pseudoakomodacija [n(%)]	
Dobra pseudoakomodacija	19 (63)
Slaba pseudoakomodacija ili je nema	11 (37)
Aksijalna duljina [n(%)]	
Kratka (< 22,5 mm)	10 (33)
Normalna (22,5 – 25 mm)	18 (60)
Duga (> 25 mm)	2 (7)
Ukupno	30 (100)

U objema skupinama ispitanika vidna oština znatno je bolja poslije operacije. Kod ispitanika s dobrom pseudoakomodacijom vrijednosti vidne oštine povećane su s medijana 0,5 na medijan 1 (Wilcoxonov test,  $P < 0,001$ ), a u skupini sa slabom ili bez pseudoakomodacije s medijana 0,4 na 1 (Wilcoxonov test,  $P = 0,003$ ) (Tablica 2).

Tablica 2. Vidna oština prije i poslije operacije s obzirom na pseudoakomodaciju

	Medijan (interkvartilni raspon) vidne oštine		P*
	Prije operacije	Poslije operacije	
Dobra pseudoakomodacija	0,5 (0,3 – 0,8)	1 (1 – 1)	<b>&lt;0,001</b>
Slaba pseudoakomodacija ili je nema	0,4 (0,2 – 0,7)	1 (0,9 – 1)	<b>0,003</b>

\*Wilcoxonov test

Nema značajne razlike u raspodjeli ispitanika prema pseudoakomodaciji i aksijalnoj duljini (Tablica 3)

Tablica 3. Povezanost aksijalne duljine i pseudoakomodacije

Aksijalna duljina	Broj (%)			P*
	Dobra pseudoakomodacija	Slaba pseudoakomodacija ili je nema	Ukupno	
Kratka (< 22,5 mm)	4 (21)	6 (55)	10 (33)	0,18
Normalna (22,5 – 25 mm)	13 (68)	5 (45)	18 (60)	
Duga (> 25 mm)	2 (11)	0	2 (7)	
Ukupno	19 (100)	11 (100)	30 (100)	

\*Fisherov egzaktni test

Iako ispitanici bez pseudoakomodacije ili sa slabom pseudoakomodacijom imaju nešto veću ukupno unijetu UZV energiju u oko, razlika u odnosu na ispitanike s dobrom pseudoakomodacijom nije statistički značajna. S obzirom na aksijalnu duljinu, ispitanici s kratkom aksijalnom duljinom imaju nešto veću ukupnu unijetu UZV energiju u oko, no bez značajne razlike u odnosu na ispitanike s normalnom ili dugom aksijalnom duljinom (Tablica 4).

Tablica 4. Ukupna unijeta ultrazvučna energija u oko s obzirom na pseudoakomodaciju i na aksijalnu duljinu

	Medijan ukupne unijete ultrazvučne energije u oko (interkvartilni raspon)	P*
Pseudoakomodacija		
Dobra pseudoakomodacija	5,25 (2,31 – 7,34)	0,07
Slaba pseudoakomodacija ili je nema	11,56 (4,12 – 20,19)	
Aksijalna duljina		
Kratka (< 22,5 mm)	6,87 (4,96 – 17,33)	0,06
Normalna (22,5 – 25 mm)	5,32 (3,14 – 12,92)	
Duga (> 25 mm)	2,26 (1,70 – 2,27)	

\*Mann Whitney U test; †Kruskal Wallis test (Post hoc Conover)

Nema značajne razlike u dubini prednje očne sobice prema pseudoakomodaciji prije i poslije operacije (Tablica 5).

Tablica 5. Dubina prednje očne sobice (mm) prije i poslije operacije s obzirom na pseudoakomodaciju

	Medijan (interkvartilni raspon) dubine prednje očne sobice (mm)		P*
	Dobra pseudoakomodacija	Slaba pseudoakomodacija ili je nema	
Prije operacije	2,66 (2,49 – 2,86)	2,51 (2,24 – 2,91)	0,59
Poslije operacije	3,33 (3,01 – 3,62)	3,29 (2,99 – 3,52)	0,93

\*Mann Whitney U test

Znatno je veća dubina prednje očne sobice poslije operacije i u skupini ispitanika s dobrom i u skupini ispitanika sa slabom pseudoakomodacijom. S obzirom na aksijalnu duljinu, samo kod ispitanika s dugom aksijalnom duljinom nema značajne razlike u dubini prednje očne sobice prije i poslije operacije (Tablica 6).

Tablica 6. Dubina prednje očne sobice (mm) prije i poslije operacije s obzirom na pseudoakomodaciju i aksijalnu duljinu

	Medijan (interkvartilni raspon) <b>dubine prednje očne sobice (mm)</b>		P*
	Prije operacije	Poslije operacije	
Dobra pseudoakomodacija	2,66 (2,49 – 2,86)	3,33 (3,01 – 3,62)	<b>&lt;0,001</b>
Slaba pseudoakomodacija ili je nema	2,51 (2,24 – 2,91)	3,29 (2,99 – 3,52)	<b>0,003</b>
Aksijalna duljina			
Kratka (< 22,5 mm)	2,53 (2,23 – 2,89)	3,26 (2,77 – 3,55)	<b>0,005</b>
Normalna (22,5 – 25 mm)	2,63 (2,47 – 2,84)	3,31 (3,17 – 3,63)	<b>&lt;0,001</b>
Duga (> 25 mm)	2,91 (2,15 – 2,97)	3,79 (2,63 – 3,80)	0,18

\*Wilcoxonov test

Tijekom operacije u ispitanika s dobrom pseudoakomodacijom medijan količine tekućine potrošene tijekom zahvata nešto je manji negoli u ispitanika sa slabom pseudoakomodacijom, no bez značajne razlike (Tablica 7).

Tablica 7. Količina potrošene tekućine i vrijeme aspiracije lećnog materijala tijekom zahvata s obzirom na pseudoakomodaciju

	Medijan (interkvartilni raspon)		P*
	Dobra pseudoakomodacija	Slaba pseudoakomodacija ili je nema	
Količina tekućine potrošene tijekom zahvata.	36 (26 – 46)	44 (28 – 68)	0,38
Vrijeme aspiracije lećnog materijala	1,47 (1,23 – 2,36)	1,49 (1,1 – 2,43)	0,75

\*Mann Whitney U test

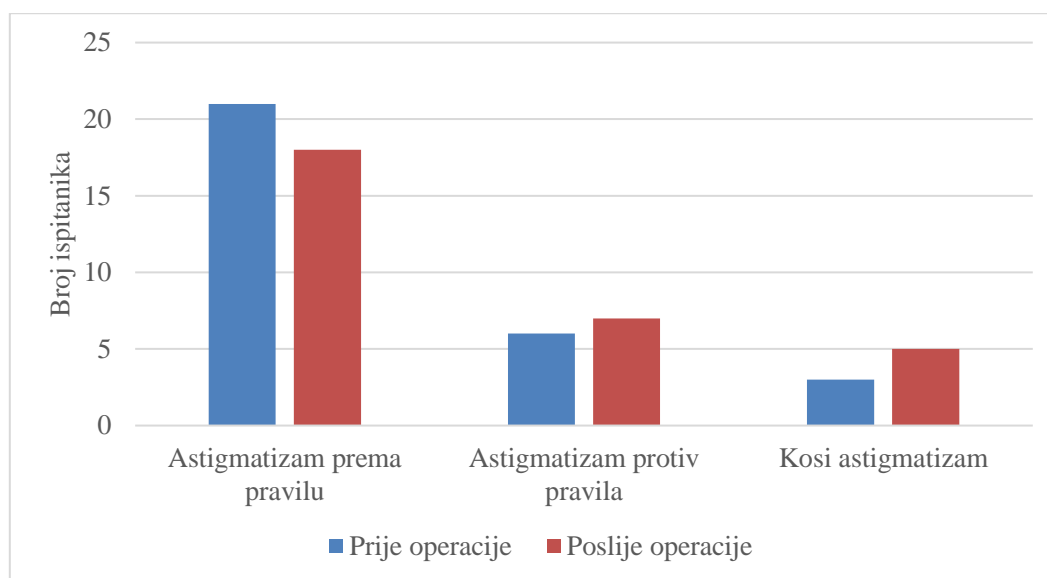
Jakost ugrađene intraokularne leće manju od 20 dpt imaju 2 (7 %) ispitanika, jakost leće od 20,5 do 25 dpt ima 21 (70 %) ispitanik, dok ih 7 (23 %) ima ugrađenu intraokularnu leću jačine veće od 25 dpt, bez značajne razlike u odnosu na pseudoakomodaciju (Tablica 8).

Tablica 8. Povezanost jakosti ugrađene intraokularne leće ugrađene u oko i pseudoakomodacije

Jakost ugrađene intraokularne leće	Broj (%)			P*
	Dobra pseudoakomodacija	Slaba pseudoakomodacija ili je nema	Ukupno	
< 20 dpt	2 (10,5)	0	2 (7)	0,08
20,5 – 25 dpt	15 (78,9)	6 (54,5)	21 (70)	
> 25 dpt	2 (10,5)	5 (45,5)	7 (23)	
Ukupno	19 (100)	11 (100)	30 (100)	

\*Fisherov egzaktni test

Rožnični astigmatizam WTR je prije operacije prisutan kod 21/30 ispitanika, a nakon operacije kod njih 18/30; rožnični astigmatizam ATR je kod 6/30 ispitanika prisutan prije operacije, da bi poslije operacije ATR imalo 7/30 ispitanika. Kosi astigmatizam (OBL) je prije operacije imalo 3/30 ispitanika, a nakon operacije njih 5/30. Razlika u raspodjeli ispitanika prema rožničnom astigmatizmu nije statistički značajna (McNemarov-Bowker test,  $P = 0,45$ ) (Slika 1).



Slika 1. Raspodjela ispitanika prema rožničnom astigmatizmu prije i nakon operacije

U skupini ispitanika s dobrom pseudoakomodacijom nakon operacije smanjio se broj ispitanika s WTR, a povećao s ATR i OBL, dok je u skupini sa slabom pseudoakomodacijom jedan ispitanik koji je bio ATR nakon operacije sada u skupini OBL. Nema značajne razlike u raspodjeli prije i nakon operacije u rožničnom astigmatizmu u skupinama prema pseudoakomodaciji (Tablica 9).

Tablica 9. Rožnični astigmatizam prije i poslije operacije u skupinama ispitanika prema pseudoakomodaciji

		Broj ispitanika prema rožničnom astigmatizmu prije operacije				P*
		WTR <sup>†</sup>	ATR <sup>‡</sup>	OBL <sup>§</sup>	Ukupno	
Dobra pseudoakomodacija						
Rožnični astigmatizam poslije operacije	WTR <sup>†</sup>	10	0	1	11	0,31
	ATR <sup>‡</sup>	2	3	0	5	
	OBL <sup>§</sup>	2	0	1	3	
	Ukupno	14	3	2	19	
Slaba pseudoakomodacija ili je nema						
Rožnični astigmatizam poslije operacije	WTR <sup>†</sup>	7	0	0	7	0,56
	ATR <sup>‡</sup>	0	1	1	2	
	OBL <sup>§</sup>	0	2	0	2	
	Ukupno	7	3	1	11	

\*McNemar-Bowkerov test; <sup>†</sup>Astigmatizam prema pravilu; <sup>‡</sup>Astigmatizam protiv pravila; <sup>§</sup>Kosi astigmatizam

Nema značajne razlike u raspodjeli ispitanika prema Morletovu broju i pseudoakomodaciji, kao niti u medijanu Morletova broja prije i poslije operacije s obzirom na pseudoakomodaciju (Tablica 10 i Tablica 11).



Tablica 10. Povezanost Morletova broja prije operacije i pseudoakomodacije

Morletov broj	Broj / ukupno			P*	
	Dobra pseudoakomodacija	Slaba pseudoakomodacija ili je nema	Ukupno		
Prije operacije					
1	8/19	4/11	12/30	0,70	
2	2/19	2/11	4/30		
3	4/19	1/11	5/30		
4	1/19	0	1/30		
5	1/19	0	1/30		
6	3/19	2/11	5/30		
7	0	1/11	1/30		
12	0	1/11	1/30		
Ukupno	19/19	11/11	30/30		
Poslije operacije					
1	10/19	5/11	15/30		0,59
2	1/19	2/11	3/30		
3	5/19	3/11	8/30		
4	2/19	0	2/30		
5	0	1/11	1/30		
6	1/19	0	1/30		
	19/19	11/11	30/30		

\*Fisherov egzakti test

Tablica 11. Vrijednosti Morletova broja prije i poslije operacije s obzirom na pseudoakomodaciju

	Medijan (interkvartilni raspon) Morletova broja		P*
	Prije operacije	Poslije operacije	
Dobra pseudoakomodacija	1 (1 – 3)	2 (1 – 4)	0,20
Slaba pseudoakomodacija ili je nema	2 (1 – 3)	2 (1 – 6)	0,12

\*Wilcoxonov test

## 6. RASPRAVA

Ugradnja monofokalne IOL nakon operacije mrene dovodi do gubitka prirodne sposobnosti akomodacije leće uz ostvarivanje najbolje korigirane vidne oštine na daljinu te nezadovoljavajuće vidne oštine na blizinu zbog nemogućnosti fokusiranja leće na različite udaljenosti. U određenog broja pacijenata nakon operacije mrene i implantacije monofokalne IOL utvrđena je vrlo dobra nekorigirana vidna oština na blizinu. Mehanizam pseudoakomodacije koji utječe na nekorigiranu vidnu oštrinu na blizinu (eng. uncorrected near visual acuity UNVA), a javlja se u pacijenata nakon ugradnje monofokalne IOL, nije u potpunosti razjašnjen (25).

Čimbenici koji utječu na pseudoakomodaciju u određenoj populaciji nisu točno definirani te se brojne studije provode radi utvrđivanja tih faktora. U našoj studiji utvrđivala se povezanost aksijalne duljine oka, dubine prednje očne sobice, CDE, količina potrošene tekućine i vrijeme aspiracije lećnog materijala, jakost IOL, rožnični astigmatizam i Morletov broj sa pseudoakomodacijom.

U ovoj studiji provedeno je istraživanje na pretežno staroj populaciji s medijanom dobi od 75 godina, interkvartilnog raspona od 65 do 78 godina, što odgovara činjenici da se incidencija mrene u Europi i svijetu povećava s dobi bolesnika (45). Prevalencija dobre pseudoakomodacije u našoj studiji iznosi 63% (19/30), u kojoj spolna uvjetovanost na nastanak pseudoakomodacije ili prividne akomodacije nije značajna. Prethodne studije koje su proučavale utjecaj spolne razlike na prividnu akomodaciju navode odsustvo korelacije između ovih čimbenika (46).

Vidna oština s obzirom na pseudoakomodaciju nakon operacije se znatno poboljšala u objema skupinama ispitanika, u kojoj medijan vidne oštine ispitanika s dobrom pseudoakomodacijom ili slabom pseudoakomodacijom, iznosi 1.0. U skladu s tim, iz dobivenih rezultata možemo zaključiti kako se nakon ultrazvučne operacije mrene vidna oština znatno poboljšava, često postižući najbolju željenu korigiranu vidnu oštrinu. Dobiveni rezultati u skladu su s aktualnim istraživanjima koja također ističu vrlo visok postotak korekcije željene vidne oštine nakon ugradnje monofokalnih IOL-a (47).

Sukladno kliničkim iskustvima dobivenima na temelju prethodnih studija, pretpostavljen je utjecaj aksijalne duljine oka na UNVA, odnosno pseudoakomodaciju. Nawa (48) i Lim (25) u svojim studijama proučavali su učinak aksijalne duljine oka na UNVA. Lim (25) je u studiji

provedenoj na 84 oka, a nakon ugradnje monofokalne leće, uspio dokazati pozitivan učinak kratke aksijalne duljine, zajedno s uskom zjenicom na UNVA.

U našoj studiji povezanost aksijalne duljine oka sa pseudoakomodacijom nije se ispostavila značajnom. Ispitanika s dobrom aksijalnom duljinom oka je u većini, čineći 60% (18/30) ispitanika, dok samo 7% (2/30) ispitanika ima dugu aksijalnu duljinu. Dobiveni podatci u skladu su s istraživanjem koje je proveo Nanavaty (49), koji također nije pronašao značajnu korelaciju između aksijalne duljine i pseudoakomodacije.

U kohortnoj studiji koju je proveo Leštak, proučavajući čimbenike pseudoakomodacije, utvrdio je pozitivnu korelaciju između aksijalne duljine oka i pseudoakomodacije. Zaključio je kako vrijednosti aksijalne duljine od 22.5 mm do 23.5 mm imaju pozitivan i optimalan učinak na pseudoakomodaciju (50). Proučavajući ukupnu izloženost oka UZV energiji, uočili smo kako je u ispitanika s kraćom aksijalnom duljinom izloženosti UZV bila veća u odnosu na ispitanike s dužom aksijalnom duljinom, no bez značajne statističke povezanosti. Uspoređujući ukupno unijetu UZV energiju u oko, s obzirom na pseudoakomodaciju, ispostavilo se kako ispitanici s dobrom pseudoakomodacijom imaju kraću izloženost UZV energiji tijekom fakoemulzifikacije od ispitanika sa slabom pseudoakomodacijom, no ta se razlika nije pokazala statistički značajnom u studiji provedenoj na 30 ispitanika. Ukoliko bi se studija provela na većem broju ispitanika, postoji mogućnost statistički značajne povezanosti između ukupno unijete UZV energije na pseudoakomodaciju i aksijalnu duljinu oka.

Nekoliko prethodnih in vivo studija bavilo se mjerenjem pomaka monofokalnih IOL tijekom akomodacije oka. Proučavala se dubina prednje očne sobice prilikom fiksacije oka na predmete u daljini i blizini. Studije koje su proučavale pomake monofokalnih IOL tijekom fiziološke akomodacije oka nisu uspjele pronaći značajnu korelaciju između navedenih čimbenika (51, 52).

S druge strane, studije koje su provedene na mladim pseudofakičnim očima, pomak IOL pokazao se značajnim čimbenikom pseudoakomodacije (53). Ipak, većina autora smatra kako pomak IOL ima minimalne učinke na fenomen pseudoakomodacije (54).

Stoga, nije u potpunosti jasno ima li pomak monofokalnih IOL, odnosno dubina prednje očne sobice, utjecaj na pseudoakomodaciju, Dubina prednje očne sobice u našoj se studiji znatno povećala nakon operacije u objema skupinama ispitanika sa pseudoakomodacijom i bez pseudoakomodacije. Proučavajući utjecaj dubine prednje očne sobice na nastanak

pseudoakomodaciju, nije se uspjela dokazati značajna povezanost. Pronađena je značajna korelacija između dubine prednje očne sobice i kratke, normalne aksijalne duljine oka prije i poslije operacije.

Jakost monofokalne IOL u našoj se studiji nije pokazala značajnim čimbenikom pseudoakomodacije. Nasuprot našoj studiji, Denier, koji je proveo istraživanje proučavajući populaciju djece sa pseudofakijom, pokušao je pronaći i objasniti čimbenike koji utječu na mehanizam pseudoakomodacije te je utvrdio da je jačina IOL signifikantno veća u skupini ispitanika sa pseudoakomodacijom (54).

Sukladno studiji koju je proveo Nanavaty, jedini značajni čimbenik iz cijelog istraživanja koji utječe na pseudoakomodaciju posljedično ugrađenoj monofokalnoj IOL jest rožnični astigmatizam. ATR astigmatizam čimbenik je koji povećava mogućnost pseudoakomodacije za deset puta (49). Utjecaj ATR astigmatizma na vrlo dobru UNVA objašnjava se Sturmovom konoidom i činjenicom da se fokalne linije koje nastaju od predmeta lociranih u daljini projiciraju na mrežnicu u horizontalnom obliku, dok fokalne linije koje nastaju od predmeta koji su u blizini imaju vertikalni oblik. S obzirom na to da je Nanavaty u ispitivanju vidne oštine koristio engleski jezik, odnosno latinski alfabet koji ima naglašenu vertikalnu komponentu, smatra se potencijalnim objašnjenjem u ostvarivanju vrlo dobre nekorrigirane vidne oštine na blizinu.

Trinidad (55) u svojoj studiji, također, ističe ATR astigmatizam kao najznačajniji faktor u ostvarivanju pseudoakomodacije, spekulirajući kako ATR astigmatizam omogućava povećanu dubinu fokusa. Ovakve su studije implicirale da se ATR astigmatizam prisutan prije operacije ne korigira, čime bi se ostvario bolji postoperativni ishod.

Verzella i Calossi (56) smatraju da jednostavni miopski ATR astigmatizam daje optimalne uvjete za nekorrigiranu vidnu oštrinu na blizu i daljinu. Glavni bi nedostatak bio nedostatna vidna oštrina na daljinu.

Mjereći astigmatizam u ispitivanoj populaciji, naša je studija dokazala najveću rasprostranjenost WTR astigmatizma. Prije operacije 70 % (21/30) populacije čini WTR, 20 % (6/30) ATR i 10 % (3/30) OBL astigmatizam. Poslije operacije pada broj ispitanika s WTR astigmatizmom, a raste broj ispitanika s ATR i OBL astigmatizmom. Prema skupinama ispitanika, na temelju dobre i slabe pseudoakomodacije, nema značajne razlike u raspodjeli rožničnog astigmatizma. Mjereći jačinu rožničnog astigmatizma, odnosno postoperativno

pogoršanje astigmatizma u dvijema skupinama ispitanika s obzirom na pseudoakomodaciju prije i poslije operacije, koristili smo Morletov broj. Medijan Morletova broja prije operacije, interkvartilnog raspona 1-3 u skupini ispitanika s dobrom pseudoakomodacijom, iznosio je 1, dok je u skupini ispitanika sa slabom pseudoakomodacijom medijan iznosio 2. Nakon operacije medijan Morletova broja u objema skupinama ispitanika iznosio je 2. Nakon operacije bilježimo blago povećanje Morletova broja, no bez značajne statističke povezanosti i utjecaja na pseudoakomodaciju.

Multifokalnost rožnice i optičke aberacije oka u određenih su pacijenata dale mogućnost vrlo dobre UNVA te su se u određenim prethodnim studijama pokazale značajnim faktorom pseudoakomodacije (57). U našoj studiji nisu se određivali navedeni parametri te na temelju brojnih studija koje su pratile ove faktore postoji mogućnost utjecaja ovih čimbenika na UNVA, odnosno pseudoakomodaciju.

U našoj studiji nije pronađena značajna povezanost između utjecaja količine potrošene tekućine i vremena aspiracije lećnog materijala tijekom zahvata na pseudoakomodaciju, iako je uočena manja količina potrošene tekućine tijekom zahvata u pacijenata s dobrom pseudoakomodacijom u usporedbi s pacijentima bez pseudoakomodacije. U slučaju da je studija provedena na većoj populaciji ispitanika, postojala bi mogućnost značajne povezanosti kao čimbenika pseudoakomodacije.

## 7. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenog istraživanja i dobivenih rezultata može se zaključiti sljedeće:

- Vidna oštrina nakon ultrazvučne operacije mrene znatno se poboljšala u objema skupinama ispitanika s dobrom i slabom pseudoakomodacijom.
- Aksijalna duljina oka nema učinak na pseudoakomodaciju.
- Ukupna unijeta ultrazvučna energija u oko znatno ne utječe na pseudoakomodaciju i aksijalnu duljinu oka.
- Dubina prednje očne sobice poslije ultrazvučne operacije mrene znatno je veća u objema skupinama ispitanika s dobrom i slabom pseudoakomodacijom.
- Dubina prednje očne sobice poslije ultrazvučne operacije mrene znatno je veća kod ispitanika s kratkom i normalnom aksijalnom duljinom oka.
- Količina tekućine potrošene tijekom zahvata i vrijeme aspiracije lećnog materijala nemaju značajnog utjecaja na pseudoakomodaciju.
- Jačina monofokalne IOL nema znatnog utjecaja na pseudoakomodaciju.
- U našem istraživanju, rožnični astigmatizam prije i poslije operacije nije znatno utjecao na pseudoakomodaciju.
- Porast vrijednosti Morletova broja nije znatno utjecao na pseudoakomodaciju.

## 8. SAŽETAK

**Cilj istraživanja:** Cilj je istraživanja pronaći i usporediti čimbenike pseudoakomodacije nakon ultrazvučne operacije mrežne i ugradnje monofokalne IOL u ispitanika raspoređenih u dvjema skupinama prema mogućnosti dobre ili slabe pseudoakomodacije. Utvrđivala se povezanost i utjecaj AL, ACD, CDE, EFU, AST i rožničnog astigmatizma na pseudoakomodaciju.

**Ustroj studije:** Prospektivno kohorto istraživanje.

**Ispitanici i metode:** U istraživanje je uključeno 30 odraslih bolesnika, oba spola sukcesivno operiranih zbog mrežne postupkom ultrazvučne fakoemulzifikacije. Svakom je bolesniku na dan operacije i mjesec dana nakon određena BCVA na daljinu, keratorefraktometrija, ultrazvučna biometrija oka, izračun jačine IOL. Mjesec dana nakon ugradnje IOL određena je UNVA.

**Rezultati:** Istraživanje je provedeno na 30 ispitanika. Dobru pseudoakomodaciju ima 19 ispitanika. Vidna oštrina poslije operacije znatno je bolja u objema skupinama s medijanom 1.0. Nema značajne povezanosti između AL i pseudoakomodacije. Ispitanici sa slabom pseudoakomodacijom imaju nešto veću CDE u odnosu na ostale ispitanike, no razlika nije statistički značajna. Uspoređujući ACD i AL poslije operacije sa pseudoakomodacijom prisutna je značajna povezanost, osim kod ispitanika s dugom AL. Medijan EFU manji je u skupini s dobrom pseudoakomodacijom, no bez značajne razlike. Učinak jakosti IOL nema značajnu povezanost sa pseudoakomodacijom. Analizirajući astigmatizam nije utvrđena značajna povezanost prema obliku i jačini prije i nakon operacije

**Zaključak:** Vidna oštrina i ACD poslije fakoemulzifikacije znatno je veća u ispitanika s dobrom i slabom pseudoakomodacijom. Čimbenici kao što su aksijalna duljina oka, CDE, EFU, AST, jačina IOL, rožnični astigmatizam i povećanje Morletova broja nisu značajno utjecali na pseudoakomodaciju.

**Ključne riječi:** Fakoemulzifikacija, monofokalne IOL, pseudoakomodacija, astigmatizam

## 9. SUMMARY

**Aim:** The aim of the study was to compare the factors of pseudoaccommodation after phacoemulsification cataract surgery and monofocal IOL implantation among patients divided into two groups according to the possibility of good or poor pseudoaccommodation. The correlation and influence of AL, ACD, CDE, EFU, AST and corneal astigmatism on pseudoaccommodation were identified.

**Study type:** Prospective cohort study.

**Patients and methods:** The study included 30 patients of both genders who successively underwent ultrasound phacoemulsification cataract surgery. The best corrected visual acuity was determined to every patient on the day of the surgery and one month after the surgery. Every patient underwent keratorefractometry for astigmatism measurement, ultrasound biometry of the eye to measure AL and ACD, IOL power measurement before IOL implantation. One month after the implantation of monofocal IOL, uncorrected near visual acuity was assessed.

**Results:** The study was conducted on 30 patients. Nineteen patients had good and eleven had poor pseudoaccommodation. Visual acuity after monofocal IOL implantation in both groups of patients was significantly better than before with median value 1.0. Patients with poor pseudoaccommodation had greater CDE than patients with good pseudoaccommodation, but the correlation was not significant. Analysing ACD and AL after phacoemulsification with pseudoaccommodation, in both groups of patients' significant correlation existed, except in the group with long AL. The median of EFU was slightly lower in patients with good pseudoaccommodation, without significant correlation. The effect of IOL power on pseudoaccommodation was not statistically significant. Analysing type of astigmatism and power after phacoemulsification, in both groups of patient significant correlation was not detected.

**Conclusion:** Visual acuity and ACD after phacoemulsification were significantly higher in patients with good and poor pseudoaccommodation. Factors like AL, CDE, EFU, AST, IOL power, corneal astigmatism and the increase in Morlet number didn't influence significantly on pseudoaccommodation.

**Key words:** Phacoemulsification, monofocal IOL, pseudoaccommodation, astigmatism



**10. LITERATURA**

1. Bobrow JC. 2015-2016 Basic and Clinical Science Course (bcs): Lens and Cataract Section 11: Amer Academy Of Ophthalmology; 2015.
2. Liu YC, Wilkins M, Kim T, Malyugin B, Mehta JS. Cataracts. *Lancet*. 2017;390(10094):600-12.
3. Bušić M, Kuzmanović Elabjer B, Bosnar D. *Seminaria ophthalmologica*. 3. izd. Osijek-Zagreb: Cerovski doo. 2014.
4. World Health Organization. World report on vision. Dostupno na adresi: <https://www.who.int/publications/i/item/world-report-on-vision>. Datum pristupa: 09.04.2020.
5. Bourne RRA, Flaxman SR, Braithwaite T, Cicinelli MV, Das A, Jonas JB, et al. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*. 2017;5(9):e888-e97.
6. Bowling B. *Kanski's clinical ophthalmology: A systematic approach*. 8. izd. Saunders Ltd; 2015.
7. Kelman CD. Phaco-emulsification and aspiration. A new technique of cataract removal. A preliminary report. *Am J Ophthalmol*. 1967;64(1):23-35.
8. Albert DM, Miller JW. *Jakobiec's Principles & Practice of Ophtalmology*. 3. izd. Elsevier S; 2008.
9. Leaming DV. Practice styles and preferences of ASCRS members--1994 survey. *J Cataract Refract Surg*. 1995;21(4):378-85.
10. Weikert MP. Update on bimanual microincisional cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol*. 2006;17(1):62-7.
11. Tsuneoka H, Shiba T, Takahashi Y. Feasibility of ultrasound cataract surgery with a 1.4 mm incision. *J Cataract Refract Surg*. 2001;27(6):934-40.
12. Mandić Z. i sur. *Oftalmologija*. Zagreb: Medicinska naklada; 2014

13. Oetting Ta. Operacija katarakte za žutokljunce. 1. izd. Osijek–Zagreb: Cerovski doo.; 2013.
14. Gupta AK. Clinical Ophthalmology: Contemporary Perspectives. 9.izd. Elsevier Health Sciences; 2012.
15. Buratto L, Brint SF, Boccuzzi D. Cataract Surgery and Intraocular Lenses: Slack Incorporated; 2014.
16. Aristodemou P, Sparrow JM, Kaye S. Evaluating Refractive Outcomes after Cataract Surgery. *Ophthalmology*. 2019;126(1):13-8.
17. Shetty V, Haldipurkar SS, Gore R, Dhamankar R, Paik A, Setia MS. A comparison of visual outcomes in three different types of monofocal intraocular lenses. *Int J Ophthalmol*. 2015;8(6):1173-8.
18. Chen Y, Wang X, Zhou CD, Wu Q. Evaluation of visual quality of spherical and aspherical intraocular lenses by Optical Quality Analysis System. *Int J Ophthalmol*. 2017;10(6):914-8.
19. Du W, Lou W, Wu Q. Personalized aspheric intraocular lens implantation based on corneal spherical aberration: a review. *Int J Ophthalmol*. 2019;12(11):1788-92.
20. El Hage SG, Le Grand Y. Theories of Accommodation. In: El Hage SG, Le Grand Y, editors. *Physiological Optics*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 1980. p. 93-100.
21. Helmholtz Hv, Southall JPC. Helmholtz's treatise on physiological optics. New York: Dover Publications; 1962.
22. Schachar RA. Cause and treatment of presbyopia with a method for increasing the amplitude of accommodation. *Ann Ophthalmol*. 1992;24(12):445-7, 52.
23. Langenbucher A, Seitz B, Huber S, Nguyen NX, Kuchle M. Theoretical and measured pseudophakic accommodation after implantation of a new accommodative posterior chamber intraocular lens. *Arch Ophthalmol*. 2003;121(12):1722-7.
24. Patel R, Wang L, Koch DD, Yeu E. Pseudoaccommodation. *Int Ophthalmol Clin*. 2011;51(2):109-18.

25. Lim DH, Han JC, Kim MH, Chung ES, Chung TY. Factors affecting near vision after monofocal intraocular lens implantation. *J Refract Surg.* 2013;29(3):200-4.
26. Brodie SE, American Academy of Ophthalmology S, European Board of Ophthalmology. 2018-2019 Basic and Clinical Science Course (BCSC). American Academy of Ophthalmology; 2018.
27. Rainer G, Menapace R, Vass C, Annen D, Findl O, Schmetterer K. Corneal shape changes after temporal and superolateral 3.0 mm clear corneal incisions. *J Cataract Refract Surg.* 1999;25(8):1121-6.
28. Aykut V, Kirgiz A, Gul Ay B, Celik U. Comparison of pre-incision and single-stepped clear corneal incision in phacoemulsification surgery. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2014;18(12):1698-703.
29. Pakravan M, Nikkiah H, Yazdani S, Shahabi C, Sedigh-Rahimabadi M. Astigmatic Outcomes of Temporal versus Nasal Clear Corneal Phacoemulsification. *J Ophthalmic Vis Res.* 2009;4(2):79-83.
30. Moon SC, Mohamed T, Fine IH. Comparison of surgically induced astigmatism after clear corneal incisions of different sizes. *Korean J Ophthalmol.* 2007;21(1):1-5.
31. Roman SJ, Auclin FX, Chong-Sit DA, Ullern MM. Surgically induced astigmatism with superior and temporal incisions in cases of with-the-rule preoperative astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 1998;24(12):1636-41.
32. Byrne SF, Green RL. *Ultrasound of the Eye and Orbit*: Mosby; 2002.
33. Obstfeld H. Crystalline lens accommodation and anterior chamber depth. *Ophthalmic Physiol Opt.* 1989;9(1):36-40.
34. Lee AC, Qazi MA, Pepose JS. Biometry and intraocular lens power calculation. *Current Opinion in Ophthalmology.* 2008;19(1).
35. Feng MT, Belin MW, Ambrósio R, Jr., Grewal SP, Yan W, Shaheen MS, et al. Anterior chamber depth in normal subjects by rotating scheinplflug imaging. *Saudi J Ophthalmol.* 2011;25(3):255-9.

36. Rabsilber TM, Becker KA, Frisch IB, Auffarth GU. Anterior chamber depth in relation to refractive status measured with the Orbscan II Topography System. *J Cataract Refract Surg.* 2003;29(11):2115-21.
37. Fontana ST, Brubaker RF. Volume and depth of the anterior chamber in the normal aging human eye. *Arch Ophthalmol.* 1980;98(10):1803-8.
38. Ni Y, Liu XL, Wu MX, Lin Y, Sun YY, He C, et al. Objective evaluation of the changes in the crystalline lens during accommodation in young and presbyopic populations using Pentacam HR system. *Int J Ophthalmol.* 2011;4(6):611-5.
39. Marušić M, Petrovečki M, Petrak J, Marušić A. *Uvod u znanstveni rad u medicini.* 2008.
40. Knezović I. *Oftalmologija za studij sestrinstva.* Bjelovar: Visoka tehnička škola u Bjelovaru; 2015.
41. Gutmark R, Guyton DL. Origins of the keratometer and its evolving role in ophthalmology. *Surv Ophthalmol.* 2010;55(5):481-97.
42. Hoffer KJ. The Hoffer Q formula: A comparison of theoretic and regression formulas. *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* 1993;19(6):700-12.
43. Olsen T. Improved accuracy of intraocular lens power calculation with the Zeiss IOLMaster. *Acta Ophthalmol Scand.* 2007;85(1):84-7.
44. Ivankovic D, Bozиков J, Kern J, Kopjar B, Lukovic G, Vuletic S, et al. *Osnove statističke analize za medicinare.* Zagreb: Medicinski fakultet; 1988.
45. Prokofyeva E, Wegener A, Zrenner E. Cataract prevalence and prevention in Europe: a literature review. *Acta Ophthalmologica.* 2013;91(5):395-405.
46. Altan-Yaycioglu R, Gözüm N, Gücükoglu A. Pseudo-accommodation with intraocular lenses implanted in the bag. *Journal of refractive surgery (Thorofare, NJ : 1995).* 2002;18:271-5.
47. Scorcía V, Soda M, Lucisano A, Lanza M, Giannaccare G. A Preliminary Comparative Study of Visual Performance Between Two Newly Commercially Available Monofocal Intraocular Lenses Implanted During Cataract Surgery. *Clinical ophthalmology (Auckland, NZ).* 2020;14:831-5.

48. Nawa Y, Ueda T, Nakatsuka M, Tsuji H, Marutani H, Hara Y, et al. Accommodation obtained per 1.0 mm forward movement of a posterior chamber intraocular lens. *Journal of cataract and refractive surgery*. 2003;29:2069-72.
49. Nanavaty MA, Vasavada AR, Patel AS, Raj SM, Desai TH. Analysis of patients with good uncorrected distance and near vision after monofocal intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*. 2006;32(7):1091-7.
50. Lešták J, Pitrová Š, Fůs M, Žáková M. [The Uncorrected Near Visual Acuity after the Monofocal Intraocular Lens Implantation]. *Cesk Slov Oftalmol*. 2017;73(4):127-33.
51. Tsorbatzoglou A, Németh G, Máth J, Berta A. Pseudophakic accommodation and pseudoaccommodation under physiological conditions measured with partial coherence interferometry. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. 2006;32(8).
52. Nemeth G, Tsorbatzoglou A, Vamosi P, Sohajda Z, Berta A. A comparison of accommodation amplitudes in pseudophakic eyes measured with three different methods. *Eye*. 2008;22(1):65-9.
53. Lesiewska-Junk H, Kałużny J. Intraocular lens movement and accommodation in eyes of young patients. *J Cataract Refract Surg*. 2000;26(4):562-5.
54. Dénier C, Dureau P, Edelson C, Barjol A, Caputo G. Pseudo-accommodation in non-amblyopic children after bilateral cataract surgery and implantation with a monofocal intraocular lens: prevalence and possible mechanisms. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2017;255(2):407-12.
55. Trindade F, Oliveira A, Frasson M. Benefit of against-the-rule astigmatism to uncorrected near acuity. *J Cataract Refract Surg*. 1997;23(1):82-5.
56. Verzella F, Calossi A. Multifocal effect of against-the-rule myopic astigmatism in pseudophakic eyes. *Refract Corneal Surg*. 1993;9(1):58-61.
57. Fukuyama M, Oshika T, Amano S, Yoshitomi F. Relationship between apparent accommodation and corneal multifocality in pseudophakic eyes. *Ophthalmology*. 1999;106(6):1178-81.

## **11. ŽIVOTOPIS**

### **Dominik Romić**

Student 6. godine medicine

Medicinski fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

J. Huttlera 4, 31000 Osijek

### **OSOBNİ PODATCI:**

Adresa: H. V. Hrvatinića 17., 32100 Vinkovci (Hrvatska)

Mobitel: +385992082000

E-mail: dominikromic@gmail.com

### **OBRAZOVANJE:**

2010. – 2014. Opća gimnazija Matije Antuna Reljkovića, Vinkovci

2014. – 2016. Medicinski fakultet Univerziteta u Novom Sadu

2016. – 2020. Medicinski fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

### **NAGRADE:**

2014./2015. Dobitnik nagrade za postignut uspjeh tijekom studija na Medicinskom fakultetu  
Univerziteta u Novom Sadu

2018./2019. Dobitnik dekanove nagrade za izvannastavnu aktivnost (Organizacija Kongresa  
studenata medicine u Osijeku – OSCON 2019.)

**OSTALE AKTIVNOSTI:**

2017. – 2019. demonstrator na Katedri za anatomiju i neuroznanost

2017. – 2019. demonstrator na Katedri za farmakologiju

7.2. – 8.2.2019. član organizacijskog odbora Osječkog studentskog kongresa OSCON 2019

7.2. – 8.2.2019. aktivno sudjelovanje na Osječkom studentskom kongresu OSCON 2019

24.7. – 24.9.2019. obavljena stručna praksa u Saltzkammergut Klinikum Vöcklabruck (Austrija) u sklopu Erasmus+ programa.

13.2. – 14.2.2020. član organizacijskog odbora Osječkog studentskog kongresa OSCON 2020

13.2. – 14.2.2020. aktivno sudjelovanje na Osječkom studentskom kongresu OSCON 2020

16.3. – 22.3.2020. sudjelovanje na 19. Tjednu mozga