

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK**

Slaven Balog

**OVISNOST PROMJENE DEBLJINE POJEDINI
INTRARETINALNIH SLOJEVA O
PRIMIJEJENOJ ULTRAZVUČNOJ ENERGIJI
PRI FAKOEMULZIFIKACIJI**

Doktorski rad

Osijek, 2025. godina

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
MEDICINSKI FAKULTET OSIJEK**

Slaven Balog

**OVISNOST PROMJENE DEBLJINE POJEDINI
INTRARETINALNIH SLOJEVA O
PRIMIJEJENOJ ULTRAZVUČNOJ ENERGIJI
PRI FAKOEMULZIFIKACIJI**

Doktorski rad

Osijek, 2025. godina

Mentor rada: izv. prof. dr. sc. Antonio Kokot, dr. med., specijalist oftalmologije i optometrije, subspecijalist stražnjeg segmenta

Komentor rada: izv. prof. prim. dr. sc. Jurica Predović, dr. med., specijalist oftalmolog, uže specijalnosti stražnjeg segmenta oka, glaukomatolog

Rad ima 77 listova, 10 slika i 18 tablica

PREDGOVOR RADU:

Zahvala izvoru slikovnih prikaza:

- a) *Heidelberg Engineering GmbH*
- b) *Elsevier i Copyright Clearance Center, Inc.*

S obzirom na to da sam i sam kirurg katarakte i refraktivni kirurg, oduvijek me zanimalo kakav utjecaj i u kojoj mjeri imaju operativni postupci prednjeg segmenta oka (operacija mrežnice kao i refraktivna kirurgija) na strukture stražnjeg segmenta oka - makulu, mrežnicu i očni živac. To me motiviralo da kroz svoj redovni posao pokušam primarno sam sebi dati odgovor na spomenuto pitanje.

Mišljenja sam da, kao preduvjet za uspješno izvođenje operativnih zahvata ovog tipa, tj. fakoemulzifikacije (FE), okosnicu čini ispunjavanje tri osnovna elementa:

1. vještina kirurga da, uz minimalno isporučenu količinu ultrazvučne (UZV) energije tijekom operativnog postupka, ostvari maksimalni efekt
2. manualna spretnost uspješnog ovladavanja operativnom tehnikom, odnosno tehnička dotjeranost i usavršenost izvođenja operativnog postupka koja je, po prirodi stvari preduvjet (temelj) prvo spomenutom elementu, što u konačnici rezultira kraćim vremenom operativnog postupka (manji i kraći *phaco time* (PT), a samim time i manja količina isporučene UZV energije)
3. umješnost/sposobnost promptnog, intuitivno-inteligentnog reagiranja, odnosno snalaženja u neočekivanim/nepredvidivim situacijama.

Tijekom dugogodišnjeg kirurškog iskustva i tisućama uspješno izvedenih postupaka FE, primijetio sam, kod manjeg broja pacijenata, da su strukture stražnjeg segmenta oka - foveola, foveja i makula, unatoč učinkovito izvedenom operativnom postupku, reagirale neuobičajeno.

Odgovor sam odlučio potražiti u mogućoj uzročno - posljedičnoj povezanosti količine kumulativno raspršene energije (CDE) i postoperativne debljine foveje i makule u nekomplikiranim slučajevima FE-a.

Ako bi se kroz ovu studiju utvrdila spomenuta statistički značajna korelacija između CDE/PT i postoperativne debljine foveje, tada bi se CDE/PT mogla definirati kao posve nova mjera kirurške učinkovitosti. Konkretno govoreći, pokušajmo gledati na to kao matricu novo uspostavljenog, tj. novo kreiranog sustava kategorizacije raspona utrošene, odnosno isporučene energije, počevši od kategorije s najnižim utroškom količine energije i posljedično

nikakvim reperkusijama po mrežnicu i foveju pa do kategorije s najvećom količinom utrošene/isporučene energije, odnosno kategorije u kojoj je prisutan opsežni edem u foveoli, foveji i makuli, a moguće i u širem području stražnjeg pola mrežnice, a što bi svakako bilo zanimljivo istražiti i dokazati.

Shodno tome, potvrda navedene hipoteze, odnosno implementacija kategorizacije koja bi iz toga proizašla, imala bi za svrhu pomoći svim kirurzima katarakte, od početnika pa do iskusnijih kirurga, u izobrazbi što uspješnijeg ovladavanja kirurškom tehnikom FE i pravovremenom planiranju zahvata.

Prednost takve izobrazbe bila bi u tome što bi se mjerenjem i aktivnim praćenjem (primjerice na monitoru uređaja za FE-u) moglo kirurga početnika pravovremeno zaustaviti u slučaju da prekorači preporučene količine utrošene UZV energije, po pojedinim fazama operativnog postupka FE, odnosno dosegne visoke kategorije ukupno isporučene UZV energije za koje znamo da će zasigurno imati značajne posljedice po vitalne strukture stražnjeg segmenta - foveola, foveja i makula (podrazumijevajući, naravno, otprije znani utjecaj na strukture prednjeg segmenta oka kao što je rožnica, gdje su posljedice svakako još i jače izražene, no to nije u fokusu ovog znanstvenog rada).

Neizostavno je za spomenuti da bismo prethodno empirijski utvrdili - standardizirali raspodjelu, odnosno kategorizirali raspone vrijednosti isporučene UZV energije, s obzirom na posljedično uočljive promjene na mrežnici tijekom FE-a.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Siva mrena (katarakta).....	1
1.1.1. Metode operacije mreene	2
1.1.2. Fakoemulzifikacija.....	3
1.2. Optička koherentna tomografija (OCT)	8
1.3. Vaskularizacija retine	12
2. HIPOTEZA.....	14
3. CILJ ISTRAŽIVANJA.....	15
4. ISPITANICI I METODE.....	16
4.1. Ustroj studije.....	16
4.2. Ispitanici	16
4.3. Metode.....	16
4.4. Statističke metode	19
5. REZULTATI	20
6. RASPRAVA	43
7. ZAKLJUČAK.....	52
8. SAŽETAK.....	54
9. SUMMARY.....	56
10. LITERATURA.....	58
11. ŽIVOTOPIS	65

POPIS KRATICA

AMD	eng. <i>Age-Related Macular Disease</i> (hrv. starosna makularna degeneracija)
BM	hrv. Bruchova membrana
BSS	eng. <i>Balanced Salt Solution</i> (hrv. balansirano slana otopina)
BRB	eng. <i>blood Retinal Barrier</i> (hrv. krvno - retinalna barijera)
CAT	eng. <i>Cube Average Thickness</i> (hrv. prosječna debljina kocke)
CDE	eng. <i>Cumulative Dissipated Energy</i> (hrv. kumulativno raspršena energija)
CDR	hrv. cjelokupna debljina retine
CME	eng. <i>Cystoid Macular Edema</i> (hrv. cistoidni makularni edem)
CMT	eng. <i>Central Macular Thickness</i> (hrv. centralna makularna debljina/područje)
cmt0	hrv. centralno makularno područje na početku
cmt7	hrv. centralno makularno područje nakon 7 dana
cmt30	hrv. centralno makularno područje nakon 30 dana
cmt90	hrv. centralna makularno područje debljina nakon 90 dana
CT	eng. <i>Choroidal Thickness</i> (hrv. debljina koroidee)
CRA	eng. <i>Central Retinal Artery</i> (hrv. središnja retinalna arterija)
CRV	eng. <i>Central Retinal Vein</i> (hrv. središnja retinalna vena)
cSLO	eng. <i>Confocal Scanning Laser Ophthalmoscopy</i> (hrv. konfokalna skenirajuća laserska oftalmoskopija)
CSMT	eng. <i>Central Subfield Macular Thickness</i> (hrv. debljina središnjeg podpolja makule)
CSME	eng. <i>Clinically Significant Macular Edema</i> (hrv. klinički značajan edem makule)
CST	eng. <i>Central Subfield Thickness</i> (hrv. debljina središnjeg podpolja)
DevMs	eng. <i>Deviation Maps</i> (hrv. mape odstupanja)
DN	hrv. donje nazalno područje makule
DN0	hrv. donje nazalno područje makule na početku
DN7	hrv. donje nazalno područje makule nakon 7 dana
DN30	hrv. donje nazalno područje makule nakon 30 dana
DN90	hrv. donje nazalno područje makule nakon 90 dana
DR	eng. <i>Diabetic Retinopathy</i> (hrv. dijabetička retinopatija)
DT	hrv. donje temporalno područje makule

DT0	hrv. donje temporalno područje makule na početku
DT7	hrv. donje temporalno područje makule nakon 7 dana
DT30	hrv. donje temporalno područje makule nakon 30 dana
DT90	hrv. donje temporalno područje makule nakon 90 dana
DVC	eng. <i>Deep Vascular Complex</i> (hrv. duboki vaskularni kompleks/pleksus)
ECCE	eng. <i>Extracapsular Cataract Extraction</i> (hrv. ekstrakapsularna ekstrakcija katarakte)
ECL	eng. <i>Endothelial Cell Loss</i> (hrv. gubitak endotelnih stanica)
ELM	eng. <i>External Limiting Membrane</i> (hrv. vanjska limitirajuća membrana)
EPT/DPT	eng. <i>Effective Phaco Time/Displayed Phaco Time</i> (hrv. efektivno/prikazano vrijeme fakoemulzifikacije)
ETDRS	eng. <i>Early Treatment Diabetic Retinopathy Study</i> (hrv. studija ranog liječenja dijabetičke retinopatije)
FAZ	hrv. foveolarna avaskularna zona
FE	eng. <i>Phacoemulsification</i> (hrv. fakoemulzifikacija)
PHACO	eng. <i>abbreviations for phacoemulsification</i> (hrv. engleska kratica za fakoemulzifikaciju)
FLACS	eng. <i>Femtosecond Laser Assisted Cataract Surgery</i> (hrv. femtosecond laserom potpomognuta operacija katarakte)
GCL	eng. <i>Ganglion Cell Layer</i> (hrv. sloj ganglijskih stanica)
GT	hrv. gornje temporalno područje makule
GT0	hrv. gornje temporalno područje makule na početku
GT7	hrv. gornje temporalno područje makule nakon 7 dana
GT30	hrv. gornje temporalno područje makule nakon 30 dana
GT90	hrv. gornje temporalno područje makule nakon 90 dana
GN	hrv. gornje nazalno područje makule
GN0	hrv. gornje nazalno područje makule na početku
GN7	hrv. gornje nazalno područje makule nakon 7 dana
GN30	hrv. gornje nazalno područje makule nakon 30 dana
GN90	hrv. gornje nazalno područje makule nakon 90 dana
HRA	eng. <i>High Resolution Angiography</i> (hrv. visoko rezolucijska angiografija)
ICCE	eng. <i>Intracapsular Cataract Extraction</i> (hrv. ekstrakapsularna ekstrakcija

	katarakte)
ILM	eng. <i>Internal Limiting Membrane</i> (hrv. unutarnja limitirajuća membrana)
INL	eng. <i>Internal Nuclear Layer</i> (hrv. unutarnji nuklearni sloj)
IOL	eng. <i>Intraocular Lens</i> (hrv. intraokularna leća)
IPL	eng. <i>Inner Plexiform Layer</i> (hrv. unutarnji pleksiformni sloj)
ICP	eng. <i>Intermediate Capillary Plexus</i> (hrv. intermedijarni kapilarni pleksus)
LASIK	eng. <i>Laser Assisted in Situ Keratomileusis</i> (hrv. LASIK)
ΔM	hrv. razlika u aritmetičkim sredinama
M	hrv. aritmetička sredina
MICS	eng. <i>Microincision Cataract Surgery</i> (hrv. mikroincizijska operacija katarakte)
MT	eng. <i>Macular Thickness</i> (hrv. debljina makule)
ME	eng. <i>Macular Edema</i> (hrv. edem makule)
N	hrv. broj slučajeva
No	eng. <i>number</i> (hrv. broj slučajeva)
NSAID	eng. <i>Nonsteroidal Anti-Inflammatory Drugs</i> (hrv. nesteroidni protuupalni lijekovi)
OCT	eng. <i>Optical Coherence Tomography</i> (hrv. optička koherentna tomografija)
OCTA	eng. <i>Optical Coherence Tomography Angiography</i> (hrv. optička koherentna tomografska angiografija)
ONL	eng. <i>Outer Nuclear Layer</i> (hrv. vanjski nuklearni sloj)
OPL	eng. <i>outer plexiform layer</i> (hrv. vanjski pleksiformni sloj)
OVD	eng. <i>optical visco device</i> (hrv. viskoelastik)
P	hrv. vrijednosti vjerojatnosti
PB	hrv. Parkinsonova bolest
PCME	eng. <i>Pseudophakic Cystoid Macular Edema</i> (hrv. pseudofakični cistoidni makularni edem)
PPAA	eng. <i>Posterior Pole Asymmetry Analysis</i> (hrv. analiza asimetrije stražnjeg pola)
PMMA	eng. <i>Polymethyl Methacrylate</i> (hrv. polimetilmetakrilat)
PT	eng. <i>Phaco Time</i> (hrv. vrijeme trajanja fakoemulzifikacije)
RNFL	eng. <i>Retinal Nerve Fiber Layer</i> (hrv. sloj vlakana vidnog živca)
RPE	eng. <i>Retinal Pigment Epithelium</i> (hrv. retinalni pigmentni epitel)

RTA	eng. <i>Retinal Thickness Asymmetry</i> (hrv. asimetrija retinalne debljine)
SD	hrv. standardna devijacija
SD OCT	eng. <i>Spectral Domain Optical Coherence Tomography</i> (hrv. optička koherentna tomografija spektralne domene)
SS	hrv. stupnjevi slobode
SVC	eng. <i>Superficial Vascular Complex</i> (hrv. površinski vaskularni kompleks/pleksus)
TR	eng. <i>Total Retina</i> (hrv. ukupna mrežnica)
UT	eng. <i>Ultrasound Time</i> (hrv. ultrazvučno vrijeme)
UZV	eng. <i>ultrasound</i> (hrv. ultrazvuk)
mm	eng. <i>micrometre</i> (hrv. mikrometar)

POPIS TABLICA

Tablica 5.1. Pearsonov koeficijent korelacije količine utrošene energije (CDE) tijekom fakoemulzifikacije i promjene debljine pojedinih slojeva makule u predefiniranim sektorima 90 dana nakon fakoemulzifikacije.....	26
Tablica 5.2. Pearsonov koeficijent korelacije količine utrošene energije (CDE) tijekom fakoemulzifikacije i rezultatom promjene debljine pojedinih slojeva makule u predefiniranim sektorima zadnjeg mjerenja nakon 90 dana nakon fakoemulzifikacije, gledano samo desno oko.....	27
Tablica 5.3. Pearsonov koeficijent korelacije količine utrošene energije (CDE) tijekom fakoemulzifikacije i rezultatom promjene debljine pojedinih slojeva makule u predefiniranim sektorima zadnjeg mjerenja nakon 90 dana nakon fakoemulzifikacije kao varijablama, gledano samo lijevo oko.....	28
Tablica 5.4. Pearsonov koeficijent korelacije s količinom utrošene energije i razlikom u debljini slojeva između prvog i zadnjeg mjerenja kod ukupnog uzorka.....	29
Tablica 5.5. Pearsonov koeficijent korelacije s količinom utrošene energije i razlikom u debljini slojeva između prvog i zadnjeg mjerenja (90 dan nakon operacije), samo desno oko.....	30
Tablica 5.6. Pearsonov koeficijent korelacije s količinom utrošene energije i razlikom u debljini slojeva između prvog i zadnjeg mjerenja (90 dana nakon operacije), samo lijevo oko.....	31
Tablica 5.7. Rezultati RNFL sloja.....	32
Tablica 5.8. Rezultati GCL sloja.....	33
Tablica 5.9. Rezultati IPL sloja.....	34
Tablica 5.10. Rezultati INL sloja.....	35

Tablica 5.11. Rezultati OPL sloja.....	36
Tablica 5.12. Rezultati ONL sloja.....	37
Tablica 5.13. Rezultati RPE sloja.....	38
Tablica 5.14. Rezultati unutarnjih retinalnih slojeva od ILM sloja do ELM sloja.....	38
Tablica 5.15. Rezultati vanjskih retinalnih slojeva od ELM sloja do BM.....	39
Tablica 5.16. Rezultati CDR-a.....	40
Tablica 5.17. Deskriptivna statistika i t-test desnog oka po promatranim područjima.....	41
Tablica 5.18. Deskriptivna statistika i t-test lijevog oka po promatranim područjima.....	42

POPIS SLIKA

Slika 1.1. ETDRS prikaz desnog oka.....	9
Slika 1.2. PPAA prikaz desnog oka.....	11
Slika 1.3. Anatomija cirkulacije oka.....	13
Slika 4.1. OCT slikovni prikaz presjeka kroz retinalne slojeve.....	17
Slika 4.2. PPAA prikaz i podjela po odabranim segmentima desnog oka.....	18
Slika 5.1. Debljina sloja vlakana vidnog živca (RNFL) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.....	22
Slika 5.2. Debljina sloja ganglijskih stanica (GCL) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.....	22
Slika 5.3. Debljina unutarnjeg pleksiformnog sloja (IPL) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.....	22
Slika 5.4. Debljina unutarnjeg nuklearnog sloja (INL) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.....	23
Slika 5.5. Debljina vanjskog pleksiformnog sloja (OPL) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.....	23
Slika 5.6. Debljina vanjskog nuklearnog sloja (ONL) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.....	23
Slika 5.7. Debljina sloja retinalnog pigmentnog epitela (RPE) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.....	24
Slika 5.8. Debljina unutarnjih retinalnih slojeva od sloja unutarnje limitirajuće membrane (ILM) do sloja vanjske limitirajuće membrane (ELM) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.....	24
Slika 5.9. Debljina vanjskih retinalnih slojeva od ELM sloja do Bruchove membrane (BM) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.....	24

Slika 5.10. Cjelokupna debljina retine (CDR) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.....	25
--	----

1. UVOD

Operacija sive mreže (katarakte) ultrazvučnom (UZV) metodom, tj. fakoemulzifikacijom (FE) danas je uobičajena metoda operacije sive mreže (1). Prikazano je kako operacija mreže ultrazvučnom metodom uzrokuje strukturalne promjene na stražnjem segmentu oka, na neurosenzornoj mrežnici, u području makule (2,3) koje je odgovorno za centralnu vidnu oštrinu. Svako patološko zbivanje na stražnjem polu oka može za posljedicu imati ispad vidne funkcije i može stvarati ozbiljne poteškoće u svakodnevnom funkcioniranju osobe. Ranije navedeni radovi pokazuju međusobno ultrazvučne metode operacije sive mreže i relativnog zadebljanja neurosenzorne retine u centru makule (2,3). Dosadašnje analize promjena debljine makule i sloja mrežničnih živčanih vlakana pokazale su značajan porast debljine retine nakon provedenog operativnog zahvata mreže, s maksimalnim porastom debljine retine mjesec dana nakon operacije te regresijom ovog zadebljanja šest mjeseci nakon operacije (4). Iako je do sada u većini radova bio fokus na foveoli, navedene promjene se javljaju i perzistiraju na periferiji makule (2,5,6). Lokacija promjena unutar makule mogla bi biti u ovisnosti i o položaju ruke kirurga tijekom operativnog zahvata i položaja držanja sonde za FE (tj. je li kirurg dešnjak ili ljevak) te bi posljedično mogla rezultirati statistički značajnim promjenama u relativnoj debljini određenih područja makule (2,7).

1.1. Siva mreža (katarakta)

Siva mreža ili katarakta se i dalje smatra vodećim uzrokom reverzibilnog smanjenja vidne oštrine diljem svijeta (8), često uzrokujući oštećenje vida u starije i nemoćnije populacije pa im je operacija u ranim fazama razvoja bolesti često djelotvorni način povratka učinkovite vidne oštrine, a time i poboljšanje kvalitete života. Ipak, kako je generalno gledajući životni vijek populacije duži, zamjetna je povećana incidencija, ali i prevalencija sive mreže što rezultira i povećanim zdravstvenim troškom uložnim u operacije sive mreže. S obzirom na to da je katarakta multifaktorijalna bolest njezina se pojava češće može povezati sa sljedećim navedenim karakteristikama, tj. čimbenicima rizika: dob, spol (ženski), genetska sklonost, sklonost pušenju, dijabetesu melitusu te medikamentozna terapija, kao i izloženost ultraljubičastom B-zračenju (8).

1.1.1. Metode operacije mreene

Postoje četiri temeljne metode operacije mreene: femtosecond laserom potpomognuta kirurgija katarakte (FLACS), fakoemulsifikacija (FE), kirurgija katarakte kroz mali rez (MICS) (9) kao i ekstrakapsularna ekstrakcija katarakte (ECCE). U sve četiri metode operacije katarakte susrećemo se sa sljedećim zajedničkim osnovnim koracima: proces stvaranja ulaznog reza na oku, proces uklanjanja zamućene prirodne leće te naposljetku zamjena prirodne leće umjetnom intraokularnom lećom (IOL).

Operacija katarakte potpomognuta femtosekundnim laserom (FLACS) je tehnika u kojoj računalno vođeni laser izvodi početne korake prilikom operacije mreene metodom FE-a, tj. rezanje rožnice, kapsulotomija i fragmentacije leće. FLACS u konačnici osigurava veću sigurnost prilikom izvođenja zahvata i uspješnije kliničke ishode (10).

U slučaju FE, prilikom uklanjanja zamućene prirodne leće, slijedi se nekoliko standardiziranih koraka kako bi se osiguralo sigurno i uspješno uklanjanje prirodne leće. S obzirom na to da se prilikom provođenja FE jezgra fragmentira i emulgira pomoću ultrazvuka unutar oka, posljedično tome je i rez manji, tj. dovoljna je tek tolika širina reza kako bi se ultrazvučna sonda uvela u oko i približila leći. Postupak operacije mreene metodom FE-e započinje nakon što se napravi temporalni rez skleralnog tunela širine 2,4 milimetara (mm) do 3,0 mm i zaseban čisti kornealni ubodni rez za drugi instrument. Potom se formira kontinuirana zakrivljena kapsuloreksa, nakon čega slijedi hidrodisekcija neposredno ispod prednjeg ruba kapsule. FE se provodi korištenjem FE-ijskog sustava (proizvođači su različiti) te potom i primjenom različitih tehnika (*eng. phaco-chop, chop and stop, conquer and divide*). Preostali korteks leće je uklonjen pomoću sonde za irigaciju i aspiraciju. Kapsularna vrećica se napuni viskoelastikom (OVD), nakon čega se optička sklopiva intraokularna leća (IOL) od umjetnog materijala implantira u kapsularnu vrećicu (11).

Prilikom provođenja FE, ovisno od izabrane metode izvođenja, najčešće se formira rez približnih vrijednosti od otprilike 2,4 mm, u predjelu bjeloočnice ili na rožnici. S obzirom na tip rane, tzv. troplanarna rana, posljedično omogućuje stvaranje samozatvarajućeg reza, a koji za svoju specifičnost ima mogućnost samobrtvljenja. U ovom slučaju, konfiguracija reza je važnija od same veličine reza. Time osiguravamo mogućnost izostavljanja uporabe šavova, a rehabilitacija vida je ubrzana (11).

MICS je pristup operaciji katarakte kroz rez manji od 1,8 mm. Cilj MICS-a je smanjiti kiruršku invazivnosti te istovremeno poboljšati budući kirurški ishod. Izbjegava se kirurški inducirani astigmatizam rožnice, kao i postoperativne aberacije rožnice. Koristeći se MICS

tehnikom smanjuje se upotrijebljena snaga FE-a. Današnja verzija MICS-a izvodi se kroz rez od 1 mm. Korištenjem IOL-a za MICS potrebno je prije implantacije leće načiniti rožnične rezove od 1,8 mm. MICS se trenutno smatra najmodernijim i najadekvatnijim pristupom minimalno invazivnoj operaciji katarakte (12).

Iako je sam rez koji se radi u slučaju MICS-a konfiguracijom sličan troplanarnom rezu kao i kod FE, ipak se razlikuju svojom širinom, tj. iznos širine reza varira od 1,0 mm do 1,8 mm. Lokacijski se taj rez izvodi na predjelu bjeloočnice. S obzirom na sačuvanu troplanarnu konfiguraciju, očuvana je i njegova sposobnost samobrtvljenja, a time također ima i očuvanu sposobnost relativno brze vidne rehabilitaciji (11).

Uzevši u obzir do sada spomenute širine rezova ulazna rana u slučaju ECCE-a je najšira, tj. širina reza je između 10 mm i 12 mm, jer se materijal jezgre kroz rožnični rez mora ručno isporučiti kako bi vađenje leće bilo omogućeno. Riječ je o biplanarnoj rani koja se nalazi u predjelu limbusa te zahtijeva preciznu tehniku šivanja s obzirom na to da ovakav tip šava može dovesti posljedično do značajnog astigmatizma. Kao rezultat navedenog produžava se razdoblje vidne rehabilitacije, ali se i povećava vjerojatnost intraokularne infekcije (13).

Konvencionalni ECCE izvodi se tako da je jezgra leće eksprimirana metodom pritiska i protutlaka te nakon što je veći dio jezgre izvučen kroz rožnični rez, prednja sobica je odmah reformirana uravnoteženom otopinom soli. Polimetilmetakrilatna (PMMA) IOL se potom postavlja u kapsularnu vrećicu te se rožnični rez zatvara koncem 10-0 nakon čega se provjeri integritet rane (14).

1.1.2. Fakoemulzifikacija

FE se smatra najčešće izvedenom intraokularnom operacijom u svijetu. Tehnika izvođenja temelji se na upotrijebljenoj ultrazvučnoj energiji koja ima dvije komponente. Prva komponenta je mehanička energija rezanja, za koju mnogi vjeruju da je jedina energija u FE-i. Drugom komponentom se smatra zvučni val ultrazvuka, koji proizvodi interferencijske cikluse. Ovi ciklusi mogu stvoriti male mjehuriće ili šupljine. U pravim okolnostima i na kritičnoj točki (tj. prilikom maksimalnog povećanje šupljine), oni implodiraju s ogromnom negativnom energijom i topline. Ova implozija stvara šupljine te time omogućava usitnjavanje i uklanjanje mrene na mali rez. Najučestalije se izvodi na starijim pacijentima s kataraktom i generalno se povezuje s dobrim vidnim ishodom (5,15–18). Općenito gledano, kod standardnih slučajeva, bez komplikacija, FE ne dovodi do promjena na mrežnici oka.

Iako sama operacija mrene FE-om traje kratko, ali kao i svaki drugi zahvat, može rezultirati neželjenim postoperativnim komplikacijama te može dovesti do dugoročnih promjena kako

na prednjem segmentu oka, odnosno na endotelu rožnice, tako i na očnoj pozadini, tj. mrežnici

Vezano uz moguće promjene na rožnici, od ranije je poznato da tvrde nuklearne katarakte zahtijevaju više vremena i energije FE-a te također imaju i veću mogućnost komplikacija. Jedna od mogućih je gubitak endotelних stanica rožnice. Konvencionalna FE smanjuje gustoću endotelних stanica za 1,8 % do 15 % u normalnim očima, a to je ponajviše izraženo kada je potrebna velika energija UZV (19).

Kao rezultat toga provedena su mnoga istraživanja kako bi se proučile prednosti FLACS-a u odnosu na konvencionalnu FE u smanjenju efektivnog/prikazanog vremena FE-a (EPT/DPT) i kumulativne raspršene energije (CDE). Budući da su energija FE-a i vrijeme faktori koji su se do sada pokazali kao oni koji najviše utječu na endotel rožnice, FLACS predtretman za operaciju katarakte korišten je za smanjenje gubitka endotelних stanica (ECL). Pokazao se je korisnim i kod uznapredovalih stupnjeva katarakte ili Fuchsove endotelne distrofije (19).

Iz dana u dan sve je više spoznaja i znanstvenih radova koji potkrepljuju činjenice da se kod nuklearnih katarakti zbog dužeg EPT/DPT, odnosno veće isporučene CDE javljaju kratkoročne, ali i dugoročne promjene i na mrežnici, kako u pogledu slojevne zahvaćenosti, tako i vezano uz nepravilnu distribuciju promjena na stražnjem polu, po kvadrantima, odnosno po sektorima definiranim u studiji Early Treatment Diabetic Retinopathy Study (ETDRS) (2,5,20,21).

CDE je parametar jedinice FE-a dizajnirana kao pomoć kirurzima za praćenje količine energije isporučene u tkivo oka tijekom FE. Studije su već pokazale da niže razine CDE imaju bolje kirurške ishode, no i dalje postoji malo literature o korelaciji između CDE i debljine foveole, a još manje o korelaciji ukupno raspršene UZV energije i debljine makule. Također još uvijek nema definitivnog konsenzusa o korelaciji postoperativne debljine foveje mjerene optičkom koherentnom tomografijom s obzirom na kumulativno raspršenu energiju, kao jedinog mogućeg načina objektivne detekcije potencijalnih promjena na mrežnici (22).

Budući da je CDE izjednačena s količinom snage FE ili pak trajanjem operacije (PT), koje (posljedično) moguće rezultiraju većim oštećenjem očnog tkiva, hipoteza je da povećani CDE/PT može rezultirati većim ili vremenski duljim otpuštanjem upalnih čimbenika, otokom tkiva i većom fovealnom debljinom nakon operacije.

Navedene promjene na mrežnici se zahvaljujući upravo visokotehnološkoj sofisticiranosti današnjih OCT-uređaja mogu vrlo lako detektirati (17) te se najčešće uočava poveznica

između trajanja FE-a i povećanja postoperativne makularne debljine (17,18). Ovo povećanje debljine i volumena makularnog dijela retine, uspoređujući s predoperativnim vrijednostima, interpretira se povećanom proizvodnjom prostaglandina i drugih medijatora upale, kao direktne posljedice oslobađanja slobodnih radikala nakon kirurške traume tijekom FE. Zbog njihove akumulacije u očnoj vodici, posljedično dolazi do prodiranja u staklasto tijelo i time izravnog djelovanja na propusnost krv – retinalne barijere (BRB), što u konačnici dovodi do nakupljanja tekućine u izvanstaničnim prostorima.

Efektivno vrijeme FE-a (EPT) određuje se po sljedećoj formuli, tj. množenjem vremena FE-a (sekunde) s prosječnom snagom FE-a (postotak) (23). Za razliku od EPT-a, CDE prezentira ukupnu UZV energiju kada je nožna papučica namještena na položaj 3 te obuhvaća vrijeme fakoemulzifikacije i torzijsko vrijeme, ovisno od faze FE postupka.

Dakle, potrošena energija FE-a, mjerena kao kumulativna raspršena energija (CDE), ukupno je vrijeme FE-e u minutama pomnoženo prosječnom snagom FE-a izraženom u % podijeljeno sa 100. CDE je jedinica za FE dizajnirana kao pomoć kirurzima za praćenje količine energije isporučene u očna tkiva tijekom FE (22).

S obzirom na to da različito pojmovlje koji se koristi za opisivanje, tj. definiranje parametra jedinice utroška energije tijekom FE, ovisno od proizvođača do proizvođača platformi za FE, teško je rezultate dosadašnjih znanstvenih radova citirati u svrhu komparacije, jer nazivlje nažalost još nije usuglašeno. Dodatna otegotna okolnost je što i samu kalkulaciju spomenutog parametra svaki proizvođač opreme izračunava primjenom svoje inačice jednadžbe za izračun ukupno utrošene energije, poput: CDE, UT, EPT, DPT.

U ovom trenutku, niti jedna platforma za FE ne nudi kirurzima izravnu ili normiranu/referentnu izmjeru energije koja se isporučuje u oko prilikom izvođenja operacije FE, u jedinicama kao što su džuli (J) niti je uspostavljeno standardizirano nazivlje za spomenutu mjeru isporučene energije u oko, među proizvođačima spomenutih platformi za FE (23). Jedno je ipak svima zajedničko, sve te mjerne jedinice proporcionalne su s utrošenom energijom.

Shodno navedenom, koristeći Oertli-jevu inačicu jednadžbe za kalkulaciju ukupno utrošene energije u formi EPT/DPT, odnosno PT-a, a s obzirom na to da je u studiji korišten uređaj “Faros”, tvrtke Oertli Instrumente AG, Berneck, Switzerland, izračun EPT/DPT odnosno PT-a, proizlazi kroz sljedeće jednadžbe:

PT u “Kontinuiranom modu” izračunat pomoću sljedeće jednadžbe:

$$t_{phaco} = P_{max} \times X_{pedal} \times t_{total}$$

tumač:

t_{phaco} = Effective/Displayed Phaco Time EPT/DPT

P_{max} = maximum power set on the machine combination is applied phaco power

X_{pedal} = pedal deflection

t_{total} = total time during which phaco power is delivered,

dok je **PT u “Puls modu”** determiniran kako slijedi:

$$t_{phaco} = P_{max} \times X_{pedal} \times (1-C) \times t_{total}$$

tumač:

t_{phaco} = Effective/Displayed Phaco Time EPT/DPT

P_{max} = maximum power set on the machine combination is applied phaco power

X_{pedal} = pedal deflection

C = Cooling

t_{total} = total time during which phaco power is delivered,

dok je **PT u “Burst modu”**, tj. u načinu rada u kojem se naleti “praska” energije za FE tijekom FE-a isporučuju brže, sve dok vremenski interval između naleta “praska” energije ne postane beskonačno mali (24), a definira se kroz sljedeću jednadžbu:

$$t_{phaco} = P_{max} \times DA \times t_{total}$$

tumač:

t_{phaco} = Effective/Displayed Phaco Time EPT/DPT

P_{max} = power set on the machine

DA = actual duty cycle that results from calculation of the pulse length set on the device and the effective pause based on the current pedal deflection

t_{total} = total time during which phaco power is delivered

Dakle, iz svega gore navedenog proizlazi da je i u slučaju uredno izvedene, tj. nekomplikirane FE, moguće pojavljivanje postoperativnih komplikacija koje rezultiraju smanjenjem vidne oštine ili pak ugrožavanjem vida. Uobičajene postoperativne komplikacije su: edem rožnice, pseudofakni cistoidni makularni edem (PCME), progresija dijabetičke retinopatije ili pak

dolazi do pojave makularne degeneracije povezane sa starenjem (AMD) (17). Najučestalija je ipak PCME s vrhuncem pojavljivanja između 4 i 6 tjedana nakon operacije (25). Učestalost PCME-a se, prema dosadašnjim studijama, procjenjuje između 0,2 % i 20 %, uz napomenu da te procijenjene vrijednosti ponajviše ovise o načinu dijagnosticiranja PCME-a, tj. je li se donesena dijagnoza temeljila samo na kliničkom pregledu ili se je do dijagnoze PCME-a došlo i pomoću OCT-a ili pak fluoresceinskom angiografijom (25,26). Učestalost PCME-a se ipak učinkovito smanjuje zahvaljujući sve naprednijim kirurškim tehnikama i medikamentoznim liječenjem, topičkim nesteroidnim protuupalnim lijekovima (NSAID), koji se nekad kombiniraju i s kortikosteroidima (25).

Lokalni NSAID-ovi koriste se trenutno u prijeoperacijskim, perioperativnim i postoperativnim uvjetima, a sve zahvaljujući njihovim višestrukim učincima. Trenutna istraživanja pokazuju da su NSAID učinkoviti u održavanju dilatacije zjenica intraoperativno, kao i u smanjenju učestalosti cistoidnog makularnog edema (CME) u kombinaciji s postoperativno korištenim kortikosteroidima (27).

Kako bi se spriječio PCME predložena terapijska shema uključuje jednu kap NSAID četiri puta dnevno, počevši dan prije operacije i četiri tjedna nakon procedure. Osim toga, dodatne sheme preporučuju davanje jedne kapi lokalnog NSAID-a svakih 15 minuta u razdoblju od sat vremena prije operacije kako bi se osigurao protuupalni učinak (27).

Tehnike i tehnologija izvođenja FE se svakodnevno nastoje poboljšati i usavršiti, s posebnim naglaskom na preciznost kao temeljnu važnost prilikom izvođenja FE-e. U rukama iskusnih kirurga koji se bave FE-om, ranije navedeni koraci operacije katarakte izuzetno su kontrolirani, precizni i dosljedni pa se uspješni ishodi mogu očekivati s vrlo visokim stupnjem pouzdanosti, ali se ipak uvijek ostavlja prostora napretku. Uzevši u obzir da se operacija katarakte u razvijenim dijelovima svijeta već razvila u refraktivni zahvat, nakon kojeg pacijent nerijetko očekuje i potpunu neovisnost od naočala, napredak u pristupu pacijentu je bio vidljiv već 2001. godine. Tada je femtosekundna laserska tehnologija primijenjena u vidu laserske in-situ keratomileuze (LASIK) tijekom provedbe refraktivne kirurgije, a za potrebe stvaranja 'poklopca' na rožnici, što je u konačnici rezultiralo preciznijim LASIK 'poklopcem'. Prvi put je ovaj tehnološki iskorak korišten tijekom operacije katarakte 2008. godine u Budimpešti za potrebe stvaranja ulaznog reza na rožnici i posljedičnog smanjenja kirurški uzrokovanog astigmatizma (FLACS) (28).

Napretkom tehnologije počela je i uporaba femtosecond lasera u operaciji mrežnice u pogledu usitnjavanja leće. Uočeno je također da, čak niti prilikom uporabe FLACS-a koji je potpomognuta metoda prilikom UZV metode operacije mrežnice, nije došlo do smanjenja

potrošnje UZV energije, kao niti do statistički značajne promjene u centralnoj makularnoj debljini, odnosno potpunom volumenu makule (29,30).

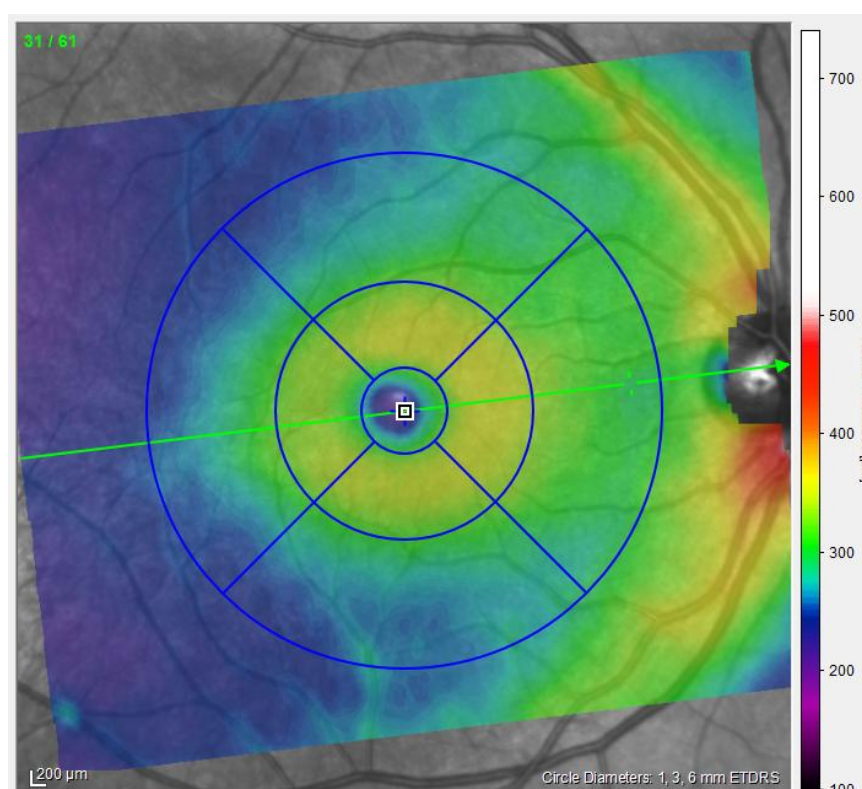
Ipak, laser do danas nije uklonio potrebu za FE-om jer dosad prikupljeni podaci iz studija nisu ukazali da operacija katarakte koja je izvedena uz pomoć femtosecond lasera daje rezultate bolje od onih operacija katarakte koje izvede iskusni kirurg pomoću FE. Za sada oba pristupa ostavljaju dojam jednako sigurnih i učinkovitih (31).

1.2. Optička koherentna tomografija (OCT)

OCT je neinvazivna metoda snimanja s karakteristikom visoke razlučivosti koja može pružiti dubinske tomograme morfologije biološkog tkiva in vivo. Koristi se za analizu retinalne arhitekture, tj. za dijagnosticiranje i praćenje bolesti mrežnice, s posebnim naglaskom na točnost mjerenja debljine mrežnice (32). OCT daje uvid u prikaz poprečnog presjeka mrežnice i optičkog diska zahvaljujući interferencijskim uzorcima koje proizvodi svjetlo u bliskom infracrvenom spektru reflektirano od tkiva mrežnice (33). Uobičajeno se koristi svjetlost bliska infracrvenom spektralnom rasponu koja ima dubinu prodiranja od nekoliko stotina mikrona u tkivo (32). Ipak, na OCT podatke, tj. na kvalitetu snimke, mogu negativno utjecati čimbenici koji utječu na optičke medije oka poput prisutnosti katarakte, širina zjenica i suhoća rožnice. Uzevši u obzir primjer katarakte, tijekom snimanja OCT-a, katarakta će povećati raspršenje svjetlosti i pogoršati kvalitetu slike. Međutim, do promjena na OCT snimkama mrežnice može doći kao što smo prethodno spomenuli i nakon nekomplikirane operacije katarakte. Određene su studije pokazale da se promjene nakon učinjene operacije katarakte očituju po principu blagog zadebljanja makule, ali i na povećanje debljine sloja retinalnih živčanih vlakana (RNFL) (33). Jedna od mogućnosti koje pruža OCT je i izrada mapa debljine mjerenjem svake pojedinačne podatkovne točke. Međutim, za potrebu komparacije veće količine podataka uobičajena je uporaba metode ETDRS mreže. ETDRS mreža smanjuje količinu podataka na način da iskorištava samo nekoliko prostorno prosječnih mjerenja debljine iz predložene karte debljine u odnosu na 9 sektora mreže, tj. središnji fovealni prsten promjera 1 mm, unutarnji prsten makule (pericentralni) promjera 3 mm i vanjski prsten makule (periferni) promjera 6 mm. Unutarnji i vanjski prstenovi su još dodatno podijeljeni u četiri kvadranta (nazalni, temporalni, gornji i donji). Analiza podataka temeljena na mreži uobičajeno se koristi za usporedbu nalaza OCT-om (20).

Prednost ETDRS mreže je kompaktni prikaz složenih podataka o debljini mrežnice (Slika 1.1.) (34). Ovaj način omogućuje brzi pregled promjena debljine u ranije predodređenim standardiziranim regijama makule, a što je ključno za prepoznavanje ranih promjena tijekom dijagnostike određenih bolesti na retini (34). Međutim, isti proces za posljedicu može imati postojanje mogućnosti smanjenja uočavanja suptilnih i lokaliziranih razlika u debljini unutar svake pojedine stanice, a što se vrlo vjerojatno temelji na uzimanju prosječnih vrijednosti prikupljenih podataka (20). Odnosno, ukupna kvaliteta prikaza ETDRS mreže utvrđuje se na način da se mjeri homogenost vrijednosti debljine svih točaka podataka unutar svake stanice navedene mreže, a sve je temeljeno na pretpostavci da stanica s visokom homogenošću pokriva vrijednosti debljine koje su više ili manje jednake, dok stanica s niskom homogenošću obuhvaća jako različite vrijednosti debljine. Stoga, mreža sastavljena od stanica s visokom homogenošću odgovara kvalitetnom prikazu temeljnih podataka o debljini, ali jednako tako i obrnuto (35).

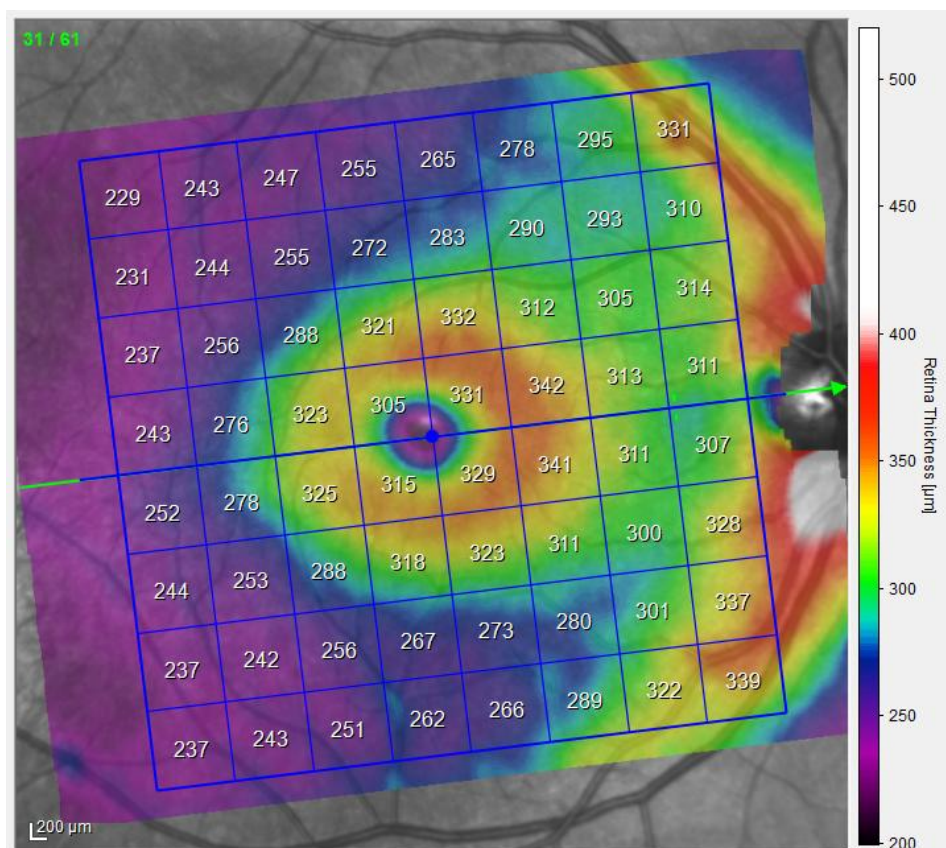
Slika 1.1. ETDRS prikaz desnog oka (objavljeno s odobrenjem *Heidelberg Engineering-a*)



Dodatni prikaz na OCT-u koji se koristi je i analiza asimetrije stražnjeg pola (PPAA) koja je uvedena za potrebe otkrivanja ranog glaukomatoznog oštećenja (Slika 1.2.). Sastoji se od kvadratne mreže od 64 kvadratna područja koja obuhvaćaju centralnih $24^\circ \times 24^\circ$ retine sa

središtem na foveoli. Prilikom očitavanja PPAA prikaza dobije se uvid u debljinu svake od 64 kvadratnih područja, kao i uvid u asimetriju debljine retine (RTA) između gornjih i donjih odgovarajućih kvadratnih područja. Osim toga, parametar RTA pokazuje manju varijabilnost između ispitanika u zdravoj populaciji (u usporedbi s parametrom debljine retine) i na njega ne utječu faktori povećanja kao što su aksijalna duljina i zakrivljenost rožnice. U zdravoj populaciji RTA središnje zone pokazuje minimalnu srednju vrijednost od 3,085 μm , standardnu devijaciju (1,756) i najuži 95 % interval pouzdanosti (od 2,360 μm do 3,810 μm). Do sada je, a vezano za RTA u središnjem području makule, zabilježena niska stopa raznolikosti između ispitanika i time PPAA prikaz ima zadovoljavajuću dijagnostičku sposobnost (36). Korištenje središnje zone stražnjeg pola za tumačenje rezultata OCT PPAA učinkovitije je negoli korištenja uobičajene cijele mape stražnjeg pola. Parametri debljine makule prilikom korištenja prikaza PPAA bili su jednako dobri kao i parametri debljine sloja vlakana vidnog živca (RNFL) (37).

Slika 1.2. PPAA prikaz desnog oka (objavljeno s odobrenjem *Heidelberg Engineering GmbH*)



Unatoč dosadašnjim istraživanjima u radovima se samo spominje međudnos utrošene UZV energije (CDE) prilikom FE i promjene debljine mrežnice u makuli, ali ne i prikaz promjene debljine mrežnice izvan samog centra makule koji nazivamo foveolom te je stoga potrebno provesti detaljno istraživanje kako bi se stekao ispravan dojam o povezanosti količine utrošene UZV energije i promjene u debljini pojedinih intraretinalnih slojeva u foveoli, ali i izvan same foveole, tj. unutar šireg makularnog područja stražnjeg pola retine.

1.3. Vaskularizacija retine

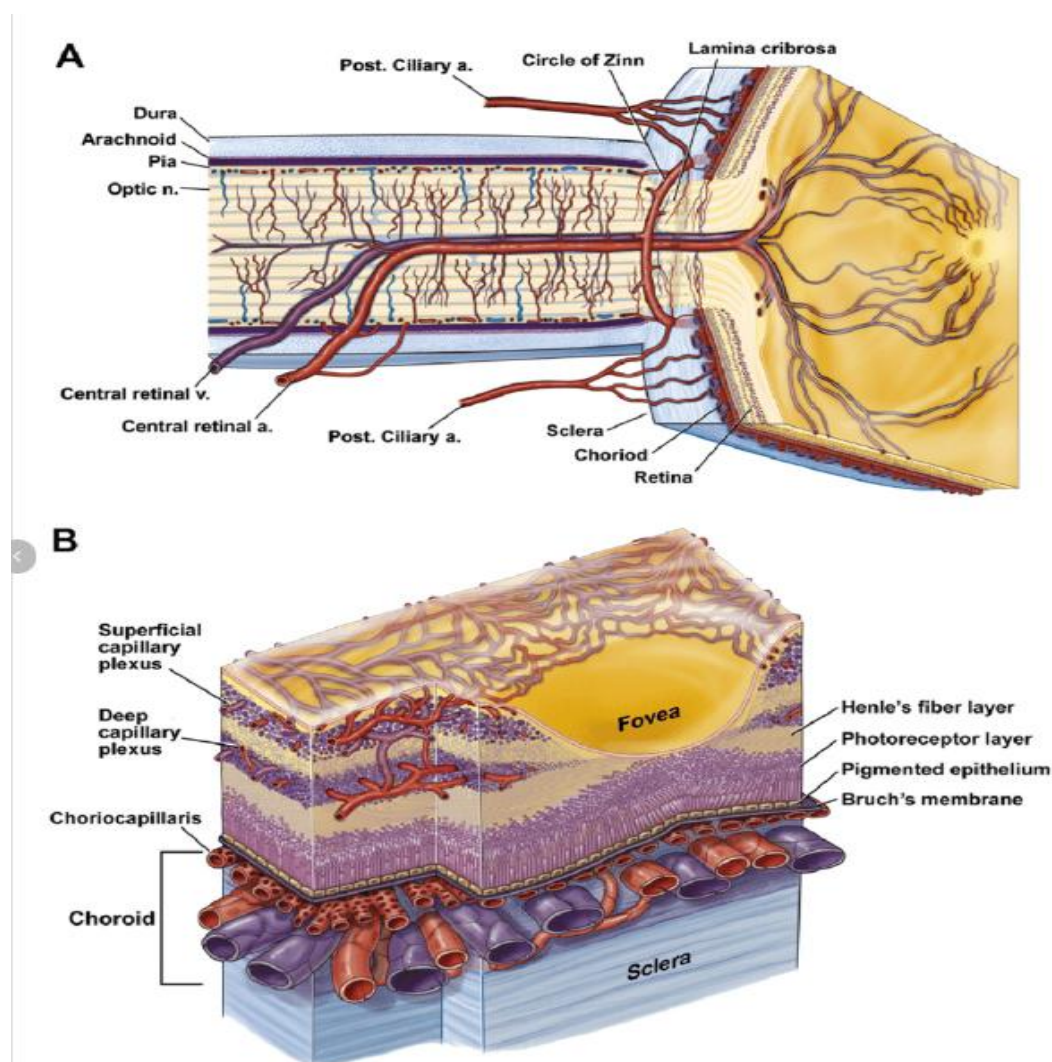
Mrežnica oka je tkivo s jednim od najvećih metaboličkih zahtjeva u ljudskom tijelu. Homeostaza se može postići samo sofisticiranom, dinamičnom i dobro kontroliranom komunikacijom između retinalne opskrbe krvlju, kapilarnog protoka i neuronske funkcije. Jedan od glavnih razloga heterogenosti kapilarne perfuzije je dimenzionalni problem. Dimenzije retine su jedinstvene (velika površina od oko 1000 mm² (38,39) i debljina od samo 200 -300 μm) te mogu izazvati neuobičajenu heterogenost kapilarne perfuzije. Vanjska mrežnica, tj. fotoreceptori su avaskularni, dok retinalna cirkulacija uglavnom opskrbljuje unutarnju mrežnicu (~ 150 μm debljine). Stoga je takav poseban dimenzionalni problem još značajniji. Osim toga, glavna arterijska opskrba mrežnice je središnja retinalna arterija (CRA), a drenira središnja retinalna vena (CRV). U manjem postotku očiju (~ 15 %), cilioretinalna arterija, koja je ogranak žilnične vaskularne mreže, može opskrbljivati dio retine. Značajan je izazov osigurati dostatnu opskrbu krvi vrlo uobičajenih dimenzija pomoću CRA i drenažu pomoću CRV. Optimalan pristup za prevladavanje ovog izazova je imati aktivnu regulatornu sposobnost u mikro krvnim žilama i učinkovitu redistribuciju protoka krvi kako bi se zadovoljili zahtjevi neurona mrežnice. Optimiziran pristup rezultira heterogenom kapilarnom perfuzijom. Četiri glavna para arterija i vena opskrbljuju ljudsku mrežnicu. Te se žile nazivaju gornjim nazalnim, donjim nazalnim, gornjim temporalnim i donjim temporalnim ograncima središnje retinalne arterije i vene. Manje arteriole granaju se od ove četiri glavne arterije, dok se terminalne grane račvaju prema perifernoj mrežnici. Foveola, područje mrežnice koje sadrži najveću gustoću fotoreceptora, ostaje avaskularno tijekom razvoja i u mrežnici odrasle osobe. Površinski vaskularni kompleks (SVC) dijeli se u slojevima ganglijskih stanica i živčanih vlakana. Neke od ovih žila prodiru kroz unutarnji pleksiformni sloj (IPL) i unutarnji nuklearni sloj (INL) kako bi formirali duboki vaskularni kompleks (DVC) na spoju INL i OPL (38).

Većina pojedinaca nema kapilare u foveji, što stvara foveolarnu avaskularnu zonu. Tri intraretinalna kapilarna sloja raspoređena su unutar retine, pored ili unutar nuklearnih slojeva, opskrbljujući stanična tijela. Površinski vaskularni kompleks nalazi se unutar slojeva ganglijskih stanica retine. Ispod SVC su dva dublja pleksusa, intermedijarni kapilarni pleksus (ICP), koji leži prema vrhu unutarnjeg nuklearnog sloja i duboki vaskularni kompleks, koji leži prema dnu unutarnjeg nuklearnog sloja makule. Ova slojevitost ovisi o ukupnoj debljini mrežnice, a periferno, gdje su slojevi mrežnice tanji, nalazi se jedan kapilarni pleksus. Svaki je kapilarni pleksus smješten kako bi pružio podršku slojevima mrežnice s najvećim

metaboličkim zahtjevima. Četvrti vaskularni kompleks radijalnih peripapilarnih kapilara ide paralelno sa snopovima aksona ganglijskih stanica kako bi zadovoljio visoku metaboličku potražnju nemijeliniziranih aksona. Koroidna cirkulacija uređena je nešto drugačije, s najvećim žilama koje leže duboko unutar žilnice (Hallerov sloj), slojem žila srednje veličine (Sattlerov sloj) i koriokapilarisom, gustom mrežom kapilara velikog lumena, bez uskih spojeva, ispod bazalne membrane retinalnog pigmentnog epitela (RPE) (40).

Slika 1.3. Anatomija cirkulacije oka

A) Izrezani crtež duž gornje inferiorne osi ljudskog oka kroz optički živac, prikazujući vaskularnu opskrbu mrežnice i žilnice. B) Crtež koji prikazuje vaskulaturu retine i žilnice. Crteži Davea Schumicka iz Anand-Apte i Hollyfield (2009). (a-arterija, b-vena, n-živac). Izdavač: Elsevier. *Objavljeno s odobrenjem Copyright Clearance Center, Inc. ("CCC"), order licence ID 151466-1)*



Anatomy of ocular circulation (a-artery, b-vein, n-nerve). A, Cut away drawing along the superioinferior axis of the human eye through the optic nerve, showing the vascular supply to the retina and choroid. B, Drawing showing vasculature of the retina and choroid. Drawings by Dave Schumick from Anand-Apte and Hollyfield (2009).

2. HIPOTEZA

Promjena debljine pojedinih intraretinalnih slojeva u pet mjernih područja makule povezana je s količinom utrošene UZV energije EPT/PT prilikom UZV metode operacije sive mrežnice te ovisi o tome u kojoj ruci kirurg drži sondu za fakoemulzifikaciju i je li operirao desno ili lijevo oko.

3. CILJ ISTRAŽIVANJA

1. Utvrditi količinu utrošene UZV energije prilikom operacije sive mreže UZV metodom
2. Utvrditi promjenu debljine pojedinih intraretinalnih slojeva nakon operacije katarakte u definiranim područjima makule
3. Utvrditi međuodnos količine utrošene UZV energije i promjene debljine intraretinalnih slojeva u makuli nakon operacije katarakte po definiranim područjima makule.

4. ISPITANICI I METODE

4.1. Ustroj studije

Istraživanje je provedeno kao prospektivna studija (41,42).

4.2. Ispitanici

Ispitanici su bili zdravi pacijenti (bez sustavnih bolesti koje mogu utjecati na oči) u redovnom programu planirani za operaciju katarakte UZV metodom FE-a prema ranije definiranim uključnim i isključnim kriterijima u „Oftalmološkoj poliklinici dr. Balog“ u Osijeku. Broj ispitanika je bio 79, tj. broj očiju na kojima je izvedena operacije katarakte je 102.

Kriteriji za uključivanje ispitanika bili su: prisutnost staračke katarakte (sive mreene) te strukturalno uredan stražnji pol oka.

Kriteriji isključivanja bili su: pacijenti s maturnom/hipermaturnom kataraktom, miopija/hiperopija > 4 dioptrije, pacijenti s bilo kojim oblikom intraoperativne komplikacije, patološka stanja poput: dijabetička makulopatija, dijabetička retinopatija, vitreomakularna trakcija, glaukom, patologija staklovine, patologija mrežnice stražnjeg pola oka, posttraumatska zbivanja oka, infekcije oka, sustavne bolesti s utjecajem na oko, kao i pacijenti koji su prije operativnog zahvata trošili lijekove s mogućim sustavnim utjecajem na oko (npr. nesteroidni antireumatici, kortikosteroidi, klorokini i sl.).

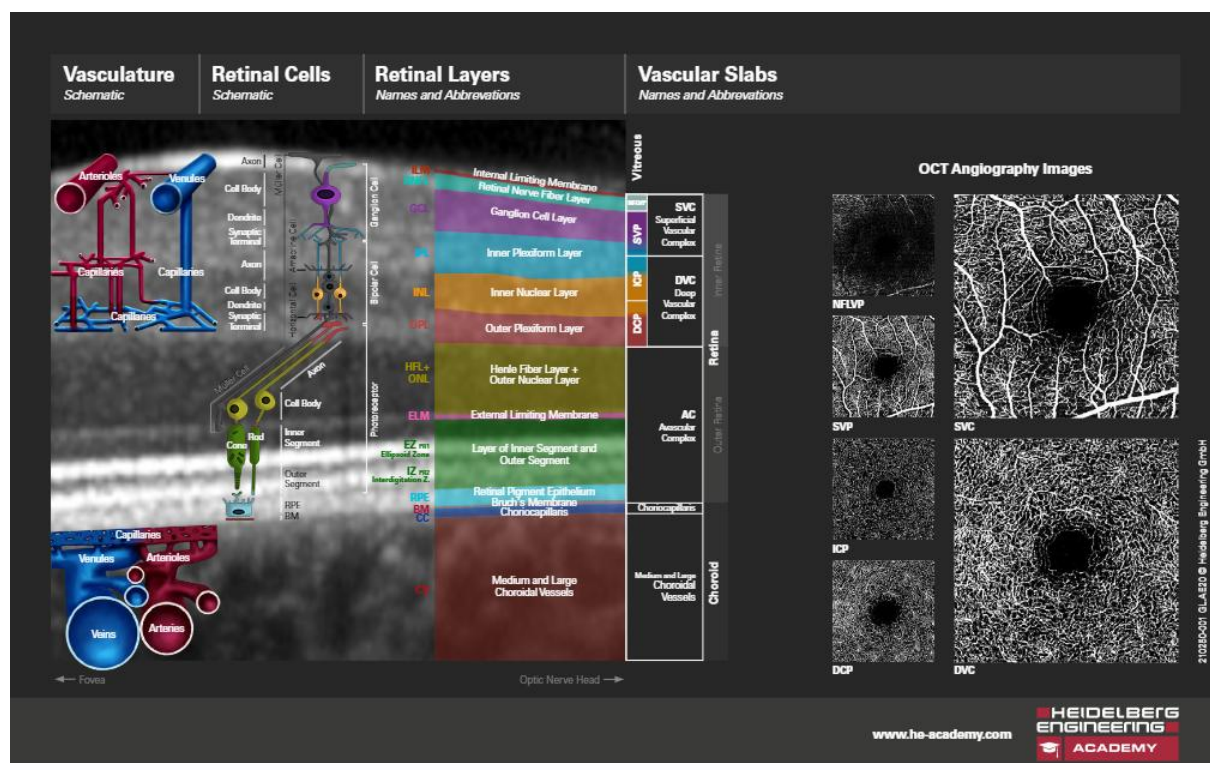
4.3. Metode

Svi sudionici bili su podvrgnuti oftalmološkom pregledu, procjeni vidne oštine, očnog tlaka, biomikroskopskom pregledu prednjeg i stražnjeg segmenta oka. Podaci mjerenja debljine neurosenzorne retine izraženi u mikrometrima prikupljeni su putem uređaja Spectralis HRA+OCT (*Heidelberg Engineering GmbH*, Heidelberg, Njemačka). U ovom procesu, višestrukim presjecima snimljeni su skenovi stražnjeg pola uključujući makularne regije središnje retine (Slika 1.3). Ovaj je uređaj opremljen aktivnim sustavom za praćenje oka (*engl. TruTrack*) kako bi se osigurala precizna registracija OCT snimaka. OCT snimke pacijenata temeljene su na PPAA metodi (Slika 1.2.). Pacijente koji su bili uključeni u redovni program operacije mreene u „Oftalmološkoj poliklinici dr. Balog“ u Osijeku operirao

je isti kirurg koji drži sondu za FE u desnoj ruci, prilikom operacije mreene desnog odnosno lijevog oka. OCT snimke su snimane prije operativnog zahvata te tjedan dana, mjesec dana i tri mjeseca nakon učinjene operacije mreene FE-om. Unaprijed određeni uzorak skeniranja pravokutnog područja (skeniranje volumena) bio je dimenzija $30^\circ \times 25^\circ$ (8,3 x 6,9 mm) sa središtem u foveji (Slika 4.1.). Takav unaprijed određeni uzorak snimanja koristi se za stvaranje 61 uzastopnog PPAA B - snimka u intervalu od 115 μm po sudioniku. Sve OCT slike dobivene su modalitetom snimanja velikom brzinom s aksijalnom i bočnom rezolucijom od $3,87 \times 10,77 \mu\text{m}$ i s kvalitetom signala od najmanje 24 dB. Kvaliteta slike preoperativno je prosječno niža, tj. iznosila je minimalno 24 dB, dok je postoperativno rasla i iznosila i do 34 dB (43).

Slika 4.1. OCT slikovni prikaz presjeka kroz retinalne slojeve

(objavljeno s odobrenjem Heidelberg Engineering GmbH i ljubaznošću gospodina Chrisa Modyija, kliničkog direktora za stražnji segment oka)

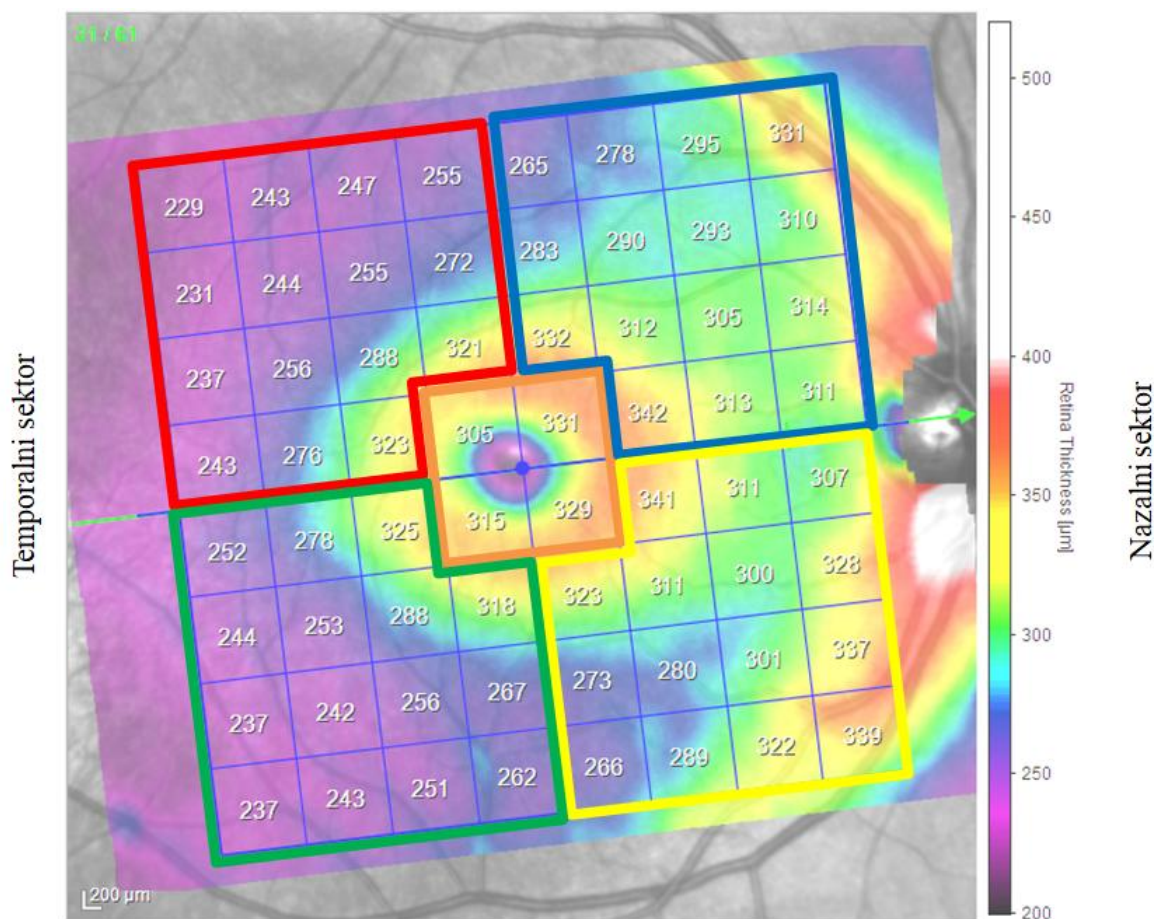


Skupovi podataka o volumenu svih sudionika dodatno su obrađeni korištenjem softvera specifičnog za uređaj (Heidelberg Eye Explorer, HEYEX verzija 6.13.3.0) za izvođenje segmentacije retinalnog sloja. Naposljetku, po sudioniku i po sloju retine dobivene su prosječne vrijednosti debljine koje odražavaju cijeli stražnji pol uključujući makularnu kao i fovealnu regiju PPAA.

Vrijednosti utrošene ultrazvučne energije prilikom operacije mreene očitane su s uređaja za operaciju mreene Oertli Faros nakon izvedenog operativnog zahvata na svakom pojedinom pacijentu. Legenda područja PPAA i njihovih oznaka (Slika 4.2.):

- Donje temporalno područje makule (DT) – **zelena boja**
- Donje nazalno područje makule (DN) – **žuta boja**
- Gornje temporalno područje makule (GT) – **crvena boja**
- Gornje nazalno područje makule (GN) – **plava boja**
- Centralno makularno područje (CMT) – **narančasta boja**.

Slika 4.2. PPAA prikaz i podjela po odabranim segmentima desnog oka (objavljeno s odobrenjem Heidelberg Engineering GmbH)



Nesigurnosti u očitanju vrijednosti se mogu pojaviti kod prikazivanja izlaznih vrijednosti UZV energije koja je upotrijebljena prilikom operacije mreene, a koja može varirati 10 % u odnosu na stvarne isporučene vrijednosti količine UZV energije (44).

Prije samog provođenja istraživanja ispitanici su bili upoznati sa svrhom njegova provođenja te su vlastoručno potpisali informirani pristanak i suglasnost za njegovo provođenje i prikupljanje podataka. Pacijenti su pet dana predoperativno trošili topičku medikamentnu terapiju, tj. bromfenak kapi, dok su postoperativno trošili standardnu protuupalnu i antimikrobnu terapiju, tj. topički su primjenjivali medikamentnu kombinaciju u kapima - deksametazon, neomicinsulfat, polimiksin B sulfat.

4.4. Statističke metode

Za analizu podataka u ovom radu koristio se program PSPP v.3. Statistička metoda koja je korištena kako bi se odgovorilo na hipoteze rada jest korelacija, t-test za nezavisne uzorke i analiza varijance za zavisni uzorak. Definirana razina značajnosti je $p < 0,05$. Normalnost distribucija provjerena je Kolmogorov Sminovljevim testom. Većina varijabli pokazala je normalnu distribuciju, dok je za ostale napravljena normalizacija kako bismo u radu koristili parametrijsku statistiku. Deskriptivni podaci su prikazani tablično i grafički, a korištena mjera raspršenja rezultata je aritmetička sredina i standardna devijacija. Nezavisna varijabla u istraživanju bila je količina primijenjene UZV energije dok su zavisne varijable bile promjene u pet područja makule kroz 10 slojeva. U ovom istraživanju korištena je razina značajnosti od 5%. Programom G*Power 3.1. definiran je minimalan potreban broj ispitanika od 67 uz veličinu efekta 0.3 i snagu testa 0.80 (45).

Prije početka istraživanja, istraživanje je dobilo odobrenje i suglasnost Etičkog povjerenstva Medicinskog fakulteta Osijek (KLASA: 602-04/23-08/03; UR. BROJ: 2158-61-46-23-139) za njegovo provođenje.

5. REZULTATI

U istraživanju je sudjelovalo 79 pacijenta. Napravljeno je 57 (58,8 %) operacija desnog oka i 45 (44,2 %) operacija lijevog oka. U uzorku je 46 (58 %) žena i 33 (42 %) muškaraca. Prosječna dob uzorka je $M = 68,87$ godina sa standardnom devijacijom od 11,20. Prosječna dob muških pacijenata je bila $M = 65,36$ godina, a prosječna dob ženskih pacijenata $M = 71,39$ godina.

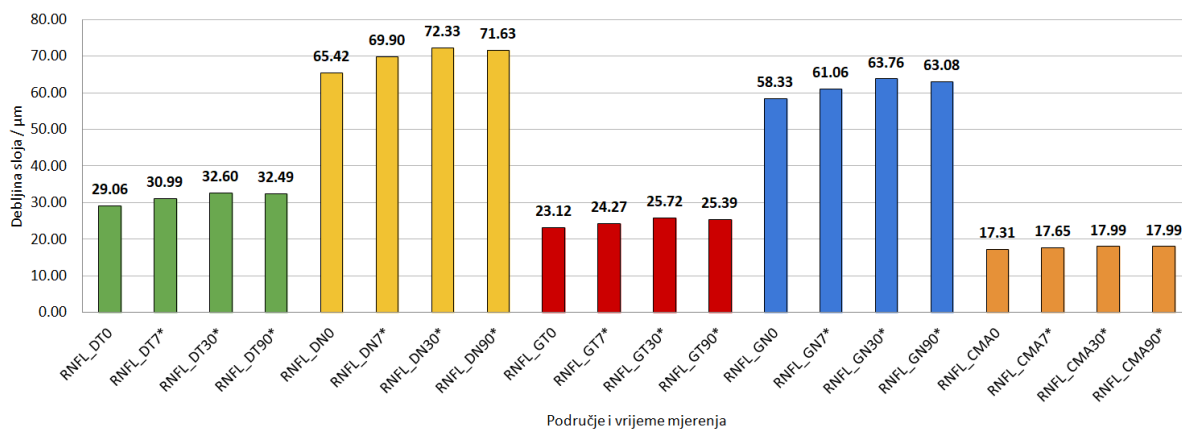
Na grafičkim prikazima Slika 5.1. do Slika 5.10. možete vidjeti prikaze debljine pojedinih slojeva u odnosu na područje i vrijeme mjerenja.

Legenda područja i njihovih oznaka:

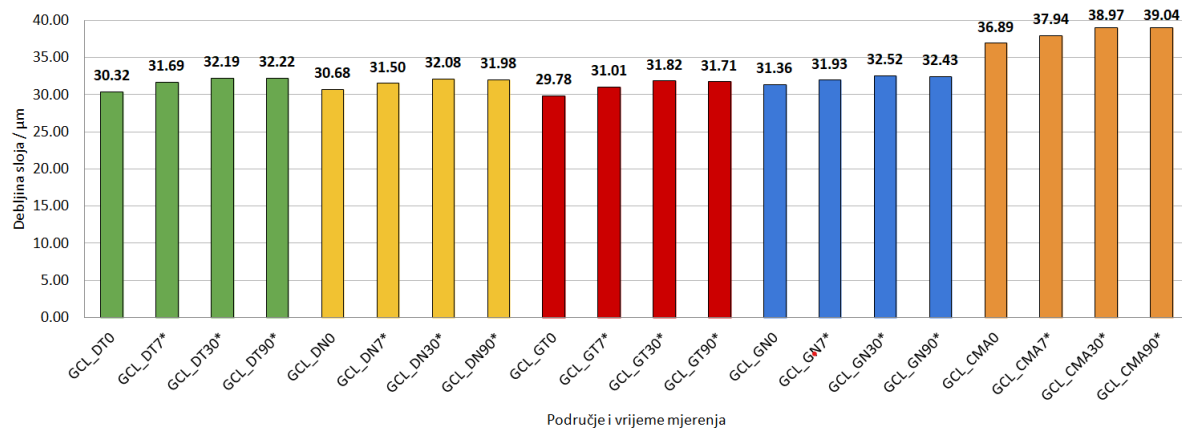
- Donje temporalno (DT) područje makule – **zelena boja**
 - DT0 (prije operacije)
 - DT7 (7 dana nakon operacije),
 - DT30 (30 dana nakon operacije)
 - DT90 (90 dana nakon operacije)
- Donje nazalno (DN) područje makule – **žuta boja**
 - DN0 (prije operacije)
 - DN7 (7 dana nakon operacije)
 - DN30 (30 dana nakon operacije)
 - DN90 (90 dana nakon operacije).
- Gornje temporalno (GT) područje makule – **crvena boja**
 - GT0 (prije operacije)
 - GT7 (7 dana nakon operacije)
 - GT30 (30 dana nakon operacije)
 - GT90 (90 dana nakon operacije).
- Gornje nazalno (GN) područje makule – **plava boja**
 - GN0 (prije operacije)
 - GN7 (7 dana nakon operacije)
 - GN30 (30 dana nakon operacije)

- GN90 (90 dana nakon operacije).
- Centralna makularna debljina, tj. područje (CMT) – **narančasta boja**
 - CMT0 (prije operacije)
 - CMT7 (7 dana nakon operacije)
 - CMT30 (30 dana nakon operacije)
 - CMT90 (90 dana nakon operacije).

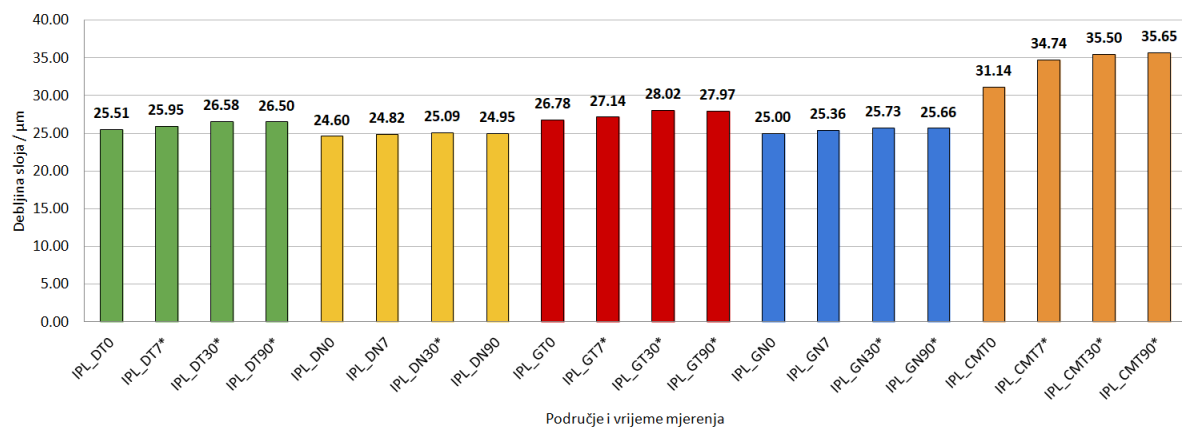
Slika 5.1.: Debljina sloja vlakana vidnog živca (RNFL) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.



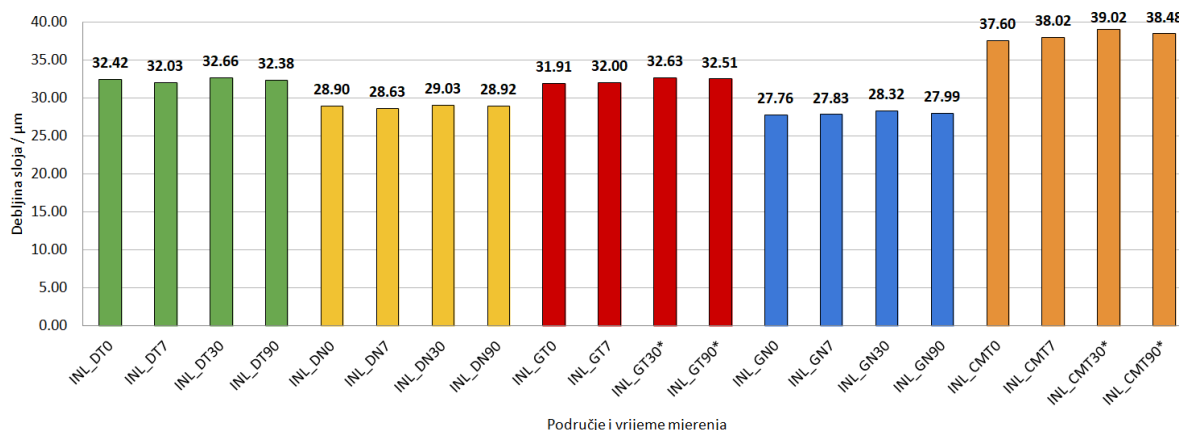
Slika 5.2.: Debljina sloja ganglijskih stanica (GCL) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.



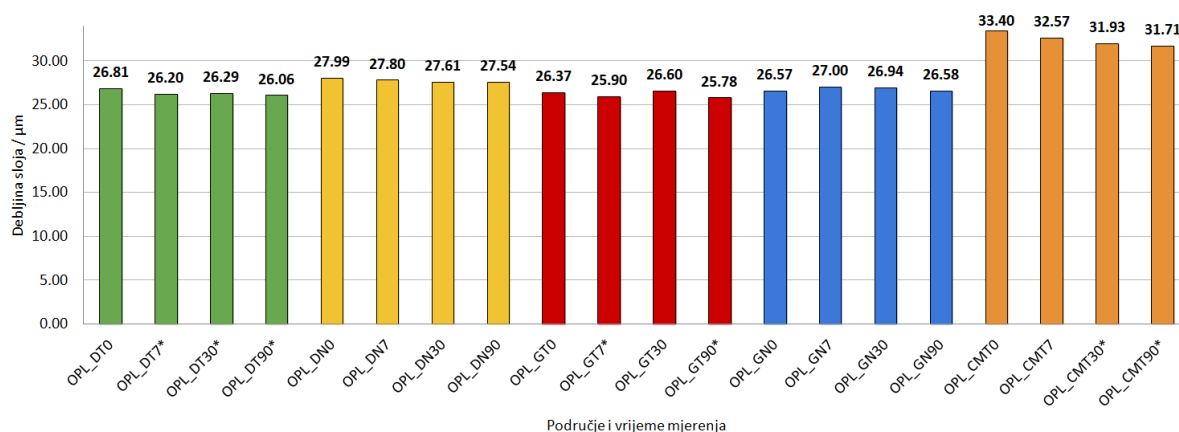
Slika 5.3.: Debljina unutarnjeg pleksiformnog sloja (IPL) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.



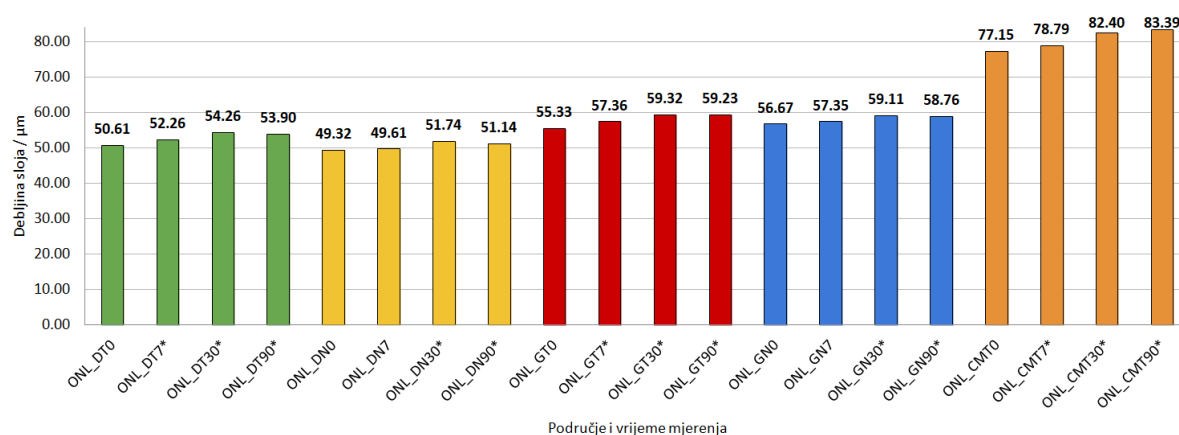
Slika 5.4.: Debljina unutarnjeg nuklearnog sloja (INL) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.



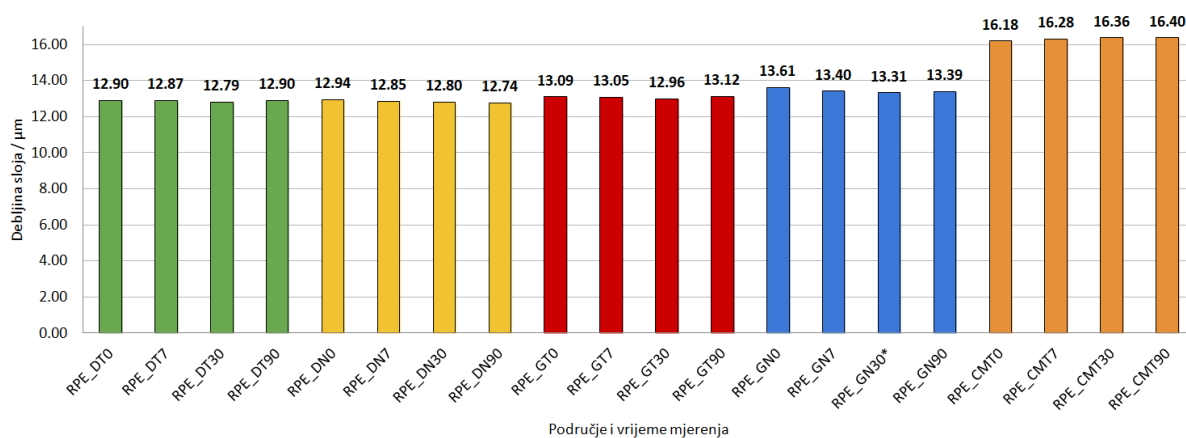
Slika 5.5.: Debljina vanjskog pleksiformnog sloja (OPL) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.



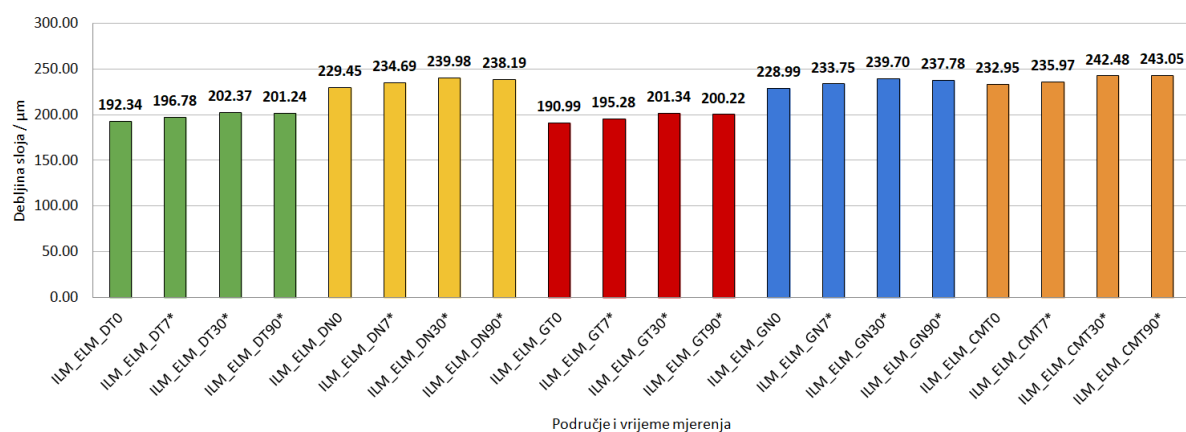
Slika 5.6.: Debljina vanjskog nuklearnog sloja (ONL) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.



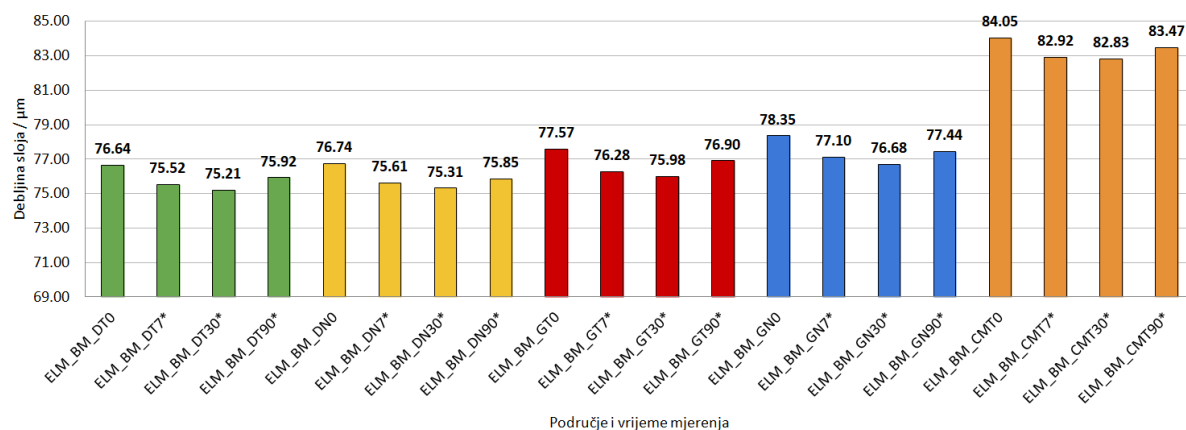
Slika 5.7.: Debljina sloja retinalnog pigmentnog epitela (RPE) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.

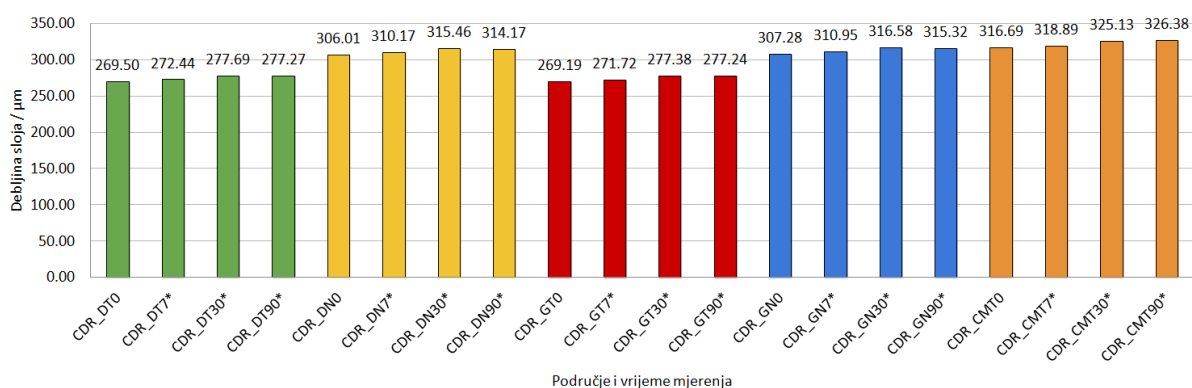


Slika 5.8.: Debljina unutarnjih retinalnih slojeva od sloja unutarnje limitirajuće membrane (ILM) do sloja vanjske limitirajuće membrane (ELM) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.



Slika 5.9.: Debljina vanjskih retinalnih slojeva od ELM sloja do Bruchove membrane (BM) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.



Slika 5.10.: Cjelokupna debljina retine (CDR) prije operacije (0) te 7, 30 i 90 dana nakon FE.

Kako bismo ispitili hipotezu da će debljina neurosenzorne retine u pet mjernih područja makule ovisiti o količini utrošene UZV energije (CDE) koristili smo Pearsonov koeficijent korelacije. Rezultati su vidljivi u Tablicama 5.1. - 5.6. Naime, kako bismo dobili što bolju sliku i razumjeli nastale promjene koristili smo dva pristupa. Prvi je bio ispitati odnos između utrošene UZV energije i zadnjeg mjerenja (Tablica 5.1. - 5.3.), dok je drugi pristup bio usporediti količinu UZV energije i dobivene razlike u debljini sloja prije operativnog zahvata i nakon 90 dana (Tablica 5.4. - 5.6.).

Tablica 5.1. Pearsonov koeficijent korelacije količine utrošene energije (CDE) tijekom fakoemulzifikacije i promjene debljine pojedinih slojeva makule u predefiniranim sektorima 90 dana nakon fakoemulzifikacije.

ILM-ELM_DT90	ILM-ELM_DN90	ILM-ELM_GT90	ILM-ELM_GN90	ILM-ELM_CMT90
-0,121	-0,171	-0,184	-0,188	-0,101
RNFL_DT90	RNFL_DN90	RNFL_GT90	RNFL_GN90	RNFL_CMT90
-0,055	-0,171	0,025	-0,077	<u>-,195 *</u>
GCL_DT90	GCL_DN90	GCL_GT90	GCL_GN90	GCL_CMT90
-0,115	-0,108	-0,158	-0,162	<u>-,225*</u>
IPL_DT90	IPL_DN90	IPL_GT90	IPL_GN90	IPL_CMT90
-0,155	-0,161	<u>-,204*</u>	<u>-,208*</u>	<u>-,208*</u>
INL_DT90	INL_DN90	INL_GT90	INL_GN90	INL_CMT90
-0,008	-0,097	-0,148	-0,143	-0,052
OPL_DT90	OPL_DN90	OPL_GT90	OPL_GN90	OPL_CMT90
0,113	0,028	-0,043	-0,034	-0,074
ONL_DT90	ONL_DN90	ONL_GT90	ONL_GN90	ONL_CMT90
-0,118	-0,061	-0,148	-0,135	0,075
ELM-BM_DT90	ELM-BM_DN90	ELM-BM_GT90	ELM-BM_GN90	ELM-BM_CMT90
-0,098	-0,095	-0,152	-0,124	<u>-,207*</u>
RPE_DT90	RPE_DN90	RPE_GT90	RPE_GN90	RPE_CMT90
0,045	0,03	0,026	0,023	-0,032
CDR_DT90	CDR_DN90	CDR_GT90	CDR_GN90	CDR_CMT90
-0,135	-0,179	<u>-,207*</u>	<u>-,201*</u>	-0,131

DT90- donje temporalno područje makule nakon 90 dana; DN90 – donje nazalno područje makule nakon 90 dana; GT90- donje temporalno područje makule nakon 90 dana; GN90- gornje nazalno područje makule nakon 90 dana; CMT90- centralno područje makule nakon 90 dana;

*p<0,05

Iz dobivenih rezultata možemo vidjeti postojanje statističke značajnosti u odnosu utrošene UZV energije (CDE) i promjene debljine određenih slojeva i područja makule. Sve korelacije spadaju u male i negativne što nam u kontekstu odnosa govori o postojanju povezanosti između veće količine utrošene UZV energije i smanjenja debljine promatranog sloja i područja. Značajna korelacija primijećena je u područjima RNFL centralnom području, GCL centralnom području, IPL gornjem temporalnom, gornjem nazalnom i centralnom području, ELM centralnom području te CDR gornjem temporalnom i gornjem nazalnom području. Naime, rezultati pokazuju statistički značajne korelacije za 4 od 10 slojeva centralnog

područja te u 2 od 10 slojeva gornjeg temporalnog i gornjeg nazalnog područja. Kod ostalih slojeva i područja ne postoji statistička povezanost.

Tablica 5.2. Pearsonov koeficijent korelacije količine utrošene energije (CDE) tijekom fakoemulzifikacije i rezultatom promjene debljine pojedinih slojeva makule u predefiniranim sektorima zadnjeg mjerenja 90 dana nakon fakoemulzifikacije, gledano samo desno oko.

ILM-ELM_DT90	ILM-ELM_DN90	ILM-ELM_GT90	ILM-ELM_GN90	ILM-ELM_CMT90
-,156	-,189	-,220	-,182	-,078
RNFL_DT90	RNFL_DN90	RNFL_GT90	RNFL_GN90	RNFL_CMT90
-,053	-,138	,095	,019	-,224
GCL_DT90	GCL_DN90	GCL_GT90	GCL_GN90	GCL_CMT90
,110	-,147	-,110	-,153	-,098
IPL_DT90	IPL_DN90	IPL_GT90	IPL_GN90	IPL_CMT90
-,208	-,234	-,225	-,227	-,129
INL_DT90	INL_DN90	INL_GT90	INL_GN90	INL_CMT90
-,097	-,158	<u>-,299*</u>	-,176	-,197
OPL_DT90	OPL_DN90	OPL_GT90	OPL_GN90	OPL_CMT90
,036	,017	,005	-,005	-,144
ONL_DT90	ONL_DN90	ONL_GT90	ONL_GN90	ONL_CMT90
-,140	-,092	<u>-,251*</u>	<u>-,267*</u>	,070
ELM-BM_DT90	ELM-BM_DN90	ELM-BM_GT90	ELM-BM_GN90	ELM-BM_CMT90
-,047	-,031	-,131	-,048	-,231
RPE_DT90	RPE_DN90	RPE_GT90	RPE_GN90	RPE_CMT90
-,092	-,078	-,180	-,058	-,200
CDR_DT90	CDR_DN90	CDR_GT90	CDR_GN90	CDR_CMT90
-,167	-,194	-,241	-,190	-,109

*p<0,05

Iz dobivenih rezultata možemo vidjeti postojanje statističke značajnosti u odnosu utrošene ultrazvučne energije (CDE) i dobivene ukupne razlike u debljini određenih slojeva i područja makule. Konkretno imamo dvije značajne negativne korelacije kod gornjeg temporalnog područja u slojevima ONL i INL, uz ove značajnosti imamo još jednu u gornjem nazalnom području u ONL sloju.

Tablica 5.3. Pearsonov koeficijent korelacije količine utrošene energije (CDE) tijekom fakoemulzifikacije i rezultatom promjene debljine pojedinih slojeva makule u predefiniranim sektorima zadnjeg mjerenja nakon 90 dana nakon fakoemulzifikacije, kao varijablama, gledano samo lijevo oko.

ILM-ELM_DT90	ILM-ELM_DN90	ILM-ELM_GT90	ILM-ELM_GN90	ILM-ELM_CMT90
-,094	-,157	-,147	-,200	-,125
RNFL_DT90	RNFL_DN90	RNFL_GT90	RNFL_GN90	RNFL_CMT90
-,064	-,210	-,097	-,208	-,135
GCL_DT90	GCL_DN90	GCL_GT90	GCL_GN90	GCL_CMT90
-,123	-,056	-,232	-,182	-,390**
IPL_DT90	IPL_DN90	IPL_GT90	IPL_GN90	IPL_CMT90
-,111	-,066	-,178	-,176	-,299*
INL_DT90	INL_DN90	INL_GT90	INL_GN90	INL_CMT90
-,092	-,051	,050	-,116	-,095
OPL_DT90	OPL_DN90	OPL_GT90	OPL_GN90	OPL_CMT90
,232	,037	-,091	-,072	-,001
ONL_DT90	ONL_DN90	ONL_GT90	ONL_GN90	ONL_CMT90
-,116	-,040	-,049	,031	,077
ELM-BM_DT90	ELM-BM_DN90	ELM-BM_GT90	ELM-BM_GN90	ELM-BM_CMT90
-,196	-,240	-,191	-,256	-,213
RPE_DT90	RPE_DN90	RPE_GT90	RPE_GN90	RPE_CMT90
,142	,105	,132	,061	,064
CDR_DT90	CDR_DN90	CDR_GT90	CDR_GN90	CDR_CMT90
-,112	-,172	-,175	-,222	-,160

*p<0,05

Iz dobivenih rezultata možemo vidjeti postojanje statističke značajnosti u odnosu utrošene UZV energije i dobivene ukupne razlike u centralnom području makule u GCL i IPL sloju. Obje korelacije pokazuju kako će povećanjem količine utrošene UZV energije doći do smanjenja debljine promatranog područja i slojeva.

Tablica 5.4. Pearsonov koeficijent korelacije s količinom utrošene energije i razlikom u debljini slojeva između prvog i zadnjeg mjerenja kod ukupnog uzorka

Pearsonov koeficijent korelacije					
	GN	GT	DT	DN	CMT
ILM-ELM	−0,097	−0,089	−0,068	−0,079	−0,063
RNFL	−0,121	0,042	0,028	0,086	<u>−,349**</u>
GCL	<u>,214*</u>	0,176	<u>,207*</u>	0,162	−0,011
IPL	−0,023	0,08	0,069	−0,108	−0,021
INL	<u>−,204*</u>	−0,052	−0,163	<u>−,248*</u>	0,056
OPL	−0,083	0,039	0,014	−0,184	<u>−,254**</u>
ONL	<u>−,219*</u>	<u>−,249*</u>	−0,149	−0,077	0,106
ELM-BM	<u>−,210*</u>	<u>−,305**</u>	−0,163	−0,184	−0,065
RPE	0,144	0,112	0,135	0,139	0,125
CDR	−0,121	−0,149	−0,094	−0,08	−0,061

*p<0,05, **p<0,01

Iz dobivenih rezultata možemo vidjeti postojanje statističke značajnosti u odnosu utrošene UZV energije i dobivene ukupne razlike u debljini određenih slojeva i područja makule. Za razliku od prethodne tablice, gdje smo vidjeli kako su sve statistički značajne korelacije ujedno bile male i negativne, ovdje primjećujemo postojanje umjerenih, pozitivnih korelacija. Gledano po područjima i slojevima negativne korelacije su primijećene u slojevima i područjima RNFL CMT, INL GN i INL DN, OPL CMT, ONL GN, ONL GT, ELM GN, ELM GT, što pokazuje da postoji povezanost između povećanja količine UZV energije i smanjenja debljine sloja. S druge strane, vidljiva je pozitivna korelacija u sloju i području GCL GN i GCL DT, što nam pokazuje da u ova dva područja postoji povezanost između povećanja količine korištene UZV energije i povećanja debljine sloja.

Tablica 5.5. Pearsonov koeficijent korelacije s količinom utrošene energije i razlikom u debljini slojeva između prvog i zadnjeg mjerenja (90 dan nakon operacije), samo desno oko

Pearsonov koeficijent korelacije					
	GN	GT	DT	DN	CMT
ILM-ELM	-,100	-,117	-,073	-,094	-,088
RNFL	,059	-,019	0,048	,065	<u>-0,489**</u>
GCL	,124	,106	0,185	,054	-,015
IPL	-,089	,024	-,002	-,191	-,102
INL	-,205	-,016	-,177	<u>-,339**</u>	,052
OPL	-,079	,073	-,098	<u>-,240*</u>	<u>-,251*</u>
ONL	-,185	-,216	-,104	,006	,084
ELM-BM	-,081	<u>-,363**</u>	-,191	-,113	-,048
RPE	,146	-,084	,010	,091	,031
CDR	-,106	-,186	-0,103	-,101	-,087

*p<0,05, **p<0,01

Iz dobivenih rezultata možemo vidjeti postojanje statističke značajnosti u odnosu utrošene UZV energije i dobivene ukupne razlike u debljini određenih slojeva i područja makule. Kod operacije desnog oka imamo nekoliko statistički značajnih korelacija, sve korelacije su negativne. Značajna, ujedno i najveća, korelacija uočena je kod RNFL sloja u centralnom području, osim toga i OPL sloj centralnog područja ima značajnu korelaciju. Značajna korelacija vidljiva je i kod gornjeg temporalnog područja u ELM sloju te u donjem nazalnom području u INL i OPL slojevima.

Tablica 5.6.: Pearsonov koeficijent korelacije s količinom utrošene energije i razlikom u debljini slojeva između prvog i zadnjeg mjerenja (90 dana nakon operacije), samo lijevo oko

Pearsonov koeficijent korelacije					
	GN	GT	DT	DN	CMT
ILM-ELM	-,104	-,066	-,076	-,062	-,037
RNFL	,142	,135	-,014	,097	-,096
GCL	<u>,323*</u>	,278	,243	<u>,331*</u>	-,004
IPL	,140	,149	,164	,083	,110
INL	-,228	-,106	-,100	-,058	,054
OPL	-,077	-,011	,116	-,094	<u>-,306*</u>
ONL	-,280	<u>-,324*</u>	-,223	-,188	,150
ELM-BM	<u>-,378*</u>	-,192	-,124	-,264	-,127
RPE	,162	,197	,202	,180	,181
CDR	-,150	-,125	-,104	-,043	-,025

*p<0,05, **p<0,01

Iz dobivenih rezultata možemo vidjeti postojanje statističke značajnosti u odnosu utrošene UZV energije i dobivene ukupne razlike u debljini određenih slojeva i područja makule. Kod operacije lijevog oka imamo nekoliko statistički značajnih korelacija, imamo pozitivne i negativne korelacije. Značajna, pozitivna korelacije vidljiva je u gornjem i donjem nazalnom području u GCL sloju. U gornjem nazalnom području imamo značajnu, negativnu korelaciju u ELM sloju. Primjećujemo jednu značajnu, negativnu korelaciju u gornjem temporalnom području u ONL sloju i jednu u centralnom području u OPL sloju.

Kako bismo provjerili je li došlo do promjene u debljini neurosenzorne retine primjenom ultrazvučne energije koristili smo analizu varijance za zavisne uzorke. Rezultati su prikazani u nastavku za svaki sloj.

Tablica 5.7. Rezultati RNFL sloja

RNFL sloj		DT	DN	GT	GN	CMT
Mjerenje	N	M (μ m) SD	M (μ m) SD	M (μ m) SD	M (μ m) SD	M (μ m) SD
Predoperativno	102	29,06 $\pm$ 4,208	65,41 $\pm$ 11,708	23,12 $\pm$ 2,459	58,32 $\pm$ 9,805	17,30 $\pm$ 1,189
7 dana	102	30,98 $\pm$ 3,959	69,90 $\pm$ 10,413	24,26 $\pm$ 2,693	61,06 $\pm$ 10,361	17,64 $\pm$ 1,281
30 dana	102	32,62 $\pm$ 4,414	72,32 $\pm$ 9,466	25,71 $\pm$ 3,193	63,76 $\pm$ 9,838	17,99 $\pm$ 1,625
90 dana	102	32,48 $\pm$ 4,371	71,63 $\pm$ 10,059	25,38 $\pm$ 3,029	63,08 $\pm$ 9,683	17,99 $\pm$ 1,375

N-broj slučajeva, M-aritmetička sredina, SD-standardna devijacija

Deskriptivna statistika RNFL sloja vidljiva je u Tablici 5.7. Rezultat RNFL sloja DT $F(3,99)=82,591$, $p<0,05$; DN $F(3,99)=50,907$, $p<0,05$; GT $F(3,99)=78,585$, $p<0,05$; GN $F(3,99)=39,071$, $p<0,05$ i centralnog područja $F(3,99)=20,374$, $p<0,05$ svi potvrđuju statistički značajne razlike u promjenama debljine između četiri mjerenja. U slučaju DT, GT, GN i centralnog područja sve razlike u mjerenjima su statistički značajne, osim između mjerenja 30. i 90. dana. U slučaju DN područja postoji značajna razlika između prvog i svih ostalih mjerenja (drugog i trećeg mjerenja), međutim nema statistički značajne razlike između četvrtog i drugog i trećeg mjerenja. Možemo zaključiti da u ovom slučaju nije došlo do značajnijeg zadebljanja nakon drugog mjerenja. Ako promatramo aritmetičke sredine, možemo vidjeti da u svim slučajevima dolazi do povećanja debljine između prvog i trećeg mjerenja.

Tablica 5.8. Rezultati GCL sloja

GCL sloj		DT	DN	GT	GN	CMT
Mjerenje	N	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD
Predoperativno	102	30,31 $\pm$ 3,589	30,68 $\pm$ 3,007	29,77 $\pm$ 3,187	31,36 $\pm$ 2,778	36,89 $\pm$ 5,117
7 dana	102	31,68 $\pm$ 3,085	31,50 $\pm$ 2,752	31,00 $\pm$ 3,174	31,93 $\pm$ 2,789	37,94 $\pm$ 5,252
30 dana	102	32,19 $\pm$ 3,269	32,07 $\pm$ 2,909	31,82 $\pm$ 3,564	32,51 $\pm$ 2,885	38,97 $\pm$ 5,575
90 dana	102	32,21 $\pm$ 3,216	31,98 $\pm$ 2,983	31,71 $\pm$ 3,468	32,43 $\pm$ 2,919	39,04 $\pm$ 5,469

Deskriptivna statistika GCL sloja vidljiva je u Tablici 5.8. Rezultat GCL sloja DT $F(3,99)=51,673$, $p<0,05$; DN $F(3,99)=44,601$, $p<0,05$; GT $F(3,99)=75,541$, $p<0,05$; GN $F(3,99)=37,305$, $p<0,05$ i centralnog područja $F(3,99)=61,401$, $p<0,05$ svi potvrđuju statistički značajne razlike u promjenama debljine između četiri mjerenja. U svim područjima ovog sloja imamo statistički značajne razlike u mjerenjima, osim između mjerenja 30. i 90. dana. Ako promatramo aritmetičke sredine, možemo vidjeti da u slučaju DN, GT i GN područja dolazi do povećanja debljine između prvog i trećeg mjerenja, dok je četvrto mjerenje aritmetička sredina manja od one u trećem. Kod DT i centralnog područja vidimo kontinuirano povećanje zadebljanja kroz sva mjerenja.

Tablica 5.9. Rezultati IPL sloja

IPL sloj		DT	DN	GT	GN	CMT
Mjerenje	N	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD
Predoperativno	102	25,51 $\pm$ 2,402	24,60 $\pm$ 2,110	26,78 $\pm$ 2,182	25,00 $\pm$ 2,232	34,14 $\pm$ 3,814
7 dana	102	25,95 $\pm$ 2,235	24,81 $\pm$ 2,220	27,14 $\pm$ 2,168	25,35 $\pm$ 2,091	34,74 $\pm$ 3,654
30 dana	102	26,58 $\pm$ 2,427	25,09 $\pm$ 2,363	28,02 $\pm$ 2,528	25,77 $\pm$ 2,215	35,50 $\pm$ 4,000
90 dana	102	26,50 $\pm$ 2,320	24,95 $\pm$ 2,245	27,97 $\pm$ 2,460	25,66 $\pm$ 2,276	35,65 $\pm$ 3,725

Deskriptivna statistika IPL sloja vidljiva je u Tablici 5.9. Rezultat IPL sloja DT $F(3,99)=40,159$, $p<0,05$; DN $F(3,99)=4,870$, $p<0,05$; GT $F(3,99)=60,162$, $p<0,05$; GN $F(3,99)=12,051$, $p<0,05$ i centralnog područja $F(3,99)=42,008$, $p<0,05$ svi potvrđuju statistički značajne razlike u promjenama debljine između četiri mjerenja. U slučaju DT, GT i centralnog područja sve razlike u mjerenjima su statistički značajne, osim između mjerenja 30. i 90. dana. Kod DN područja nije uočena značajna razlika između prvog i drugog mjerenja, već je značajno zadebljanje uočeno kod trećeg mjerenja. U slučaju GN područja značajne razlike postoje između prvog i četvrtog mjerenja. Ako promatramo aritmetičke sredine, možemo vidjeti da u svim slučajevima, osim kod centralnog područja, dolazi do povećanja debljine između prvog i trećeg mjerenja, dok je četvrto mjerenje aritmetička sredina manja od one u trećem. Kod centralnog područja vidimo kontinuirano povećanje zadebljanja kroz sva mjerenja.

Tablica 5.10. Rezultati INL sloja

INL sloj		DT	DN	GT	GN	CMT
Mjerenje	N	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD
Predoperativno	102	32,43 $\pm$ 2,673	28,90 $\pm$ 2,406	31,91 $\pm$ 2,710	27,76 $\pm$ 2,751	37,60 $\pm$ 3,685
7 dana	102	32,03 $\pm$ 2,472	28,63 $\pm$ 2,053	32,00 $\pm$ 2,797	27,83 $\pm$ 2,861	38,02 $\pm$ 3,744
30 dana	102	32,66 $\pm$ 2,752	29,03 $\pm$ 2,318	32,63 $\pm$ 2,650	28,32 $\pm$ 2,643	39,02 $\pm$ 3,946
90 dana	102	32,38 $\pm$ 2,487	28,92 $\pm$ 2,225	32,51 $\pm$ 2,642	27,99 $\pm$ 2,604	38,48 $\pm$ 3,886

Deskriptivna statistika INL sloja vidljiva je u Tablici 5.10. Rezultat INL sloja DT $F(3,99)=3,875$, $p<0,05$; DN $F(3,99)=2,832$, $p<0,05$; GT $F(3,99)=5,743$, $p<0,05$; GN $F(3,99)=3,047$, $p<0,05$ i centralnog područja $F(3,99)=11,472$, $p<0,05$ svi potvrđuju statistički značajne razlike u promjenama debljine između četiri mjerenja. Međutim, treba primijetiti, iako značajne, promjene u ovom sloju su u odnosu na sve do sada objašnjene, najmanje. U svim slučajevima, osim kod centralnog područja, nema statistički značajne razlike između prvog i četvrtog mjerenja, što nam govori da razlike između predoperativnog stanja i nakon 90 dana nema. Ako pogledamo aritmetičke sredine vidimo da kod DT i DN područja prvo dolazi do pada zadebljanja da bi tek u trećem mjerenju bilo vidljivo povećanje, koje opet u četvrtom mjerenju opada. U ostala tri područja vidimo isti trend kao i u prijašnjim slojevima, a to je da vrijednosti rastu do trećeg mjerenja, a onda u četvrtom opadaju u odnosu na treće mjerenje.

Tablica 5.11. Rezultati OPL sloja

OPL sloj		DT	DN	GT	GN	CMT
Mjerenje	N	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD
Predoperativno	102	26,81 $\pm$ 2,157	27,99 $\pm$ 2,921	26,37 $\pm$ 2,176	26,57 $\pm$ 2,631	33,40 $\pm$ 5,296
7 dana	102	26,20 $\pm$ 1,469	27,80 $\pm$ 2,480	25,90 $\pm$ 1,486	27,00 $\pm$ 2,681	32,57 $\pm$ 4,795
30 dana	102	26,29 $\pm$ 1,582	27,61 $\pm$ 2,177	26,20 $\pm$ 1,742	26,94 $\pm$ 2,566	31,93 $\pm$ 4,776
90 dana	102	26,06 $\pm$ 1,426	27,54 $\pm$ 2,278	25,79 $\pm$ 1,393	26,58 $\pm$ 2,311	31,71 $\pm$ 4,579

Deskriptivna statistika OPL sloja vidljiva je u Tablici 5.11. Rezultat OPL sloja DT $F(3,99)=9,093$, $p<0,05$; DN $F(3,99)=1,697$, $p>0,05$; GT $F(3,99)=6,424$, $p<0,05$; GN $F(3,99)=2,641$, $p>0,05$ i centralnog područja $F(3,99)=8,405$, $p<0,05$ pokazuju postojanje statistički značajne razlike za DT, GT i centralno područje, dok za DN i GN područje nema statistički značajne razlike. Kod DT područja vidimo značajnu razliku između prvog i ostalih mjerenja. Kod GT područja postoje značajne razlike između prvog i drugog mjerenja, prvog i četvrtog te između trećeg i četvrtog mjerenja. Kod centralnog područja postoji razlika između prvog i trećeg i četvrtog mjerenja. Ako pogledamo aritmetičke sredine u ovom sloju vidimo smanjenje zadebljanja kao posljedicu primjene UZV energije u svim područjima sloja. Zaključno, ovo je prvi sloj koji smo do sada susreli u kojemu primjećujemo izostanak utjecaja UZV energije na dva nazalna područja sloja, kao i opći trend opadanja zadebljanja.

Tablica 5.12. Rezultati ONL sloja

ONL sloj		DT	DN	GT	GN	CMT
Mjerenje	N	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD
Predoperativno	102	50,61 $\pm$ 6,616	49,31 $\pm$ 7,437	55,33 $\pm$ 6,100	56,66 $\pm$ 6,960	77,15 $\pm$ 9,484
7 dana	102	52,25 $\pm$ 5,565	49,61 $\pm$ 6,406	57,36 $\pm$ 5,739	57,35 $\pm$ 6,160	78,79 $\pm$ 9,460
30 dana	102	54,26 $\pm$ 5,881	51,74 $\pm$ 6,797	59,32 $\pm$ 6,059	59,11 $\pm$ 6,692	82,40 $\pm$ 9,812
90 dana	102	53,90 $\pm$ 6,378	51,14 $\pm$ 6,983	59,23 $\pm$ 6,137	58,76 $\pm$ 6,720	83,39 $\pm$ 10,276

Deskriptivna statistika ONL sloja vidljiva je u Tablici 5.12. Rezultat ONL sloja donjeg temporalnog $F(3,99)=33,588$, $p<0,05$; donjeg nazalnog $F(3,99)=16,670$, $p<0,05$; gornjeg temporalnog $F(3,99)=61,676$, $p<0,05$; gornjeg nazalnog $F(3,99)=22,470$, $p<0,05$ i centralnog područja $F(3,99)=71,524$, $p<0,05$ svi potvrđuju statistički značajne razlike u promjenama debljine između četiri mjerenja. Kod DT, GT i centralnog područja imamo statističke razlike između svih mjerenja osim onoga 30. i 90. dana. Kod DN i GN područja značajna je razlika vidljiva tek između prvog i trećeg mjerenja, a razlike nema između trećeg i četvrtog mjerenja. Ako pogledamo aritmetičke sredine vidimo da kod svih područja osim centralnog imamo isti trend povećanja vrijednosti od prvog do trećeg mjerenja, a onda je četvrto manje u odnosu na treće. Jedino kod centralnog područja postoji kontinuirani porast od prvog do četvrtog mjerenja.

Tablica 5.13. Rezultati RPE sloja

RPE sloj		DT	DN	GT	GN	CMT
Mjerenje	N	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD
Predoperativno	102	12,90 $\pm$ 1,183	12,94 $\pm$ 1,162	13,09 $\pm$ 1,028	13,61 $\pm$ 1,216	16,18 $\pm$ 1,499
7 dana	102	12,87 $\pm$ 1,101	12,85 $\pm$ 1,202	13,04 $\pm$ 1,019	13,40 $\pm$ 1,143	16,28 $\pm$ 1,807
30 dana	102	12,79 $\pm$ 1,114	12,80 $\pm$ 1,085	12,96 $\pm$ 0,990	13,31 $\pm$ 1,094	16,36 $\pm$ 1,619
90 dana	102	12,90 $\pm$ 1,727	12,74 $\pm$ 1,745	13,12 $\pm$ 1,697	13,39 $\pm$ 1,768	16,40 $\pm$ 2,396

Deskriptivna statistika RPE sloja vidljiva je u Tablici 5.13. Rezultat RPE sloja DT $F(3,99)=0,398$, $p>0,05$; DN $F(3,99)=1,159$, $p>0,05$; GT $F(3,99)=0,705$, $p>0,05$; GN $F(3,99)=2,160$, $p>0,05$ i centralnog područja $F(3,99)=0,593$, $p>0,05$ svi pokazuju kako u ovom sloju nije došlo do statistički značajne razlike.

Tablica 5.14. Rezultati unutarnjih retinalnih slojeva od ILM sloja do ELM sloja:

Unutarnji retinalni slojevi		DT	DN	GT	GN	CMT
Mjerenje	N	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD
Predoperativno	102	192,34 $\pm$ 10,601	229,45 $\pm$ 14,193	190,98 $\pm$ 9,402	228,99 $\pm$ 13,704	232,952 $\pm$ 15,454
7 dana	102	196,77 $\pm$ 11,351	234,68 $\pm$ 14,822	195,27 $\pm$ 10,147	233,74 $\pm$ 13,929	235,974 $\pm$ 15,959
30 dana	102	202,36 $\pm$ 13,993	239,98 $\pm$ 16,726	201,33 $\pm$ 13,139	239,69 $\pm$ 16,225	242,475 $\pm$ 18,051
90 dana	102	201,24 $\pm$ 13,951	238,19 $\pm$ 17,097	200,21 $\pm$ 13,032	237,78 $\pm$ 16,585	243,051 $\pm$ 18,209

Deskriptivna statistika unutarnjih retinalnih slojeva od ILM sloja do ELM sloja vidljiva je u Tablici 5.14. Rezultat vanjskih retinalnih slojeva DT $F(3,99)=113,195$, $p<0,05$; DN

$F(3,99)=68,356$, $p<0,05$; GT $F(3,99)=116,452$, $p<0,05$; GN $F(3,99)=86,695$, $p<0,05$ i centralnog područja $F(3,99)=75,000$, $p<0,05$ svi potvrđuju statistički značajne razlike u promjenama debljine između četiri mjerenja. U slučaju DT, GT i centralnog područja sve razlike u mjerenjima su statistički značajne, osim između mjerenja 30. i 90. dana. U slučaju DN i GN područja sve razlike u mjerenjima su statistički značajne. Ako promatramo aritmetičke sredine, možemo vidjeti da u svim slučajevima, osim kod centralnog područja, dolazi do povećanja debljine između prvog i trećeg mjerenja, dok je četvrto mjerenje aritmetička sredina manja od one u trećem. Jedino kod centralnog područja imamo kontinuirani rast debljine.

Tablica 5.15. Rezultati vanjskih retinalnih slojeva od ELM sloja do BM

Vanjski retinalni slojevi		DT	DN	GT	GN	CMT
Mjerenje	N	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD
Predoperativno	102	76,64 $\pm$ 2,803	76,74 $\pm$ 2,944	77,57 $\pm$ 3,148	78,35 $\pm$ 3,098	84,05 $\pm$ 3,458
7 dana	102	75,52 $\pm$ 2,763	75,61 $\pm$ 3,152	76,28 $\pm$ 2,900	77,10 $\pm$ 2,925	82,99 $\pm$ 3,737
30 dana	102	75,21 $\pm$ 2,661	75,31 $\pm$ 2,877	75,98 $\pm$ 2,925	76,68 $\pm$ 2,877	82,83 $\pm$ 3,546
90 dana	102	75,92 $\pm$ 2,566	75,85 $\pm$ 2,861	76,90 $\pm$ 2,629	77,44 $\pm$ 2,681	83,47 $\pm$ 3,591

Deskriptivna statistika vanjski retinalnih slojeva, tj. od ELM do BM vidljiva je u Tablici 5.15. Rezultat vanjskih retinalnih slojeva DT $F(3,99)=28,911$, $p<0,05$; DN $F(3,99)=32,926$, $p<0,05$; GT $F(3,99)=27,631$, $p<0,05$; GN $F(3,99)=28,261$, $p<0,05$ i centralnog područja $F(3,99)=10,561$, $p<0,05$ svi potvrđuju statistički značajne razlike u promjenama debljine između četiri mjerenja. Kod DT i DN te centralnog područja imamo značajnu razliku samo između prvog i četvrtog mjerenja, dakle nije bilo značajnog napretka između drugog i trećeg te trećeg i četvrtog mjerenja. Kod GT područja nema značajne razlike samo između drugog i trećeg mjerenja, a kod GN područja postoji značajna razlika između prvog i četvrtog, ali i trećeg i četverog mjerenja. Ako pogledamo aritmetičke sredine, imamo trend kao i kod OPL sloja gdje vidimo smanjenje zadebljanja kao posljedicu primjene UZV energije u svim područjima sloja.

Tablica 5.16. Rezultati CDR-a

Cjelokupna debljina retine		DT	DN	GT	GN	CMT
Mjerenje	N	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD	M (μm) $\pm$ SD
Predoperativno	102	269,50 $\pm$ 11,828	306,01 $\pm$ 15,060	269,18 $\pm$ 11,480	307,28 $\pm$ 14,496	316,69 $\pm$ 16,312
7 dana	102	272,44 $\pm$ 11,724	310,17 $\pm$ 15,636	271,72 $\pm$ 10,902	310,95 $\pm$ 14,476	318,88 $\pm$ 16,487
30 dana	102	277,69 $\pm$ 14,062	315,46 $\pm$ 16,876	277,38 $\pm$ 13,262	316,57 $\pm$ 16,254	325,13 $\pm$ 18,553
90 dana	102	277,26 $\pm$ 14,429	314,16 $\pm$ 17,559	277,24 $\pm$ 13,879	315,31 $\pm$ 17,208	326,37 $\pm$ 19,232

Deskriptivna statistika CDR vidljiva je u Tablici 5.16. Rezultat CDR DT $F(3,99)=76,904$, $p<0,05$; DN $F(3,99)=56,844$, $p<0,05$; GT $F(3,99)=76,238$, $p<0,05$; GN $F(3,99)=70,435$, $p<0,05$ i centralnog područja $F(3,99)=56,872$, $p<0,05$ svi potvrđuju statistički značajne razlike u promjenama debljine između četiri mjerenja. Kod svih područja imamo statistički značajne razlike između svih mjerenja, osim onoga 30. i 90. dana. Ako pogledamo aritmetičke sredine vidimo da kod svih područja osim centralnog imamo isti trend povećanja vrijednosti od prvog do trećeg mjerenja, a onda je četvrto manje u odnosu na treće. Jedino kod centralnog područja postoji kontinuirani porast od prvog do četvrtog mjerenja.

Temeljem uvida u dobivene rezultate, vidljivo je da su sve promjene debljine prikazanih područja po slojevima značajne, a najveća promjena debljine se primjećuje u centralnom području makule.

Kako bismo provjerili pretpostavku utjecaja položaja kirurga u odnosu na oko koje operira napravili smo t-test za zavisne uzorke za svako oko zasebno.

Hipoteza je bila kako će kod oba oka, relativno zadebljanje područja biti veće u centralnom makularnom te gornjem i donjem nazalnom području, s time da se očekuje kako će donje nazalno područje biti više zadebljano od gornjeg nazalnog područja. Dobiveni rezultati djelomično potvrđuju pretpostavku.

Tablica 5.17. Deskriptivna statistika i t-test desnog oka po promatranim područjima

Područje makule oka	Zadebljanje retine				P*
	M (μm) (SD)	Razlika	95 % raspon pouzdanosti		
			Od	Do	
DN	314,9 (18,00)	36,631	34,829	38,433	<0,001
DT	278,3 (14,23)				
DN	314,9 (18,00)	36,961	34,043	39,879	<0,001
GT	277,9 (14,43)				
DN	314,9 (18,00)	-0,568	-3,160	2,023	0,66
GN	315,5 (18,09)				
DN	314,9 (18,00)	-11,066	-15,551	-6,581	<0,001
CMT	326,0 (20,04)				
CMT	326,0 (20,04)	47,698	43,389	52,007	<0,001
DT	278,3 (14,23)				
CMT	326,0 (20,04)	48,028	44,240	51,805	<0,001
GT	277,9 (14,43)				
CMT	326,0 (20,04)	10,498	6,524	14,471	<0,001
GN	315,5 (18,09)				

Na temelju dobivenih aritmetičkih sredina promatranih područja vidimo kako je najveće zadebljanje u centralnom makularnom području, zatim slijedi gornje nazalno pa donje nazalno područje, čime je naša pretpostavka potvrđena. Međutim, temeljem usporedbe donjeg i gornjeg nazalnog područja zaključujemo kako ne postoji statistički značajna razlika i ne možemo tvrditi da je kod donjeg nazalnog područja veće zadebljanje. Ostali rezultati potvrđuju pretpostavku kako će navedena tri područja imati veće zadebljanje u odnosu na ostala područja. Najveća je razlika uočena između centralnog makularnog područja i gornjeg te donjeg temporalnog područja. Zatim slijede razlike između donjeg nazalnog i gornjeg te donjeg temporalnog područja. Nešto manje, ali i dalje značajne razlike su između centralnog makularnog te donjeg i gornjeg nazalnog područja.

Tablica 5.18. Deskriptivna statistika i t-test lijevog oka po promatranim područjima

Područje makule oka	Zadebljanje retine				P*
	M (μm) (SD)	Razlika	95% raspon pouzdanosti		
			Od	Do	
DT	275,9 (14,72)	-37,240	-39,500	-4,979	<0,001
DN	313,1 (17,13)				
DT	275,9 (14,72)	-0,360	-2,178	1,458	<0,001
GT	276,2 (13,24)				
DT	275,9 (14,72)	-39,131	-42,221	-36,041	<0,001
GN	315,0 (16,21)				
DT	275,9 (14,72)	-50,897	-54,507	-47,288	<0,001
CMT	326,83 (18,37)				
CMT	326,83 (18,37)	50,537	46,800	54,274	<0,001
GT	276,2 (13,24)				
CMT	326,83 (18,37)	11,766	8,247	15,285	<0,001
GN	315,0 (16,21)				
CMT	326,83 (18,37)	13,657	10,202	17,112	<0,001
DN	313,1 (17,13)				

Na temelju dobivenih aritmetičkih sredina promatranih područja vidimo kako je najveće zadebljanje u centralnom makularnom području, zatim slijedi gornje i donje nazalno područje. Kao i kod desnog oka, centralno makularno područje ima značajno veće zadebljanje u odnosu na sva ostala područja. Najveća razlika je između centralnog makularnog i donjeg i gornjeg temporalnog područja. Slijede razlike između donjeg temporalnog i gornjeg te donjeg nazalnog područja. Nešto manje, ali i dalje značajne razlike su između centralnog makularnog te donjeg i gornjeg nazalnog područja.

6. RASPRAVA

S ciljem ispitivanja količine utrošene UZV energije prilikom operacije sive mreže UZV metodom te utvrđivanja promjena debljine pojedinih intraretinalnih slojeva u pet definiranih područja makule sa svrhom kako bi se upotpunio uvid i utvrdio međuodnos između količine utrošene UZV energije i promjene debljine neurosenzorne retine u makuli po definiranim područjima, proveli smo ovo istraživanje čiji su rezultati slični te odgovarajući rezultatima koji su dobivali strani istraživači.

S obzirom na to da se pratila promjena u debljini određenih slojeva retine, podaci se nisu u potpunosti mogli uspoređivati s do sada objavljenim radovima, jer koliko je poznato i javno dostupno, dosadašnji radovi su promatrali promjenu debljine cjelokupne retine, ali ne i pojedinih slojeva. Stoga se usporedba radila s vrijednostima CDR-a koje su dobivene ovim istraživanjem te vrijednostima CDR-a u dosadašnjim istraživanjima. Također, s obzirom na to da su proučavana područja makule definirana kao na Slici 3., odabrano područje CMT-a na PPAA prikazu obuhvaća šire područje negoli unutarnji krug ETDRS prikaza koji se koristio u dosada provedenim istraživanjima za određivanje debljine CMT-a. Očekivano su stoga i prosječne vrijednosti dobivene CMT-a na PPAA prikazu veće negoli standardne očekivane vrijednosti CMT-a na ETDRS prikazu.

Kao što je ranije navedeno, guste katarakte često zahtijevaju više energije za njihovo uklanjanje, što ima potencijalne implikacije ujedno i na prednji segment oka; gubitak endotelne stanice rožnice. Količina raspršenog CDE-a, odnosno PT ovisit će o različitim parametrima, uključujući gustoću leće, tehniku fragmentacije i iskustvo kirurga. Smanjenje energetske izdataka tijekom FE-fragmentacije i emulzifikacije jedna je od glavnih briga kirurga tijekom operacije katarakte.

Veliki broj do sada objavljenih znanstvenih radova potvrđuje korelaciju, viši broj CDE, odnosno PT povezan je s povećanim oštećenjem svih intraokularnih struktura, posebice endotela rožnice (46)

Dosadašnja istraživanja su također provedena i na više različitih uređaja. Tako su Bambo, Garcia - Martin, Otin i skupina autora odlučili usporediti vrijednosti mjesec dana prije operacije i mjesec dana nakon provedene operacije na dva uređaja – Cirrus OCT i Spectralis OCT (47), a također su se na isti postupak odlučili i Garcia - Martin, Rodriguez - Mena, Dolza te skupina autora koji su još dodatno promatrali i debljinu RNFL sloja (32). Iako prilikom provođenja svojih istraživanja, navedeni autori nisu uočili promjene na makularnoj debljini mjerenoj pomoću Spectralis OCT uređaja koji smo i mi u našem istraživanju koristili,

prilikom korištenja Cirrus OCT-a dolaze do drugačijih spoznaja. U istraživanju koje su proveli Bambo, Garcia - Martin, Otin i skupina autora uočeno je da svi parametri u makuli postaju statistički značajno zadebljani mjesec dana nakon provedene operacije. Najveću razliku uočavaju u promjeni debljine foveje koja je 60 μm deblja nakon provođenja operativnog zahvata uz $p=0,006$ (47). Ukoliko se promotri istraživanje Garcia - Martin, Rodriguez - Mena, Dolza te skupine autora, također dolazimo do spoznaje da su se svi parametri u makuli značajno zadebljali te se najveća razlika pronalazi u predjelu donje unutarnje debljine koja je porasla za 11,8 μm u odnosu na preoperativnu vrijednost ($p=0,004$). (32). Kada usporedimo njihove rezultate s našim rezultatima dobivenim pomoću Spectralis OCT uređaja, uočavamo da se i u našim rezultatima pronalaze statistički značajne korelacije za četiri od deset slojeva centralnog područja, ali znakovito je da su se i kod nas najveće razlike pokazale u slojevima unutarnje debljine retine. Temeljem Pearsonovog koeficijenta korelacije, statistički značajne vrijednosti pronalazimo u području centralnog makularnog zadebljanja na razini RNFL, GCL, IPL, ELM ($p<0,05$). Sve korelacije u našem istraživanju se mogu svrstati u kategoriju u malih i negativnih, a što nam u kontekstu odnosa govori o postojanju povezanosti između veće količine utrošene ultrazvučne energije i smanjenja debljine promatranog sloja i područja. Štoviše, navedeno se može poduprijeti razmišljanjem zbog blizine navedenih slojeva površini unutarnje retine, tj. slojevi bliže površini retine su time i bliže UZV valovima prilikom provođenja FE-a te su time ti unutarnji slojevi retini i bili više izloženi efektu isporučene i raspršene UZV energije. Sukladno navedenom, unutarnji su slojevi retine ujedno i jače odreagirali, a što je vidljivo iz dosadašnjih statističkih rezultata koje tumačim u nastavku, za razliku od dubljih slojeva retine koji su udaljeniji te time i manje izloženi efektu raspršene UZV energije.

Osim toga, navedeno bi se moglo sagledati i na način da su duboki slojevi retine skloniji brže i učinkovitije reagirati na patološke čimbenike, poput upale, traume, stresa ili sl. za razliku od površinskih slojeva kod kojih je odgovor značajno tromiji i prolongiraniji. Smatra se da su duboki slojevi retine iznimno dobro prokrvljeni, a time se u dubokim slojevima adekvatno odstranjuju nakupljene patološke čestice, a sve zahvaljujući aktivnosti dubokog venskog kompleksa i žilnice. Žilnica se nalazi između bjeloočnice i retine, a može se podijeliti na nekoliko slojeva. Promatrajući od vanjskog sloja prema unutarnjem sloju, žilnica se sastoji od sljedećih slojeva: suprakoroideja, sloj velikih krvnih žila i sloj srednje velikih krvnih žila te koriokapilaris (48). Krvne žile koriokapilarisa mogu se prikazati kao vrlo gusta mreža krvnih žila te ih se opisuje kao žile velikog promjera s višestrukim otvorima, a što ih čini visoko propusnima za proteine i nekoliko makromolekula, ali jednako tako i za otplavlivanje

otpadnih tvari (48). Žilnica se smatra metabolički i krvožilno najaktivnijim tkivom u ljudskom organizmu te time osigurava dopremu kisika i hranjivih tvari dubokim slojevima retine mehanizmom autoregulacije. Uz navedeno, žilnica ima i sposobnost termoregulacije, na način da rasipa toplinu, odnosno hladi fotoreceptore koji proizvode prekomjernu toplinu tijekom obrade svjetlosnog signala (49,50), modulira IOT putem vazomotorne kontrole protoka krvi te se promjenom debljine žilnice dovodi i do promjene u položaju mrežnice, u svrhu modulacije refraktivnog stanja oka (51).

U našoj studiji, ako promatramo aritmetičke sredine, možemo vidjeti da je u svim slučajevima došlo do povećanja debljine između predoperativnog mjerenja i tridesetog dana nakon operacije. Navedeno odgovara i istraživanju koje su proveli Celik, Cakir, Turkoglu i suradnici. Tijekom provedenog istraživanja uočavaju statistički značajnu promjenu promatrajući debljinu sloja ganglijskih stanica koje su predoperativno imale prosječnu debljinu $85,0 \pm 4,4 \mu\text{m}$ te je postoperativno došlo do zadebljanja na vrijednost od $89,2 \pm 5,3 \mu\text{m}$ ($p=0,001$). Jednako tako potvrdili su i na srednjoj vrijednosti CMT-a koja je preoperativno imala vrijednost od $247,9 \pm 17,6 \mu\text{m}$ te se postoperativno bilježi statistički značajno zadebljanje na vrijednost od $249,0 \pm 17,8 \mu\text{m}$ ($p=0,029$). Također su i na prosječnoj debljini RNFL sloja bilježili statistički značajno zadebljanje s vrijednosti $97,4 \pm 5,4 \mu\text{m}$ prije operacije, na vrijednost od $101,7 \pm 5,6 \mu\text{m}$ poslije operacije ($p=0,001$) (52). Navedene vrijednosti idu u prilog našoj hipotezi i rezultatima.

Statistički značajni trend rasta CMT sektora kroz sva mjerenja mogao bi se tumačiti samom građom foveole, odnosno centralnog dijela makule, koji uključuje i avaskularni dio, tj. tzv. fovealna avaskularna zona (FAZ). Oko FAZ-a nalazi se bogata mreža kapilara iz dubokog spleta krvnih žila, pravilne raspodjele s malim i složenim međusobnim vezama fino retikularnog oblika koji svojim izgledom podsjećaju na mrežicu (53). Gusti prsten kapilara oko FAZ zone djeluje poput zaštitnog zida te nakon utjecaja raspršene UZV energije tijekom postupka FE-a, kao i posljedičnog oslobađanja medijatora upale, dolazi do sloma krvno-retinalne barijere uokolo. Slijedom navedenog, dolazi do jakog edema navedenog područja, u svim mrežničnim slojevima. Međutim, zbog ovakve građe, otežano je otplavlivanje upalnih medijatora iz navedenog područja pa se u njemu dulje zadržavaju medijatori upale, a time i edematozno izmijenjena mrežnica.

Prema našim učinjenim mjerenjima također se prati porast zadebljanja centralnog retinalnog područja prema PPAA prikazu. U odnosu na preoperativno izmjerene vrijednosti, $316,69 \pm$

16,312 μm , nakon tjedan dana mjere se vrijednosti debljine od $318,88 \pm 16,487 \mu\text{m}$, nakon mjesec dana mjeri se $325,13 \pm 18,553 \mu\text{m}$, dok je nakon tri mjeseca i dalje ostala povećana vrijednost $326,37 \pm 19,232 \mu\text{m}$. Također se u istraživanju provedenom od Anastasilakis, Mourgela, Symeonidis i suradnika prati povećanje centralne fovealne debljine nakon jednog mjeseca i nakon tri mjeseca, u odnosu na izmjerene preoperativne vrijednosti. Preoperativna debljina retine u predjelu foveje u njihovom istraživanju iznosila je $251,51 \pm 20,2 \mu\text{m}$, dok je nakon mjesec dana postoperativno iznosila $257,00 \pm 22,3 \mu\text{m}$, a nakon tri mjeseca od operativnog zahvata $255,92 \pm 21,6 \mu\text{m}$. U našem je istraživanju nakon tri mjeseca od operacije vrijednost debljine retine i dalje bila veća negoli nakon mjesec dana postoperativno, a u navedenom istraživanju ta se vrijednosti nakon tri mjeseca ipak smanjila. Prema do sada dostupnoj literaturi, centralni makularni edem (CME) se postoperativno najčešće javlja zbog određene traume uzrokovane kirurškim postupkom, tj. ukoliko bi se pokušalo smanjiti učestalost intraoperativnih komplikacija te se smanjila količina utrošene FE energije, posljedično bi i incidencija CME bila manja. S obzirom na to da se smatra da upalni čimbenici doprinose povećanju propusnosti makularne krvno - retinalne barijere, a što u konačnici i dovodi do CME-a, s nakupljanjem tekućine u izvanstaničnim prostorima, korištenjem tehnika u kirurgiji koje smanjuju količinu otpuštene UZV energije tijekom FE mogle bi rezultirati smanjenim rizikom za razvoj CME-a (54).

U istraživanju koje su proveli Kusbeci, Eryigit, Yavas i suradnici također se prate kretanja u zadebljanju CMT-a kao i u našem istraživanju. Prosječna preoperativna CMT bila je $255,68 \pm 23,04 \mu\text{m}$. Postoperativno je CMT nakon tjedan dana bila $263,51 \pm 25,64 \mu\text{m}$, nakon mjesec dana $265,52 \pm 24,27 \mu\text{m}$, nakon tri mjeseca $268,52 \pm 40,14 \mu\text{m}$ te su pratili i vrijednosti nakon šest mjeseci, a koje su iznosile $262,71 \pm 27,58 \mu\text{m}$. Prilikom svakog mjerenja porast CMT-a bio je statistički značajan ($p=0,043$). Najznačajniji porast CMT-a zabilježen je nakon tri mjeseca, što odgovara i našim mjerenjima ($p=0,028$). Temeljem provedenog istraživanja, smatra se da, nakon nekomplikirane operacije mrežne FE-om, povećanje u debljini makule mjereno OCT-om započinje u prvom postoperativnom tjednu i nastavlja se do šest mjeseci nakon operacije. Iz dosadašnjih istraživanja, vidljivo je da se porast makularnog zadebljanja prvotno pojavljuje u perifovealnoj zoni, dok se potom širi i prema foveji. Pokazali su da su mjesta curenja prije svega perifovealne vaskularne strukture, a tek potom u predjelu foveje. U istraživanju se pokazalo da je vrhunac zadebljanja CMT-a bio postoperativno nakon tri mjeseca od operacije. Stopa incidencije kliničkog CME tri mjeseca postoperativno iznosio je 1,1 % (55).

Pašova i Skorkovska su, provodeći svoje istraživanje, uspoređivali promjene u debljini makule i RNFL-a tjedan dana prije operacije mrene te mjesec dana i šest mjeseci nakon provedene operacije. Pacijente su pratili na OCT uređaju Optovue Model RT 100. Naposljetku su zamijetili da dolazi do značajnog zadebljanja u debljini retine s najvišim zadebljanjem mjesec dana od operativnog zahvata te konačnim povratkom na normalnu debljinu šest mjeseci postoperativno (4). Navedeno također potvrđuje i istraživanje koje su proveli Lohani, Titiyal i Mehrotra u kojem promatraju devet područja makule postoperativno te uočavaju da je zabilježeno povećanje statistički značajno ($p < 0,001$) te uz navedeno bilježe značajno subkliničko povećanje u makularnom zadebljanju postoperativno u razdoblju prvog, četvrtog i osmog tjedna (x). S druge strane Abd El-Mawgoud, Arfeen, El-Gendy i suradnici nisu naišli na postoperativnu statistički značajnu promjenu u debljini makule (preoperativno: $220,8 \pm 40,845 \mu\text{m}$, postoperativno: $208,43 \pm 46,3 \mu\text{m}$; $p = 0,065$) (16). U usporedbi s našim istraživanjem, nakon deskriptivne analize RNFL-a, svi segmenti (CMT, GT, GN, DT, DN) potvrđuju statistički značajne razlike u promjenama debljine između četiri mjerenja. U slučaju DT, GT, GN i centralnog područja sve razlike u mjerenjima su statistički značajne, osim između mjerenja tridesetog i devedesetog dana. U slučaju DN područja postoji značajna razlika između prvog i svih ostalih; drugog i trećeg mjerenja, međutim nema statistički značajne razlike između četvrtog i drugog i trećeg mjerenja. Možemo zaključiti da u ovom slučaju nije došlo do značajnijeg zadebljanja nakon drugog mjerenja. Ipak, ono što se može iz podataka iščitati jest da, čak tri mjeseca nakon provedenog operativnog zahvata, ne dolazi do povratka debljine RNFL sloja na preoperativnu vrijednost. Za razliku od istraživanja koje su Hengerer, Müller, Dick i suradnici proveli u kojem je zabilježeno da je, tri mjeseca postoperativno, debljina retine bila poput razdoblja prije provođenja operacije (56). Navedeno potvrđuje i istraživanje Zhao, Wen Jiang i suradnika koji su uočili da je postoperativno cjelokupna debljina retine u foveji, kao i u parafovealnom području, statistički značajno povećala ($p < 0,05$) te je navedena promjena uglavnom bila ograničena na unutarnji sloj retine. Osim toga, zabilježili su i da se mjesec dana i tri mjeseca nakon operacije unutarnja debljina retine u ova tri područja također statistički značajno povećala ($p < 0,0001$) (6). Odgovarajuće promjene pronalazimo i istraživanju Abdellatifa i Ebeid koji su ustanovili da je prosječna debljina u području foveje preoperativno bila $212,39 \pm 13,82 \mu\text{m}$. Mjerenja su ponovili prvi tjedan postoperativno te zabilježili vrijednost debljine u foveji od $216,00 \pm 13,11 \mu\text{m}$, uz zabilježeni porast i mjesec dana nakon operacije $226,44 \pm 11,06 \mu\text{m}$, kao i nakon tri mjeseca $222,59 \pm 11,10 \mu\text{m}$. Statistički značajno povećanje bilježi se postoperativno nakon mjesec dana te nakon tri mjeseca ($p = 0,000$), dok se zadebljanje foveje zabilježeno tjedan dana nakon

operacije nije pokazalo statistički značajnim ($p=0,094$) (25). Statistički značajan porast je nađen u prvom i trećem mjesecu, u odnosu na preoperativne vrijednosti debljine u foveji, a što odgovara i našem istraživanju. Time se jasno uviđa da je u razdoblju od tri mjeseca nakon operacije povećanje debljine retine i dalje održano, a to bilježe i Liu, Liu, Yu i suradnici u svom istraživanju sa značajnosti $p<0,05$; uz zabilježenu jaču reakciju u zadebljanju unutarnjih retinalnih slojeva ($p<0,01$) u usporedbi s vanjskim retinalnim slojevima (5).

Gharbiya, Cruciani, Cuozzo i suradnici također uočavaju da, unatoč statistički značajnom smanjenju debljine retine prvog postoperativnog dana ($p<0,05$), od prvog tjedna nadalje dolazi do progresivnog i statistički značajnog povećanja debljine retine u vanjskom području makule (3 mm i 6 mm) s najvećim vrijednostima debljine retine zabilježenim nakon jednog mjeseca od operacije ($p<0,0001$). Osim toga, zabilježili su i da je debljina retine vanjskog makularnog područja operiranih očiju šest mjeseci nakon operacije i dalje bila je još uvijek statistički značajno povećana ($p<0,0001$), dok nije bilo značajne razlike u debljini retine središnje foveje ($p>0,05$) (2). Slično je bilo navedeno i u rezultatima istraživanja Savarkar, Usha, Taank i suradnika koji su zamijetili da nije bilo statistički značajne razlike u debljini preoperativne i postoperativne retine (preoperativno: $212,78 \pm 17,83 \mu\text{m}$, postoperativno: $213,56 \pm 24,24 \mu\text{m}$, $p \leq 0,72$). Ipak kad su uspoređivali postoji li statistički značajna razlika u debljini preoperativno s postoperativnim vrijednostima šest tjedana nakon operacije mrežnice FE-om, uočili su statistički značajnu razliku u gornjem temporalnom dijelu ($p \leq 0,03$) (21).

S druge strane, u istraživanju koje su proveli El-Sayed El-Ymany Abo Karemh, Ezzat Khallaf i El-Din Abd El-Monem Ziada, pokazano je da nije došlo do postoperativnog zadebljanja makularnog područja u razdoblju od četiri do šest tjedana poslije učinjene operacije mrežnice FE-om (57). Također, prema istraživanju provedenom od Zhou, Zhou, Wang i skupine autora, dolazi do smanjenja prosječne vrijednosti debljine retinalnih slojeva, no bez statističke značajnosti, a također je isti uzorak smanjenja vidljiv i na volumenu i debljini pojedinih retinalnih slojeva prvog postoperativnog dana (17). U usporedbi s našim istraživanjem, možemo uočiti također da mjestimično dolazi i do smanjenja debljine retinalnih slojeva, ponegdje i statistički značajne. Navedeno se najčešće zamjećuje mjesec dana nakon provedene operacije, što odgovara dosadašnjim istraživanjima. Za razliku od navedenog, istraživanje Pardianta, Moeloeka, Revenyija i suradnika, pokazuje da nema statistički značajnog povećanja u makularnoj debljini, tj. došlo je do povećanja CMT-a (preoperativno: $214,07 \pm 59,95 \mu\text{m}$, postoperativno: $236,67 \pm 63,67 \mu\text{m}$; $p=0,068$), ali također ukazuje da je došlo do statistički značajnih promjena na razini debljine svih kvadranta, osim donjeg sektora (preoperativno: $275,00 \pm 62$, $288,33 \pm 63,00 \mu\text{m}$; $p=0,388$), dok se je debljina u

paracentralnom području značajno povećala (gornji: preoperativno $269,93 \pm 64,13 \mu\text{m}$, postoperativno $303,85 \pm 40,81 \mu\text{m}$, $p=0,015$; temporalno: preoperativno $238,26 \pm 83,95 \mu\text{m}$, postoperativno $291,11 \pm 42,12 \mu\text{m}$, $p=0,001$; nazalno: preoperativno $277,96 \pm 53,61 \mu\text{m}$, postoperativno $303,96 \pm 32,87 \mu\text{m}$; $p=0,023$) te se u ovom potonjem može uočiti sličnost s našim rezultatima (3).

Dok su u istraživanju Prakasam, Röhlig, Fischer i suradnici zamijetili nepravilna područja značajnog stanjenja u fovealnom dijelu zajedno sa sva četiri ETDRS područja unutarnjeg prstena makule, jednako su tako detektirali i stanjenje u inferiorno - nazalnim vanjskim regijama makule, s naznakom da je RNFL sloj pokazao kontinuirana područja značajnog stanjivanja u unutarnjem i vanjskom prstenu makule s većim opsegom prema nazalnom kvadrantu. Ostali slojevi retine (GCL, IPL i INL) nisu pokazali statistički značajne promjene (20). Za razliku od posljednja dva navedena istraživanja, naše istraživanje ukazuje na značajne korelacije primijećene u RNFL centralnom području, GCL centralnom području, IPL gornjem temporalnom, gornjem nazalnom i centralnom području, ELM centralnom području te CDR gornjem temporalnom i gornjem nazalnom području, čime djelomično i možemo potvrditi našu hipotezu jer rezultati pokazuju statistički značajne korelacije za četiri od deset slojeva centralnog područja i u dva od deset slojeva gornjeg temporalnog i gornjeg nazalnog područja ($p<0,05$). Kod ostalih slojeva i područja ne postoji statistička povezanost. Ipak kad promatramo istraživanje Yang, Cheng, Lee i suradnike koji su proučavali slučajeve u kojima nakon FE-a nastane klinički značajan edem makule (CSME) te debljinu CSME nakon FE-a, prosječna debljina foveole je bila $255,6 \pm 138,9 \mu\text{m}$ u očima s CSME, dok je u očima bez CSME-a bila $174,6 \pm 38,2 \mu\text{m}$ ($p=0,051$). Razlika je bila statistički značajna u tri prstena inferiornog kvadranta u kojima je $p<0,01$ te u području unutarnjih prstenova gornjeg kvadranta (58).

Vezano uz CDR te izdvojeni IPL sloj, a kod kojih se uočava statistički značajno zadebljanje u gornjim nazalnim i gornjim temporalnim sektorima, djelomično se navedene promjene u spomenutim sektorima mogu objasniti na način da su isti bili najizloženiji efektu raspršene UZV energije tijekom FE-skog postupka. Ipak, svakako treba uzeti u obzir da je kirurg dešnjak, koji uvijek izvodi operativni zahvat držeći sondu za FE u desnoj ruci, odnosno formira glavnu (ulaznu) rožničnu inciziju uvijek na strmoj osovini rožnice, bez obzira koje se pacijentovo oko operira. Sukladno navedenom, položaj sonde za FE može varirati na superotemporalnom dijelu u otprilike 180 stupnjeva za svako pojedinačno oko. Uobičajeno bi

vrh sonde za FE bio usmjeren i prema temporalnim, ali i prema nazalnim kvadrantima. CDE također nije nužno bila usmjerena samo prema donjim nego i prema gornjim kvadrantima.

Nagy, Ecsedy, Kovacs i suradnici ispitali su kako se manifestira uporaba FLACS-a i uobičajene FE na pojavu edema makule. Uočili su da se statistički značajne razlike pojavljuju na razini vanjskoj nuklearnog sloja u unutarnjem i vanjskom makularnom prstenu (28). U usporedbi s našim istraživanjem, gdje smo opservirajući spomenuti vanjski nuklearni sloj i pripadajuće aritmetičke sredine, uvidjeli da kod svih područja, osim centralnog, imamo isti trend povećanja vrijednosti od prvog do trećeg mjerenja, a onda je četvrto manje u odnosu na treće. Jedino se kod centralnog područja prati kontinuirani porast od prvog do četvrtog provedenog mjerenja (58).

Povrh toga, u sljedećim znanstvenim radovima su istraživali jesu li promjene intraretinalnih slojeva rani dijagnostički pokazatelj Parkinsonove bolesti (PB). U rezultatima su utvrdili da je ispitivana skupina pacijenata s PB-om imala značajno niži prosjek RNFL-a, CMT-a i CDR-a u zadanom vremenskom razdoblju, za razliku od kontrolne skupine koja je bila sastavljena od zdravih pojedinaca. Štoviše, slojevi GCL, IPL i ONL bili su tanji u bolesnika s PB-om, a i značajno su se smanjivali kako je stadij bolesti napredovao. Nadalje debljina makularnog IPL-a u GN kvadrantu imala je najbolju dijagnostičku učinkovitost u bolesnika s PB-om te je detektirano da su se promjene u GCL-u i IPL-u dogodile tijekom rane faze PB-a, tj. navedene promjene bi mogle biti rani dijagnostički pokazatelj za PB (59).

U znanstvenom radu koji se bavi gaukomskim pacijentima istraživane su i dokazane promjene identičnih intraretinalnih slojeva, kao i u prethodno citiranom radu, no u ovom radu su značajnije promjene registrirane uglavnom u gornjim sektorima (60).

Osim dosada navedenih, navodimo i znanstveni rad koji je pratio promjene u debljini korioretine u tijeku intenzivne fizičke aktivnosti u zdravih, mlađih pojedinaca - profesionalnih sportaša i amatera. Po dovršetku istraživanja, uviđa se da ne postoji stvarna korelacija između spomenute intenzivne fizičke aktivnosti i koriretinalnih promjena, osim indikativno za slojeve GCL i IPL, s naglaskom na razdoblje od pet minuta nakon fizičke aktivnosti. Budući da slojevi GCL-a i IPL-a sadržavaju unutarnji pleksus retinalnih kapilara, to bi s jedne strane ukazivalo na moguću uključenost akutnog stresa u promjene unutarnje retine, dok bi drugi mehanizam mogao djelomično biti mehanička kompresija ovog relativno „debelog“ sloja na perifovealnoj retini obilnim tijelima ganglijskih stanica (61). Slijedom navedenog, uviđaju se

najranije i najintenzivnije promjene u slojevima GCL-a i IPL-a, što govori u prilog tome da bi se navedeni slojevima mogli smatrati ranim indikatorom promjena u unutarnjoj retini.

Temeljem provedenog istraživanja pokazali smo da dolazi do promjena u debljini retinalnih slojeva, iza koje smatram da je u pozadini, zasada još uvijek, nedovoljno razjašnjena, kombinacija vaskularnih i mehaničkih promjena. Međutim, potrebno je u budućim istraživanjima povećati broj ispitanika, ali i duljinu trajanja praćenja te provođenje istih pomoću novih standardiziranih OCT algoritama kako bi se stekao ispravan uvid o postojanju promjene debljine neurosenzorne retine u pet područja makule nakon operacije sive mrežnice UZV metodom FE ovisno o utrošenoj količini UZV energije, kao i provesti istraživanje na očima koje su operirali različiti kirurzi kako bismo dobili konkretniji uvid utječe li ruka i položaj sonde za FE u ruci kirurga na lokalizaciju promjena makularnog područja.

Dodatna ograničenja koja bismo naveli su: lošija kvaliteta OCT snimka kroz gustu mrežnicu, ali i kvaliteta suznog filma, linije koje određuju debljinu na OCT snimku nisu uvijek ispravno automatski povučene, već ih je potrebno ponekad ručno korigirati. Također, različiti položaj držanja sonde za FE koji ovisi o navikama kirurga prilikom operacije, različita ruka kojom kirurg drži sondu, različita lokacija pristupa oku u ovisnosti o odluci kirurga (npr. pristup oku sondom za FE s položaja od gore ili pak sa temporalne strane ovisno o lokaciji strme osovine astigmatizma - gledano iz položaja kirurga iznad glave pacijenta). Osim toga, kao dodatna ograničenja se navodi i nesigurnost u očitavanju vrijednosti s uređaja za FE, raznolika duljina trajanja operacije, kao i količina protoka tekućine tijekom FE. Dakako produljenjem trajanja operacije i korištenjem veće UZV energije, očekuje se i izraženiji upalni odgovor oka te je neizostavno za spomenuti i ulogu upotrebe NSAID-a u preoperativnoj, ali i postoperativnoj terapiji. Svi navedeni čimbenici u nekom obimu imaju utjecaj na konačne rezultate ovog istraživanja, a što bi svakako trebalo detaljnije analizirati u nekim sljedećim istraživanjima na većem uzorku.

7. ZAKLJUČAK

Naša hipoteza, odnosno inicijalne pretpostavke postavljene na samome početku ovog istraživačkog procesa predlagale su moguću korelaciju između više fenomena:

- postojanje promjene debljine neurosenzorne retine, odnosno pojedinih njenih slojeva u različitim rasponu, prilikom i nakon operacije mrežnice, neravnomjerno u pet definiranih područja makule
- postojanje korelacije između količine utrošene UZV energije tijekom FE postupka i promjene debljine neurosenzorne retine u makuli, odnosno pojedinih njenih slojeva po definiranim područjima makule u oba oka
- očekivanje da će relativno zadebljanje pojedinih područja retine biti veće u centralnom makularnom te gornjem i donjem nazalnom području s dodatno potencijalnom mogućnošću kako bi donje nazalno područje ipak moglo biti više zadebljano spram gornjeg nazalnog područja.

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

- prilikom, odnosno nakon operacije mrežnice FE metodom, uočeno je i potvrđeno da dolazi do promjene debljine neurosenzorne retine, odnosno pojedinih retinalnih slojeva u različitim rasponima, neravnomjerno, u pet definiranih područja makule
- primjećeno je i dokazano postojanje statistički značajne korelacije između količine utrošene UZV energije tijekom FE postupka i promjene debljine neurosenzorne retine, odnosno različitog, individualno neujednačenog odgovora pojedinih njenih slojeva po definiranim područjima makule, u oba oka, ali samo za četiri od deset slojeva centralnog područja i samo u dva od deset slojeva gornjeg temporalnog i gornjeg nazalnog područja
- očekivanje da će relativno zadebljanje pojedinih područja retine biti veće u centralnom makularnom području je potvrđeno, no podaci nisu pokazali statističku značajnost, dok slično prethodnom, očekivane statistički značajne promjene u nazalnim sektorima, s naglaskom na donjim kvadrantima, djelomice su potvrđene, no i one nisu bile statistički značajne

- provedena studija ukazuje na statistički značajne korelacije primijećene u RNFL centralnom području, GCL centralnom području, IPL gornjem temporalnom, gornjem nazalnom i centralnom području, ELM centralnom području te CDR gornjem temporalnom i gornjem nazalnom području.

8. SAŽETAK

Ovisnost promjene debljine pojedinih intraretinalnih slojeva o primijenjenoj ultrazvučnoj energiji pri fakoemulzifikaciji

CILJEVI ISTRAŽIVANJA:

Utvrditi količinu utrošene ultrazvučne energije prilikom operacije sive mrežnice ultrazvučnom metodom, promjenu debljine neurosenzorne retine u pet definiranih područja makule te međuodnos između količine utrošene ultrazvučne energije i promjene debljine pojedinih intraretinalnih slojeva u makuli po definiranim područjima.

USTROJ ISTRAŽIVANJA:

Prospektivno istraživanje.

ISPITANICI I METODE:

Ispitanici su bili zdravi pacijenti (bez sistemnih bolesti koje mogu utjecati na oči) u redovnom programu planirani za operaciju sive mrežnice ultrazvučnom (UZV) metodom fakoemulzifikacije (FE) prema ranije definiranim uključnim i isključnim kriterijima u „Oftalmološkoj poliklinici dr. Balog“ u Osijeku. Broj ispitanika je bio 77, tj. broj očiju na kojima je izvedena operacija sive mrežnice je bio 102. Kriteriji za uključivanje ispitanika bili su: prisutnost staračke sive mrežnice, strukturalno uredan stražnji pol oka. Kriteriji isključivanja bili su: dijabetička makulopatija, dijabetička retinopatija, vitreomakularna trakcija, glaukom, bilo koja druga patologija mrežnice stražnjeg pola oka, posttraumatska zbivanja oka, infekcije oka, sistemske bolesti s utjecajem na oko.

Podaci mjerenja debljine neurosenzorne retine izraženi u mikronima bili su prikupljeni putem uređaja Spectralis OCT Heidelberg prilikom snimanja OCT snimki pacijenata temeljenih na matričnoj metodi analize asimetrije stražnjeg pola (PPAA) koji su uključeni u redovni program operacije sive mrežnice u „Oftalmološkoj poliklinici dr. Balog“ u Osijeku.

REZULTATI:

Iz dobivenih rezultata možemo vidjeti postojanje statističke značajnosti u odnosu utrošene UZV energije (CDE) i debljine određenih slojeva i područja makule. Sve korelacije spadaju u male i negativne što nam u kontekstu odnosa govori o postojanju povezanosti između veće količine utrošene UZV energije i smanjenja debljine promatranog sloja i područja. Značajna korelacija primijećena je u područjima RNFL centralnom području, GCL centralnom području, IPL gornjem temporalnom, gornjem nazalnom i centralnom području, ELM centralnom području te CDR gornjem temporalnom i gornjem nazalnom području. Rezultati

pokazuju statistički značajne korelacije za 4 od 10 slojeva centralnog područja i u 2 od 10 slojeva gornjeg temporalnog i gornjeg nazalnog područja. Kod ostalih slojeva i područja ne postoji statistička povezanost.

ZAKLJUČAK:

Promjena debljine neurosenzorne retine u pet mjernih područja makule proporcionalno je ovisna o količini utrošene UZV energije prilikom UZV metode operacije sive mrežnice te je djelomično ovisna o položaju ruke kirurga, tj. u kojoj ruci kirurg drži sondu za FE te je li operirao desno ili lijevo oko.

Ključne riječi: *fakoemulzifikacija; mrežnica; optička koherentna tomografija; siva mrežnica; žuta pjega*

9. SUMMARY

Dependence of the change in the thickness of individual intraretinal layers on the applied ultrasound energy during phacoemulsification

OBJECTIVE:

Determine the amount of ultrasound (US) energy used during cataract surgery using the US method, the change in the thickness of the neurosensory retina in five defined areas of the macula and the relationship between the amount of US energy used and the change in the thickness of individual intraretinal layers in the macula in defined areas.

STUDY DESIGN:

Prospective study.

PARTICIPANTS AND METHODS:

The subjects were healthy patients (without systemic diseases that can affect the eyes) in the regular program for cataract surgery using the US method of phacoemulsification (PE) according to the previously defined inclusion and exclusion criteria at the "Dr. Balog Ophthalmological Clinic" in Osijek. Number of subjects was 77, i.e. the number of eyes on which cataract surgery was performed was 102. Inclusion criteria were: presence of age-related cataracts, structurally orderly posterior half of the eye. Exclusion criteria were: diabetic maculopathy, diabetic retinopathy, vitreomacular traction, glaucoma, any other pathology of the retina of the posterior half of the eye, post-traumatic eye events, eye infections, systemic diseases affecting the eye.

Measurement data of the thickness of the neurosensory retina expressed in microns were collected using the Spectralis OCT Heidelberg device when recording OCT images of patients based on the matrix method of posterior pole asymmetry analysis (PPAA) who are included in the regular program of cataract surgery at the "Ophthalmological Polyclinic Dr. Balog" in Osijek.

RESULTS:

From the obtained results, we can see the existence of statistical significance in the relationship between the spent US energy and the thickness of certain layers and areas of the macula. All correlations are small and negative, which in the context of the relationship tells us about the existence of a connection between a greater amount of spent US energy and a decrease in the thickness of the observed layer and area. A significant correlation was observed in the RNFL central area, GCL central area, IPL superior temporal, superior nasal

and central area, ELM central area and CDR superior temporal and superior nasal area. The results show statistically significant correlations for 4 out of 10 layers of the central area, and in 2 out of 10 layers of the superior temporal and superior nasal areas. There is no statistical connection with the other layers and areas.

CONCLUSION:

The change in the thickness of the neurosensory retina in the five measurement areas of the macula depends proportionally on the amount of US energy used during the US method of cataract surgery, and is partly dependent on the position of the surgeon's hand, i.e. in which hand the surgeon holds the PE probe and whether he operated on the right or left eye.

Keywords: *cataract; macula lutea; optical coherence tomography; retina; phacoemulsification*

10. LITERATURA

1. Olson RJ. Cataract Surgery From 1918 to the Present and Future-Just Imagine! *Am J Ophthalmol*. 2018 Jan;185:10–3.
2. Gharbiya M, Cruciani F, Cuozzo G, Parisi F, Russo P, Abdolrahimzadeh S. Macular thickness changes evaluated with spectral domain optical coherence tomography after uncomplicated phacoemulsification. *Eye (Lond)*. 2013 May;27(5):605–11.
3. Pardianto G, Moeloek N, Reveny J, Wage S, Satari I, Sembiring R, et al. Retinal thickness changes after phacoemulsification. *Clin Ophthalmol*. 2013;7:2207–14.
4. Pašová P, Skorkovská K. [The Effect of Cataract Surgery on the Reproducibility and Outcome of Optical Coherence Tomography Measurements of Macular and Retinal nerve Fibre Layer Thickness]. *Cesk Slov Oftalmol*. 2016;72(2):20–6.
5. Liu J, Liu Q, Yu H, Xia Y, Zhang H, Geng C, et al. Microvascular Changes in Macular Area After Phacoemulsification and Its Influencing Factors Assessed by Optical Coherence Tomography Angiography. *Ther Clin Risk Manag*. 2021;17:405–14.
6. Zhao Z, Wen W, Jiang C, Lu Y. Changes in macular vasculature after uncomplicated phacoemulsification surgery: Optical coherence tomography angiography study. *J Cataract Refract Surg*. 2018 Apr;44(4):453–8.
7. Lobo CL, Faria PM, Soares MA, Bernardes RC, Cunha-Vaz JG. Macular alterations after small-incision cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2004 Apr;30(4):752–60.
8. Cicinelli MV, Buchan JC, Nicholson M, Varadaraj V, Khanna RC. Cataracts. *Lancet*. 2023 Feb 4;401(10374):377–89.
9. Micro-incision Surgery in Delhi - Advantages & Disadvantages [Internet]. Eye7 Chaudhary Eye Centre. 2022 [cited 2025 May 12]. Available from: <https://www.ey7.in/cataract-surgery/microincision/>.
10. Sun Y, Zhou W, Zuo S, Chen C, Zhang Q, Chen Y. Factors Influencing Participation in Shared Decision-Making Among Patients with Glaucoma in China: A Cross-Sectional Study. *Patient Prefer Adherence*. 2023;17:1261–70.

11. Venkatesh R, Tan CS, Sengupta S, Ravindran RD, Krishnan KT, Chang DF. Phacoemulsification versus manual small-incision cataract surgery for white cataract. *J Cataract Refract Surg*. 2010 Nov;36(11):1849-54.
12. Klonowski P, Redjak R, Alió JL. Microinsion Cataract Surgery 1,8 mm Incisional Surgery Disclosures *Expert Rev Ophthalmol*. 2013;8(4):375-391.
13. Prajna NV, Ravilla TD, Srinivasan S. Cataract Surgery. In: Debas HT, Donkor P, Gawande A, Jamison DT, Kruk ME, Mock CN, editors. *Essential Surgery: Disease Control Priorities, Third Edition (Volume 1)*. Washington (DC): The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank; 2015 Apr 2. Chapter 11.
14. Mohanty P, Prasan VV, Vivekanand U. Conventional extracapsular cataract extraction and its importance in the present day ophthalmic practice. *Oman J Ophthalmol*. 2015 Sep-Dec;8(3):175-8.
15. Pacifico RL. Ultrasonic energy in phacoemulsification: mechanical cutting and cavitation. *J Cataract Refract Surg*. 1994 May;20(3):338–41.
16. Abd El-Mawgoud S, Arfeen ShaimaaAS, El-Gendy N, Fathy A. Early changes of choroidal and macular thickness after uneventful phacoemulsification surgery. *Delta J Ophthalmol*. 2018;19(2):106.
17. Zhou Y, Zhou M, Wang Y, Ben S, Gao M, Zhang S, et al. Short-Term Changes in Retinal Vasculature and Layer Thickness after Phacoemulsification Surgery. *Curr Eye Res*. 2020 Jan;45(1):31–7.
18. Kim BJ, Ahn YJ, Oh HY, Choi SI, Yoo YS, Whang WJ, et al. Assessment for Macular Thickness after Uncomplicated Phacoemulsification Using Optical Coherence Tomography. *Korean J Ophthalmol*. 2022 Aug;36(4):296–305.
19. Salama MM, GamalELDin SA, ElShazly MI. Endothelial Cell Loss, Cumulative Dissipated Energy, and Surgically Induced Astigmatism in Sutureless Scleral Tunnel Phaco-Assisted Cataract Extraction in Advanced Cataracts. *J Ophthalmol*. 2022 May.
20. Prakasam RK, Röhlig M, Fischer DC, Götze A, Jünemann A, Schumann H, et al. Deviation Maps for Understanding Thickness Changes of Inner Retinal Layers in Children with Type 1 Diabetes Mellitus. *Curr Eye Res*. 2019 Jul;44(7):746–52.

21. Savarkar M, Usha M S, Taank P, Singh S, Khurana R. Comparative evaluation of macular thickness following uneventful phacoemulsification and small incision cataract surgery. *Med J DY Patil Vidyapeeth* 2022;15:32-6.
22. Perez JL, Benjamin MB, Ibanez IV, Valero SO. Association of Cumulative Dissipated Energy and Postoperative Foveal Thickness among Patients with Age-related Cataract who Underwent Uncomplicated Phacoemulsification. [Internet] *Philipp J Ophthalmol* 2016;41:50-55 [cited 2024 Jul 3] Available from: <https://paojournal.com/wp-content/uploads/2019/02/04-1.pdf>.
23. Fastest Otolaryngology & Ophthalmology Insight Engine. Ento Key. [Internet] 2017 [cited 2024 Jul 3] Available from: <https://entokey.com/reply-133/>.
24. Cataract Coach. Phaco Fundamentals Part 7: Ultrasound Power Modulations. [Internet] c2019 [cited 2024 Oct 20]. Available from: <https://cataractcoach.com/2019/05/15/phaco-fundamentals-part-7-ultrasound-power-modulations/#:~:text=%E2%80%9CBurst%E2%80%9D%20mode%20defines%20a%20specific,aspiration%20of%20the%20lens%20nucleus>.
25. Kamal Abdellatif M, Abdelmaguid Mohamed Elzankalony Y, Abdelmonsef Abdelhamid Ebeid A, Mohamed Ebeid W. Outer Retinal Layers' Thickness Changes in relation to Age and Choroidal Thickness in Normal Eyes. *J Ophthalmol*. 2019;2019:1698967.
26. Chu CJ, Johnston RL, Buscombe C, Sallam AB, Mohamed Q, Yang YC; United Kingdom Pseudophakic Macular Edema Study Group. Risk Factors and Incidence of Macular Edema after Cataract Surgery: A Database Study of 81984 Eyes. *Ophthalmology*. 2016 Feb;123(2):316-323.
27. Mukit FA, Patel A, Gorrai A, Wesberry J, DelMonte DW, Anderson D. A Review of Post-Operative Drops used in Cataract Surgery. *American Academy of Ophthalmology. Eye Wiki*. [Internet] 2023 Nov 6 [cited 2024 May 1]. Available from: https://eyewiki.org/A_Review_of_Post-Operative_Drops_used_in_Cataract_Surgery.
28. Nagy ZZ, Dunai A, Kránitz K, Takács AI, Sándor GL, Hécz, Knorz MC. Evaluation of femtosecond laser-assisted and manual clear corneal incisions and their effect on surgically induced astigmatism and higher-order aberrations. *J Refract Surg*. 2014;30(8):522–525.

-
29. Menapace R, Schartmüller D, Röggl V, Reiter GS, Leydolt C, Schwarzenbacher L. Ultrasound energy consumption and macular changes with manual and femtolaser-assisted high-fluidics cataract surgery: a prospective randomized comparison. *Acta Ophthalmol.* 2022 Mar;100(2):e414-e422. doi: 10.1111/aos.14983. Epub 2021 Sep 20.
30. Wang Y, Zhang J, Qin M, Miao J, Chen W, Huang Y, Wu J, Guan Y, Guan H. Comparison of optical quality and distinct macular thickness in femtosecond laser-assisted versus phacoemulsification cataract surgery. *BMC Ophthalmol.* 2020 Feb 1;20(1):42. doi: 10.1186/s12886-020-1319-3.
31. Davis G. The Evolution of Cataract Surgery. *Mo Med.* 2016 Jan-Feb;113(1):58-62.
32. Garcia-Martin E, Rodriguez-Mena D, Dolz I, Almarcegui C, Gil-Arribas L, Bambo MP, et al. Influence of cataract surgery on optical coherence tomography and neurophysiology measurements in patients with retinitis pigmentosa. *Am J Ophthalmol.* 2013 Aug;156(2):293-303.e2.
33. Bambo MP, Garcia-Martin E, Otin S, Sancho E, Fuertes I, Herrero R, et al. Influence of cataract surgery on repeatability and measurements of spectral domain optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol.* 2014 Jan;98(1):52–8.
34. Röhlig M, Prakasam RK, Stüwe J, Schmidt C, Stachs O, Schumann H. Enhanced Grid-Based Visual Analysis of Retinal Layer Thickness with Optical Coherence Tomography. *Information.* 2019; 10(9):266.
35. Röhlig M, Stüwe J, Schmidt C, Prakasam RK, Stachs O, Schumann H. Grid-based Exploration of OCT Thickness Data of Intraretinal Layers. *Visigrapp.* 2019.
36. Zhang Y, Li N, Chen J, Wei H, Jiang SM, Chen XM. A new strategy to interpret OCT posterior pole asymmetry analysis for glaucoma diagnosis. *Int J Ophthalmol.* 2017 Dec 18;10(12):1857-1863. doi: 10.18240/ijo.2017.12.11.
37. Dave P, Shah J. Diagnostic accuracy of posterior pole asymmetry analysis parameters of spectralis optical coherence tomography in detecting early unilateral glaucoma. *Indian J Ophthalmol.* 2015 Nov;63(11):837–42.

-
38. Yu DY, Cringle SJ, Yu PK, Balaratnasingam C, Mehnert A, Sarunic MV, An D, Su EN. Retinal capillary perfusion: Spatial and temporal heterogeneity. *Prog Retin Eye Res.* 2019 May;70:23-54.
39. Quinn N, Csincsik L, Flynn E, Curcio CA, Kiss S, Sadda SR, Hogg R, Peto T, Lengyel I. The clinical relevance of visualising the peripheral retina. *Prog Retin Eye Res.* 2019 Jan;68:83-109.
40. Burns SA, Elsner AE, Gast TJ. Imaging the Retinal Vasculature. *Annu Rev Vis Sci.* 2021 Sep 15;7:129-153. doi: 10.1146/annurev-vision-093019-113719. Epub 2021 Jun 25.
41. Kločić I, Vorko – Jović A, ur. *Epidemiologija*. 1. izd. Zagreb: Medicinska naklada;2012.;
42. Marušić M. i sur. *Uvod u znanstveni rad u medicini*. 5. izd. Zagreb: Medicinska naklada;2013.
43. Wojtkowski M, Srinivasan V, Fujimoto JG, Ko T, Schuman JS, Kowalczyk A, et al. Three-dimensional retinal imaging with high-speed ultrahigh-resolution optical coherence tomography. *Ophthalmology.* 2005 Oct;112(10):1734–46.
44. Operating Manual & ParaProg Manual farosTM, VC840100 / VC840101, VV016034E, Rev. 06, Oertli Instrumente AG, 29.08.2012.
45. Ivanković D. i sur. *Osnove statističke analize za medicinare*. Zagreb: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu; 1988.
46. Fernández-Muñoz E, Chávez-Romero Y, Rivero-Gómez R, Aridjis R, Gonzalez-Salinas R. Cumulative Dissipated Energy (CDE) in Three Phaco-Fragmentation Techniques for Dense Cataract Removal. *Clin Ophthalmol.* 2023 Aug 16;17:2405-2412.
47. Bambo MP, Garcia-Martin E, Otin S, Sancho E, Fuertes I, Herrero R, Satue M, Pablo L. Influence of cataract surgery on repeatability and measurements of spectral domain optical coherence tomography. *Br J Ophthalmol.* 2014 Jan;98(1):52-8.
48. Tisi A, Feligioni M, Passacantando M, Ciancaglini M, Maccarone R. The Impact of Oxidative Stress on Blood-Retinal Barrier Physiology in Age-Related Macular Degeneration. *Cells.* 2021 Jan 4;10(1):64.

-
49. Parver LM, Auker C, Carpenter DO. Choroidal blood flow as a heat dissipating mechanism in the macula. *Am J Ophthalmol*. 1980 May;89(5):641-6.
50. Parver LM, Auker CR, Carpenter DO. Choroidal blood flow. III. Reflexive control in human eyes. *Arch Ophthalmol*. 1983 Oct;101(10):1604-6.
51. Wallman J, Wildsoet C, Xu A, Gottlieb MD, Nickla DL, Marran L, Krebs W, Christensen AM. Moving the retina: choroidal modulation of refractive state. *Vision Res*. 1995 Jan;35(1):37-50.
52. Celik E, Cakır B, Turkoglu EB, Doğan E, Alagoz G. Effect of cataract surgery on subfoveal choroidal and ganglion cell complex thicknesses measured by enhanced depth imaging optical coherence tomography. *Clin Ophthalmol*. 2016 Nov 1;10:2171-2177.
53. Retinal Vascularization and OCT-Angiography Interpretation - EyeWiki [Internet]. eyewiki.org. [cited 2025 Mar 12]. Available from: https://eyewiki.org/Retinal_Vascularization_and_OCT-Angiography_Interpretation.
54. Anastasilakis K, Mourgela A, Symeonidis C, Dimitrakos SA, Ekonomidis P, Tsinopoulos I. Macular edema after uncomplicated cataract surgery: a role for phacoemulsification energy and vitreoretinal interface status? *Eur J Ophthalmol*. 2015 May-Jun;25(3):192-7.
55. Kusbeci T, Eryigit L, Yavas G, Inan UU. Evaluation of cystoid macular edema using optical coherence tomography and fundus fluorescein angiography after uncomplicated phacoemulsification surgery. *Curr Eye Res*. 2012 Apr;37(4):327-33.
56. Hengerer FH, Müller M, Dick HB, Conrad-Hengerer I. Clinical Evaluation of Macular Thickness Changes in Cataract Surgery Using a Light-Adjustable Intraocular Lens. *J Refract Surg*. 2016 Apr;32(4):250-4.
57. El-Sayed El-Ymany Abo Karemh M, Ezzat Khallaf M, El-Din Abd El-Monem Ziada H. Effect of Variable Phaco Times of Constant Phaco Power on Macular Thickness. *Al-Azhar Medical Journal*, 2021; 50(1): 491-500.
58. Yang CS, Cheng CY, Lee FL, Hsu WM, Liu JH. Quantitative assessment of retinal thickness in diabetic patients with and without clinically significant macular edema using optical coherence tomography. *Acta Ophthalmol Scand*. 2001 Jun;79(3):266-70.

59. Wang X, Jiao B, Jia X, Wang Y, Liu H, Zhu X, Hao X, Zhu Y, Xu B, Zhang S, Xu Q, Wang J, Guo J, Yan X, Tang B, Zhao R, Shen L. The macular inner plexiform layer thickness as an early diagnostic indicator for Parkinson's disease. *NPJ Parkinsons Dis.* 2022 May 25;8(1):63.
60. Aydın R, Barış M, Durmaz-Engin C, Al-Aswad LA, Blumberg DM, Cioffi GA, Liebmann JM, Tezel TH, Tezel G. Early localized alterations of the retinal inner plexiform layer in association with visual field worsening in glaucoma patients. *PLoS One.* 2021 Feb 25;16(2):e0247401.
61. Szalai I, Csorba A, Pálya F, Jing T, Horváth E, Bosnyák E, Györe I, Nagy ZZ, DeBuc DC, Tóth M, Somfai GM. The assessment of acute chorioretinal changes due to intensive physical exercise in young adults. *PLoS One.* 2022 May 25;17(5):e0268770.

11. ŽIVOTOPIS

Slaven Balog, dr. med.

Specijalist oftalmologije i optometrije

OSOBNİ PODACI:

Datum i mjesto rođenja: 23.5.1972. u Osijeku

Kućna adresa: Ilirska 93, 31000 Osijek

Tel: 0912121977

E-mail: slavenbalog@gmail.com

OBRAZOVANJE I RADNO ISKUSTVO:

- 3.11.2022. SURGICAL ACCREDITATION OF EVO VISIAN ICL Staar Surgical, EVO Visian ICL
- 2017. – TRENUTAČNO, Osijek, Hrvatska: Poslijediplomski doktorski studij Biomedicine i zdravstva, Medicinski fakultet Osijek
- 2004. – 2007. Osijek, Hrvatska: Poslijediplomski doktorski studij Biomedicine i zdravstva, Medicinski fakultet Osijek
- studeni, 2000. Zagreb, Hrvatska: DOKTOR MEDICINE S ODOBRENIM STATUSOM ZA SAMOSTALNI RAD, Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi i Hrvatska liječnička komora
- studeni, 1991. – travanj, 1999. Zagreb, Hrvatska: Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
- rujan, 1987. – lipanj, 1991. Osijek, Hrvatska: Prirodoslovno-matematička gimnazija, Centar za usmjereno obrazovanje „Braća Ribar“
- rujan, 1979. – lipanj, 1987. Osijek, Hrvatska: Osnovna škola „Narodni heroji“ OOUR „Braća Ribar“

RADOVI, POZVANA PREDAVANJA, KONGRESNE I OSTALE AKTIVNOSTI:

Radovi indeksirani u WoSCC i radovi objavljeni u časopisima

- Antioksidansi u sarkomu vjeđe – 1998 Balog, Zlatko; Klepac, Ratimir; Klepac, Nataša; Balog, Slaven Antioksidansi u sarkomu vjeđe // *Ophthalmologica Croatica* Vol 7. Suppl 1. / Šikić, Cerovski (ur.). Zagreb: Hrvatsko Oftalmološko Društvo, 1998. str. 15-16 (pozvano predavanje, domaća recenzija, cjeloviti rad (in extenso), znanstveni)
- Komparativna analiza radionuklidne i radiografske dakriocistografije u ispitivanju poremećaja u prohodnosti suznih uređaja – 1998 Topuzović, Nedeljko; Balog, Zlatko; Balog, Slaven; Rusić, Aleksandar; Karner, Ivan Komparativna analiza radionuklidne i radiografske dakriocistografije u ispitivanju poremećaja u prohodnosti suznih uređaja // *Medicinski vjesnik*, 30 (1998), 1-2; 49-53 (podatak o recenziji nije dostupan, članak, stručni) Biokemijska svojstva prednje očne sobice i staklastog tijela – 1998
- Klepac, Ratimir; Balog, Zlatko; Klepac, Nataša; Balog, Slaven Biokemijska svojstva prednje očne sobice i staklastog tijela // *Ophthalmologica Croatica* Vol. 7 Suppl 1 / Šikić, Cerovski (ur.). Zagreb, Hrvatska: Hrvatsko Oftalmološko Društvo, 1998. str. 26-27 (pozvano predavanje, domaća recenzija, sažetak, znanstveni)
- Utjecaj duhanskog dima na razinu antioksidansa u leći štakora u uvjetima in vitro – 1998 Klepac, Ratimir; Klepac, Nataša; Balog, Zlatko; Balog, Slaven
- Utjecaj duhanskog dima na razinu antioksidansa u leći štakora u uvjetima in vitro // *Ophthalmologica Croatica* Vol. 7 Suppl 1 / Šikić, Cerovski (ur.). Zagreb: Hrvatsko Oftalmološko Društvo, 1998. str. 21-22 (pozvano predavanje, domaća recenzija, sažetak, znanstveni)
- Senilna katarakta i citokrom c oksidaza – 2000 Balog, Zlatko; Balog, Slaven; Klepac, Ratimir Senilna katarakta i citokrom c oksidaza // *Ophthalmologica croatica* Vol 9, Suppl. 1 / Šikić, Jakov ; Cerovski, Branimir (ur.). Zagreb: Oftalmološko društvo Hrvatske, 2000. (predavanje, domaća recenzija, sažetak, znanstveni)
- Povezanost gojaznosti i arterijske hipertenzije s težinom promjene na mrežnici u ispitanih dijabetičara – 2001 Balog, Zlatko; Balog, Slaven; Biuk, Dubravka; Rošić, Suzana Povezanost gojaznosti i arterijske hipertenzije s težinom promjene na mrežnici u ispitanih dijabetičara // *Bolesti prednjeg segmenta oka i ergooftalmologija* / Mandić, Zdravko ; Iveković, Renata (ur.). Zagreb: Hrvatsko oftalmološki društvo, 2001. (poster, domaća recenzija, sažetak, stručni)
- Senile cataract and the absorption activity of cytochrome C oxidase – 2001 Balog, Zlatko; Šikić, Jakov; Vojniković, Božidar; Balog, Slaven Senile cataract and the absorption activity of cytochrome C oxidase // *Collegium antropologicum*, 25 (2001), Suppl. 1; 33-36 (međunarodna recenzija, članak, znanstveni)

- Osmotska katarakta i osidativni stres – 2002 Klepac, Ratimir; Balog, Zlatko; Balog, Slaven Osmotska katarakta i osidativni stres // Ophthalmologia Croat. Proceedings / Šikić, Jakov ; Cerovski, Branimir (ur.). Zagreb: Hrvatsko oftalmološko društvo HLZ, 2002. (predavanje, domaća recenzija, sažetak, stručni)
- Učestalost komplikacija dijabetesa izvan organa vida u naših ispitanika – 2002 Balog, Zlatko; Balog, Slaven; Barać, Josip; Bradvica, Mario Učestalost komplikacija dijabetesa izvan organa vida u naših ispitanika // Ophthalmologia Croat. Proceedings / Šikić, Jakov ; Cerovski, Branimir (ur.). Zagreb: Hrvatsko oftalmološko društvo HLZ, 2002. (predavanje, domaća recenzija, sažetak, stručni)
- Oftalmološke manifestacije i liječenje Graves-basedovljeve bolesti – 2007 Balog Z., Balog S., Barać J. Oftalmološke manifestacije i liječenje Graves-basedovljeve bolesti. Abstract book. Acta clinica Croatica, Zagreb:2007 Vol.46, Suppl.3, pp 47; pozvani predavač na znanstvenom simpoziju s međunarodnim sudjelovanjem
- Do Gender, Age, Body Mass and Height Influence Eye Biometrical Properties in Young Adults? A Pilot Study – 2021 Kolačko Š., Predović J., Kokot A., Bosnar D., Brzović-Šarić V., Šarić B., Balog S., Milanovic K., Ivastinovic D. Do Gender, Age, Body Mass and Height Influence Eye Biometrical Properties in Young Adults? A Pilot Study. Int J Environ Res Public Health. 2021 Nov 8;18(21):11719. doi: 10.3390/ijerph182111719
- Stable Gastric Pentadecapeptide BPC 157 Therapy of Rat Glaucoma – 2021 Kralj T., Kokot A., Zlatar M., Masnec S., Kasnik Kovac K., Milkovic Perisa M., Batelja Vuletic L., Giljanovic A., Strbe S., Sikiric S., Balog S., Sontacchi B., Sontacchi D., Buljan M., Lovric E., Boban Blagaic S., Skrtic A., Seiwerth S., Sikiric S. Stable Gastric Pentadecapeptide BPC 157 Therapy of Rat Glaucoma. Biomedicines. 2021 Dec 31;10(1):89. doi: 10.3390/biomedicines10010089
- Soldo Koruga, A., Pekmezović, T., Koruga, N., Rončević, A., Balog, S., Kokot, A., Jančuljak, D., & Butković Soldo, S. (2024). The Impact of Migraine on the Thickness of the Inner Plexiform Layer Quantifying by Optical Coherence Tomography. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints202404.1613.v1>
- Balog S., Olujić M., Kokot A., Kolačko Š., Bosnar D., Predović J. Does Ultrasound Energy Applied During Phacoemulsification Influence the Thickness of Intraretinal Layers? Journal of Clinical Medicine. 2025; 14(9):3049. <https://doi.org/10.3390/jcm14093049>

Projekti

- 2007 – 2008 Kliničko ispitivanje; Inhalacijski i preprandijalni humani insulin uporabom AER®Idms plus glimepiride nasuprot rozglitazonu plus glimepiridu u tipu 2 šećerne bolesti Osijek Klinička bolnica Osijek, Zavod za dijabetes Kliničko ispitivanje ; inhalacijski I preprandijalni humani insulin uporabom AER®Idms plus glimepiride nasuprot rozglitazonu plus glimepiridu u tipu 2 šećerne bolesti: 26 tjedno, otvoreno, multicentrično, radomizirano paralelno ispitivanje da bi se ispitala efikasnost i sigurnost. Šifra ispitivanja NN 1998-1682
- 2011 Parkinson disease. Serono -Merck studija kliničko ispitivanje lijeka Neurologija ; Parkinson disease. Serono -Merck studija kliničko ispitivanje lijeka
- 2015 – 2017 Ophthotech Corporation : phase 3 clinical study to further test the safety and efficacy of its proprietary drug candidate known as Fovista Sub-investigator
- 2015 – 2017 Multicenter, randomized, double-blind, parallel-group, active controlled, superiority study to compare the efficacy and safety of ponesimod to teriflunomide in subjects with relapsing multiple sclerosis Sub-investigator
- 2015 – 2017 Multicenter study with an active control, in order to assess the safety and efficacy of oral fingolimod once daily compared to interferon beta-1a administered intramuscularly once a week in pediatric patients suffering from multiple sclerosis Sub-investigator The two-year, double-blind, randomized, multicenter study
- 2017 – 2019 Učinak pentadekapeptida BPC 157 na oči štakora tretirane okularnim anestheticima „VIF2017- MEFOS-17“ projekt doktoranda Ivan Mirković (iz kojeg je nastala doktorska disertacija) naslovljen "Učinak pentadekapeptida BPC 157 na oči štakora tretirane okularnim anestheticima" voditelj doc.dr.sc. Antonio Kokot
- 2020 – 2021 Povezanost biometrijskih čimbenika oka s tjelesnom visinom, masom, dobi i spolom u zdrave preprezbiopske populacije projekt doktoranda Štefanije Kolačko (iz kojeg je nastala doktorska disertacija): Institucijski znanstveno-istraživački projekti MEFOS IP7 za 2020. godinu: „Povezanost biometrijskih čimbenika oka s tjelesnom visinom, masom, dobi i spolom u zdrave preprezbiopske populacije“ voditelj doc.dr.sc. Antonio Kokot
- 2021 – 2022 Promjena debljine neurosenzorne retine u 5 područja makule nakon operacije sive mrežnice ultrazvučnom metodom (fakoemulzifikacija) ovisno o utrošenoj količini ultrazvučne energije kod zdravih osoba Promjena debljine neurosenzorne retine u 5 područja projekt doktoranda Slavena Baloga (iz kojeg će nastati doktorska disertacija): Institucijski znanstveno-istraživački projekti MEFOS IP za 2022. godinu:

„Promjena debljine neurosenzorne retine u 5 područja makule nakon operacije sive mrežnice ultrazvučnom metodom (fakoemulzifikacija) ovisno o utrošenoj količini ultrazvučne energije kod zdravih osoba“ voditelj doc.dr.sc. Antonio Kokot

- 2021 – TRENUTAČNO A Phase 3, Multicentre, Double-masked, Randomised Study to Evaluate the Efficacy and Safety of Intravitreal OPT-302 in Combination with Aflibercept, Compared with Aflibercept Alone, in Participants with Neovascular Age-related Macular Degeneration Opthea; COAST: A Phase 3, Multicentre, Double-masked, Randomised Study to Evaluate the Efficacy and Safety of Intravitreal OPT-302 in Combination with Aflibercept, Compared with Aflibercept Alone, in Participants with Neovascular Agerelated Macular Degeneration (nAMD)
- 2022 – 2023 Sindrom vaskularne i multiorganske disfunkcije (okluzivni sindrom), periferno i centralno kod glaukoma u štakora. BPC 157 terapija projekt doktoranda Marka Sablić (iz kojeg će nastati doktorska disertacija): Institucijski znanstveno-istraživački projekti MEFOS IP za 2023. godinu: „Sindrom vaskularne i multiorganske disfunkcije (okluzivni sindrom), periferno i centralno kod glaukoma u štakora. BPC 157 terapija“ voditelj izv.prof.dr.sc. Antonio Kokot

Kongresna sudjelovanja, kongresnii i drugi sažeci publicirani u drugim publikacijama:

- 2001 – 2005 – Zadar, Opatija, Rovinj, Hvar; Hrvatska Kongres Hrvatskog oftalmološkog društva Aktivni i pasivni sudionik iz područja prednjeg segmenta oka i orbite ; Hrvatsko oftalmološko društvo
- 1.3.2001. – Osijek, Hrvatska Aktualna sistemska terapija kod karcinoma ovarija - AGO studija Pasivni sudionik
- 17.10.2001. – Osijek, Hrvatska Uloga statina u prevenciji kardio i cerebrovaskularnih bolesti Pasivni sudionik
- 3.10.2007. – 06.10.2007. – Portorož, Slovenija European association for vision and eye research 2007 Aktivni sudionik: "Prostamidi u liječenju glaukoma"
- 21.4.2004. – Zagreb, Hrvatska Nove spoznaje o patogenezi i liječenju glaukoma Pasivni sudionik
- 25.5.2004. – Osijek, Hrvatska Nova formulacija klaritromicina Pasivni sudionik
- 15.2.2005. – Osijek, Hrvatska Nova kombinacija u liječenju astme i KOPB-a Symbicort Turbuhaler Pasivni sudionik
- 19.11.2005. – Pregrada, Hrvatska Suvremeno liječenje glaukoma Pasivni sudionik

- 7.4.2006. – 9.4.2006. – Dubrovnik, Hrvatska Oftalmološka škola "Novosti u oftalmologiji" Pasivni sudionik Croatian society for cataract and refractive surgery (CSCRS)
- 1.12.2006. – 2.12.2006. – Osijek, Hrvatska Perioperacijski postupci za jednodnevnu anesteziju i kirurgiju Pasivni sudionik, Četvrti poslijediplomski tečaj za trajno usavršavanje liječnika I. kategorije
- 8.12.2006. – Zagreb, Hrvatska 3. Simpozij suvremeno u oftalmologiji Pasivni sudionik
- 19.1.2007. – Osijek, Hrvatska Neurooftalmološki sastanak "Optički neuritis i multipla skleroza" Pasivni sudionik
- 26.2.2007. – Osijek, Hrvatska Novosti u liječenju alergijskih bolesti oka Pasivni sudionik
- 13.3.2007. – Osijek, Hrvatska Risolept CONSTA - prvi i jedini antipsihotik nove generacije u dugodjelujućem obliku Pasivni sudionik
- 23.3.2007. – 24.3.2007. – Zagreb, Hrvatska 3. Simpozij Sekcije za kataraktu i refraktivnu kirurgiju Pasivni sudionik
- 4.4.2007. – Osijek, Hrvatska Dermatikoze u praksi liječnika obiteljske medicine; prepoznavanje i liječenje Pasivni sudionik
- 13.4.2007. – 15.4.2007. – Dubrovnik, Hrvatska 3rd Ophthalmology School "News in Ophthalmology" Pasivni sudionik Croatian society for cataract and refractive surgery (CSCRS)
- 27.10.2007. – Osijek, Hrvatska Dijagnostika i liječenje neuropatske boli Pasivni sudionik, Poslijediplomski tečaj za trajno usavršavanje liječnika I. kategorije
- 12.11.2007. – Osijek, Hrvatska Osteoporoza - tiha epidemija; prevencija prijeoma resedronatom Pasivni sudionik
- 15.11.2007. – 17.11.2007. – Osijek, Hrvatska 40 godina nuklearne medicine u Osijeku - znanstveni simpozij s međunarodnim sudjelovanjem, Pasivni sudionik
- 5.2.2008. – Osijek, Hrvatska Alergijske bolesti u 21. stoljeću Pasivni sudionik
- 23.2.2008. – Zagreb, Hrvatska Najčešće bolesti prednjeg segmenta oka Pasivni sudionik
- 16.5.2008. – 18.5.2008. – Dubrovnik, Hrvatska 4th Ophthalmologic School Aktivni sudionik s predavanjem: Breakfast with Alcon "Opatanol", Croatian society for cataract and refractive surgery (CSCRS)

- 22.12.2008. – Zagreb, Hrvatska Botulinum toksin u oftalmološkoj praksi Pasivni sudionik
- 7.5.2009. – 9.5.2009. – Opatija, Hrvatska 9. Kongres Hrvatskog oftalmološkog društva s međunarodnim sudjelovanjem Pasivni sudionik
- 2.10.2009. – Zagreb, Hrvatska 4. Simpozij sekcije za kataraktu i refraktivnu kirurgiju Pasivni sudionik
- 9.10.2009. – 11.10.2009. – Dubrovnik, Hrvatska Dubrovnik Ophthalmology Academy Aktivni sudionik Croatian society for cataract and refractive surgery (CSCRS)
- 27.4.2010. – Osijek, Hrvatska Diferencijalna dijagnostika crvenog oka - bolesti i liječenje prednjeg segmenta oka Pasivni sudionik
- 14.5.2010. – 16.5.2010. – Vodice, Hrvatska 10. Kongres Hrvatskog oftalmološkog društva s međunarodnim sudjelovanjem Pasivni sudionik
- 19.10.2010. – Osijek, Hrvatska Novosti u topičkoj terapiji najčešćih bolesti prednjeg segmenta oka Pasivni sudionik
- 22.10.2010. – 24.10.2010. – Zagreb, Hrvatska 6th Congress of the CSCRS Pasivni sudionik
- 25.10.2006. – Zagreb, Hrvatska Prvi hrvatski simpoziji o tkivnom bankarstvu Pasivni sudionik, Akademija medicinskih znanosti Hrvatske
- 19.5.2011. – 21.5.2011. – Rim, Italija
- 9 Congresso Internazionale S.O.I. Pasivni sudionik, SOI = "Societa Oftalmologica Italiana"
- 20.5.2011. – 22.5.2011. – Primošten, Hrvatska Farmakoterapija u oftalmologiji Pasivni sudionik
- 17.9.2011. – 21.9.2011. – Beč, Austrija 29th Congress of the ESCRS Pasivni sudionik
- 19.10.2011. – Osijek, Hrvatska Dijagnostika disfunkcije Meibomovih žlijezda - MGD Pasivni sudionik
- 2012 – Zagreb, Hrvatska Johnson&Johnson Vision Care Basic and Advance Contact Lens Fitting Training Sudionik na radionici
- 10.5.2012. – 13.5.2012. – Bol na Braču, Hrvatska 12. Kongres Hrvatskog oftalmološkog društva s međunarodnim sudjelovanjem "Starenje i oko" Aktivni sudionik, Slaven Balog, Zlatko Balog, Ratimir Klepac Utjecaj UV zračenja na oksidativno oštećenje leća štakora in vitro Influence of UV light on oxidative damage rat lenses in vitro

- 6.7.2012. – 7.7.2012. – Osijek, Hrvatska Multipla skleroza jučer, danas, sutra Pasivni sudionik, Tečaj trajne izobrazbe liječnika I. kategorije
- 28.6.2012. – 30.6.2012. – Portorož, Slovenija 9th Slovenian Congress of Ophthalmology with international participation Pasivni sudionik
- 8.9.2012. – 12.9.2012. – Milano, Italija 30th Congress of the ESCRS Pasivni sudionik
- 14.12.2012. – Zagreb, Hrvatska 9. Simpozij "Suvremeno u oftalmologiji" Pasivni sudionik
- 2013 – Beč, Austrija Surgical Skills Training Course, ESCRS Sudionik na radionicama
- 22.3.2013. – Osijek, Hrvatska Ultrazvuk u oftalmologiji Pasivni sudionik, Tečaj trajne izobrazbe liječnika I. kategorije
- 7.4.2013. – 10.4.2013. – Osijek, Hrvatska Četvrti hrvatski kongres iz neurorehabilitacije i restauracijske neurologije s međunarodnim sudjelovanjem Pasivni sudionik
- 5.9.2013. – 7.9.2013. – Ljubljana, Slovenija 6th Ljubljana Refractive Surgery Meeting Pasivni sudionik
- 5.10.2013. – 9.10.2013. – Amsterdam, Nizozemska 31th Congress of the ESCRS Pasivni sudionik
- 7.3.2014. – Osijek, Hrvatska Lasersko liječenje glaukoma Pasivni sudionik.
- Program trajnog medicinskog usavršavanja.
- 25.4.2014. – Zagreb, Hrvatska Dijagnostika bolesti stražnjeg segmenta oka Pasivni sudionik, Tečaj trajnog usavršavanja liječnika I. kategorije
- 13.9.2014. – Zagreb, Hrvatska ROSE K2 Hands-On Workshop Sudionik na radionicama: Easy fitting of irregular corneas
- 13.9.2014. – 17.9.2014. – London, Engleska, Ujedinjeno Kraljevstvo 32th Congress of the ESCRS Pasivni sudionik
- 11.10.2014. – Budimpešta, Mađarska Medicontur premium class Toric and multifocal IOL training course Sudionik na radionici.
- 5.9.2015. – 9.9.2015. – Barcelona, Španjolska 33th Congres of the ESCRS Pasivni sudionik
- 24.10.2015. – Zagreb, Hrvatska 11th Congres of the CSCRs Pasivni sudionik
- 16.4.2016. – Beograd, Srbija International Symposium Diabetic Eye Disease Pasivni sudionik
- 15.6.2016. – Ljubljana, Slovenija Ozurdex Workshop Pasivni sudionik

- 21.10.2016. – 22.10.2016. – Split, Hrvatska, Suvremene spoznaje i smjernice u dijagnostici i liječenju senilne makularne degeneracije Pasivni sudionik
- 7.4.2017. – Zagreb, Hrvatska, Šesti E-kongres Aktivni sudionik s predavanjem: "Izazovi u dijagnostici i liječenju očnih komplikacija šećerne bolesti", Tema kongresa: „Prikazi slučajeva iz kliničke prakse u endokrinologiji i dijabetologiji“
- 7.10.2017. – 11.10.2017. – Lisabon, Portugal 35th Congress of the ESCRS Pasivni sudionik
- 1.12.2017. – Zagreb, Hrvatska Scientific Symposium News in Ophthalmology Pasivni sudionik
- 2.3.2018. – 4.3.2018. – Rovinj, Hrvatska Beyond the visible - innovative approaches in ophthalmology Pasivni sudionik
- 10.3.2018. – Zagreb, Hrvatska 13th Congress of the CSCR Pasivni sudionik
- 14.4.2018. – Beograd, Srbija International Symposium Eye Trauma Pasivni sudionik
- 10.5.2018. – 13.5.2018. – Vodice, Hrvatska 18. Kongres Hrvatskog oftalmološkog i optometrijskog društva (HOOD) Aktivni sudionik - Bajtl D., Dobutović D., Biuk D., Bajtl V., Balog S., Kokot A., Barać J. Early stage of Chandler's syndrome-a case report. Kongres Hrvatskog oftalmološkog i optometrijskog društva (HOOD). Vodice, 2018. (predavanje, međunarodna recenzija, sažetak, znanstveni)
- 8.6.2018. – Portorož, Slovenija XIIIth International Congress of ISOT Aktivni sudionik - Balog S., Kokot A. Preretinal hemorrhage "Valsalva retinopathy". XIIIth International Congress of ISOT,
- 22.9.2018. – 26.9.2018. – Beč, Austrija 38th Congress of the ESCRS Pasivni sudionik
- 5.11.2018. – 9.11.2018. – Ljubljana, Slovenija Medical Retina module Pasivni sudionik
- 05.4.2019. – 07.4.2019. – Locarno, Švicarska Medicontur Master Class (MMC) Aktivni sudionik s predavanjem: "1stQ AddOn IOL - Challenging cases"
- 26.4.2019. – 27.4.2019. – KB Sveti Duh, Zagreb, Hrvatska Up To Date Ophthalmology Pasivni sudionik.
- 23.5.2019. – 26.5.2019. – Vodice, Hrvatska 19. Kongres Hrvatskog oftalmološkog i optometrijskog društva (HOOD) Aktivni sudionik Balog S., Jelušić V., Kokot A. Our experience with 1stQ AddOn IOL- a new perspective on refraction precision. Kongres Hrvatskog oftalmološkog i optometrijskog društva (HOOD). Vodice, 2019. (predavanje, međunarodna recenzija, neobjavljen rad, stručni) Kokot A, Balog S.

- Preretinal hemorrhage “Valsalva retinopathy”. Kongres Hrvatskog oftalmološkog i optometrijskog društva (HOOD). Vodice, 2019. (predavanje, međunarodna recenzija, neobjavljen rad, stručni)
- 14.9.2019. – 18.9.2019. – Pariz, Francuska 37th Congress of the ESCRS Pasivni sudionik
 - 5.12.2019. – KBC Zagreb, Zagreb, Hrvatska Uvealni melanom - nove spoznaje Pasivni sudionik. Poslijediplomski tečaj II kategorije - obnova znanja
 - 9.7.2021. – 10.7.2021. – Medicinski fakultet Osijek, Osijek Multipla skleroza - jučer, danas, sutra Aktivni sudionik s predavanjem: Oftalmološki aspekti NMOSD. Program stalnog medicinskog usavršavanja I. kategorije
 - 27.4.2022. – 30.4.2022. – Zagreb, Hrvatska Croatian Student Summit 2022. Aktivni sudionik, Bodakoš K., Kokot A., Balog S. Clinical presentation of vision loss after emulsification of silicone oil due to pars plana vitrectomy. Croatian Students Summit. Zagreb, 2022. (prikaz slučaja, poster, stručni članak)
 - 06.5.2022. – 07.5.2022. – Ljubljana, Slovenija 10th Ljubljana Refractive Surgery Meeting Pasivni sudionik
 - 26.5.2022. – 29.5.2022. – Vodice, Hrvatska 21. Kongres Hrvatskog oftalmološkog i optometrijskog društva (HOOD) Aktivni sudionik, Balog S., Kokot A. And why not, Multifokal IOL with traumatic cataract with irregular pupil?! Kongres Hrvatskog oftalmološkog i optometrijskog društva (HOOD). Vodice, 2022. (predavanje, međunarodna recenzija, neobjavljen rad, stručni) Balog S., Kokot A. 1stQ AddOn IOL and traumatic cataract Kongres Hrvatskog oftalmološkog i optometrijskog društva (HOOD). Vodice, 2022. (predavanje, međunarodna recenzija, neobjavljen rad, stručni)
 - 01.7.2022. – 02.7.2022. – Osijek, Hrvatska Multipla skleroza - jučer, danas, sutra Aktivni sudionik s predavanjem: OCT u NMOSD, Program stalnog medicinskog usavršavanja I. kategorije
 - 16.9.2022. – 20.9.2022. – Milano, Italija 40th Congress of the ESCRS Pasivni sudionik
 - 22.10.2022. – Zagreb, Hrvatska 17th Symposium of the Croatian Organisation for Cataract and Refractive Surgery Pasivni sudionik
 - 16.12.2022. – Zagreb, Hrvatska 19. Simpozij suvremeno u oftalmologiji Pasivni sudionik
 - 30.3.2023. – 1.4.2023. – Osijek, Hrvatska Osijek Student Congress Aktivni sudionik

- Marija Olujić, Ivana Šimić, Romana Marušić, Marta Bolješić, Marko Sablić, Antonio Kokot, Slaven Balog: "X-linked retinoschisis followed by a chronic cystoid macular oedema in an adolescent boy – case report" (poster, domaća recenzija, neobjavljen rad, stručni);
- Marija Olujić, Marko Sablić, Marta Bolješić, Ivana Šimić, Romana Marušić, Slaven Balog, Antonio Kokot: "Best vitelliform macular dystrophy in a male patient with an adult onset – case report" (poster, domaća recenzija, neobjavljen rad, stručni)
- 4.5.2023 – 7.5.2023 – Dubrovnik, Hrvatska; 22. Kongres Hrvatskog oftalmološkog i optometrijskog društva (HOOD), Aktivni sudionik
 - Balog S., Kokot A., Olujić M.: Naše iskustvo s implantacijom, difraktivne, trifokalne, singlepiece IOL na prednju kapsulu leće, zbog rupture stražnje kapsule leće, a nakon što je u prvo operiranom oku ugrađena istovjetna trifokalna IOL, drugog proizvođača / Our experience with the implantation of a diffractive, trifocal, singlepiece IOL on the anterior capsule of the lens, due to a rupture of the posterior capsule of the lens, after an identical trifocal IOL, from another manufacturer, was implanted in the first operated eye (predavanje, domaća recenzija, neobjavljen rad, stručni)
 - Olujić M., Balog S., Kokot A. Bestova viteliformna makularna distrofija u muškog bolesnika s početkom u odrasloj dobi – prikaz slučaja / Best vitelliform macular dystrophy in a male patient with an adult onset – case report (predavanje, domaća recenzija, neobjavljen rad, stručni)
 - Kokot A., Olujić M., Balog S. Akutni glaukomski napad - splet nesretnih događaja Acute glaucoma attack - a series of unfortunate events (predavanje, domaća recenzija, neobjavljen rad, stručni)
- 8.9.2023 – 12.9.2023 – Beč, Austrija, 41st Congress of the ESCRS Pasivni sudionik
- 29.9.2023. – Zagreb, Hrvatska, 14. kongres CSCRS (Croatian Society for Cataract and Refractive Surgery) Pasivni sudionik

- 10.11.2023 – Beograd, Republika Srbija, Dani Optotipa Aktivni sudionik s predavanjem: "1stQ AddOn IOL and traumatic cataract" (predavanje, međunarodna recenzija, neobjavljen rad, stručni)
- 4.11.2023. – Zagreb, Hrvatska, 1st Zagreb Refractive Surgery Meeting Pasivni sudionik
- 10.11.2023. - Beograd, Republika Srbija, Dani Optotipa, Aktivni sudionik s predavanjem: "1stQ AddOn IOL and traumatic cataract" (predavanje, međunarodna recenzija, neobjavljen rad, stručni)
- 4.4.2024. – 6.4.2024. Osijek, Hrvatska, 6th Osijek Student Congress, Aktivni sudionik s prikazom slučaja: "Normotensive glaucoma with an onset in a young male patient - case report"
- 19.4.2024. – 20.4.2024. Osijek, Hrvatska, Tečaj: Hitna stanja u oftalmologiji, Pasivni sudionik
- 9.5.2024. – 12.5.2024. Opatija, Hrvatska, 23. Kongres HOOD-a (Hrvatskog oftalmološkog i optometrijskog društva), Aktivni sudionik s prikazima slučaja:
 - Balog S., Olujić M., Bradvica M., Vukojević N., Kokot A.: Nagli razvoj kliničke slike papiloflebitisa u muškog bolesnika - prikaz slučaja / Sudden development of the clinical picture of papillophlebitis in a male patient - case report
 - Olujić M., Biuk D., Balog S., Vukojević N.: Sumnja na Stargardtovu bolest u mladog muškog bolesnika (prikaz slučaja) / Suspected Stargardt's disease in a young male patient (case report)
- 6.9.2024. – 10.9.2024. Barcelona, Španjolska, 42nd Congress of the ESCRS, Pasivni sudionik; Certifikat Wetlab DSAEK, 8.9.2024.
- 27.9.2024. – 28.9.2024. Split, Hrvatska, 19th Symposium of Croatian Organisation for Cataract and Refractive Surgery (CroCRS), Pasivni sudionik
- 3.4.2025. – 5.4.2025., Osijek, Hrvatska: 7th Osijek Student Congress (OSCON); Marija Bunić; Marta Bolješić Dumančić; Marko Sablić; Slaven Balog; Antonio Kokot:

Post-Traumatic Anisometropia Corrected with Bilateral Intraocular Lens Implantation
(poster, domaća recenzija, neobjavljen rad, stručni)

- 15.5.2025.-18.5.2025., Vodice, Hrvatska; 24. Kongres Hrvatskog oftalmološkog i optometrijskog društva (HOOD): Slaven Balog, Antonio Kokot, Marija Olujić: Komplikirana operacija mrežnice oba oka u ženske pacijentice 30 godina nakon učinjene bilateralne radijalne keratotomije – prikaz slučaja / Complicated cataract surgery in both eyes in a female patient 30 years after bilateral radial keratotomy – case report (predavanje, domaća recenzija, neobjavljen rad, stručni)

