Usporedba mjerenja aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem pomoću optičke biometrije i magnetske rezonancije

Pavičić-Astaloš, Jasna

Doctoral thesis / Disertacija

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:721616

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-15**

Repository / Repozitorij:

Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

MEDICINSKI FAKULTET

Jasna Pavičić-Astaloš

Usporedba mjerenja aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem pomoću optičke biometrije i magnetske rezonancije

DISERTACIJA

ZAGREB, 2016.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

MEDICINSKI FAKULTET

Jasna Pavičić-Astaloš

Usporedba mjerenja aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem pomoću optičke biometrije i magnetske rezonancije

DISERTACIJA

ZAGREB, 2016.

Disertacija je izrađena na Klinici za očne bolesti, Kliničkog bolničkog centra „Sestre milosrdnice“ i Zavodu za dječju radiologiju, Klinike za dječje bolesti u Zagrebu.

Voditelj rada: prof.dr.sc. Zoran Vatavuk

SADRŽAJ

1. UVOD 1

1.1 POVIJESNI PREGLED 1

1.2 SVOJSTVA I VRSTE SILIKONSKOG ULJA 2

1.3 INDIKACIJE ZA PRIMJENU SILIKONSKOG ULJA 4

1.4 INDIKACIJE ZA OPERACIJU KATARAKTE 5

1.5 INSTILACIJA SILIKONSKOG ULJA I KOMPLIKACIJE 6

1.6 KOMBINIRANA OPERACIJA KATARAKTE S EVAKUACIJOM SILIKONSKOG ULJA 8

1.7 IZRAČUNAVANJE JAKOSTI POTREBNE INTRAOKULARNE LEĆE 10

1.7.1 OPTIČKA KOHERENTNA BIOMETRIJA 13

1.7.2. ULTRAZVUČNA BIOMETRIJA 16

1.7.3. BIOMETRIJA POMOĆU KOMPJUTERIZIRANE TOMOGRAFIJE 18

1.7.4. BIOMETRIJA POMOĆU MAGNETSKE REZONANCIJE 19

2. HIPOTEZA 20

3.CILJEVI ISTRAŽIVANJA 21

4. BOLESNICI I METODE ISTRAŽIVANJA 21

4.1 KRITERIJI ZA UKLJUČENJE U STUDIJU 21

4.2 KRITERIJI ZA ISKLJUČENJE IZ STUDIJE 22

4.3 ANAMNEZA I KLINIČKI PREGLED BOLESNIKA 22

4.4 BIOMETRIJA OKA I IZRAČUN JAKOSTI INTRAOKULARNE LEĆE 23

4.5 RANDOMIZACIJA BOLESNIKA 24

4.6 OPERACIJSKI ZAHVAT 25

4.7 KONTROLNI PREGLEDI 27

4.8 POSTOPERATIVNA REFRAKCIJSKA GREŠKA 28

4.9 STATISTIČKA ANALIZA 28

5. REZULTATI 29

5.1 OPĆI PODACI 29

5.2 RAZLIKE IZMEĐU ISPITIVANIH SKUPINA 32

5.3. RAZLIKE U REZULTATIMA IZMEĐU 7. i 30. DANA NA CJELOKUPNOM UZORKU. 39

5.4. RAZLIKE U REZULTATIMA IZMEĐU 7. i 30. DANA U ISPITIVANIM SKUPINAMA 43

5.5. REZULTATI DOBIVENIH VRIJEDNOSTI STVARNIH REFRAKCIJSKIH GREŠAKA U ISPITIVANIM SKUPINAMA 7. I 30. DAN 47

6. RASPRAVA 50

7. ZAKLJUČAK 61

8. SAŽETAK 62

9. SUMMARY 64
10. LITERATURA 66
11. ŽIVOTOPIS. 80

POPIS OZNAKA I KRATICA

IOL - Intraokularna leća

SRK/T, Holladay 1 i Holladay 2, Hoffer Q, i Haigis – formula za izračun jakosti intraokularne leće

A-scan biometrija - Ultrazvučna biometrija

OCT-optička koherentna tomografija

MR biometrija - Biometrija pomoću magnetske rezonancije

LOCS III - Lens Opacification Classification System III

D - dioptrija

1. UVOD

1.1. POVIJESNI PREGLED

Siva mrena ili katarakta (lat. „cataracta“ - vodopad“ i grč. „katarrhaktes“, od riječi „katarassein“ koja znači „baciti dolje“) predstavlja zamućenje očne leće što uzrokuje smanjenu prozirnosti leće i promjenu njene refrakcijske sposobnosti i time umanjuje vid i dovodi do sljepoće.

Operacije sive mrene opisane su još u svetim knjigama Vedama, a novo doba operacije mrena počinje 1707.g. kada Antoine Maitre-Jan sastavlja prvi francuski priručnik oftalmologije u kojem predstavlja reklinaciju mrene. Prvu ekstrakciju katarakte učinio je 1945.g. Jacques Daviel. Nakon toga razvijena je tehnika intrakapsularne ekstrakcije katarakte[1].

Procvat mikrokirurgije oka počinje uvođenjem operacijskog mikroskopa, ekstrakapsularnom ekstrakcijom katarakte i ugradnjom intraokularnih leća[1], pri čemu se kao zlatni standard za izračunavanje jakosti intraokularne leće koristila ultrazvučna biometrija.

Danas se moderne operacije katarakte izvode ultrazvučnom metodom fakoemulzifikacije katarakte s rezom od 1.2 do 2.7 mm i ugradnjom adekvatne intraokularne leće. [2-6]

Zlatni standard izračunavanja dioptrijske jakosti intraokularne leće još predstavlja ultrazvučna biometrija koja se danas sve više zamjenjuje njenom alternativnom

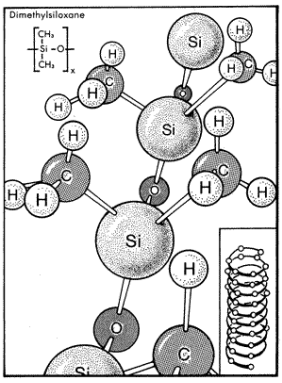
metodom tzv. optičkom biometrijom koja je potpuno neinvazivna metoda i prema nekim podacima i najtočnija[7-10].

Silikonsko ulje prvi je puta sintetizirano 1945.godine, a u oftalmologiji se korist od 1962.g. kao sredstvo za tamponadu mrežnice[11].

Unatoč komplikacijama koje se javljaju nakon njegove primjene [12-18] danas se kombinira operacija pars plana vitrektomije s instilacijom silikonskog ulja koje predstavlja nezamjenjivo sredstvo tamponade u kompliciranim slučajevima ablacija mrežnice.

1.2. *SVOJSTVA I VRSTE SILIKONSKOG ULJA*

Silikonsko ulje (polidimetilsiloksan) je prozirna tekućina koja se sastoji od lanca molekula silicium-kisika s dvije metilne grupe na svakom siliciju i tri metilne grupe na oba kraja lanca (slika 1).



Slika 1. Model prostornog razmještaja atoma u molekuli polidimetilsiloksana

Dužina tog polimera i težina molekule određuju njegovu viskoznost, koja je dostupna u rasponu od 0.65 centistoka sve do 60 000 centistoka, a obzirom na različitu viskoznost različita je i namjena njihove primjene. Polimeri niže molekularne težine su tekućine i koriste se kao silikonska ulja, dok se oni s većom molekularnom težinom koriste kao silikonski implantati. Silikonsko ulje je čista, viskozna, hidrofobna tekućina.

Lako se sterilizira bez ikakvih promjena u sastavu, te se smatra termostabilnim obzirom da su zamijećena minimalna odstupanja fizikalnih svojstava silikonskih ulja pri velikim promjenama temperature. Silikonsko ulje ima dobra dielektrična svojstva, nisku površinsku napetost i ne dovodi do iritacije. Otporno je na oksidaciju, nije topljivo u organskim tekućinama i gotovo je bez mirisa.

Silikonska ulja podijeljena su prema viskoznosti. Tako se u medicini u svrhu endotamponada mrežnice koriste silikonska ulja dviju različitih viskoznosti, od kojih se češće u praksi upotrebljava ulje manje viskoznosti od 1000 centistoka, a rjeđe ulje veće viskoznosti od 5000 centistoka[19,20]. Silikonsko ulje ima manju specifičnu težinu (0.975) od specifične težine vode (1.00), te je ono lakše od vode i pluta u prostoru vitreusa nakon ugradnje i endotamponade mrežnice[21]. Refrakcijski indeks silikonskog ulja je 1.404. Taj je refrakcijski indeks veći od refrakcijskog indeksa vitreusa (1.3335), pa stoga nakon tamponade silikonskim uljem nastaju promjene vida i refrakcije. Kod fakičnog oka silikonsko ulje tvori konkavnu površinu iza leće, koja onda djeluje poput minus leće u oku. Kao posljedica nastaje hiperopni pomak, koji iznosi oko 6 dioptrija[22].

Svojstvo silikonskog ulja je i niska površinska napetost. Tako površinska napetost između silikonskog ulja i vode (ili sobne vodice) iznosi manje od jedne polovine površinske napetosti zrak-voda. Zbog te niske površinske napetosti, silikonsko ulje prilikom tamponade u oku može skliznuti ispod retine, kroz postojeću retinalnu rupturu, mnogo lakše nego plin. Unatoč njihovoj različitoj viskoznosti, površinska napetost oba silikonska ulja koja se koriste za endotamponadu mrežnice gotovo je jednaka, tako da oba ulja imaju jednaku tendenciju tamponiranja retinalnih ruptura.

Gustoća silikonskog ulja odgovorna je za poteškoće u mjerenju dužine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem pomoću dviju najčešćih metoda, ultrazvučne biometrije i optičke koherentne biometrije.

1.3. *INDIKACIJE ZA PRIMJENU SILIKONSKOG ULJA*

Danas se instilacija silikonskog ulja kao sredstva tamponade mrežnice kombinira s pars plana vitrektomijom u kompliciranih ablacija mrežnice tj. bolestima gdje je potrebna duža tamponada mrežnice, a to su: ablacija mrežnice udružena s razvojem proliferativne vitreoretinopatije[23-25], reablacije mrežnice nakon konvencionalne operacije[26], ablacije mrežnice s gigantskom rupturom mrežnice[27], proliferativne dijabetičke retinopatije s trakcijskom ablacijom mrežnice[28,29], trauma, makularna ruptura[30], kolobom žilnice[31], uveitisi s

kroničnom hipotonijom[32], akutna retinalna nekroza[33], te rijetki slučajevi ablacije mrežnice uzrokovani citomegalovirusima u imunokompromitiranih bolesnika[34].

1.4. *INDIKACIJE ZA OPERACIJU KATARAKTE*

Kirurgija katarakte jedna je od najčešće izvođenih operacija širom svijeta, te zahvaća sve dobne skupine, ali najčešće populaciju starije životne dobi. Indikacije za operaciju katarakte u zadnjih su se desetljeća iznimno promijenile i proširile zbog dužeg životnog vijeka tj. starenja populacije i povećanih životnih očekivanja[35,36].

Indikacije za operaciju katarakte uključuju kongenitalne katarakte koje se javljaju kao izolirani entitet ili u sklopu drugih sistemskih bolesti i predstavljaju indikaciju za rani operacijski zahvat radi posljedičnog razvoja slabovidnosti ili ambliopije.

Indikacije za operaciju stečenih katarakti uključuju funkcionalno slabljenje vida sve do potpunog sljepila, ali i ono koje bolesniku otežava i/ili onemogućava obavljanje normalnih životnih aktivnosti kao npr. poteškoće prepoznavanja lica i čitanja, bljeskovi, nemogućnost upravljanja motornim vozilima i sl.

Stečene katarakte se dijele na presenilne nastale u dobi ranijoj od 50 godina života, dobno uzrokovane ili senilne katarakte, traumatske katarakte, jatrogene katarakte (nastale upotrebom lijekova, najčešće steroida) i sekundarne ili katarakte komplikate koje se razvijaju kao rezultat neke druge primarne očne bolesti[37,38] (uveitis, glaukom, myopia alta, hereditarne distrofije fundusa).

Medicinske indikacije za operaciju katarakte uključuju fakolitički glaukom, fakomorfni glaukom i fakoanafilaktički glaukom, zatim operacije s ciljem što boljeg praćenja patologije očne pozadine i daljnjeg liječenja, kao razne forme retinopatija od kojih je danas daleko najčešća dijabetička retinopatija, te stanja nakon operacije ablacije mrežnice s instilacijom različitih tamponada, posebno silikonskog ulja.

Kozmetske indikacije su rijetke i vrše se kod amauroze radi postizanja što boljeg kozmetskog efekta.

Vrste i jačina zamućenja očne leće gradiraju se prema LOCS III klasifikaciji i važne su radi pravilnog odabira operativne tehnike[39].

1.5. *INSTILACIJA SILIKONSKOG ULJA I KOMPLIKACIJE*

Unatoč postojanju raznih komplikacija silikonskog ulja, njegova primjena u vitreoretinalnoj kirurgiji još zauzima značajno mjesto. Najznačajniji uzrok razvoja komplikacija jest njegova toksičnost i bionekompatibilnost. Komplikacije su najčešće kasne i nastaju dužom primjenom silikonskog ulja. Najčešća i neizbježna komplikacija jest nastanak katarakte koja se javlja u 100% slučajeva unutar 6-12 mjeseci nakon instilacije silikonskog ulja, a posljedica je direktnog dodira silikonskog ulja sa stražnjom kapsulom leće čime je poremećen njen normalni metabolizam koji se odvija gotovo isključivo putem difuzije. Zamjena staklastog tijela koji svojom građom i funkcijom služi kao puferska stanica kojom

se prenose kisik, metaboliti i hranjive tvari s retine u susjedna očna tkiva konvekcijom i difuzijom, dovodi do promjene metabolizma što utječe na sva okolna tkiva[14].

Emulzifikacija silikonskog ulja[40] vrlo je česta, a smatra se da nastaje zbog trenja između silikonskog ulja i očne vodice[41] . Također može biti pospješena prijenosom mehaničke energije s intraokularnih kirurških instrumenata, ukoliko se operacija katarakte (fakoemulzifikacija) učini prije evakuacije silikonskog ulja[42]. U ostale komplikacije spadaju glaukom[43] koji nastaje u otprilike polovice bolesnika, a može biti refrakteran i vrlo kompliciran za liječenje. Nekoliko je mehanizama mogućeg nastanka glaukoma u oku ispunjenom silikonskim uljem, a to je sekundarni glaukom otvorenog kuta koji nastaje blokadom trabekuluma s emulzificiranim česticama silikonskog ulja[44] i/ili kao rezultat prepunjenosti oka i prednje sobice silikonskim uljem, i sekundarni glaukom zatvorenog kuta koji nastaje kao posljedica mehaničkog pomaka iris-lens dijafragme[45], te posljedičnog nastanka pupilarnog bloka koji nastupa zbog razvoja upale uz razvoj prednjih sinehija te postupnog zatvaranja komornog kuta sinehijama.[46]

Silikonsko ulje ima sposobnost subretinalne migracije, sve do u vidni živac i mozak[47-50] te u okolne strukture unutar oka[51], a zbog upale koju uzrokuje unutar oka odgovorno je i za reproliferacija epiretinalnih i subretinalnih fibroznih membrana[48]. Tamponada silikonskim uljem uzrokuje i peripapilarno značajno zadebljanje sloja retinalnih nervnih niti[17], a poznata je i retinotoksičnost silikonskog ulja[52,53].

Nastanak komplikacija vezanih za instilaciju silikonskog ulja, kao i poslijeoperacijski rezultat nakon njegove evakuacije što se tiče reablacije, sekundarnog glaukoma i vidne oštrine povezuje se i s upotrebom ulja različite viskoznosti[54].

1.6. *KOMBINIRANA OPERACIJA KATARAKTE S EVAKUACIJOM SILIKONSKOG ULJA*

Različite očne bolesti i operacije, intraokularni implantati i tamponade kao silikonsko ulje uzrokuju promjene metabolizma očne vodice, a time i leće, te ubrzavaju i uzrokuju nastanak katarakte. Dužina trajanja endotamponade silikonskim uljem jedan je od važnih čimbenika razvoja katarakte. Endotamponada u trajanju dužem od tri mjeseca u svih bolesnika uzrokuje nastanak stražnje subkapsularne katarakte[55]. Ukoliko se silikonsko ulje evakuira iz prostora staklastog tijela u prva tri mjeseca u očima bez klinički evidentne katarakte, klinički signifikantna zamućenja leće razviti će se u 60% bolesnika unutar sljedeće dvije godine od vađenja silikonskog ulja sa tendencijom daljnjeg napredovanja[56]. To je razlog da se danas operacija vađenja silikonskog ulja kombinira s operacijom katarakte i implantacijom intraokularne leće u stražnju očnu sobicu u istom aktu [57-59], gdje se jednom operacijom omogućuje brži oporavak vidne oštrine s dva operacijska zahvata [60,61]. Međutim, to zahtjeva pravilno preoperativno izračunavanje jakosti intraokularne leće, a osnovni

preduvjet za to je prethodno učinjena keratometrija i biometrija oka, što je otežano u operiranom i silikonskim uljem ispunjenom oku. Za izračunavanje jakosti intraokularne leće koriste se različite formule[7,62-64] koje zahtjevaju određene parametre kao: keratometrija ili snaga lomne jakosti rožnice, biometrija ili dužina očne jabučice, IOL konstanta koja predstavlja broj specifičan za svaku vrstu intraokularne leće, dubina prednje sobice, debljina leće, i promjer rožnice. Najčešće korištene formule su: SRK/T, Holladay 1 i Holladay 2, Hoffer Q, i Haigis[63,64,66-69]. Mjerenja svakog parametra moraju biti izrazito točna jer pogreška u bilo kojem parametru dovest će do pogrešnog izračuna jakosti intraokularne leće, a time i slabijeg postoperativnog rezultata, bez obzira na korektno učinjen operacijski zahvat. Najčešće i najveće pogreške nastaju zbog pogrešno izmjerene dužine očne jabučice (biometrija) jer greška u mjerenju od samo 0,3 mm rezultira postoperativnim odstupanjem od željene refrakcije za cijelu jednu dioptriju. Takve se greške ponekada javljaju i u prethodno zdravih neoperiranih očiju s kataraktom, a poseban su izazov u prethodno operiranih očiju i očiju s intraokularnim implantatima.

Danas je postoperativni ishod izrazito važan zbog visokih očekivanja bolesnika i njihove potrebe da budu neovisni o naočalama ili kontaktnim lećama. Da bi se takva očekivanja i ostvarila te postigla željena postoperativna refrakcija potrebna su precizna preoperativna mjerenja i točan izračun refrakcijske jakosti intraokularnog implanta.

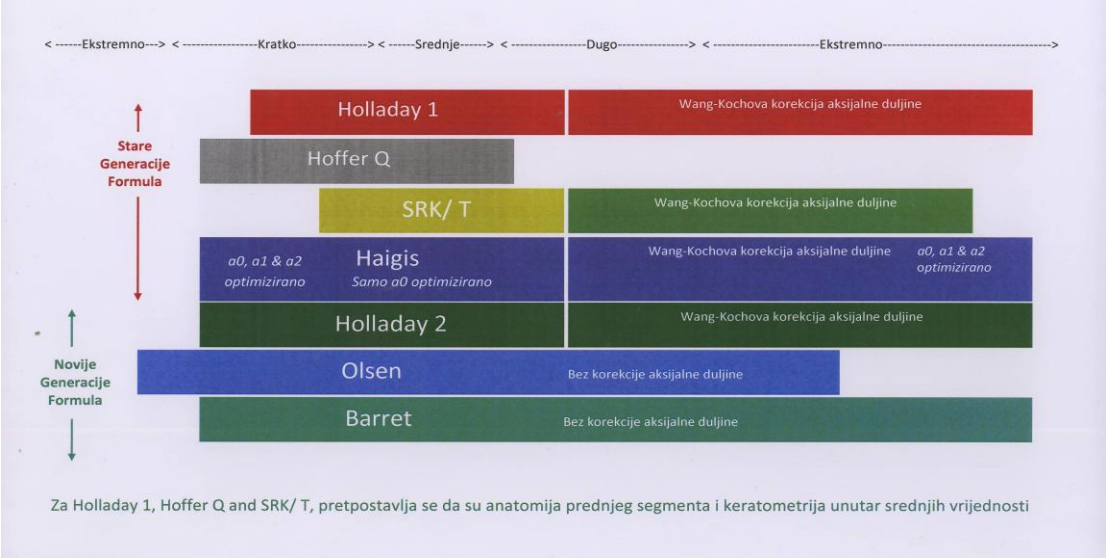
1.7 IZRAČUNAVANJE JAKOSTI POTREBNE INTRAOKULARNE LEĆE

Mogućnost izračuna potrebne dioptrijske ili refrakcijske vrijednosti intraokularne leće moguće je na nekoliko načina od kojih svaki ima svoje prednosti i nedostatke. Sama točnost određivanja ovisi o preciznosti mjerenja i formulama koje se koriste za izračunavanje refrakcijske vrijednosti intraokularne leće. Dvije su osnovne skupine formula razvijene tijekom vremena, a to su teorijske formule i regresijske (empirijske) formule. Teorijske formule korištene u počecima izračunavanja danas su opsoletne, a nastale su matematičkim izračunima u kojima se primjenjuju principi optike na tzv. shematsko oko. U prvim pokušajima izračunavanja potrebne refrakcijske jačine intraokularne leće razvijena je formula „Clinical history formula“ P = 18+ (1.25 x Ref), pri čemu je P = jakost IOL-a za emetropiju,a Ref = refrakcijska greška prije operacije. Obzirom da su prethodne operacije katarakte imale izrazito velika odstupanja od postoperativne željene refrakcije[65], takva je formula u to vrijeme bila zadovoljavajuća. Sedamdesetih godina prošlog stoljeća umijeće izračunavanja potrebne jačine intraokularne leće sastojalo se u jednostavnom izračunu dodavanja +19 D na preoperativnu bolesnikovu refrakciju. Postoperativna refrakcija ± 1 D od željene postoperativne refrakcije smatrala se poželjnim standardom. Pritom su postoperativna odstupanja od željene emetropije bila veća od 1 D u više od 50% operiranih bolesnika.

Kasnije su razvijene regresijske ili empirijske formule nastale linearnom regresijskom analizom velikog broja prethodno implantiranih intraokularnih leća. Do danas su razvijene četiri generacije tih formula. U prvu generaciju formula spadaju Binkhorstova formula i SRK I (Sanders-Retzlaff-Kraff) iz 1980.g. koja glasi P=A-0,9K-2,5L, pri čemu je A = konstanta specifična za IOL koja ovisi o pretpostavljenom položaju IOL-e unutar oka, K = vrijednost keratometrije, L= vrijednost biometrije [66]. Razvoj druge generacije formula počinje 1988.g. razvojem SRK II fromule (Hoffer, Shammas, Binkhorst II) koja glasi: P=A-0,9K-2,5L+C, gdje je C=korektivni čimbenik koji ovisi o aksijalnoj duljini oka.

1990.g. nastaje treća generacija modernih formula koje nastaju kao rezultat spoja teorijskih i linearnih regresijskih metoda: Holladay 1, Hoffer Q, SRK/T formula [67,68]. Svaka formula ima svoju konstantu vezanu za određeni tip intraokularne leće, a konstanta određuje karakteristični položaj IOL-e u oku. Tako Holladay 1 uključuje „SF“ ili „surgeon factor“, Hoffer Q „pACD“ ili „pseudophacic anterior chamber depth“, a SRK/T „A konstantu“ specifičnu za svaku vrstu intraokularne leće.

Konstante su određene na temelju ultrazvučnog mjerenja aksijalne duljine oka u velikog broja bolesnika, pa ako se upotrebljava optička koherentna biometrija potrebno je koristiti optimizirajuće konstante[69]. Pogreške izračuna i dalje su moguće i kod prethodno zdravih očiju, a svaka od ovih formula daje najtočnije rezultate izračuna u određenom rasponu aksijalnih duljina (slika 2).



Slika 2. Slikovni prikaz različitih formula za izračunavanje potrebne IOL-e u očiju različitih aksijalnih duljina

Najtočniji izračuni dobivaju se kod aksijalnih duljina očne jabučice između 22.50 mm do 24.00 mm, te centralnim keratometrijskim vrijednostima između 42.00 D do 45.00 D. Međutim, u očima izvan tih srednjih vrijednosti očekivani rezultati mogu odstupati te se preporučuje upotreba formula novijih generacija [70]. U četvrtu, noviju generaciju formula spadaju Haigis, Holladay 2 i Olsen formule [71].

2006.g. postavljen je novi standard kvalitetnog izračuna potrebne refrakcijske jakosti intraokularne leće u normalnog oka, prema kojem se dozvoljavaju odstupanja od željene postoperativne refrakcije do ± 0,5 D u 55% bolesnika, te odstupanja do ± 1 D za 85% operiranih bolesnika [72].

Danas je moguće uz precizna mjerenja svih komponenti i upotrebu optimizirajućih konstanti te kombinacijom s naprednim kirurškim tehnikama u prethodno zdravih očiju postići željeni refrakcijski postoperativni ishod unutar ± 0,5 D ili bolje u 70% bolesnika i ± 1,0 D u 90% bolesnika [73]. Međutim, u prethodno operiranih očiju i/ili očiju s intraokularnom tamponadom takvi se postoperatvni rezultati još ne mogu postići s trenutno raspoloživim tehnikama mjerenja i izračunavanja intraokularne leće.

Do razvoja optičke koherentne biometrije najznačajnija metoda za izračunavanje biometrije i potrebne intraokularne leće bila je ultrazvučna biometrija, koja je i danas široko rasprostranjena metoda mjerenja. Mjerenje aksijalne dužine očne jabučice pomoću ultrazvučne biometrije i optičke koherentne biometrije dvije su različite metode koje u pravilu nisu usporedive.

1.7.1. OPTIČKA KOHERENTNA BIOMETRIJA

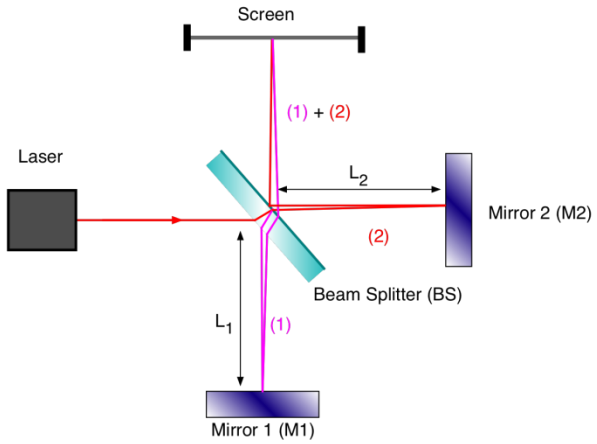
Zahvaljujući razvoju optičke koherentne tomografije (OCT) koja koristi infracrveno lasersko svjetlo za preciznu biometriju i tomografiju oka visoke rezolucije, razvijena je optička koherentna biometrija (OCB), koja se još naziva i parcijalna koherentna interferometrija (PCI), laserska interferencijska biometrija (LIB), ili laserska Doppler interferometrija (LDI). Predstavlja potpuno neinvazivnu[74-76] (nekontaktnu) optičku metodu mjerenja aksijalne duljine očne jabučice, jer ne zahtjeva kontakt između mjernog uređaja i oka, te tako smanjuje

potrebe za prethodnim anesteziranjem oka, smanjuje mogućnost ozljede oka, pogreške zbog kornealne indentacije ultrazvučnom sondom i mogućnost infekcije[77].

Prvi je put taj dijagnostički sistem predstavljen aparatom IOL Master (Carl Zeiss Jena) u jesen 1999.godine, kao metoda mjerenja dužine očne jabučice koja sama izračunava i koristi već standardne mjere za izračun, zakrivljenost rožnice (keratometriju) i dubinu prednje sobice, a također izračunava i promjer rožnice. Nakon biometrijskih mjerenja i izračuna geometrijske duljine očne jabučice[78] kao konačni izračun dobiva se i potrebna optimalna dioptrijska vrijednost intraokularne leće pomoću nekoliko različitih formula ugrađenih u kompjuterski softver.

Prilikom mjerenja bolesnik gleda u lasersku zraku koja se pojavljuje kao crvena točka i služi ujedno kao fiksacijska točka i kao mjerna zraka. Metoda mjerenja bazira se na principu Michelsonove interferometrije koja koristi izvor monokromatskog svjetla (lasersku infracrvenu zraku) valne duljine 780 nm-a i razdvajač zrake koji dijeli zraku svjetlosti u dvije zrake, te dva ogledala, fiksnog referentnog i pokretnog mjernog ogledala. Jedna zraka udara u fiksno ogledalo, a druga u pokretno (slika 3). Te dvije zrake, zatim usmjerene u oko, bivaju reflektirane s rožnice i stražnjeg segmenta oka, i vraćaju se natrag u aparat koji mjeri uzorak njihove interferencije. Reflektirani signal sa stražnjeg segmenta oka sastoji se od četiri manja signala koja se reflektiraju s membrane limitans interne, Bruchove membrane, i vanjske i unutrašnje skleralne površine. To omogućuje i izračunavanje kratkih cikličkih varijacija u intraokularnim dužinama. Na taj način

postignuta je visoka točnost biometrije unutar +/- 20 mikrona[79]. Kako je prevaljeni put reflektiranih zraka različite dužine s različitih površina, nastaje i različit uzorak interferencije koji se registrira foto detektorom. Obzirom na upotrebu koaksijalnih zraka i površinu rožnice kao referentnu površinu, optička su mjerenja neosjetljiva na longitudinalne pokrete očne jabučice.



Slika 3. Shematski prikaz Michelsonove interferometrije

Osnovna prednost optičke koherentne biometrije jest u sposobnosti aparata da sam izvrši sva potrebna mjerenja i prema njima izračuna jakost potrebne intraokularne leće, čime je taj dijagnostički sistem prihvatljiv za bolesnike i brz za izvođenje. Prije mjerenja, potrebno je podesiti parametre za mjerenje biometrije u očiju ispunjenim silikonskim uljem (SO filled eyes program). Na točnost mjerenja ne utječu akomodacija, niti veličina zjenice.

1.7.2. ULTRAZVUČNA BIOMETRIJA

Ultrazvučna biometrija ili A-scan biometrija očne jabučice još predstavlja standard za izračun aksijalne duljine očne jabučice i za izračun jakosti intraokularne leće. Ultrazvučni valovi su zvučni valovi frekvencije iznad granice čujnosti ljudskog uha. U tijelu se ultrazvuk prvenstveno širi longitudinalnim valovima kod kojih čestice sredstva (tkiva) titraju uzduž smjera širenja valova. Ultrazvučna biometrija je mjerna metoda koja se zasniva na mjerenju potrebnog da se emitirana ultrazvučna energija nakon refleksije vrati do površine piezoelektričnog kristala. Brzine zvuka u pojedinim dijelovima oka su različite. Ukupna prosječna brzina širenja ultrazvuka kroz oko je 1550 m/s. Međutim, brzina širenja zvučnih valova u rožnici iznosi 1641 m/s, u prednjoj očnoj sobici te u prostoru staklastog tijela 1532 m/s, a u leći 1641 m/s [80]. Silikonsko ulje u prostoru staklastog tijela bitno usporava širenje zvučnog vala. Brzina zvuka u silikonskom ulju kreće se od 987 m/s za silikonsko ulje gustoće 1000 centistoka, do 1040 m/s za ulje gustoće 5000 centistoka [81] . Radi toga, ultrazvučnom valu potrebno je oko 1,5 puta duže vremena za povratak kroz prostor staklastog tijela ispunjenog silikonskim uljem. Silikonsko ulje atenuira ultrazvučni val, što je posebno izraženo kod ulja gustoće 5000 centistoka. Ako je oko djelomično ispunjeno silikonskim uljem, mjesto prijelaza silikonskog ulja u očnu vodicu je visoko reflektivno i lako vidljivo na A i B scanu. Taj visoko reflektivni odjek se može prilikom ultrazvučne biometrije zamijeniti za odjek mrežnice, što uzrokuje

pogreške u mjerenju aksijalne duljine očne jabučice, zbog nemogućnosti dobivanja dobrih i mjerljivih odjeka.

U ultrazvučnoj biometriji koriste se visokofrekventne sonde (10-15 MHz), a mjerenje se radi pomoću A- prikaza (jednodimenzionalnog). Mjerenje izravnom metodom vrši se u prethodno anesteziranog oka tako da se sonda postavlja izravno na sredinu rožnice i ultrazvučni se val usmjerava okomito kroz sredinu oka, vertikalno na svaku površinu unutar oka, tj. na prednju i stražnju površinu rožnice, prednju i stražnju površine leće i mrežnicu oka. Tako se pravilno mjerenje postiže uzduž geometrijske (optičke) osi oka.

Na ovaj se način mogu dobiti i pogrešne mjere ako se izvrši preveliki pritisak na rožnicu te se os naizgled skrati ili ako se ultrazvučni snop ne usmjeri okomito prema stražnjem zidu oka. Da bi se izračuni biometrije i potrebne intraokularne leće dobili, prije korištenja ultrazvuka potrebno je izračunati keratometriju i te podatke prethodno unijeti u ultrazvučni aparat.

Ultrazvučni uređaji za eho biometriju imaju kompjuterizirani sustav koji omogućava da se na ekranu automatski pokazuju vrijednosti aksijalne duljine oka, dubine prednje sobice, debljine leće i duljine staklastog tijela u milimetrima. Opisani izvori pogrešaka pri ultrazvučnoj biometriji su: tip opreme, mjerna metoda, izbor formule za izračunavanje te znanje, uvježbanost i sposobnost osobe koja izvodi mjerenje.

U posljednjem desetljeću ultrazvučnu biometriju sve više zamjenjuje njena alternativna, prethodno opisana metoda - optička koherentna biometrija. Obje su

metode podjednako točne[82], međutim danas je sve više podataka o većoj preciznost i jednostavnijoj uporabi optičke koherentne biometrije[83-87], pri čemu na točnost mjerenja aksijalne duljine očne jabučice pomoću optičke koherentne biometrije ne utječe endotamponada silikonskim uljem[88].

U određenih bolesnika precizna mjerenja pomoću obje opisane metode su nemoguća najčešće radi nemogućnosti fiksacije zbog jako zamućenih optičkih medija oka, patologije rožnice i stražnjeg očnog segmenta koji zahvaćaju vidnu os, očnih implantata, endotamponada oka, prethodnih operativnih zahvata posebno refraktivne kirurgije rožnice, visoke miopije te nesuradnje bolesnika. Iz tog razloga postoji stalna potreba za pronalaženjem točnijih metoda mjerenja duljine očne jabučice i potrebne intraokularne leće.

Napredak tehnologije omogućio nam je korištenje različitih metoda biometrije oka kojima se služimo u svakodnevnoj praksi. Međutim, sigurna i precizna metoda biometrije oka ispunjenog silikonskim uljem nije još utvrđena.

1.7.3. BIOMETRIJA POMOĆU KOMPJUTORIZIRANE TOMOGRAFIJE

Mjerenje aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem mjereno je i pomoću kompjutorizirane tomografije [89] gdje se mjerila udaljenost od apeksa rožnice do fovee centralis koja se nalazi približno 4,5 mm temporalno od vidnog živca. Mjerenja su se izvodila koristeći se presjecima skeniranja debljine 3 mm, nakon čega se za potrebe mjerenja uzeo najbolji presjek na kojem se vide

polazišta i medijalnog i lateralnog ravnog očnog mišića, leća i vidni živac. Kompjutorizirana tomografija omogućuje vizualizaciju, a time i precizno mjerenje aksijalne duljine očne jabučice i kod visoko kratkovidnih bolesnika sa stražnjim stafilomom koje drugim metodama mjerenja nije moguće izmjeriti i/ili ima za posljedicu velika odstupanja od ciljane refrakcije. Međutim, ova metoda nije idealna za takve izračune radi izlaganje bolesnika nepotrebnom zračenju.

1.7.4. BIOMETRIJA POMOĆU MAGNETSKE REZONANCIJE

Opisano je također i mjerenje aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem pomoću magnetske rezonancije[90] . Metoda biometrije magnetskom rezonancijom pokazala se približno jednako preciznom kao i ultrazvučna A-scan biometrija, osim u slučajevima visoko miopnih očiju gdje su mjerenja magnetskom rezonancijom točnija u aksijalnih dužina bulbusa većih od 26 mm.

Kod slikovnih metoda biometrije kao što je biometrija pomoću kompjutorizirane tomografije i biometrija pomoću magnetske rezonancije glavni uzroci pogrešaka su krivi položaj presjeka očne jabučice koji nastaje najčešće ukoliko bolesnik ne drži glavu pravilno za vrijeme snimanja ili se pomakne tijekom snimanja.

U očima s miopskom konfiguracijom očne jabučice i s postojanjem stražnjeg stafiloma koji onemogućava točan biometrijski izračun, a posebno onih ispunjenih ili djelomično ispunjenih silikonskim uljem, vizualnim metodama izračuna biometrije može se izbjeći problem velikih postoperativnih odstupanja od ciljane refrakcije[91,92], jer bez obzira na razvoj različitih formula za izračunavanje potrebne intraokularne leće i danas kao ključni korak za izračun ostaje duljina očne jabučice [10,93].

Ni jedna od danas korištenih metoda mjerenja aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem ne može se smatrati zlatnim standardom.

2. HIPOTEZA

Mjerenje aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem pomoću magnetske rezonancije predstavlja točniju metodu mjerenja u odnosu na optičku koherentnu biometriju.

Točniji izračuni aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem dati će i točniji postoperativni refrativni rezultat.

3. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Ciljevi ovog istraživanja bili su:

1. Ispitati točnost mjerenja aksijalne duljine oka ispunjenog silikonskim uljem uz pomoć magnetske rezonancije i optičke biometrije.

2. Ispitati točnost mjerenja aksijalne duljine oka ispunjenog silikonskim uljem kod bolesnika s različitim refraktivnim greškama uz pomoć magnetske rezonancije i optičke biometrije.

4. BOLESNICI I METODE ISTRAŽIVANJA

Prospektivno randomizirano istraživanje provedeno je na Klinici za očne bolesti, Kliničkog bolničkog centra «Sestre milosrdnice», Vinogradska 29, 10000 Zagreb, i na Kliničkom zavodu za dječju radiologiju, Klinike za dječje bolesti, Klaićeva 16, Zagreb.

4.1.KRITERIJI ZA UKLJUČENJE U STUDIJU

U studiju su biti uključeni bolesnici hospitalizirani zbog operacije katarakte i vađenja silikonskog ulja. Svim bolesnicima je u prethodnom boravku načinjena

pars plana vitrektomija s instilacijom silikonskog ulja zbog regmatogene ablacije mrežnice.

4.2.KRITERIJI ZA ISKLJUČENJE IZ STUDIJE

U studiju nisu biti uključeni bolesnici koji su:

1. Operirani dva ili više puta zbog regmatogene ablacije mrežnice
2. Operirani zbog ablacije mrežnice, ali uz postavljanje serklaža
3. Operirani zbog trakcijsko-regmatogene ablacije mrežnice kao posljedice proliferativne
   dijabetičke retinopatije
4. Operirani zbog ablacije mrežnice kao posljedice penetrantne ozljede sa zadržanim
   stranim tijelom
5. Bolesnici kojima se optička koherentna biometrija nije mogla izmjeriti radi
   neprozirnih optičkih medija.

4.3. *ANAMNEZA I KLINIČKI PREGLED BOLESNIKA*

Anamnestički i iz medicinske dokumentacije su uzeti podaci od svakog bolesnika o broju očnih operacija, duljini trajanja i komplikacijama endotamponade silikonskim uljem.

Klinički pregled je uključivao:

- određivanje vidne oštrine na Snellenovim optotipovima
- mjerenje očnog tlaka aplanacijskom tonometrijom
- pregled prednjeg segmenta oka na biomikroskopu (klasifikacija stupnja zamućenja leće prema LOCS III klasifikaciji[39])
- binokularni pregled očne pozadine na biomikroskopu koristeći 90D nekontaktnu Volk Superfield leću
- automatska refraktometrija u punoj midrijazi na aparatu Rodenstock RX 200

4.4. BIOMETRIJA OKA I IZRAČUN JAKOSTI INTRAOKULARNE LEĆE

Osim osnovnog kliničkog preoperativnog pregleda kod polovice smo bolesnika izvršili preoperativno mjerenje potrebne jačine intraokularne leće metodom optičke koherentne biometrije pomoću jedinog komercijalno dostupnog aparata na tržištu IOLMaster (Carl Zeiss Instruments) koji radi po principu parcijalne koherentne interferometrije. Kod druge polovice ispitivanih bolesnika izračun aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem izvršili smo mjerenjem pomoću MR biometrije na aparatu za magnetsku rezonanciju SIEMENS Magnetom Avanto 1.5 T.

Kod optičke biometrije aparat sam izračunava sve potrebne parametre koji su potrebni za izračun prosječne aksijalne duljine oka, a ona se računa kao prosječna vrijednost izvedena iz pet pojedinačnih mjerenja. Pritom smo koristiti

SRK/T formula za izračun dioptrijske jakosti potrebne intraokularne leće u posebnom kompjuterskom modu za biometriju fakičnog oka ispunjenog silikonskim uljem.

Kod MR biometrije prosječnu aksijalnu duljinu oka izračunali smo iz šest pojedinačnih mjerenja. Svako pojedino mjerenje izvedeno je na kompjutorskom terminalu aparata za magnetsku rezonanciju, gdje smo uzimati najdulji presjek kroz očnu jabučicu na kojem su se jasno vizualizirala oba lateralna očna mišića, ili na mjestu gdje se nalazio najdeblji presjek kroz leću, odnosno vidni živac. Kao vrijednost aksijalne duljine uzeli smo udaljenost od apeksa rožnice do fovee centralis, koja se nalazi oko 4,5 mm temporalno od vidnog živca. Prosječnu aksijalnu duljina oka uvrstili smo u SRK/T formulu zajedno s vrijednostima keratometrije i A konstantom odabrane intraokularne leće. Debljina izmjerenih presjeka iznosila je 1.5 mm.

4.5. RANDOMIZACIJA BOLESNIKA

U istraživanje su slijedom biti uključeni bolesnici u dobi iznad 18 godina, redom dolaska na Kliniku, koji su zadovoljavali ulazne kriterije, pristali na sudjelovanje u studiji i potpisali informirani pristanak. Metodom slučajnog izbora bolesnici su biti podijeljeni u dvije skupine ovisno o načinu izračunavanja potrebne intraokularne leće.

Svaki bolesnik uključen u studiju imao je po jedan izračun jakosti intraokularne leće, dobiven pomoću optičke koherentne biometrije ili pomoću MR biometrije. Bolesnici su tako podijeljeni u dvije skupine:

SKUPINA A – jakost IOL-e izračunata uz pomoć optičke koherentne biometrije (Master skupina)

SKUPINA B - jakost IOL-e izračunata uz pomoć MR biometrije (MR skupina).

U svakoj skupini su bila uključena najmanje 33 bolesnika. Za izračun veličine uzorka koristili smo Altmanov nomogram.

4.6. *OPERACIJSKI ZAHVAT*

Svim bolesnicima načinjena je u istom aktu fakoemulzifikacija leće, vađenje silikonskog ulja, te implantacija intraokularne leće.

Svaki zahvat započeo se sklerotomijom, koja se načinila s 23 G nožićem, nakon čega se postavila 3,0 mm infuzijska kanila udaljena 3,5 mm od limbusa rožnice u inferotemporalnom kvadrantu. Na rožnici se na 12 sati načinio «clear cornea» rez, a dodatna paracenteza rožnice načinila se na 2 i 10 sati. Ukoliko je u prednjoj očnoj sobici bilo prisutno emulzificirano silikonsko ulje, ono se aspiriralo uz pomoć automatske irigacijsko/aspiracijske sonde. Nakon toga, u prednju sobicu se injicirao viskoelastik Natrij hijaluronat 1,4% (Healon , AMO, Illinois, USA) i načinila se prednja kapsuloreksa ili uz pomoć savijene 25G igle, ili uz pomoć Utrata forcepsa (Katena Products, Denville, NJ, USA). Uslijedila je

hidrodisekcija nukleusa, te fakoemulzifikacija i irigacija/aspiracija lećnih masa kroz «clear cornea" rez. Silikonsko ulje je izvađeno iz prostora staklastog tijela na jedan od sljedeća dva načina:

1. Aktivnom sukcijom kroz dodatnu sklerotomiju načinjenu na pars plani, 3.5 mm od limbusa rožnice na poziciji 10 sati i na poziciji 2 sata.
2. Pasivnom ekspresijom kroz načinjenu stražnju kapsuloreksu

Nakon vađenja silikonskog ulja načinjen je pregled očne pozadine indirektnom oftalmoskopijom da bi se isključio nastanak reablacije mrežnice i da se provjeri da li je silikonsko ulje u cijelosti izvađeno.

U kapsularnu vreću se zatim implantirala savitljiva akrilatna intraokularna leća (Acrysof MA60BM, Alcon, Forth Worth, Tx, USA). Uslijedilo je ispiranje viskoelastika iz prednje sobice, vađenje infuzijske kanile, postavljanje 10-0 (Ethilon, Ethicon GmbH, Nordersdedt, Deutschland) šava na rožnicu ukoliko je bilo potrebno, a koji je bio uklonjen na kraju operativnog zahvata. Na kraju operacije svi bolesnici su dobiti supkonjunktivalnu injekciju deksametazona (Krka, Novo Mesto, Slovenija).

4.7. KONTROLNI PREGLEDI

Bolesnici su biti kontrolirani u dva vremenska intervala nakon operacijskog zahvata: 7. i 30.dan. Na svakom kontrolnom pregledu načinjeno je:

- određivanje vidne oštrine na Snellenovim optotipovima
- mjerenje očnog tlaka aplanacijskom tonometrijom
- pregled prednjeg očnog segmenta na biomikroskopu
- pregled očne pozadine s 90 D Volk Superfield lupom
- bilježenje subjektivnih i objektivnih poslijeoperacijskih komplikacija (komplikacije koje navodi bolesnik u vidu subjektivnih tegoba ili one koje su se u sklopu navedenih kontrolnih pregleda objektivno potvrdile)
- automatska refraktometrija u punoj midrijazi na aparatu Rodenstock RX 200

Postupkom automatske refraktometrije dobili smo vrijednost postoperativne refrakcijske greške. Postoperativna refrakcijska greška izražena je kao sferni ekvivalent (SE).

4.8. *POSTOPERATIVNA REFRAKCIJSKA GREŠKA*

Ciljana refrakcijska greška određena je prije operativnog zahvata, na temelju preoperativne refrakcijske greške, podataka iz anamneze, te razgovora s bolesnikom.

Postoperativna refrakcijska greška dobivena je postupkom automatske refraktometrije i izražena je kao sferni ekvivalent. Ukupna postoperativna refrakcijska greška predstavlja vrijednost dobivenu automatskim refraktometrom, dok je stvarna postoperativna refrakcijska greška dobivena izračunom razlike između ciljane refrakcijske greške i ukupne postoperativne refrakcijske greške. Ukoliko je ciljana refrakcijska greška iznosila 0 (emetropija), tada je ukupna postooperativna refrakcijska greška bila jednaka stvarnoj postoperativnoj refrakcijskoj grešci.

4.9. *STATISTIČKA ANALIZA*

U istraživanje je bilo uključeno ukupno 70 bolesnika, od kojih je jedan bolesnik bio isključen iz studije radi postoperativne ablacije mrežnice. U završnu analizu uvršteni su podaci 69 bolesnika. 35 bolesnika pripadali su skupini B kojima je za izračun jakosti intraokularne leće uzeta aksijalna duljina oka dobivena pomoću magnetske rezonancije (MR skupina), a 34 bolesnika skupini A kojoj je izračun

jakosti intraokularne leće dobiven pomoću optičke koherentne biometrije (Master skupina).

Podaci su prikazani tablično i grafički. Kategorijske i nominalne vrijednosti su se prikazale kroz odgovarajuće frekvencije i udjele, dok su se kvantitativne vrijednosti prikazale kroz medijane i interkvartilne raspone.

Smirnov-Kolmogorovljevim testom je analizirana normalnost raspodjele pojedinih varijabli i shodno dobivenim rezultatima u daljnjoj analizi su se koristili neparametrijski testovi.

Razlike pojedinih kvantitativnih kliničkih varijabli između ispitivanih skupina analizirane su Mann-Whitneyevim U testom, dok su se razlike između 7. i 30. dana analizirale zavisnim (Wilcoxonovim) testom.

X^2 testom su se ispitivale razlike u pojedinim kategorijskim varijablama.

Sve P vrijednosti manje od 0,05 su smatrane statistički značajnima. U statističkoj analizi se koristila programska podrška IBM SPSS Statistics verzija 21 (www.spss.com).

5. REZULTATI

5.1. OPĆI PODACI

Opisna statistika ispitivanog uzorka u odnosu na kvantitativne varijable prikazana je u tablici 1. Prosječna dob bolesnika uključenih u studiju iznosila je 67 +/- 9

godina (raspon 43 - 86 godina). Duljina tamponade iznosila je prosječno 11+/- 5 mjeseci (u rasponu od 4 do 26 mjeseci).

U studiji je bilo uključeno 44 bolesnika kod kojih smo analizirali desno oko i 25 bolesnika kod kojih smo analizirali lijevo oko. Preoperativna vidna oštrina oba oka iznosila je 0,2+/- 0,24 sa minimalnom vidnom oštrinom za oba oko BPPO, a maksimalnom vidnom oštrinom 0,8 za desno oko i maksimalnom vidnom oštrinom 0,7 za lijevo oko.

Preoperativne vrijednosti intraokularnog tlaka bile su 16,0+/- 5 mmHg, u rasponu 9,0 do 35 mmHg.

Prosječna vrijednost biometrije preoperativno iznosila je 24,43+/- 1,8 mm, u rasponu od 22.18 mm do 29,33mm.

Prosječna izračunata vrijednost jakosti IOL-a bila je 19,53+/-3,4 D s minimalnom vrijednosti od 7 D do maksimalno 24 D.

Vidna oštrina na prvoj postoperativnoj kontroli sedmi dan iznosila je prosječno 0,4 +/- 0,3 u rasponu od 0,01 do 1,0.

Sedmi postoperativni dan srednja vrijednost intraokularnih tlakova bila je 14+/- 3 mmHg, od minimalno 10,0 mmHg do maksimalno 23,0 mmHg.

Automatskom refraktometrijom dobili smo prosječnu sfernu komponentu refrakcijske greške 7. postoperativni dan (I kontrola) koja je bila prosječno 0,2 +/- 2,5 u rasponu od -13,50 Dsph do 6 Dsph, a astigmatizam na 7.dan kontrole (I kontrola) bio je 1,9 +/- 1, u rasponu 1 do 5 cilindara.

Ciljana refrakcijska greška 7. postoperativni dan izražena kao sferni ekvivalent iznosila je prosječno 0,70 +/- 2,5 Dsph od -13,50 do 5 Dsph.

30. postoperativni dan (II kontrola) prosječna vidna oštrina bila je 0,4 +/- 0,3; u rasponu od 0,01 do 1,0, a vrijednosti intraokularnih tlakova kretale su se oko 15,0 +/- 4 mmHg tj. od minimalno 10,0 do maksimalno 28,0 mmHg.

Automatskom refraktometrijom dobili smo prosječnu sfernu komponentu refrakcijske greške 30. postoperativni dan (II kontrola) koja je bila prosječno 0,1 +/- 2,3 Dsph, od -13 do 4,50 Dsph, a astigmatizam na 30. postoperativni dan iznosio je 1,73 +/- 1 od,25 do 4,50 cilindara.

Ciljana refrakcijska greška 30. postoperativni dan iznosila je prosječno 0,63 +/- 2,3 Dsph od -13,0 do 3,7 Dsph.

Tablica 1. Opisna statistika ispitivanih kvantitativnih varijabli

	N	Aritmetička sredina	SD	Min	Max	Percentile		
						25.	Medijan	75.
Dob (godine)	69	67,19	8,81	43,00	86,00	59,00	69,00	74,00
Duljina tamponade (mj.)	69	11,14	4,81	4,00	26,00	7,50	11,00	13,50
VOD preop.	44	0,21	0,22	0,00	0,80	0,05	0,10	0,30
VOS preop	25	0,20	0,24	0,01	0,70	0,05	0,08	0,25
Preoperativni IOP	69	15,83	5,18	9,00	35,00	12,00	15,00	17,00
Biometrija	69	24,43	1,47	22,18	29,33	23,39	24,24	25,14
Jakost IOL-a	69	19,53	3,36	7,00	24,00	19,00	20,50	21,50
7.dan: VO	69	0,37	0,28	0,01	1,00	0,10	0,30	0,55
7.dan: IOP	69	14,01	2,81	10,00	23,00	12,00	14,00	15,00
7.dan: SFERA	69	0,26	2,49	-13,50	5,87	-1,00	0,75	1,37
7.dan: cilindar	69	-1,89	1,06	-5,00	1,00	-2,63	-1,87	-1,00
7. dan: AX	69	95,93	49,26	0,00	180,00	68,50	105,00	132,00
7. dan: refr.greška	69	-0,70	2,48	-13,88	4,93	-1,54	-0,38	0,75
30. dan: VO	69	0,48	0,31	0,01	1,00	0,20	0,50	0,70
30 .dan: IOP	69	15,10	3,95	10,00	28,00	12,00	14,00	16,00
30.dan:aut.refr: sfera	69	0,16	2,25	-13,00	4,50	-0,50	0,50	1,25
30. dan:autom refr:cilindar	69	-1,73	1,01	-4,50	-0,25	-2,25	-1,50	-1,00
30. dan: ax	69	95,94	49,58	0,00	180,00	68,50	107,00	131,50
30. dan: refr.greška	69	-0,63	2,26	-13,19	3,69	-1,34	-0,19	0,50

Za analizu razlika u dvije ispitivane skupine (skupina B ili MR skupina i skupina A ili Master skupina) u promatranim kliničkim varijablama korišten je Mann-Whitneyev U test (tablica 2).

5.2. RAZLIKE IZMEĐU ISPITIVANIH SKUPINA

Tablica 2. Razlike između ispitivanih skupina u promatranim kliničkim varijablama: Mann-Whitneyev U test

Skupina		**N**	**Min**	**Max**	**Percentile**		
					25.	**Medijan**	**75.**
Dob (godine)*	Master (B)	34	53,00	79,00	57,75	64,50	72,00
	MR (A)	35	43,00	86,00	62,00	71,00	77,00
Duljina tamponade (mj.)	Master (B)	34	4,00	26,00	8,00	11,00	14,00
	MR (A)	35	4,00	24,00	7,00	10,00	12,00
VOD preop.	Master (B)	21	0,00	0,80	0,05	0,20	0,45
	MR (A)	23	0,01	0,70	0,05	0,10	0,30
VOS preop	Master (B)	13	0,01	0,70	0,05	0,08	0,20
	MR (A)	12	0,05	0,70	0,06	0,10	0,45
Preoperativni IOP	Master (B)	34	10,00	35,00	12,75	15,00	20,00
	MR (A)	35	9,00	32,00	12,00	15,00	16,00
Biometrija*	Master (B)	34	22,60	29,33	23,96	24,34	25,57
	MR (A)	35	22,18	28,63	23,08	23,86	24,78
Jakost IOL-a	Master (B)	34	7,00	23,00	17,00	19,75	21,50
	MR (A)	35	12,00	24,00	19,00	20,50	21,50
7.dan: VO	Master (B)	34	0,01	1,00	0,10	0,25	0,50
	MR (A)	35	0,01	1,00	0,10	0,40	0,60
7.dan: IOP	Master (B)	34	10,00	22,00	12,00	14,00	15,25
	MR (A)	35	10,00	23,00	12,00	13,00	15,00
7.dan: SFERA	Master (B)	34	-13,50	5,87	-1,13	0,69	1,40
	MR (A)	35	-4,25	3,75	-0,75	0,75	1,37
7.dan: cilindar	Master (B)	34	-3,87	-0,33	-2,90	-1,94	-0,97
	MR (A)	35	-5,00	1,00	-2,25	-1,75	-1,25
7. dan: AX	Master (B)	34	5,00	168,00	77,75	108,50	123,00
	MR (A)	35	0,00	180,00	30,00	100,00	140,00
7. dan: refr.greška	Master (B)	34	-13,88	4,93	-2,30	-0,60	0,75
	MR (A)	35	-4,93	2,75	-1,50	-0,13	0,74
30. dan: VO	Master (B)	34	0,01	1,00	0,20	0,45	0,60
	MR (A)	35	0,01	1,00	0,20	0,50	0,70

30. dan: IOP	Master (B)	34	10,00	23,00	12,00	14,00	15,25
	MR (A)	35	11,00	28,00	12,00	15,00	17,00
30. dan: SFERA	Master (B)	34	-13,00	4,50	-1,28	0,50	1,31
	MR (A)	35	-4,62	3,00	-0,37	0,50	1,25
30. dan: cilindar	Master (B)	34	-4,50	-0,33	-2,36	-1,75	-0,75
	MR (A)	35	-4,50	-0,25	-2,12	-1,50	-1,00
30. dan: AX	Master (B)	34	0,00	170,00	83,75	107,50	125,75
	MR (A)	35	0,00	180,00	30,00	102,00	145,00
30. dan: refr.greška	Master (B)	34	-13,19	3,69	-1,59	-0,63	0,58
	MR (A)	35	-6,87	1,75	-1,00	-0,13	0,44

*P<0,05

Između ispitivanih skupina našla se statistički značajna razlika u dobi bolesnika gdje prosječna dob bolesnika kod kojih je aksijalna duljina očne jabučice izračunata pomoću

optičke koherentne biometrije iznosi 64,5 godina, a u bolesnika u skupini MR biometrije prosječna životna dob iznosi 71 godinu.

Usporedbom duljina tamponade u mjesecima nije se dobila statistički značajna razlika, iako ona u Master skupini iznosi prosječno 11,94 mjeseci, a u MR skupini 10,37 mjeseci.

Usporedbom preoperativne vidne oštrine između dviju ispitivanih skupina nije se našla statistički značajna razlika koja je za desno oko u Master skupini iznosila 0,2 a u MR skupini 0,1; dok je za lijevo oko u Master skupini iznosila 0,08, a u MR skupini 0,1.

Usporedbom preoperativnih vrijednosti intraokularnih tlakova nije se našla statistički značajna razlika između ispitivanih skupina čiji medijan odstupanja u

obje skupine iznosi 15,0 mmHg, iako je raspon intraokularnih tlakova u obje skupine različit, pa u skupini Master iznosi od 10,0 mmHg do 35,0 mmHg; a u skupini MR od 9,0 mmHg do 32,0 mmHg.

Statistički značajna razlika našla se usporedbom izračuna biometrije u Master skupini u odnosu na MR skupinu, pri čemu su značajno veće vrijednosti biometrije nađene u skupini Master.

Usporedbom dobivenih vrijednosti izračuna potrebne IOL-e između dviju skupina, nije se našla statistički značajna razlika čiji medijan odstupanja prosječno u Master skupini iznosi 19,75 D, a u MR skupini 20,50 D.

Na prvom kontrolnom pregledu (sedmi postoperativni dan) medijan odstupanja prosječnih vrijednosti vidne oštrine iznosi za Master skupinu 0,25 a za MR skupinu 0,4 čime se nije pokazala statistički značajna razlika u skupinama.
Medijani odstupanja intraokularnih tlakova u obje skupine na prvoj kontroli također nisu pokazali statistički značajne razlike, a iznosili su u Master skupini 14,0 mmHg, a u MR skupinu 13 mmHg.

Automatskom refraktometrijom dobili smo medijan odstupanja za sfernu komponentu refraktivne greške koja je u skupini Master iznosila 0,69 (u rasponu od -13,50 do 6 D), a u skupini MR 0,75 (u rasponu od -4,25 do 3,75 D).

Medijan odstupanja cilindrične komponente refrakcijske greške dobiven automatskom refraktometrijom 7. postoperativni dan bio je u Master skupini 1,94, a u MR skupini 1,75 cilindara što se ne smatra statistički značajnim.

Usporedbom dobivenih refrakcijskih grešaka 7. postoperativni dan izraženih kao sferni ekvivalent u obje skupine nije se dobila statistički značajna razlika, a medijan odstupanja u skupini Master iznosio je -0,60 D, dok u skupini MR -0,13 D.

Na drugoj kontroli 30. postoperativni dan medijan odstupanja vidne oštrine u skupini Master iznosio je prosječno 0,45, a u skupini MR 0,50 što nije statistički signifikantno kao ni izmjereni intraokularni tlak čiji je medijan odstupanja u Master skupini iznosio prosječno 14 mmHg, a u MR skupini 15 mmHg.

Automatskom refraktometrijom dobili smo medijan odstupanja sferne komponente refrakcijske greške koja je u obje skupine iznosila 0,50 Dsph.

Medijan odstupanja cilindrične komponente refrakcijske greške dobiven automatskom refraktometrijom 30. postoperativni dan bio je u Master skupini 1,75, a u MR skupini 1,50 cilindara što se ne smatra statistički značajnim.

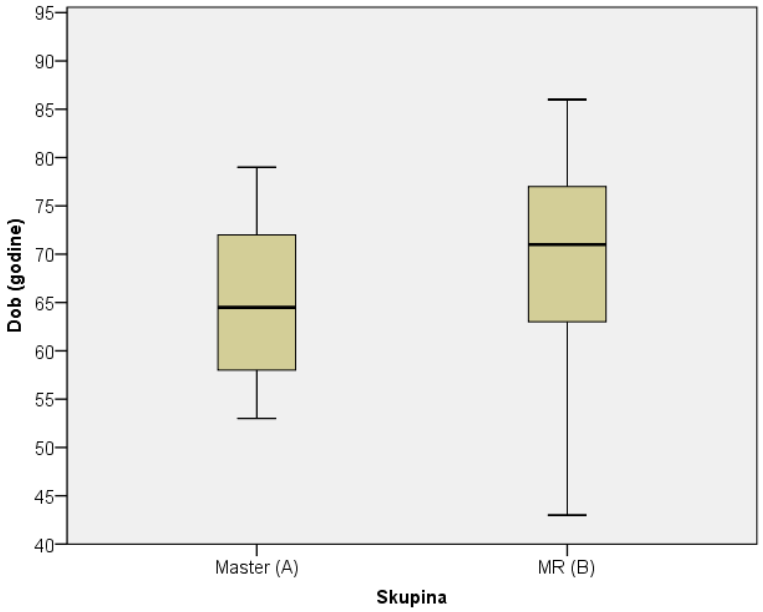
Usporedbom dobivenih refrakcijskih grešaka 30. postoperativni dan izraženih kao sferni ekvivalent u obje skupine nije se dobila statistički značajna razlika, a medijan odstupanja je u skupini Master iznosilo -0,63 Dsph, dok u skupini MR -0,13 Dsph.

Tablica 3. Rezultati Mann-Whitneyevog U testa iz tablice 2

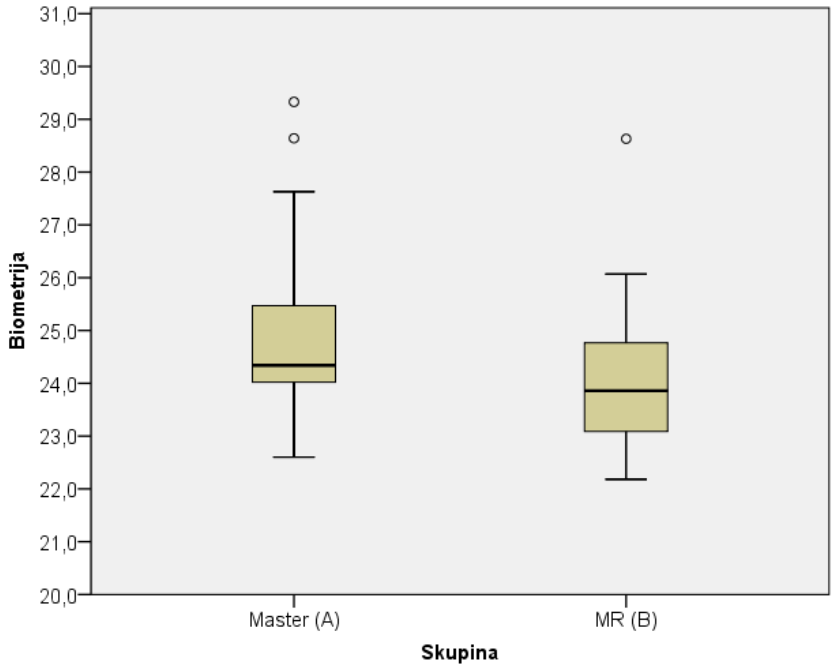
	Mann-Whitney U	Z	P
Dob (godine)	385,50	-2,52	0,012
Duljina tamponade (mj.)	508,50	-1,04	0,297
VOD preop.	214,50	-0,64	0,524
VOS preop	53,50	-1,35	0,176
Preoperativni IOP	514,00	-0,98	0,328
Biometrija	396,00	-2,39	0,017
Jakost IOL-a	448,50	-1,77	0,078
7.dan: VO	527,50	-0,81	0,415
7.dan: IOP	562,50	-0,39	0,694
7.dan: SFERA	576,00	-0,23	0,819
7.dan: cilindar	563,00	-0,38	0,700
7. dan: AX	572,50	-0,27	0,787
7. dan: refr.greška	556,00	-0,47	0,640
30. dan: VO	511,50	-1,01	0,313
30. dan: IOP	492,50	-1,24	0,215
30. dan:aut.refr: sfera	590,50	-0,05	0,957
30. dan:autom refr:cilindar	586,00	-0,11	0,914
30. dan: ax	589,50	-0,07	0,947
30. dan: refr.greška	548,00	-0,56	0,573

Tablice 2 i 3 prikazuju razlike između ispitivanih skupina u promatranim kvantitatinim kliničkim varijablama. Ispitivane skupine su se značajno razlikovale u dobi: MR skupina u odnosu na Master skupinu je bila značajno starija, te biometriji: značajno veće vrijednosti bile su u skupini Master. Značajne razlike su prikazane Boxovim i Whiskerovim plotovima na slikama 4 i 5.

Slika 4. Razlike u dobi između ispitivanih skupina



Slika 5. Razlike u biometriji između ispitivanih skupina



U tablici 4 prikazane su razlike u pojedinim kategorijskim varijablama između ispitivanih skupina, iz kojih je vidljivo da se nije našla značajna razlika između ispitivanih skupina po spolu, broju prethodnih operacija, komplikacijama tamponade

(katarakta, povišen intraokularni tlak i emulzificirano silikonsko ulje), komplikacija na 30. postoperativni dan i tvrdoći mrene klasificirane prema LOCS III klasifikaciji po kojoj smo mrene klasificirali na meke (N1-N3), tvrde (N4-N6) i komplikate sa stražnjim subkapsularnim zamućenjem.

Tablica 4. Razlike u pojedinim kategorijskim varijablama između ispitivanih skupina: X^2 test

		Skupina			
		Master		**MR**	
		N	**%**	**N**	**%**
Spol	Muški	21	61,80%	19	54,30%
	Ženski	13	38,20%	16	45,70%
Broj prethodnih operacija	1	31	91,20%	33	94,30%
	2	3	8,80%	2	5,70%
Komplikacije tamponade	Katarakta	20	58,80%	28	80,00%
	Katarakta i tlak	12	35,30%	4	11,40%
	Katarakta, tlak i emulzificirano silikonsko ulje	1	2,90%	1	2,90%
	Katarakta i emulzificirano silikonsko ulje	1	2,90%	2	5,70%
30. dan: komplik.	Bez komplikacija	30	88,20%	31	88,60%
	Tlak	4	11,80%	4	11,40%
Vrsta mrene	Meka	7	20,6%	12	34,3%
	Tvrda	10	29,4%	13	37,1%
	Complicata	17	50,0%	10	28,6%

		Skupina
Spol	X^2 test	0,396
	df	1
	P	0,529
Broj prethodnih operacija	X^2 test	0,248
	df	1
	P	0,618
Komplikacije tamponade	X^2 test	5,653
	df	3
	P	0,130
LOCS III	X^2 test	44,695
	df	43
	P	0,400
30 .dan: komplik.	X^2 test	0,002
	df	1
	P	0,965
Mrene	X^2 test	3,508
	df	2
	P	0,173

Tablica 4 prikazuje razlike u pojedinim kategorijskim varijablama između ispitivanih skupina. Nije bilo značajnih razlika između ispitivanih skupina.

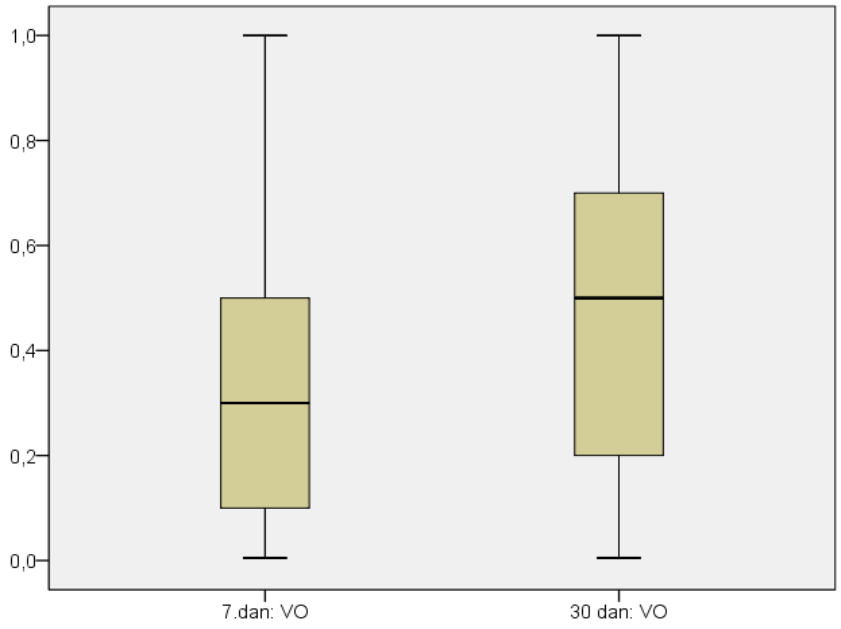
5.3. RAZLIKE U REZULTATIMA IZMEĐU 7. i 30. DANA NA CJELOKUPNOM UZORKU

Tablica 5 prikazuje razlike između 7. i 30. dana na cjelokupnom uzorku (MR+Master skupina). Nakon 30. dana dolazi do značajnog porasta VO, IOP i smanjenja cilindra što je dodatno prikazano na slikama 6, 7 i 8.

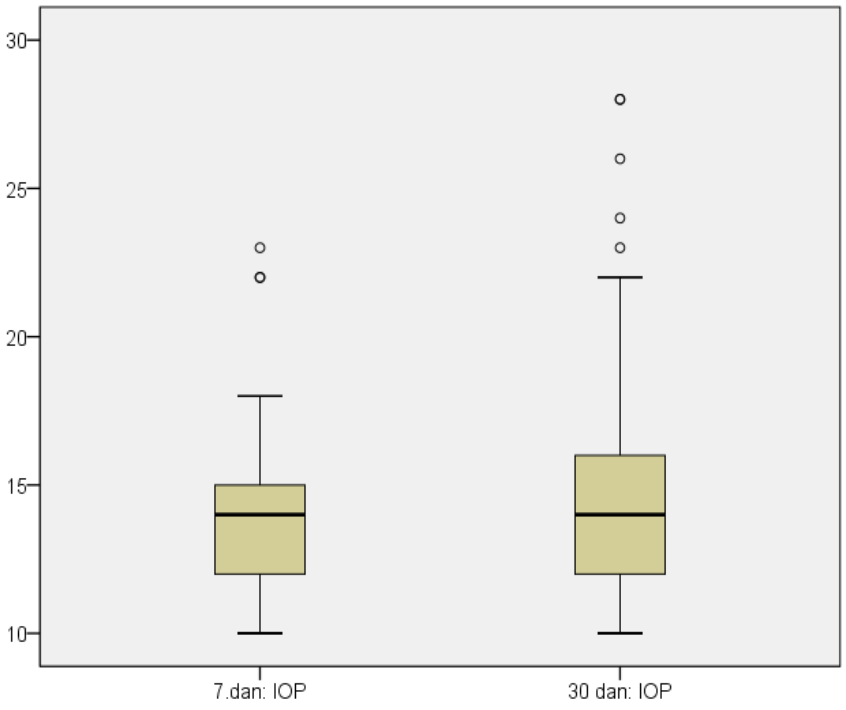
Tablica 5. Razlike između 7. i 30. dana na cjelokupnom uzorku: Wilcoxonov test

	N	Min	Max	Percentile			P
				25.	Medijan	75.	
7.dan: VO	69	0,01	1,00	0,10	0,30	0,55	<0,001
30. dan: VO	69	0,01	1,00	0,20	0,50	0,70	
7.dan: SFERA	69	-13,50	5,87	-1,00	0,75	1,37	0,256
30. dan: SFERA	69	-13,00	4,50	-0,50	0,50	1,25	
7. dan: AX	69	0,00	180,00	68,50	105,00	132,00	0,673
30. dan: AX	69	0,00	180,00	68,50	107,00	131,50	
7.dan: IOP	69	10,00	23,00	12,00	14,00	15,00	0,010
30. dan: IOP	69	10,00	28,00	12,00	14,50	16,00	
7.dan: cilindar	69	-5,00	1,00	-2,63	-1,87	-1,00	0,019
30. dan: cilindar	69	-4,50	-0,25	-2,25	-1,50	-1,00	
7 .dan: refr.greška	69	-13,88	4,93	-1,54	-0,38	0,75	0,845
30. dan: refr.greška	69	-13,19	3,69	-1,34	-0,19	0,50	

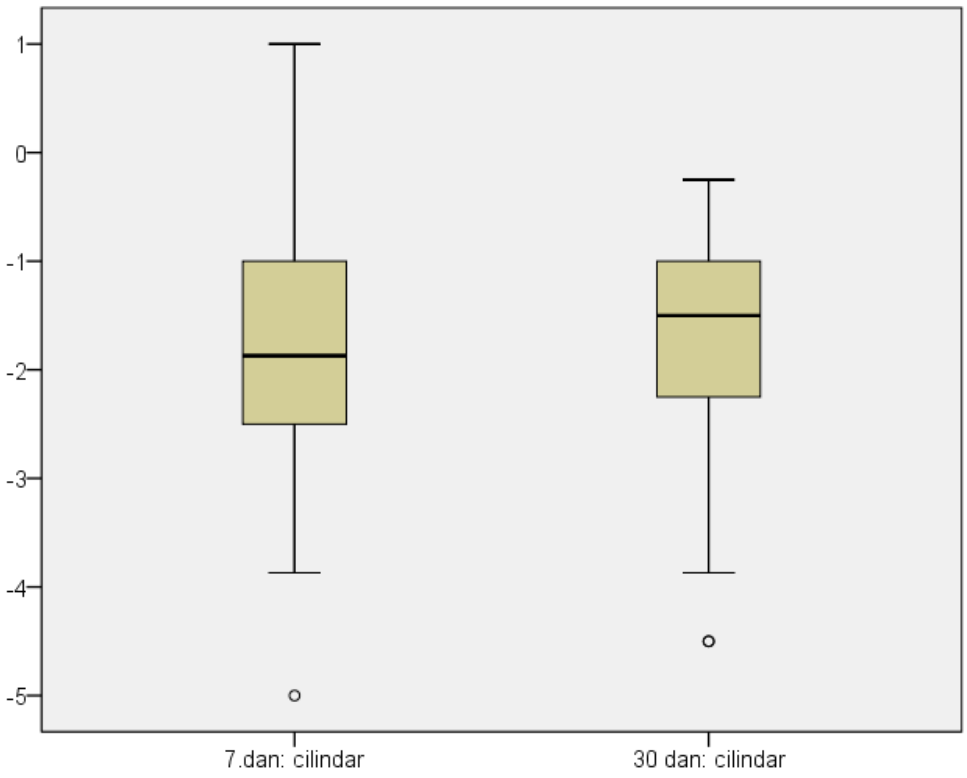
Slika 6. Razlike između 7. i 30. dana u VO na cjelokupnom uzorku



Slika 7. Razlike između 7. i 30. dana u IOP na cjelokupnom uzorku



Slika 8. Razlike između 7. i 30. dana u cilindrima na cjelokupnom uzorku



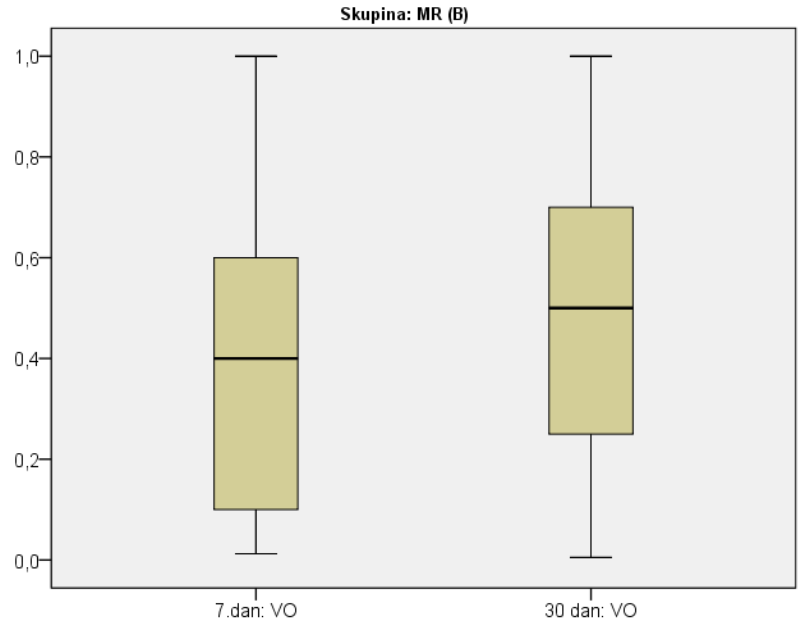
5.4. RAZLIKE U REZULTATIMA IZMEĐU 7. i 30. DANA U ISPITIVANIM SKUPINAMA

Tablica 6 prikazuje razlike između 7. i 30. dana unutar MR skupine. Značajan je porast VO, te smanjenje medijana cilindra što je dodatno prikazano na slikama 9 i 10.

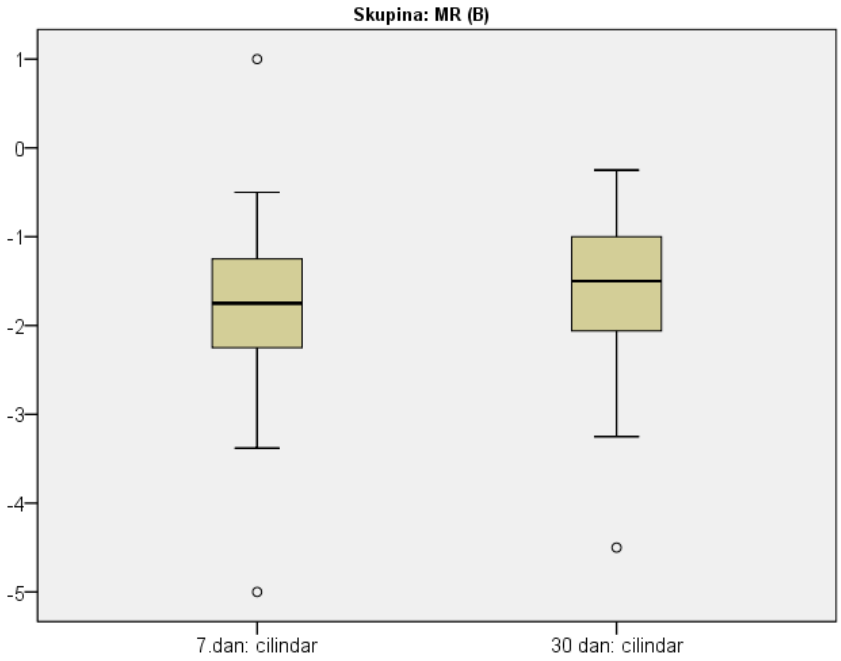
Tablica 6. Razlike između 7. i 30. dana u skupini MR: Wilcoxonov test

MR	N	Min	Max	Percentile			P
				25.	Medijan	75.	
7.dan: VO	34	0,01	1,00	0,10	0,25	0,50	<0,001
30. dan: VO	34	0,01	1,00	0,20	0,45	0,60	
7.dan: SFERA	34	-13,50	5,87	-1,13	0,69	1,40	0,869
30. dan: SFERA	34	-13,00	4,50	-1,28	0,50	1,31	
7. dan: AX	34	5,00	168,00	77,75	108,50	123,00	0,300
30. dan: AX	34	0,00	170,00	83,75	107,50	125,75	
7.dan: IOP	34	10,00	22,00	12,00	14,00	15,25	0,279
30. dan: IOP	34	10,00	23,00	12,00	14,00	15,25	
7.dan: cilindar	34	-3,87	-0,33	-2,90	-1,94	-0,97	0,029
30. dan: cilindar	34	-4,50	-0,33	-2,36	-1,75	-0,75	
7. dan: refr.greška	34	-13,88	4,93	-2,30	-0,60	0,75	0,574
30. dan: refr.greška	34	-13,19	3,69	-1,59	-0,63	0,58	

Slika 9. Razlike između 7. i 30. dana u VO u skupini MR



Slika 10. Razlike između 7. i 30. dana u cilindrima u skupini MR



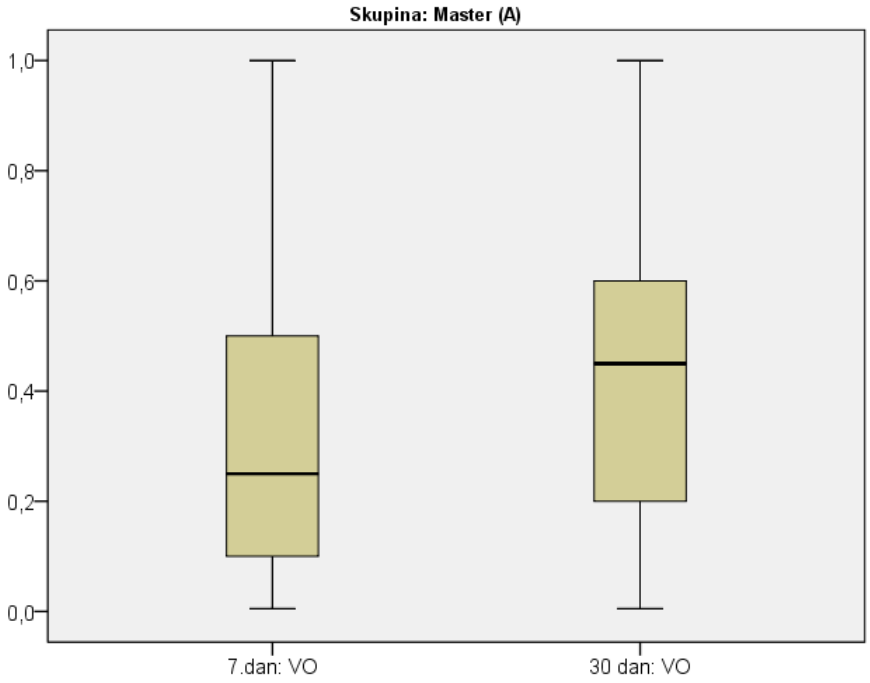
Tablica 7. Razlike između 7. i 30. dana na u skupini Master: Wilcoxonov test

Master	N	Min	Max	Percentile			P
				25.	Medijan	75.	
7.dan: VO	35	0,01	1,00	0,10	0,40	0,60	<0,001
30. dan: VO	35	0,01	1,00	0,20	0,50	0,70	
7.dan: SFERA	35	-4,25	3,75	-0,75	0,75	1,37	0,070
30. dan: SFERA	35	-4,62	3,00	-0,37	0,50	1,25	
7. dan: AX	35	0,00	180,00	30,00	100,00	140,00	0,514
30. dan: AX	35	0,00	180,00	30,00	102,00	145,00	
7.dan: IOP	35	10,00	23,00	12,00	13,00	15,00	0,015
30. dan: IOP	35	11,00	28,00	12,00	15,00	17,00	
7.dan: cilindar	35	-5,00	1,00	-2,25	-1,75	-1,25	0,189
30. dan: cilindar	35	-4,50	-0,25	-2,12	-1,50	-1,00	
7. dan: refr.greška	35	-4,93	2,75	-1,50	-0,13	0,74	0,830
30. dan: refr.greška	35	-6,87	1,75	-1,00	-0,13	0,44	

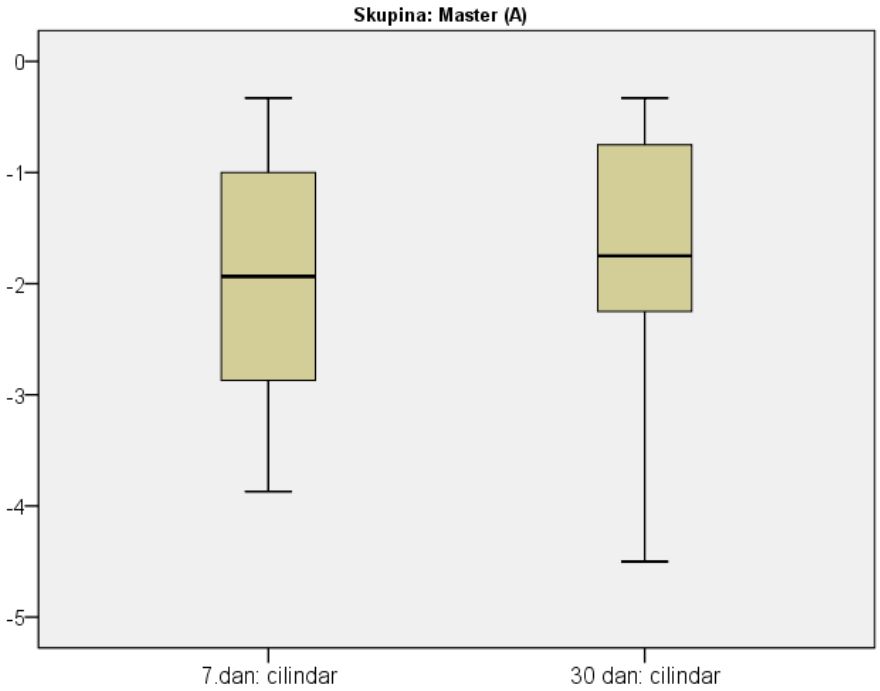
Tablica 7. prikazuje razlike između 7. i 30. dana unutar Master skupine. Značajan je porast VO (slika 11), te smanjenje medijana IOP. Smanjenje cilindara u skupini Master 30. postoperativni dan u odnosu na 7. prikazano je na slici 12.

Ako se sagledaju razlike u odnosu na skupinu MR, ovdje nije došlo do značajnog smanjenja cilindara, dok se dodatno povećao IOP. Ovi podaci govore u prilog boljih postoperativnih kretanja u skupini MR.

Slika 11 Razlike između 7. i 30. dana u VO u skupini Master



Slika 12 Razlike između 7. i 30. dana u cilindrima u skupini Master



5.5. REZULTATI DOBIVENIH VRIJEDNOSTI STVARNIH REFRAKCIJSKIH GREŠAKA U ISPITIVANIM SKUPINAMA 7. I 30. DAN

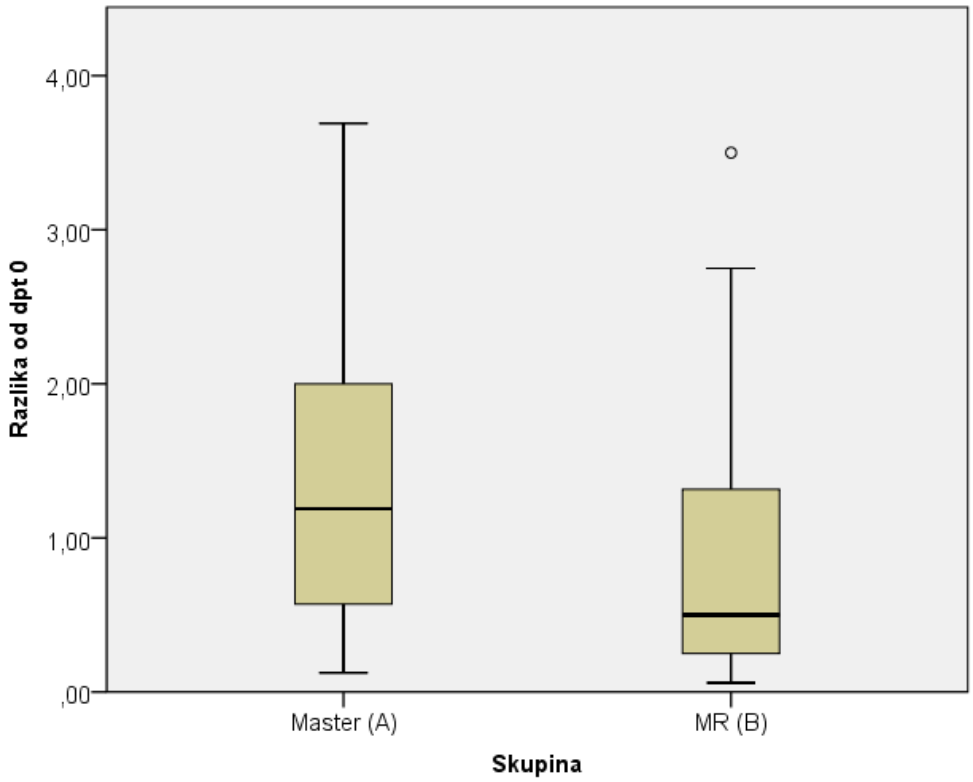
Tablica 8 prikazuje usporedbu apsolutnih dioptrija u odnosu na ciljnu vrijednost 0 dioptrija. Vrijednosti apsolutnih dioptrija u MR skupini u odnosu na apsolutne dioptrije u Master skupini i nakon 7. i nakon 30. dana postižu niže vrijednosti, a značajno niže dioptrijske vrijednosti su samo nakon 30 dana (slika 13). Ti podaci svakako idu u prilog boljim kliničkim rezultatima skupine MR.

Tablica 8. Usporedba apsolutnih dioptrija u odnosu na ciljnu vrijednost 0 dioptrija: Mann-Whitneyev U test

Skupina		**N**	**Min**	**Max**	**Percentile**		
					25.	**Medijan**	**75.**
REF_GR_7	Master (A)	34	0,07	13,88	0,67	1,40	2,64
	MR (B)	35	0,01	4,93	0,37	0,87	1,74
REF_GR_30	Master (A)	34	0,13	13,19	0,55	1,19	2,11
	MR (B)	35	0,06	6,87	0,25	0,50	1,50

	Mann-Whitney U	**Z**	**P**
REF_GR_7	460,000	-1,621	0,105
REF_GR_30	381,000	-2,570	0,010

Slika 13 Usporedba apsolutnih dioptrija u odnosu na ciljnu vrijednost 0 dioptrija: REF GR 30



Tablica 9. Prikaz stvarne refrakcijske greške u odnosu na ciljanu refrakcijsku grešku između ispitivanih skupina

Razlika refrakcijske greške * Skupina Crosstabulation

			Skupina		Total
			Master (A)	MR (B)	
Razlika refrakcijske greške	Bez razlike	N	1	2	3
		%	2,9%	5,7%	4,3%
	<1 dpt	N	28	28	56
		%	82,4%	80,0%	81,2%
	1-2 dpt	N	5	5	10
		%	14,7%	14,3%	14,5%
Total		N	34	35	69
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Chi-Square Tests

	Value	df	P
Pearson Chi-Square	,319[a]	2	,853
N of Valid Cases	69		

Tablica 9 prikazuje raspodjelu stvarne refrakcijske greške u odnosu na ciljanu refrakcijsku grešku između ispitivanih skupina, te raspodjelu stvarne refrakcijske greške i njihovo odstupanje od ciljane unutar skupina : bez razlike u odstupanju, razlika do 1 D u odstupanju i razlika do 2 D u odstupanju.

Iz tablice je vidljivo da bez odstupanja u skupini Master imamo jednog bolesnika, dok u skupini MR 2 bolesnika . Unutar obje skupine odstupanja od ciljne refrakcijske greške su podjednaka, 28 bolesnika unutar svake skupine imalo je odstupanje manje od 1 D od ciljane refrakcije, a 5 bolesnika imalo je odstupanje između 1 i 2 D.

RASPRAVA

Operacija katarakte danas je najčešće izvođeni operacijski zahvat u starijoj populaciji u svijetu, te se prema suvremenim standardima smatra oblikom refraktivne kirurgije. Iz tog razloga nosi i teret refraktivne kirurgije u kojoj bolesnik sam ocjenjuje uspjeh operacije, kvalitetu rada kirurga i postoperativni ishod, a na temelju subjektivne procjene kvalitete svoga vida. Daleko smo od samih početaka operacija katarakte i prvih pokušaja „korektne“ postoperativne refrakcije[1,94,95], kada su se refrakcijske greške i od -20 dioptrija smatrale uspješnom operacijom.

Danas je situacija obrnuta, te sam proces započinje s izračunavanjem potrebne jačine intraokularne leće za svakog bolesnika prije operacije katarakte, pri čemu izračunavamo željeni refraktivni ishod nakon operacije. Zasluga za takvu mogućnost pripada razvoju znanosti, kirurgije i napretku tehnologije kojom je moguće izračunati izrazito točan željeni refrakcijski ishod.

U ovoj prospektivnoj randomiziranoj studiji analizirali smo točnost mjerenja aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem pomoću optičke koherentne biometrije i magnetske rezonancije. U studiju je bilo uključeno ukupno 69 bolesnika, koji su bili randomizirani u dvije skupine. U B skupini ili MR skupini, kojoj je jakost intraokularne leće izračunata pomoću MR biometrije bilo je 35 bolesnika, dok je u A skupini ili Master skupini, kojoj je jakost intraokularne leće izračunata pomoću optičke koherentne biometrije bilo 34 bolesnika.

Skupine se nisu međusobno statistički značajno razlikovale po spolu, preoperativnoj vidnoj oštrini, preoperativnoj visini intraokularnog tlaka, broju prethodnih očnih operacija, duljini trajanja endotamponade silikonskim uljem, komplikacijama endotamponade silikonskim uljem, tvrdoći leće, jakosti izračunate intraokularne leće, ali su se razlikovale po dobi, jer je skupina MR u odnosu na Master skupinu bila starija. S obzirom da su bolesnici odabrani nasumično, redom dolaska na Kliniku, a nakon razgovora i pristanka na sudjelovanje u studiji, takav se podatak može objasniti samo organizacijskom mogućnosti starijih od 65 godina, koji nisu radno aktivni, da odvoje vrijeme za odlazak na Zavod za radiologiju, Klinike za dječje bolesti, Klaićeva 16, Zagreb gdje smo vršili mjerenje biometrije pomoću magnetske rezonancije (MR biometrija).

Usporedbom biometrijskih vrijednosti u obje skupine, u skupini Master dobili smo statistički značajno veće vrijednosti izračuna biometrije nego u skupini MR. Razlike u dobivenom izračunu aksijalne duljine očnih jabučica opisane su u literaturi usporedbom ultrazvučne biometrije i optičke koherentne biometrije[70,78,79,84], a govore o prosječno većim dobivenim izračunima pomoću optičke koherentne biometrije, bez većih odstupanja u izračunu potrebne intraokularne leće.

Razlog tome jest što je stražnja mjerna površina s koje se reflektira svjetlo kod optičke koherentne biometrije retinalni pigmentni epitel koji je za cijelu debljinu retine dalje od fovee centralis s koje se reflektira ultrazvučni val. Kod MR

biometrije mjerenja smo radili od apeksa rožnice do fovee centralis, a u izračun također nismo uračunavali debljinu retine koja iznosi oko 130 mikrona.

Usporedbom 7. i 30. postoperativnog dana nađene su statistički značajne vrijednosti porasta vidne oštrine, intraokularnog tlaka i smanjenja cilindra na cjelokupnom ispitivanom uzorku. Kod obje skupine pojedinačno pronađena je statistički značajna razlika između vidne oštrine 7. postoperativni dan i vidne oštrine 30. postoperativni dan, a smatramo ju posljedicom operacije katarakte. Usporedbom vidnih oštrina između MR skupine i Master skupine nije pronađena statistički značajna razlika.

Usporedbom unutar pojedine skupine 7. i 30. postoperativni dan nađeno je da je došlo do značajnog smanjenja cilindra unutar skupine MR, dok je u skupini Master također došlo do smanjenja cilindra, ali bez statistički značajne razlike.

Promjene postoperativnog astigmatizma poznate su i opisane odavno u literaturi posebno nakon intrakapsularne ekstrakcije katarakte[96]. Suvremenim operativnim tehnikama i manjim incizijama bez potrebe šivanja, postotak astigmatizma nakon očnih operacije se smanjio, ali se i dalje javlja nakon pojedinačnih očnih operativnih zahvata kao operacije katarakte[97], operacije vitrektomije[98,99], ali i nakon kombiniranih operativnih zahvata kao što je operacija katarakte s vitrektomijom[100,101] i operacije katarakte s trabekulektomijom[102]. Osim nastanka kirurški uzrokovanog astigmatizma koji se stabilizira nakon nekoliko tjedana i sama se promjena osi astigmatizma stabilizira u tom periodu[103]. To se objašnjava promjenom konfiguracije očne jabučice uzrokovane operacijom,

promjenama intraokularnih tlakova, te zadebljanjem rožnice tj. nastankom kornealnomg edema za koji se smatra da nastaje prvenstveno kao posljedica smanjenja funkcije endotelnih stanice radi upale uzrokovane operativnim zahvatom, a ne kao posljedica smanjenja broja endotelnih stanica rožnice.

Usporedbom analiziranih skupina našlo se statistički značajno povišenje intraokularnih tlakova samo u Master skupini između 7. i 30.postoperativnog dana (od 13,0 mmHg do 15 mmHg). Dobivena razlika u Master skupini posljedica je prosječno većeg broja bolesnika s povišenim intraokularnim tlakom kao komplikacijom prije operacije katarakte i vađenja silikonskog ulja (ukupno 12 bolesnika) u odnosu na MR skupinu (ukupno 4 bolesnika). S obzirom na prethodno spomenute mehanizme sekundarnog glaukoma kod endotamponade silikonskim uljem[43-46] u ovoj studiji broj bolesnika s emulzificiranim silikonskim uljem kao komplikacijom približno je podjednak u obje skupine, u Master skupini 2 bolesnika, a u MR skupini 3 bolesnika, te se ne može smatrati odgovornim za visok stupanj povišenja intraokularnog tlaka u Master skupini.
Prosječno viši preoperativni očni tlak u Master skupini mogao bi se jedino objasniti prosječno duljim trajanjem endotamponade silikonskim uljem u odnosu na MR skupinu (11,9 mjeseci u odnosu na 10,3 mjeseci).

Usporedbom ciljane i stvarne postoperativne refrakcijske greške u obje skupine nađeno je odstupanje postoperativne refrakcijske greške u odnosu na ciljanu refrakcijsku grešku. Poznato je da ponekada nastaju velika odstupanja od

planirane postoperativne refrakcije čak i kada se izračun radi u bolesnika prethodno potpuno zdravih [95]. Svako prethodno oboljenje oka, preoperativne velike refrakcijske greške, a posebno prethodne operacije koje utječu na veličinu i konfiguraciju same očne jabučice mogu dovesti do značajne greške u izračunavanju IOL-a [104-106]. Primjer takvog ekstremnog odstupanja imali smo i u ovoj studiji, u bolesnika sa stvarnom postoperativnom refrakcijskom greškom od -13,0 D. Izračun potrebne intraokulane leće rađen je s podacima dobivenim metodom optičke koherentne biometrije i nije bilo značajnih odstupanja u izračunima potrebne IOL-e uspoređujući izračune različitih regresijskih formula u istog bolesnika. U ovoj smo studiji koristili SRK/T formulu za izračunavnje IOL-a svih bolesnika s optimizirajućom A konstantom. S obzirom da su gotovo svi bolesnici u našoj studiji imali aksijalne duljine unutar srednjih vrijednosti u rasponu dokazane točnosti SRK/T formule (prosječno 24,43±1,8mm), a nije bilo velikih odstupanja dioptrija IOL-a u podacima izračuna prema različitim formulama, smatramo da bi takvo ekstramno odstupanje dobili i da smo u istog bolesnika ugradili IOL dioptrijske vrijednosti dobivene izračunom s Haigis [70,71] formulom, čija se upotreba inače preporuča kod visoko miopnih očiju s aksijalnim duljinama ≥ 26.0 mm.

Kao razlogom ovakvog ekstremnog odstupanja u dobivenom izračunu kod našeg bolesnika smatramo djelomičnu (nepotpunu) ispunjenost očne jabučice sa silikonskim uljem, upotrebu optičke koherentne biometrije kao metode izračuna potrebne IOL-e i postojanje stražnjeg stafiloma. Problem djelomične ispunjenosti oka silikonskim uljem dao je lažni privid stražnje stijenke očne jabučice. Takva se

pogreška mogla izbjeći vizualnom metodom izračuna biometrije, tj. magnetskom rezonancijom. Prema podacima iz literature kod očiju s visokom kratkovidnošću, a posebno onih ispunjenih ili djelomično ispunjenih silikonskim uljem, točnije metode biometrije su biometrija pomoću kompjuterizirane tomografije[89] i biometrija pomoću magnetske rezonancije[90], jer je vizualizacijom jasno vidljiva anatomska struktura očne jabučice kao i ispunjenost prostora staklastog tijela sa silikonskim uljem, a time i bolja mogućnosti mjerenja duljine. Glavni nedostatak biometrije pomoću kompjutorizirane tomografije jest nepotrebno zračenje bolesnika.

Sam aparat optičke koherentne biometrije (IOL Master) posjeduje „SO filled program“ za izračunavanje biometrije oka ispunjenog silikonskim uljem, ali danas još ne postoji formula izračuna biometrije za oko ispunjeno silikonskim uljem koja predstavlja zlatni standard za taj izračun, niti adekvatan aparat koji bi bio sposoban jasno razlikovati strukture oka prilikom mjerenja, osim vizualnih metoda.

Nadalje, osim odstupanja ciljane od stvarne refrakcijske greške, rezultati u obje skupine ove studije pokazuju smanjenje odstupanja od ciljane postoperativne refrakcijske greške 30. dan u odnosu na 7. dan poslije operacije, a to predstavlja vremenski period potreban da refrakcija oka nakon operacije katarakte postane stabilna.

Odstupanja ciljane od stvarne refrakcijske greške također su opisana u literaturi u bolesnika s kataraktom i tamponadom silikonskim uljem, a nakon operacije

mrene i evakuacije silikonskog ulja, ali su metode mjerenja biometrije i izračunavanje jačine intraokularne leće bile različite. Patwardhan i sur[107] predložili su intraoperativnu retinoskopiju kao metodu izračunavanja potrebne jačine intraokularne leće, a kao srednju refrakcijsku grešku u svojoj studiji dobili su -0,45±0,63 D (u rasponu od -1,00 do +1,00 D). Postoperativna refrakcijska greška u većini bolesnika (83,33%) bila je u rasponu od 0,00 do -1,00 D, ali je u studiju bilo uključeno samo 12 očiju.

Prema studiji koju su objavili Nepp i sur. analizirajući biometrijske i refrakcijske ishode kod bolesnika sa silikonskim uljem[108], kojima je aksijalna duljina mjerena pomoću ultrazvučne biometrije i laserske interferometrije navedeno je da kod 38% nije bilo moguće načiniti optičku koherentnu biometriju i to kod 28 bolesnika zbog vrlo izražene katarakte, a kod ostalih zbog tehničkih problema. Ovaj je postotak mnogo veći od prethodno opisanih u literaturi, a koji se kreće od 4 % – 11% [86-88,109] .

Kako bi se postoperativne refrakcijske greške što više približile željenoj, i kod prethodno potpuno zdravih očiju, biometrija se standardno uvijek radi binokularno, ukoliko je to moguće, obzirom na postojanje patologije obje očne jabučice, kao u slučajevima unaprijed poznate anisometropije, prethodnih ozljeda ili operacija oka. Tako nam mjerenje drugog oka može poslužiti kao orijentir za dioptrijsku vrijednost jakosti intraokularne leće oka ispunjenog silikonskim uljem.

U literaturi je također predloženo intraoperativno ultrazvučno mjerenje biometrije nakon evakuacije silikonskog ulja[82], ali je to u praksi teško izvedivo radi potrebe

sterilizacije ultrazvučnih sondi, potrebe za velikom zalihom dostupnih intraokularnih leća, nemogućnosti potpunog odstranjenja silikonskog ulja i produženog trajanja operacije.

Studija koja predlaže intraoperativnu retinoskopiju [107] pokazala je zadovoljavajuće postoperativne rezultate, ali je studija rađena na malom uzorku od samo 12 bolesnika.

Ghoraba i sur. biometriju su mjerili pomoću ultrazvuka[110], s prethodno podešenom brzinom širenja ultrazvučnog vala u silikonskom ulju na 987 m/s. U studiju je bilo uključeno ukupno 29 bolesnika. Prosječno odstupanje postoperativne refrakcije od ciljane refrakcijske greške bilo je 1,87 +/- 2,11 D (u rasponu od -9 do 3,5 D). 52% očiju je bilo unutar +/- 1 D od ciljane refrakcijske greške, a 74% unutar +/- 2 D. Najveća odstupanja zabilježena su kod visoko miopnih očiju (3,04 +/- 2,68 D), a autori su napomenuli da kod pojedinih visoko miopnih očiju aksijalnu duljinu uopće nisu mogli izmjeriti ultrazvukom. Takav podatak nalazi se i u studiji koju su objavili Benčić i suradnici[90] u jednog bolesnika s aksijalnom duljinom od 29.4 mm i stražnjim stafilomom kojem biometriju nisu mogli izmjeriti pomoću ultrazvuka, već pomoću magnetske rezonancije.

Murray i sur.u svom su istraživanju sa 7 bolesnika biometriju u očima s kataraktom i silikonskim uljem radili pomoću ultrazvuka[111], ali uz korištenje konverzijskog faktora od 0,71 za dobivanje prave aksijalne duljine oka. Dobiveno odstupanje postoperativne refrakcijske greške od ciljane refrakcije iznosilo je

0,74 +/- 0,5 D (u rasponu od 0 – 1,83 D). Kod četiri bolesnika intraokularna leća je bila implantirana u cilijarni sulkus i ti su bolesnici imali prosječno odstupanje 1,31 +/- 0,98 D (u rasponu od 0 – 3,16 D) od ciljane refrakcije. Najveće odstupanje od ciljane refrakcije (3,16D) zabilježeno je kod visoko miopnog bolesnika s aksijalnom duljinom od 28,75 mm.

U studiji u kojoj je biometrija rađena pomoću optičke koherentne biometrije Habibababi i sur. analizirali su refraktivni ishod kod 13 očiju[112]. Prosječno odstupanje od ciljane refrakcije iznosilo je -0,3 +/- 0,91 D (u rasponu od -1,87 do 1,3 D). U studiju nije bio uključen niti jedan bolesnik s aksijalnom duljinom većom od 26 mm čime se mogu objasniti takva mala odstupanja od ciljane refrakcije.

U studiji u kojoj se biometrija izračunavala pomoću kompjutorizirane tomografije[89] Takei i sur. analizirali su refrakcijski ishod kod 12 bolesnika kojima je načinjena ekstrakcija katarakte i vađenje silikonskog ulja. Biometrija je izračunata uzimajući najbolji presjek na kojem se vide polazišta i medijalnog i lateralnog ravnog očnog mišića, te leća i vidni živac.

Odstupanje od ciljne refrakcije iznosilo je -0,27 +/- 1,59 D (u rasponu od -2,84 do 1,64 D). Polovica bolesnika imala je odstupanje manje od 1 D od ciljane refrakcije, dok je 75% imalo manje od 2 D odstupanja. Svi bolesnici koji su imali odstupanje veće od 2 D imali su aksijalnu duljinu veću od 27 mm.

Prema dobivenim rezultatima ove studije u ukupnom broju ispitivanih bolesnika

automatskom refraktometrijom dobili smo ciljanu postoperativna refrakcijsku greška 30. postoperativni dan koja je iznosila prosječno 0,63 +/- 2,3 Dsph od -13,0 do 3,7 Dsph.

Usporedbom stvarne postoperativne refrakcijske greške dviju ispitivanih skupina 7. i 30. postoperativni dan, dobili smo manje odstupanje u skupini MR u odnosu na skupinu Master. To je odstupanje statistički značajno 30. postoperativni dan čiji medijan odstupanja iznosi 0,50 u interkvartilnom rasponu od 0,25D do 1,50D, dok medijan odstupanja Master skupine iznosi 1,19 u interkvartilnom rasponu od 0,55 D do 2,11 D (p=0,01).

U prethodno navedenoj studiji Benčić i sur.[90] koja je analizirala rezultate mjerenja aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem pomoću ultrazvučne biometrije i biometrije pomoću magnetske rezonancije obje su se metode mjerenja aksijalne duljine očne jabučice pokazale podjednako precizne kod očiju čija aksijalna duljina ne prelazi 26 mm. Kod bolesnika s aksijalnom duljinom većom ili jednakom 26 mm, tj. kod visoko kratkovidnih bolesnika, biometrijom pomoću magnetske rezonancije dobiveni su točniji rezultati u odnosu na ultrazvučnu biometriju. Prema podacima koje smo dobili u ovoj studiji, dokazana je veća točnost izračuna biometrije u očima ispunjenim silikonskim uljem pomoću magnetske rezonancije i kod aksijalne duljine očne jabučice manje od 26.0 mm u usporedbi s optičkom koherentnom biometrijom.

Kako se optička koherentna biometrija pokazala kao točnija metoda izračuna u odnosu na ultrazvučnu, čak i u očima ispunjenim silikonskim ulje[82], a mjerenja biometrije magnetskom rezonancijom u prethodno spomenutoj studiji su rađena s presjekom od 3 mm, razlog točnijih rezultata koje smo dobili u ovoj studiji u skupini bolesnika s aksijalnom duljinom manjom od 26 mm zasigurno je i to što smo koristili napola manje presjeke pri MR-i od 1,5 mm, čime smo dobili i preciznije prikaze presjeka očne jabučice za određivanje aksijalne duljine.

Rezultati naše studije pokazuju da kod skupine gdje je aksijalna duljina oka mjerena pomoću optičke koherentne biometrije postoji značajno veće odstupanje postoperativne refrakcijske greške u odnosu na ciljanu grešku, čime se potvrđuje veća točnost MR biometrije u odnosu na Master biometriju.

ZAKLJUČAK

Prema dobivenim podacima i njihovom usporedbom s podacima iz dostupne literature možemo zaključiti da je biometrija pomoću magnetske rezonancije točnija metoda za mjerenje aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem u odnosu na optičku koherentnu biometriju, a time je točnija i za izračunavanje potrebne jačine intraokularne leće prije operacije katarakte, ukoliko se MR biometrija radi s presjecima od 1,5 mm.

Odstupanje od ciljane refrakcijske greške u ovom radu bilo je statistički značajno manje kod bolesnika kojima je načinjena biometrija pomoću magnetske rezonancije. Iz toga proizlazi da bi bolesnicima s kataraktom i tamponadom silikonskim uljem, a kojima je potrebno načiniti operaciju katarakte i vađenje silikonskog ulja, bilo preporučljivo aksijalnu duljinu oka mjeriti pomoću magnetske rezonancije.

SAŽETAK

S obzirom na problematiku izračunavanja duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem danas ne postoji optimalna metoda koju možemo smatrati zlatnim standardom.

Cilj ovog rada bio je usporediti točnost mjerenja aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem uz pomoć magnetske rezonancije i optičke koherentne biometrije.

U ovu prospektivnu randomiziranu studiju bilo je uključeno 69 bolesnika, od kojih su 35 bolesnika pripadali skupini kojoj je biometrija načinjena pomoću magnetske rezonancije (B skupina ili MR skupina), a 34 bolesnika skupini kojoj je izračun biometrije načinjen pomoću optičke koherentne biometrije (A skupina ili Master skupina).

Kod MR skupine medijan odstupanja od stvarne poslijeoperacijske refrakcijske greške iznosi 0,50 D, dok kod Master skupine 1,19 D. Razlika između skupina statistički je značajna (p=0,01).

Prema dobivenim podacima ove studije biometrija pomoću magnetske rezonancije je točnija metoda za mjerenje aksijalne duljine očne jabučice ispunjene silikonskim uljem u odnosu na optičku koherentnu biometriju. Time je točnija i za izračunavanje potrebne jačine intraokularne leće prije operacije katarakte ukoliko se MR biometrija radi s presjecima od 1,5 mm, a zbog značajno

manjeg odstupanja od ciljane refrakcijske greške u odnosu na optičku koherentnu biometriju.

SUMMARY

Given the problems of calculating the length of the silicone oil filled eyes, there is no optimal method that can be considered the golden standard at this moment.

The aim of this study was to compare the accuracy of the axial length measurement of silicone oil filled eyes, using optical coherent biometry and magnetic resonance imagining.

This prospective randomized study included 69 patients, of whom in 35 patients biometry was done using magnetic resonance (A or MR group), while in 34 patients biometry was performed using optical coherent biometry (B or Master group)

The median deviation of the final from the predicted refraction in the MR group was -0,50 D, and in the Master group 1,19 D. The difference between groups was statistically significant (p = 0.01).

According to the data of this study, magnetic resonance imagining is a more accurate method for measuring the axial length of the silicone oil filled eyes compared to the optical coherent biometry. It also showed a more accurate intraocular lens power calculation before phacoemulsification and evacuation of silicone oil regarding smaller deviation from the final refraction, if the imagining is done with sections of 1,5 mm.

COMPARISON OF AXIAL LENGTH MEASUREMENT OF SILICONE OIL FILLED EYES USING OPTICAL COHERENT BIOMETRY AND MAGNETIC RESONANCE BIOMETRY

Jasna Pavicic-Astalos, dr.med., 2016.

LITERATURA

1. Eichenbaum JW. Trends in cataract surgery. Bull N Y Acad Med 1992; 68(3).
2. Kohnen T, Baumeister M, Kook D, Klaproth OK, Ohrloff C. Cataract surgery with implantation of an artificial lens. Dtsch Arztebl Int 2009;106(43):695-702.
3. Gogate PM, Deshpande M, Wormald RP, Deshpande R, Kulkarni SR. Extracapsular cataract surgery compared with manual small incision cataract surgery in community eye care setting in western India: a randomised controlled trial. Br J Ophthalmol 2003;87:667-672.
4. Gogate PM. Small incision cataract surgery: Complications and mini-review. Indian J Ophthalmol 2009;57:45-9.
5. Kim CY; Chung SH, Cho YJ, Geunyoung Y, Seo KY. Comparison of higher-order aberration and contrast sensitivity in monofocal and multifocal intraocular lenses. Yonsei Medical Journal 2007;48(4):627-633.
6. Lacmanović-Lončar V,Pavičić-Astaloš J, Petric Vicković I, Mandić Z.Multifocal intraocular «mix and match» lenses. Acta Clin Craot 2008;47:217-220.
7. Lee CA, Qazi MA, Pepose JS. Biometry and intraocular lens power calculation. Curr Opin Ophthlamol 2008;19:13-17.
8. Haigis W, Lege BAM. Optical Biometry as Alternative to Acoustical Biometry. Ophthalmo-Chirurgie 2000; 12(3):75-80.

9. Verhulst E, Vrijghem JC. Accuracy of Intraocular Lens Calculations Using the Zeiss IOL Master. A Prospective Study. BSCRS Journal 2001; 9(1):35-37.
10. Haigis W. Challenges and approaches in modern biometry and IOL calculation. Saudi J Ophthalmol 2012; 26(1):7-12.
11. Cibis PA, Becker B, Okun E, Canaan S. The use of liquid silicone in retinal detachment surgery. Arch Ophthalmol 1962;68:590-9.
12. Leaver PK,Grey RHB,Garner A. Silicone iol injection in the treatment of massive preretinal retraction. II.Late complications in 93 eyes. Br J Ophthalmol 1979;63,361-367.
13. Biswas J, Verma A, Davida MD, Ahuja S, Pushparaj V. Intraocular tissue migration of silicone oil after tamponade: a histopathological study of enucleated silicone oil-filled eyes. Indian J Ophthalmol 2008; 56:425-8.
14. Yang W, Yuan Y, Zong Y, i sur. Preliminary study on retinal vascular and oxygen-related changes after long term silicone oil and foldable capsular vitreous body tamponade. Sci Rep 2014; 4:5272. doi: 10.1038/srep05272.
15. Wickham L, Asaria RH, Alexander R, Luthert P, Charteris DG. Immunopathology of intraocular silicone oil: enucleated eyes. Br J Ophthalmol 2007;91:253-257.
16. Morescalchi F, Costagliola C, Dusa S, i sur. Heavy silicone oil and intraocular inflamation. Biomed Res Int 2014;2014:574825.

17. Zoric Geber M, Bencic G, Vatavuk Z, Ivekovic R,Friberg TR. Retinal nerve fibre layer thickness measurements after successful retinal detachment repair with silicone oil endotamponade. Br J Ophthalmol 2014;0:1-6.
18. Caramoy A, Droege KM, Kirchhof B, Fauser S. Retinal layers measurements in healthy eyes and in eyes receiving silicone oil-based endotamponade. Acta Ophthalmol 2014;92:e292-e297.
19. Foster WJ. Vitreous substitutes. Expert Rev Ophthalmol 2008;3(2):211-218.
20. Soheilian M, Mazareei M, Mohammadpour M, Rahmani B. Comparison of silicone oil removal with various viscosities after complex retinal detachment surgery. BMC Ophthalmol 2006;31;6:21.
21. Barca F, Caporossi T, Rizzo S. Silicone oil:different physical proprieties and clinical applications. Biomed Res Int 2014; 2014: 502143.
22. Stefansson E, Anderson MM, Lander MB III, Tiedemann JS, McCuen BW II. Refractive changes from the use of silicone oil in vitreus surgery. Retina 1988;8:20-23.
23. Grey RHB, Leaver PK. Silicone oil in the treatment of massive preretinal retraction.I. Results in 105 eyes. Br J Ophthalmol 1979;63:355-360.
24. Erakgun T,Egrilmez S. Surgical outcomes of transconjunctival sutureless 23-gauge vitrectomy with silicone oil injection. Indian J Ophthalmol 2009;57:105-109.

25. Castellarian A, Grigorian R, Bhagat N, Del Priore L, Zarbin MA. Vitrectomy with silicone oil infusion in severe diabetic retinopathy. Br J Ophthalmol 2003;87:318-321.
26. Lucke KH, Foerster MH, Laqua H. Long-term results of vitrectomy and silicone oil in 500 cases of complicated retinal detachments. Am J Ophthalmol 1987;104:624-633.
27. Leaver PK, Cooling RJ, Feretis EB, Lean JS, McLeod D. Vitrectomy and fluid/ silicone oil exchange for giant retinal tears: resulta six months. Br J Ophthalmol 1984;68:432-438.
28. Mc Leod D. Silicone oil injection during closed microsurgery for diabetic retinal detachment. Grafes Arch Clin Exp Ophthalmol 1986;224:55-59.
29. Gonvers M. Temporary silicone oil tamponade in the treatment of complicated diabetic retinal detachments. Grafes Arch Clin Exp Ophthalmol 1990;228:415-422.
30. Goldbaum MH, Brooks W, McCuen 2nd, Hanneken AM, Burgess SK, Chen HH. Silicone oil Tamponade to seal macular holes without position restrictions. Ophthalmology 1998;105:2140-7.
31. Teoh SC, Mayer EJ, Haynes RJ, Grey RH, Dick AD, Markham RH. Vitreoretinal surgery for retinal detachment in retinochoroidal colobomata. Eur J Ophthalmol 2008;18(2):304-308.
32. Kapur R, Birnbaum AD, Goldstein DA, Tessler HH, ShapiroMJ, Ulanski L J, Blair MP. Treating uveitis associated hypotony with pars plana vitrectomy and silicone oil injection. Retina 2010;30 (1):140-5.

33. Sidikaro Y,Silver L, Holland GN, Kreiger AE. Rhegmatogenous retinal detachments in patients with AIDS and necrotizing retinal infections. Ophthalmology 1991;98(2): 129-135.
34. Orellana J, Teich SA, Lieberman RM, Restrepo S, Peairs R. Treatment of retinal detachments with the acquired immune deficiency syndrome. Ophthalmology 1991;98 (6) 939-943.
35. Bernth-Petersen P. A change in indications for cataract surgery? A 10 year comparative epidemiologic study. Acta Ophthalmol (Copenh) 1981;59(2):206-210.
36. Kocur I, Resnikoff S. Visual impairment and blindness in Europe and their prevention. Br J Ophthalmol 2002;86:716-722.
37. BenEzra D, Cohen E. Cataract surgery in children with chronic uveitis. Ophthalmol 2000;107(7):1255-1260.
38. Probst LE, Holland EJ. Intraocular lens implantation in patients with juvenile rheumatoid arthritis. Am J Ophthalmol 1966;122(2):161-170.
39. Chylack LT, Wolfe JK, Singer DM, i sur. The lens opacities Classification system III. Arch Ophthalmol 1993;111(6):831-836.
40. De Silva DJ, Lim KS, Schulenburg WE. An experimental study on the effect of encircling band procedure on silicone oil emulsification. Br J Ophthalmol 2005;89(10):1348-1350.
41. Caramoy A, Schroder S, Fauser S, Kirchhof B. In vitro emulsification assessment of new silicone oil. Br J Ophthalmol 2010;94:509-512.

42. Francis JH, Latkany PA, Rosenthal JL. Mechanic energy from intraocular instruments cause emulsification of silicone oil. Br J Ophthalmol 2009;91:818-821.
43. Zborowski-Gutman L, Treister G, Naveh N, Chen V, Blumenthal M.Acute glaucoma following vitrectomy and silicone oil injection. Br J Ophthalmol 1987;71:903-906.
44. Barr CC, Lai MY, Lean JS, i sur. Postoperative intraocular pressure abnormalities in the silicone study; Silicone Study Report 4. Ophthalmology 1993;100:1629-1635.
45. Ichhpujani P, Jindal A, Jay Katz L. Silicone oil induced glaucoma:a review. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2009;247(12):1585-93.
46. Ando F. Intraocular hypertension resulting from pupillary block by silicone oil. Am J Ophthalmol 1985;99:87-8.
47. Papp A, Toth J, Kerenyi T, Jackel M, Suveges I. Silicone oil in the subarachnoidal space-A possible route to the brain? Pathol Res Pract 2004;200:247-252.
48. Eller AW, Friberg TR, Mah F. Migration of silicone oil into the brain:Acomplication of intraocular silicone oil for retinal tamponade. Am J Ophthalmol 2000;129:685-688.
49. Biswas J, Verma A, Davda MD, Ahuja S, Pushparaj V. Intraocular tissue migration of silicone oil after silicone oil tamponade. A histopathological study of enucleated silicone oil-filled eyes. Indian J Ophthalmol 2008;56(5):425-428.

50. Wickham L, Asaria RH, Alexander R, Luthert P, Charteris DG. Immunopathology of intraocular silicone oil: enucleated eyes. Br J Ophthalmol 2007;91(2):253-257.
51. Wickham JL, Asaria RH, Alexander R, Luthert P, Charteris DG. Immunopathology f intraocular silicone oil: retina and epiretinal membranes. Br J Ophthalmol 2007;91:258-262.
52. Ni C, Wang WJ, Albert DM, Schepens CL. Intravitreous silicone injection:histopathological findings in a human eye after 12 years. Arch Ophthalmol 1983;101:1399-1401.
53. Kirchof B, Tavakolian U, Paulmann H, Heimann K. Histopathological findings in eyes after silicone oil injection. Graefes Arch Clin Ophthaloml 1986;224:34-37.
54. Soheilian M, Mazareei M, Mohammadpour M, Rahmani B. Comparison of silicone oil removal with various viscosities after complex retinal detachment surgery. BMC Ophthalmol 2006;6:21.
55. Caswell AG, Gregor ZJ. Silicone oil remval.I. The effect on the complications of silicone oil. Br J Ophthalmol 1987;71:893-7.
56. Caswell AG, Gregor ZJ. Silicone oil remval.II. Operative i postoperative complications. Br J Ophthalmol 1987;71:898-902.
57. Larkin GB, Flaxel C, Leaver PK. Phacoemulsification and silicone oil removal through a single corneal incision. Ophthalmology 1998;105:2023-2027.

58. Jonas JB, Budde WM, Panda-Jonas S. Cataract surgery combined with transpupillary silicone oil removal through planned posterior capsulotomy. Ophthalmology 1998;105:1234-1238.
59. Assi A, Woodruff S, Gotzaridis E, Bunce E, Bunce C, Sullivan P. Combined phacoemulsification and transpupillary drainage of silicone oil: results and complications. Br J Ophthalmol 2001;85:942-5.
60. Krepler K, Mozaffarieh M, Biowski R, Nepp J Wedrich A. Cataract surgery and silicone oil removal: visual outcome and complications in a combined vs.two step surgical approach. Retina 2003;23:647-53.
61. Lacmanovic Loncar V, Petric I, Vatavuk Z, Bencic G, Andrijevic-Derk B, Mandic Z. Phacoemulsification and silicone oil removal through the planned posterior capsulorhexis. Coll Antropol 2005;29 (1):63-66.
62. Holliday JT, Prager TC. Accurate ultrasonic biometry in pseudophakic (letter). Am J Ophthalmol 1989;107:189.
63. Dang MS, Raj PPS. SRK II formula in the calculation of intraocular lens power. Br J Ophthalmol 1989;73:823-826.
64. Wang JK, Chang SW. Optical biometry intraocular lens power calculation using different formulas in patients with different axial lengths. Int J Ophthalmol 2013;6(2):150-154.
65. Apple DJ. Sir Harold Ridley and His Fight for Sight: He Changed the World So That We May Better See It. 1. izd. Thorofare: Slack Incorporated; 2006.

66. Retzlaff J. A new intraocular lens calculation formula. Am Intra-Ocular Implant. Soc J 1980; 6:148-152.
67. Retzlaff J, Sanders DR, Kraff MC. Development of the SRK/T intraocular lens implant power calculation formula. J Cataract Refract Surg 1990;16(3):333-340.
68. Sanders DR, Retzlaff J, Kraff MC. Comparison of the SRK II formula and other second generation formulas. J Cataract Refract Surg 1988;14: 136-141.
69. Olsen T. Impoved accuracy of intraocular lens power calculation with Zeiss IOL Master. Acta Ophthalmol Scand 2007;85 (1): 84-87.
70. Wang L,Shirayama M, Ma XJ, Kohnen T, Koch DD.Optimizing intraocular lens power calculations in eyes with axial lengths above 25.0 mm. JCRS 2011; 37:2018-2027.
71. Olsen T. Calculation of intraocular lens power: a review Acta Ophthalmol Scand 2007; (85): 472–485.
72. Gale RP, Saldana M, Johnston RL, Zuberduhler B, McKibbin M. Benchmark standards for refractive outcomes after NHS cataract surgery. Eye 2009;23(1):149-52.
73. Lundstrom M, Barry P, Henry I, Rosen P, Stenevi U. Evidence-based guidelined for cataract surgery: Guidelines based on dana in the European registry of quality outcomes for cataract surgery and refractive seugery database. J Cataract Refract Surg 2012;38(6):1086-93.

74. Santodomingo-Rubido J,Mallen EAH,Gilmartin B, Wolffsohn JS. A new-contact optical device for ocular biometry. Br J Ophthalmol 2002;86(4):458-462.
75. Kim SM, Choi J, Choi S. Refractive Predictability of Partial Coherence Interferometry and Factors that can Affect It. Korean Journal of Ophthalmology 2009;23:6-12.
76. Basu S. Comparison of the IOL power calculations by the IOL Master vs theoretical calculations. Eye 2006;20:90-97.
77. Cass K, Thompson CM, Tromans C, Wood ICJ. Evaluation of the validity and reliability of A-scan ultrasound biometry with a single use disposable cover. Br J Ophthalmol 2002;86:344–349.
78. Hitzenberg CK, Drexler W, Dolezal C, Skorpik F, Juchem M, Fercher AF, Gnad HD. Measurment of the axial length of cataract eyes by laser doppler interferometry. Invest Ophthalmolol Vis Sci 1993;34:1886-1893.
79. Drexler W, Findl O, Menapace R, Rainer G, Vass C, Hitzenberger CK, Fercher AF. Partial coherence interferometry: a novel approach to biometry in cataract surgery. Am J Ophthalmol 1998;126:524-534.
80. Jansson F, Kock E. Determination of the velocity of ultrasound in the human lens and vitreous. Acta Ophthalmol 1962;40:420-33.
81. Hoffer KJ. Ultrasound velocities for axial eye length measurement. J Cataract Refract Surg 1994;20:554-62.

82. El-Baha SM, Hemeida TS. Comparison of refractive outcome using intraoperative biometry and partial cohorence interferometry in silicone oil-filled eyes. Retina 2009;29 (1):64-68.
83. Rajan MS, Keilhorn I, Bell JA. Partial coherence laser interferometry vs conventional byometry in intraocular lens power calculations. Eye 2002;16:552-6.
84. Rose LT, Moshegov CN. Comparison of the Zeiss IOLMaster and applanation A-scan ultrasound: biometry for intraocular lens calculation. Clin Exp Ophthalmol 2003;31:121-124.
85. Eleftheriadis H. IOL Master biometry: refractive results of 100 consecutive cases. Br J Ophthalmol 2003;87:960-963.
86. Sahin A, Hamrah P. Clinically relevant biometry. Curr Opin Ophthalmol 2012;23(1):47-53.
87. Kunavisarut P, Poopattanakul P, Intarated C, Pathanapitoon K. Accuracy and reliability of IOL master and A-scan immersion biometry in silicone oil-filled eyes. Eye 2012;26:1344-1348.
88. Parravano M, Oddone F, Sampalmieri M, Gazzaniga D. Reliability of the IOL Master in axial lenght evaluation in silicone oil-filled eyes. Eye 2007;21(7):909-11.
89. Takei K, Sekine Y, Okamoto F, Hommura S. Measurement of axial lenght of eyes with incomplete filling of silicone oil in the vitreous cavity using x-ray computed tomography. Br J Ophthalmol 2002;86:47-50.

90. Bencic G,Vatavuk Z, Marotti M, i sur. Comparison of the A-scan and MRI for the measurment of axial lenght in silicone oil-filled eyes. Br J Ophthalmol 2009;93(4):502-505.
91. Astbury N, Ramamurthy B. How to avoid mistakes in biometry. Community Eye Health 2006;19(60):70-1.
92. Haigis W. Biometry and intraocular lens calculation in extreme myopia. Acta Clin Croat 2012;51 (1):65-9.
93. Raj PS, Ilango B, Watson A. Measurment of axial length in the calculation of intraocular lens power. Eye 1998;12:227-9.
94. Kamaljeet S. Small incision cataract surgery (Manual Phaco). 2.izd. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publisher Ltd; 2010, str.5.
95. Alio JL, Abdelghany AA,Fernandez-Buenaga R. Managment of residual refractive error after cataract surgery. Curr Opin Ophthalmol 2014;25(4):291-297.
96. Reading VM. Astigmatism following cataract surgery. Br J Ophthalmol 1984;68:97-104.
97. Jain VK, Khokhar S, Agarwal A, Vanathi M, Kaushik J, Ram J. Microincision versus standard corneal incision phacoemulsification: visual outcome. Optom Vis Sci 2015; [Epub ahead of print]
98. Wirbelauer C, Horeauf H, Roider J, Laqua H. Corneal chape after pars plana vitrectomy. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 1998;236 (11):822-8.
99. Watanabe A, Shibata T, Tsuneoka H. Changes in corneal thickness following vitreus surgery. Clin Ophthalmol 2012;6:1293-1296.

100. Park Dh, Shin JP, Kim SY. Surgically induced astigmatism in combined phacoemulsification and vitrectomy; 23-gauge transconjunctival sutureless vitrectomy versus 20-gauge standard vitrectomy. Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol 2009;247(10):1331-7.

101. Calik B, Ozturk M, Serdarogullari H, Elcioglu M. Evaluation of anterior segment parameters using pentacam in silicone oil-injected patients after pars plana vitrectomy. Indian J Ophthalmol 2013;61(11):621-625.

102. Rossetti L, Bucci L, Miglior S, Orzalesi N. Temporal corneal phacoemulsification combined with separate –incision superior trabeculectomy vs standard trabeculectomy. A comparative study. Acta Ophthalmol Scand Suppl 1997;(224):39.

103. Ozyol E, Ozyol P.Analyses of surgically induced astigmatism and axis deviation in microcoaxial phacoemulsification. Int Ophthalmol. 2014;34(3):591-6.

104. Holladay JT, Cravy TV, Koch DD. Calculating the surgically induced refractive change following ocular surgery. J cataract refract surg 1992;18:429-443.

105. Kim M, Kim HE, Lee DH, Koh HJ, Lee SC, Kim SS. Intraocular lens power estimation in combined phacoemulsification and pars plana vitrectomy in eyes with epiretinal membranes-A case control study. Yonsei Med J 2015;56 (3):805-811.

106. Suzuki Y, Sakuraba T, Mizutani H, Matsuhashi H, Nakazawa M. Postoperative refractive error after simultaneous vitrectomy and cataract surgery. Ophthalmic Surg Lasers 2000;31(4): 271-5.

107. Patwardhan SD, Azad R, Sharma Y, Chanana B, Tyagi J. Intraoperative retinoscopy for intraocular lens power estimation in cases of combined phacoemulsification and silicone oil removal. J Cataract Refract Surg 2009;35(7):1190-2.

108. Nepp J, Krepler K, Jandrasits K, i sur. Biometry and refractive outcome of eyes filles with silicone oil by standardized echography and partial coherence interferometry. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol 2005;243:967-72.

109. Astbury N, Ramamurthy B. How to avoid mistakes in biometry. Comm Eye Health 2006;19(60):70-1.

110. Ghoraba HH, El-Dorghamy AA, Atia AF, Yassin AAI. The problems of biometry in combined silicone oil removal and cataract extraction. A clinical trial. Retina 2002;22:589-596.

111. Murray DC, Durrami OM, Good P, Benson MT, Kirkby GR. Biometry of the silicone oil-filled eye: II. Eye 2002;16:727-730.

112. Habibabadi HF, Hashemi H, Jalali KH, Amini A, Eshafani MR. Refractive outcome of silicone oil removal and intraocular lens implantation using laser interferometry. Retina 2005;25:162-66.

ŽIVOTOPIS

Jasna Pavičić-Astaloš rođena je 06.svibnja 1975.godine u Koprivnici. Odrasla je u Križevcima gdje je završila osnovnu i srednju školu. Medicinski fakultet upisala je 1994.godine, a diplomirala je 2000.g. Iste godine započinje raditi u Općoj bolnici „Dr.Tomislav Bardek“, u Koprivnici kao stažist, a 2001. godine stječe diplomu o položenom državnom ispitu te dobiva dozvola za samostalan rad.

Od 2002.g. radi kao liječnik sekundarac u Jedinici samostalne djelatnosti oftalmologije, a 2004.g. dobiva specijalizaciju iz oftalmologije koju obavlja u Klinici za očne bolesti, Kliničke bolnice “Sestre milosrdnice”, Zagreb.

2007.g. upisuje doktorski poslijediplomski studij Biomedicina i zdravstvo na Medicinskom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu. 2009.g. polaže specijalistički ispit i od tada radi kao specijalist oftalmologije u Općoj bolnici u Koprivnici.

2011.g. preuzima funkciju predstojnice Jedinice samostalne djelatnosti oftalmologije koju obavlja do lipnja 2014.g. kada preuzima funkciju Voditelja tima oftalmologije. Od 12. mjeseca 2014.g. radi kao pomoćnica sanacijske upraviteljice za kvalitetu zdravstvene zaštite i nadzor. 2015.g. dobiva subspecijalizaciju iz glaukomatologije.

Tijekom svog obrazovanja do danas aktivno je sudjelovala na brojnim znanstvenim i stručnim skupovima u zemlji i inozemstvu.

Autorica je i koautorica 9 objavljenih znanstvenih radova. Članica je Hrvatskog liječničkog zbora, Hrvatskog oftalmološkog društva i ESCRS (European society of Cataract and refractive surgery).