

UNIVERZITET U BEOGRADU
MEDICINSKI FAKULTET

Goran D. Damjanović

FAKTORI KOJI UTIČU NA POSTOPERATIVNU
VIDNU OŠTRINU NAKON SEKUNDARNE
IMPLANTACIJE SOČIVA TEHNIKOM YAMANE

doktorska disertacija

Beograd, 2026.

UNIVERSITY OF BELGRADE

MEDICAL FACULTY

Goran D. Damjanović

FACTORS INFLUENCING POSTOPERATIVE
VISUAL ACUITY FOLLOWING SECONDARY
INTRAOCULAR LENS IMPLANTATION USING
THE YAMANE TECHNIQUE

Doctoral dissertation

Belgrade, 2026.

MENTOR:

Prof. dr Milenko Stojković, redovni profesor na Katedri oftalmologije Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

ČLANOVI KOMISIJE:

Prof. dr Vesna Jakšić, vanredni profesor na Katedri oftalmologije Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, predsednik komisije

Prof. dr Igor Kovačević, vanredni profesor na Katedri oftalmologije Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Doc. dr Bojana Dačić Krnjaja, docent na Katedri oftalmologije Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Doc. dr Vesna Marić, docent na Katedri oftalmologije Medicinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu

Prof. dr Tatjana Šarenac Vulović, vanredni profesor na Katedri oftalmologije fakulteta Medicinskih nauka Univerziteta u Kragujevcu.

Zahvalnica

Ova doktorska disertacija predstavlja rezultat dugotrajnog hirurškog i istraživačkog rada, ali i zajedničkog doprinosa i podrške brojnih ljudi kojima dugujem iskrenu zahvalnost.

Posebnu i najiskreniju zahvalnost dugujem svom mentoru, prof. dr Milenku Stojkoviću, na ukazanom poverenju i spremnost da nesebično deli svoje znanje.

Duboku blagodarnost izražavam i doc. dr Bojani Dačić Krnjaja, na dragocenom stručnom doprinosu, u postoperativnom praćenju operisanih pacijenata.

Sa iskrenim poštovanjem zahvaljujem se prof. dr Igoru Kovačeviću, načelniku Trećeg odeljenja Očne klinike UKCS, kao i svim lekarima i medicinskim sestrama ovog odeljenja i cele očne Klinike, na kolegijalnosti i nesebičnoj podršci.

Takođe se neizmerno zahvaljujem Prof. dr Zoranu Bukumiriću na dostupnosti da odgovori na svaki moj zahtev, na korisnim savetima i statističkoj analizi dobijenih podataka.

Zahvalnost dugujem i Dr Katarani Terzić Janković, Dr Jani Jakšić i dr Sanji Erić na kolegijalnoj pomoći u realizaciji ove disertacije.

Veliku zahvalnost dugujem članovima komisije na konstruktivnim primedbama.

Posebnu zahvalnost upućujem svim pacijentima koji su učestvovali u istraživanju. Njihovo poverenje i spremnost na saradnju predstavljali su neizgovoreni, ali suštinski temelj svakog naučnog doprinosa u medicini.

Na kraju, moja najdublja i najličnija zahvalnost pripada mojoj porodici, koja predstavlja neprekidan oslonac iza svakog koraka ovog puta.

Roditeljima, Draganu i Slavojki, dugujem zahvalnost za ljubav i bezrezervnu podršku koja me je oblikovala i vodila kroz život. Verovali su u mene, bodrili me na svakom koraku i bili čvrsti oslonac u izazovnim vremenima.

Sestri Gordani i bratu Stefanu, onima sa kojima je detinjstvo i odrastanje bilo predivno i blagosloveno.

Supruzi Jeleni, na nesebičnoj ljubavi i strpljenju od kada sam je upoznao. Zahvaljujem joj se i za razumevanje i snagu koju mi je davala da na ovom putu koračam i da kroz svet medicine zajedno prolazimo.

Zahvaljujem se i svojoj deci na razumevanju jer sam im, tokom izrade ove disertacije, nedostajao koliko i oni meni.

Jelena i naša deca, Mihailo, Pavle i Jovana, predstavljaju moju najveću inspiraciju i pokretačku snagu, i ovaj rad, u svojoj suštini, pripada njima.

Faktori koji utiču na postoperativnu vidnu oštrinu nakon sekundarne implantacije sočiva tehnikom Yamane

SAŽETAK

UVOD: Bešavna intrasklernalna fiksacija intraokularnog sočiva primenom Yamane tehnike predstavlja savremenu metodu rešavanja afakije, subluksacije ili luksacije prirodnog, odnosno veštačkog sočiva, bez obzira na etiologiju.

CILJ: Cilj istraživanja bio je da se proceni ishod sekundarne implantacije intraokularnog sočiva Yamane tehnikom, na postoperativnu vidnu oštrinu. Uz to procenjeni su prediktori postoperativnog ishoda kao što su uticaj indikacije za operaciju, refraktivni ishod, udružene očne patologije i prethodne hirurške intervencije na konačnu vidnu oštrinu. .

MATERIJAL I METODE: Sprovedena je kohortna studija koja je obuhvatila pacijente operisane sekundarnom implantacijom intraokularnog sočiva metodom po Yamaneu, u periodu od 2020. do 2024. godine na Klinici za očne bolesti Univerzitetskog kliničkog centra Srbije u Beogradu. U istraživanje su uključeni pacijenti sa afakijom, subluksacijom ili luksacijom prirodnog sočiva/IOL-a. U studiju su uključeni samo pacijenti sa periodom praćenja od najmanje 12 meseci. Svi ispitanici podvrgnuti su kompletnom oftalmološkom pregledu, koji je obuhvatao određivanje najbolje korigovane vidne oštrine, merenje intraokularnog pritiska, biomikroskopski pregled prednjeg segmenta oka, pregled očnog dna i biometriju oka. Tokom operacije korišćeno je trodelno intraokularno sočivo MA60AC, a fiksacija je izvođena primenom 30G igala tankog zida, uz formiranje proširenja na krajevima haptika kauterizacijom i njihovom intrasklernalnom stabilizacijom. Po potrebi je izvođena pars plana vitrektomija ili prednja vitrektomija. Vidna oštrina je određena standardnom Snellenovom tablom i beležena u decimalnoj notaciji. Statistička obrada podataka obuhvatila je univarijantni skrining, nakon čega je sprovedena multivarijantna linearna regresiona analiza zasnovana na klinički relevantnim parametrima. Nezavisne varijable koje su u univarijantnoj analizi pokazale statističku značajnost ($p < 0,01$) uključene su u multivarijantni model. Vrednosti $p < 0,05$ smatrane su statistički značajnim. Statistička obrada podataka sprovedena je korišćenjem softverskih paketa IBM SPSS Statistics 31 (IBM Corporation, Armonk, NY, SAD) i R verzije 4.5.0 (The R Foundation for Statistical Computing, Beč, Austrija).

REZULTATI: Analizirano je 87 očiju kod 85 pacijenata, prosečne starosti $68,2 \pm 11,4$ godine, pri čemu je 70,6% ispitanika bilo muškog pola. Prosečna najbolje korigovana vidna oštrina pokazala je statistički značajno poboljšanje, sa 0,2 preoperativno na 0,9 postoperativno ($p < 0,001$) po Snellenu, uz medijanu praćenja od 26,5 meseci (opseg od 12 - 68.8 meseci). Indikacija za operaciju nije bila statistički značajno povezana sa postoperativnom vidnom oštrinom ($B = -0,015$, $p = 0,752$). Postoperativni sferni ekvivalent je bio značajno niži u odnosu na preoperativni (0,02 D vs. 5,25 D; $p < 0,001$).

Multivarijantna analiza pokazala je da su starija životna dob ($B = -0,005$, $p = 0,027$), prisustvo preoperativnog makularnog edema ($B = -0,242$, $p = 0,035$) i prethodno uklanjanje silikonskog ulja ($B = -0,237$, $p = 0,046$) nezavisni negativni prediktori postoperativne vidne oštrine.

ZAKLJUČAK: Sekundarna implantacija intraokularnog sočiva primenom Yamane tehnike omogućava značajno i dugotrajno poboljšanje vidne oštrine kod pacijenata sa afakijom i malpozicijom sočiva/IOL-a. Dobijeni rezultati ukazuju da postoperativni funkcionalni ishod nije primarno uslovljen samom indikacijom za operaciju, već pre svega starošću pacijenta i stanjem retine. Prisustvo edema makule i prethodno uklanjanje silikonskog ulja povezani su sa lošijom postoperativnom vidnom oštrinom, što naglašava značaj pažljive preoperativne procene i individualizovanog planiranja hirurškog lečenja. Yamane tehnika predstavlja efikasnu i bezbednu

metodu sekundarne implantacije intraokularnog sočiva, sa značajnim poboljšanjem postoperativne vidne oštine u različitim kliničkim situacijama.

Ključne reči: Yamane tehnika, sekundarna implantacija intraokularnog sočiva, bešavna intraskleralna fiksacija, najbolje korigovana vidna oština (BCVA), afakija

Naučna oblast: Medicina

Uža naučna oblast: Rekonstruktivna hirurgija

UDK br: 617.7

Factors Influencing Postoperative Visual Acuity Following Secondary Intraocular Lens Implantation Using The Yamane Technique

ABSTRACT: Sutureless intrascleral fixation of the intraocular lens using the Yamane technique is a modern method for correcting aphakia, subluxation, or luxation of the natural or artificial lens, regardless of etiology.

OBJECTIVE: The aim of the study was to evaluate the outcome of secondary intraocular lens implantation using the Yamane technique on postoperative visual acuity. In addition, predictors of postoperative outcome, including the influence of the indication for surgery, refractive outcome, associated eye pathologies, and previous surgical interventions on final visual acuity, were evaluated.

MATERIAL AND METHODS: A cohort study was conducted that included patients operated on with secondary intraocular lens implantation using the Yamane method, in the period from 2020 to 2024 at the Clinic for Eye Diseases of the University Clinical Center of Serbia in Belgrade. Patients with aphakia, subluxation, or luxation of the natural lens/IOL were included in the study. Only patients with at least 12 months of follow-up were included in the study. All subjects underwent a complete ophthalmological examination, including determination of best-corrected visual acuity, measurement of intraocular pressure, biomicroscopic examination of the anterior segment, fundus examination, and eye biometry. During the operation, a three-part intraocular lens MA60AC was used, and fixation was performed with 30-G thin-walled needles, with extensions at the ends of the haptics formed by cauterization and intrascleral stabilization. If necessary, pars plana vitrectomy or anterior vitrectomy was performed. Visual acuity was determined with a standard Snellen chart and recorded in decimal notation. Statistical data processing included univariate screening, followed by multivariate linear regression using clinically relevant parameters. Independent variables that were statistically significant ($p < 0.01$) in the univariate analysis were included in the multivariate model. Values of $p < 0.05$ were considered statistically significant. Statistical data processing was performed using the software packages IBM SPSS Statistics 31 (IBM Corporation, Armonk, NY, USA) and R version 4.5.0 (The R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria).

RESULTS: 87 eyes of 85 patients, average age 68.2 ± 11.4 years, were analyzed, where 70.6% of the subjects were male. Mean best-corrected visual acuity showed a statistically significant improvement, from 0.2 preoperatively to 0.9 postoperatively ($p < 0.001$) according to Snellen, with a median follow-up of 26.5 months (range, 12 - 68.8 months). Indication for surgery was not statistically significantly associated with postoperative visual acuity ($B = -0.015$, $p = 0.752$). Postoperative spherical equivalent was significantly lower compared to preoperative (0.02 D vs. 5.25 D; $p < 0.001$). Multivariate analysis showed that older age ($B = -0.005$, $p = 0.027$), preoperative macular edema ($B = -0.242$, $p = 0.035$), and prior silicone oil removal ($B = -0.237$, $p = 0.046$) were independent negative predictors of postoperative visual acuity.

CONCLUSION: Secondary intraocular lens implantation using the Yamane technique provides significant, long-term improvement in visual acuity in patients with aphakia and lens/IOL malposition. The results indicate that the postoperative functional outcome is not primarily determined by the indication for the operation, but rather by the patient's age and retinal condition. The presence of macular edema and prior silicone oil removal are associated with worse postoperative visual acuity, underscoring the importance of careful preoperative assessment and individualized surgical planning.

The Yamane technique is an efficient and safe method for secondary intraocular lens implantation, with significant improvements in postoperative visual acuity across various clinical situations.

Key words: Yamane technique, secondary intraocular lens implantation, sutureless intrascleral fixation, best-corrected visual acuity (BCVA), aphakia.

Scientific area: Medicine

Narrow scientific field: Reconstructive surgery

UDK no: 617.7

Sadržaj

1	UVOD.....	1
1.1	OČNO SOČIVO.....	1
1.1.1	Anatomija, embriologija, histologija i fiziologija.....	1
1.1.1.1	Zonularni aparat i stabilnost sočiva	2
1.1.2	Katarakta	3
1.1.2.1	Savremeno hirurško lečenje katarakte	4
1.1.2.2	Fakoemulzifikacija.....	4
1.2	POREMEĆAJI POLOŽAJA PRIRODNOG OČNOG SOČIVA	5
1.2.1	Ektopija sočiva nastala usled traume	6
1.2.2	Ektopija kod očnih oboljenja	7
1.2.3	Ektopija kao kongenitalna anomalija oka	7
1.2.4	Ektopija kod sistemskih oboljenja	7
1.2.5	Dijagnoza ektopije	8
1.2.6	Lečenje ektopije	8
1.2.6.1	Konzervativno lečenje.....	8
1.2.6.2	Hirurško lečenje	9
1.3	AFAKIJA.....	9
1.3.1	Lečenje postoperativne afakije.....	10
1.4	PROMENA POLOŽAJA INTRAOKULARNOG SOČIVA	10
1.4.1	Intraokularna sočiva	10
1.4.1.1	Razvoj i materijali intraokularnih sočiva	11
1.4.2	Epidemiologija malpozicije IOL-a.....	12
1.4.3	Vrste malpozicije IOL-a.....	12
1.4.4	Etiologija malpozicije IOL-a	13
1.4.5	Pseudoeksfolijacija kao nezavisan faktor rizika	13
1.4.6	Dijagnoza malpozicije IOL-a.....	14
1.4.7	Lečenje malpozicije IOL-a.....	14
1.5	SEKUNDARNA IMPLANTACIJA IOL-A – HIRURŠKO LEČENJE EKTOPIJE SOČIVA, MALPOZICIJE IOL-A I AFAKIJE	14
1.5.1	Procedura sekundarne implantacije	15
1.5.2	Načini implantacije i tipovi IOL-a prema mestu ugradnje	15
1.5.2.1	Ugradnja IOL-a u prednju komoru-prednjekomorno sočivo (ACIOL)	15
1.5.2.2	Fiksacija intraokularnog sočiva za dužicu	16
1.5.2.3	Iris Claw sočivo (ICIOL)	16
1.5.2.4	Implantacija intraokularnog sočiva u cilijarni sulkus	17
1.5.2.5	Skleralna fiksacija intraokularnog sočiva	17

1.5.2.5.1	Skleralna fiksacija intraokularnog sočiva pomoću sutura (suture scleral fixated intraocular lens implantation – SFIOL).....	18
1.5.2.5.2	Bešavna tehnika skleralne fiksacije intraokularnog sočiva (sutureless scleral fixated intraocular lens - SSFIOL)	20
1.6	YAMANE TEHNIKA	20
1.6.1	Modifikacije Yamane tehnike	22
1.7	KOMPLIKACIJE SEKUNDARNE IMPLANTACIJE IOL-A.....	23
1.7.1	Prognoza.....	23
2	CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	24
3	MATERIJAL I METODE.....	25
3.1	DIZAJN STUDIJE	25
3.2	IZBOR ISPITANIKA	25
3.3	PROCEDURE	26
3.4	OPIS YAMANE TEHNIKE	26
3.5	VIDNA OŠTRINA I METODE NJENOG ISPITIVANJA	30
3.6	STATISTIČKA ANALIZA.....	31
4	REZULTATI	32
5	DISKUSIJA	51
6	ZAKLJUČCI.....	63
7	LITERATURA.....	64

1 UVOD

1.1 OČNO SOČIVO

1.1.1 Anatomija, embriologija, histologija i fiziologija

Očno sočivo (lat. *lens cristallina*) smešteno je u zadnjoj očnoj komori, gde je u potpunosti okruženo očnom vodicom. Anatomske se nalazi između dužice (lat. *iris*) anteriorno, i staklastog tela (lat. *corpus vitreum*) posteriorno, pri čemu svojim položajem obezbeđuje mehaničku potporu dužici i doprinosi održavanju jednosmernog protoka očne vodice (1,2). Njegov ekvatorijalni deo povezan je sa cilijarnim telom putem finih suspenzornih vlakana, zonula Zinni (lat. *fibrae zonulares*). Ova vlakna omogućavaju stabilizaciju sočiva u optičkoj osi oka i predstavljaju ključni element u mehanizmu akomodacije.

Sočivo predstavlja providnu strukturu bez krvnih sudova i nervnih vlakana. Morfološki predstavlja asimetrično bikonveksno optičko telo koje ima sposobnost akomodacije. Dimenzije sočiva menjaju se tokom života. Pri rođenju, njegov prečnik u odsustvu akomodacije iznosi približno 6–6,5 mm, dok se u životnom dobu od oko 65 godina kreće između 9 i 9,5 mm. Debljina sočiva kod novorođenčeta iznosi 3,5–4 mm, dok u navedenom životnom dobu dostiže vrednosti od 4,5–5 mm (2–4). Težina prirodnog sočiva se kreće oko 135 mg do 9 godine života da bi do 5 decenije dostiglo težinu oko 255 mg (4).

Sočivo poseduje prednju (lat. *facies anterior lentis*) i zadnju stranu (lat. *facies posterior lentis*), pri čemu je zadnja strana izraženije konveksna. Prosečan radijus krivine zadnje strane iznosi približno 6 mm (4,5 – 7,5 mm), dok se radijus prednje površine kreće između 10 i 11 mm (8–14 mm) (3,4). Na perifernom spoju prednje i zadnje površine nalazi se ekvator sočiva (lat. *equator lentis*), mesto insercije zonularnih vlakana. Najispupčenije tačke prednje i zadnje površine označavaju se kao prednji i zadnji pol (lat. *polus anterior et posterior*), dok linija koja ih povezuje predstavlja osu sočiva (lat. *axis lentis*).

Sočivo se razvija iz površinskog ektoderma tokom ranih faza embrionalnog razvoja. Capsula lentis predstavlja derivat embrionalne vaskularne ovojnice sočiva (lat. *tunica vasculosa lentis*), koja u intrauterinom periodu ima ključnu ulogu u obezbeđivanju ishrane sočiva. Tokom daljeg fetalnog razvoja ova struktura se postepeno povlači i u potpunosti regredira pre rođenja. U zavisnosti od godina života jačina akomodacije može varirati od 14 – 16 dioptrija na rođenju da bi u 50 godini opala na 1 – 2 dioptrije, takođe menjajući i boju sočiva koja je na rođenju providna da bi se kasnije u životu menjala (3,4).

Sočivo je histološki organizovano u tri osnovna sloja: kapsula (lat. *capsula lentis*), korteks (lat. *cortex lentis*) i jedro (lat. *nucleus lentis*) (1,2). Epitel sočiva lokalizovan je isključivo na njegovoj prednjoj strani, subkapsularno. Sočivo predstavlja jedinu anatomske strukturu u ljudskom organizmu koja tokom celog života zadržava svoje ćelije, pri čemu se novonastale ćelije postepeno potiskuju ka centralnim delovima. Capsula lentis predstavlja specijalizovanu bazalnu laminu koja obavlja sočivo.

Prednja kapsula (oko 0,013 mm) je deblja u odnosu na zadnju. Debljina kapsule se postepeno povećava od prednjeg pola ka ekvatoru (0,011–0,015 mm), gde dostiže približno 0,020–0,024 mm. Kapsula je najtanja na zadnjem polu (0,0035–0,0040 mm)(1).

Kapsula se odlikuje izrazito stabilnim molekularnim sastavom, koji ostaje očuvan tokom meseci, godina, pa i decenija. Upravo ta stabilnost omogućava da kapsula ostane intaktna i decenijama nakon implantacije veštačkog sočiva u kapsularnu vrećicu (2).

Kapsula sočiva ima ključnu ulogu u hirurškom lečenju katarakte, kao i u procesu implantacije intraokularnog sočiva. Tokom operativne intervencije, kod pojedinih pacijenata može biti otežano jasno razlikovanje kapsule od korteksa sočiva. Iz tog razloga, prednja kapsula se uobičajeno prebojava vitalnim bojama, kao što je Trypan blue, radi bolje vizualizacije i preciznijeg izvođenja kapsuloreksije (2). Nakon operativnog uklanjanja unutrašnjeg sadržaja sočiva, kapsula iz koje je odstranjeno prirodno sočivo označava se kao kapsularna vrećica (engl. *capsular bag*), i predstavlja idealno mesto za implantaciju intraokularnog sočiva.

Glavne funkcionalne karakteristike prirodnog sočiva su: providnost, refrakcija, akomodacija, apsorpcija UV zraka. Refrakcioni indeks sočiva iznosi približno 1,386 na periferiji i 1,406 u centralnim delovima, što kod mlađih osoba obezbeđuje ukupnu refraktornu moć od oko 20 dioptrija. Tokom akomodacije koja predstavlja osnovnu funkciju sočiva dolazi do pomeranja prednjeg pola i prednjeg segmenta sočiva unapred, uz povećanje njegove debljine, dok zadnji pol ostaje relativno fiksiran. S obzirom na to da je jedro deblje u centralnom nego u perifernom delu, on se optički ponaša kao konvergentno (plus) sočivo. Nasuprot tome, korteks je deblji na periferiji nego u centru, te se ponaša kao divergentno (minus) sočivo. U slučaju razvoja katarakte mogu nastati promene u refrakciji oka. Ukoliko stariji pacijent ispoljava potrebu za korekcijom u minus dioptriji, promene su dominantno lokalizovane u jedru i radi se o nuklearnoj katarakti. Sa druge strane, potreba za plus korekcijom ukazuje na izraženije promene u korteksu. Promene u korteksu najčešće su povezane i sa promenama astigmatizma. Očno sočivo tokom života progresivno povećava svoje dimenzije što za posledicu dovodi do postepenog smanjenja akomodacione sposobnosti. U petoj deceniji života dolazi do klinički manifestnog pada akomodacije, koji se ispoljava pojavom staračke dalekovidosti (lat. *presbyopia*) i slabljenjem vida na blizinu. Istovremeno, povećanje zapremine sočiva dovodi do njegovog anteriornog pomeranja, čime se dužica potiskuje unapred. Posledično dolazi do suženja iridokornealnog ugla i otežane drenaže očne vodice kroz trabekularnu mrežicu, što može rezultirati porastom intraokularnog pritiska i povećanim rizikom za razvoj glaukoma (1,2). Za razliku od sočiva, rožnjača poseduje veću ukupnu refraktornu moć (oko 40 dioptrija), što je posledica kontakta njenog prednjeg suznog sloja sa vazduhom kao medijumom nižeg refrakcionog indeksa.

1.1.1.1 Zonularni aparat i stabilnost sočiva

Na ekvatorijalnom delu kapsule sočiva pripajaju se zonularna vlakna. Iako ne sadrži elastin, kapsula poseduje izražena elastična svojstva.

Zonularna vlakna (lat. *zonule Zinni*) koje se još nazivaju i suspenzorni ligament sočiva predstavljaju tanka i duga vlakna koja dominantno polaze sa pars plana cilijarnog epitela i završavaju se oko cele cirkumference ekvatora sočiva i susednim delovima, omogućavajući centralno pozicioniranje i akt akomodacije sočiva (2). Vlakna se pružaju unapred, najčešće kroz udubljenja između cilijarnih nastavaka. Formiraju tri grupe koje prolaze kroz zadnju očnu komoru: jedna grupa se pripaja na ivicama ekvatora, druga na prednjoj kapsuli, a treća na zadnjoj kapsuli. Između njih formiraju se dva anatomski prostora, Hannoverov kanal (engl. *Hannover's canal*) i Petijev kanal (engl. *Petit's canal*). Iako su zonularna vlakna elastična, ne sadrže elastin niti su primarno izgrađene od kolagenih vlakana. Njihovu osnovu čine dve vrste fibrilina, uz prisustvo glikoproteina i

proteoglikana, što im obezbeđuje specifična biomehanička svojstva neophodna za stabilnost i akomodacionu funkciju sočiva.

U kontekstu zonularnog aparata, opisane su određene kongenitalne anomalije od kliničkog značaja. Jedna od njih je kolobom sočiva (lat. *coloboma lentis*) (2), kod koje u određenom segmentu izostaju zonularna vlakna, usled čega dolazi do promene oblika očnog sočiva.

U pojedinim urođenim oboljenjima, kao što je Marfanov sindrom, zonularna vlakna su strukturno defektna i sklona pucanju. Posledično može doći do pomeranja sočiva iz njegovog fiziološkog položaja, što se klinički manifestuje kao ektopija sočiva (lat. *ectopia lentis*). U zavisnosti od stepena pomeranja, može nastati delimično pomeranje sočiva (lat. *subluxatio*) ili dislokacija sočiva (lat. *luxatio*).

1.1.2 Katarakta

Termin katarakta potiče od latinske reči *cataracta*, koja označava vodopad ili „teći nadole“, jer se u prošlosti verovalo da je reč o tečnosti koja iz mozga prodire u oko, smeštajući se između rožnjače i dužice (5). U savremenom medicinskom smislu, katarakta predstavlja zamućenost očnog sočiva, koje postepeno gubi sposobnost propuštanja svetlosti, usled čega, bez odgovarajuće hirurške intervencije, može doći do potpunog gubitka vida (6).

Kako je već navedeno, sočivo je providna, elastična i avaskularna bikonveksna struktura koja učestvuje u aktu akomodacije, omogućavajući fokusiranje slike posmatranog objekta, bez obzira na njegovu udaljenost, na makulu (lat. *fovea centralis retinae*) (1,2).

Sočivo sadrži relativno manju količinu vode, ali visoku koncentraciju strukturnih i funkcionalnih proteina (6). Promene u njegovom normalnom sastavu i arhitekturi dovode do postepenog smanjenja providnosti i razvoja zamućenosti, odnosno katarakte. Katarakta može nastati i kao posledica drugih oboljenja ili štetnih uticaja, kao što su dijabetes, glaukom, radijacija (posebno UV zračenje), prethodne oftalmološke operacije, primena određenih lekova (uključujući kortikosteroide), nutritivni faktori i drugi uzroci. Najčešći oblik je senilna (starosna) katarakta, dok je učestalost kongenitalne katarakte manja (6–10).

Katarakta predstavlja jedan od vodećih uzroka slepila i oštećenja vida u svetu, a njena prevalencija značajno raste sa starošću populacije. Prema rezultatima meta-analize koja je obuhvatila 45 studija sa ukupno 161.947 ispitanika, starosno standardizovana prevalencija bilo kog oblika katarakte iznosi približno 17,2%. Učestalost katarakte značajno varira između različitih starosnih grupa, pri čemu prevalencija raste od oko 3% u populaciji starosti 20–39 godina do više od 50% kod osoba starijih od 60 godina. Zbog globalnog trenda starenja populacije očekuje se dalji porast prevalencije katarakte u budućnosti, uprkos dostupnosti efikasnih hirurških metoda lečenja (11).

U njenoj patogenezi dolazi do poremećaja međućelijskih spojeva epitela, neravnoteže između oksidanata i antioksidanata, peroksidacije membranskih lipida, nakupljanja metaboličkih produkata, disbalansa jona, zapaljenskih promena, kao i alteracije, agregacije i akumulacije proteina, što u krajnjem ishodu dovodi do smrti ćelija sočiva.

Korteks i jedro sočiva, takođe imaju značajan klinički značaj. U slučaju razvoja katarakte, neophodno je operativno uklanjanje sadržaja sočiva pri čemu je najčvršći deo sočiva upravo njegovo jedro (2).

1.1.2.1 Savremeno hirurško lečenje katarakte

U operativnom lečenju zamućenog očnog sočiva tokom istorije primenjivane su različite tehnike. Najranije metode uključivale su upotrebu igle za dislokaciju zamućenog sočiva, zatim primenu forcepsa, krioelekstrakciju, kao i druge postupke za ekstrakciju sočiva. Ove metode mogu se svrstati u dve osnovne grupe: intrakapsularno uklanjanje sočiva (engl. *intracapsular cataract extraction – ICCE*) i ekstrakapsularno uklanjanje sočiva (engl. *extracapsular cataract extraction – ECCE*) (12,13). Kod intrakapsularne ekstrakcije uklanja se čitavo sočivo zajedno sa njegovom kapsulom. Nasuprot tome, kod ekstrakapsularne metode uklanja se samo zamućeni sadržaj sočiva, dok kapsula ostaje očuvana na svom mestu. Nakon ekstrakapsularnog uklanjanja katarakte sledi implantacija sočiva (12,14–16).

Operacija katarakte predstavlja jednu od najčešće izvođenih hirurških intervencija u savremenoj medicini, čiji je osnovni cilj ponovno uspostavljanje vidne funkcije kod pacijenata sa zamućenjem očnog sočiva. Razvoj tehnike fakoemulzifikacije značajno je unapredio hirurško lečenje katarakte, jer omogućava minimalno invazivan pristup pri kojem se intrakapsularni sadržaj zamućenog sočiva fragmentiše ultrazvučnim vibracijama i uklanja kroz mali hirurški rez. U odnosu na ranije metode, poput ekstrakapsularne ekstrakcije katarakte (ECCE), ova tehnika omogućava brži postoperativni oporavak i manju učestalost komplikacija (17).

1.1.2.2 Fakoemulzifikacija

Fakoemulzifikacija predstavlja jednu od najčešće primenjivanih hirurških metoda za uklanjanje katarakte, koja se odlikuje visokom efikasnošću i minimalnom invazivnošću. Ova tehnika zasniva se na primeni ultrazvučne energije kojom se zamućeno očno sočivo fragmentiše na sitne delove. Poskontuzionak započinje uvođenjem ultrazvučne sonde kroz mali hirurški rez na oku. Sonda generiše visokofrekventne ultrazvučne talase, najčešće u opsegu od 27 do 60 kHz, koji razlažu sočivo na male fragmente, nakon čega se oni aspiriraju iz oka. Tokom zahvata, stabilnost prednje očne komore održava se primenom balansirano rastvora soli (engl. *balanced salt solution – BSS*), čime se sprečava njen kolaps (18).

Tehnika fakoemulzifikacije obuhvata nekoliko uzastopnih koraka od kojih su sledeći nabrojani ključni. Prvi korak je preoperativna procena opšteg stanja oka, eventualne fakodoneze i tvrdoće katarakte. Najpre se primenjuje lokalna anestezija kako bi se smanjila nelagodnost pacijenta tokom operacije. Nakon toga se na limbalnom predelu rožnjače formira mali rez, obično veličine oko 2,2–3,0 mm, koji omogućava pristup sočivu bez potrebe za postavljanjem šavova (19).

Po formiranju reza i načinjene kapsuloreksije (engl. *circular curvilinear capsulorhexis – CCC*), uvodi se ultrazvučna sonda kojom se sočivo razlaže na manje fragmente. U toku ovog procesa hirurg može primeniti različite operativne tehnike, radi efikasnije fragmentacije jedra sočiva. Fragmenti sočiva se emulzifikuju i aspiriraju iz oka. Na kraju zahvata, kroz isti rez implantira se savitljivo intraokularno sočivo (IOL), koje zamenjuje uklonjeno prirodno sočivo i omogućava obnovu vidne funkcije (20).

Brojne prednosti ove metode doprinele su njenom prihvatanju kao zlatnog standarda u hirurškom lečenju katarakte. Minimalno invazivan pristup, odnosno mali hirurški rez, omogućava brže zarastanje rane i smanjuje rizik od postoperativnog astigmatizma. Pored toga, procedura se najčešće izvodi kao jednodnevna hirurgija, što omogućava pacijentima da ubrzo nakon operacije napuste zdravstvenu ustanovu. Kod velikog broja pacijenata poboljšanje vidne oštine javlja se vrlo brzo, dok je ukupna stopa uspešnosti ove metode visoka, naročito u nekomplikovanim slučajevima (21).

Iako se fakoemulzifikacija smatra bezbednom i efikasnom procedurom, određene komplikacije ipak mogu nastati. Među mogućim komplikacijama navode se infekcija (endoftalmitis),

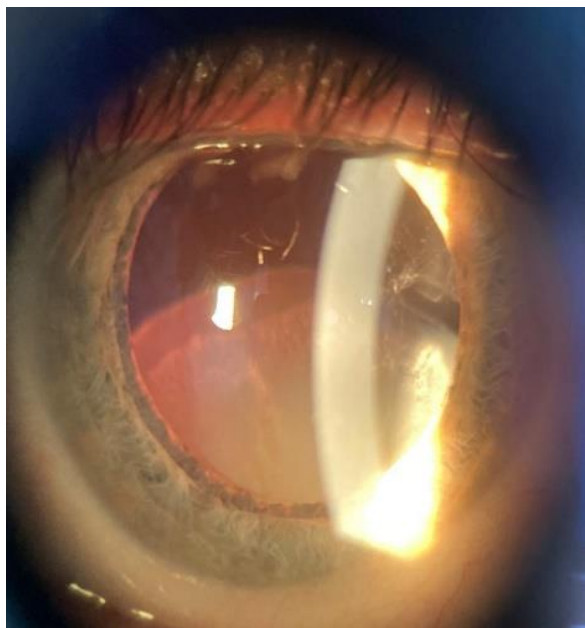
ablacija retine, glaukom i druge komplikacije. Međutim, učestalost ovih komplikacija je relativno niska (22).

1.2 POREMEĆAJI POLOŽAJA PRIRODNOG OČNOG SOČIVA

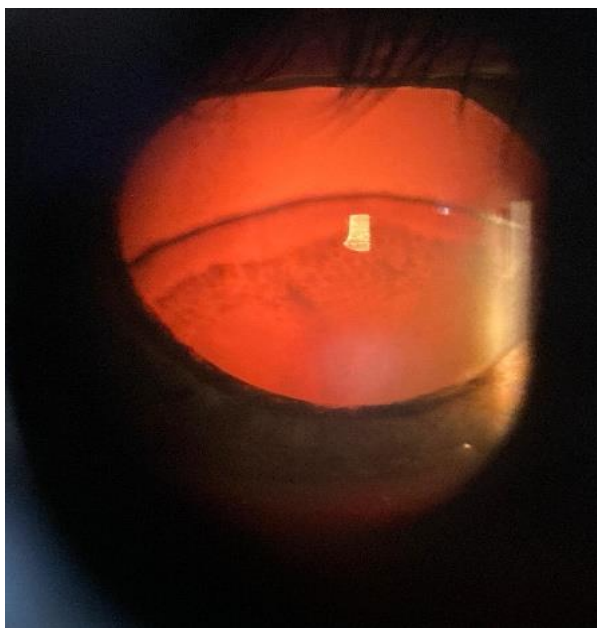
Ektopija očnog sočiva predstavlja pomeranje prirodnog očnog sočiva iz njegovog normalnog položaja u hijaloidnoj jami (lat. *fossa hyaloidea*) (12,23–25). Zavisno od stepena pomeranja odnosno malpozicije, postoje dva stanja: subluksacija (Slika 1) i luksacija (Slika 2). Kada se sočivo u potpunosti izmesti ka staklastom telu, prednjoj očnoj komori ili naleže na retinu – to stanje je luksacija. Ukoliko je pomeranje samo delimično i sočivo i dalje ostaje u okviru svog anatomskog prostora i može se videti u pupilarnom regionu, reč je o subluksaciji (26).

Kod subluksacije prisutna je parcijalna zonuloliza (Slika 1), dok kod luksacije dolazi do potpunog prekida zonularnih vlakana. U takvim slučajevima sočivo se može nalaziti u prednjoj očnoj komori, slobodno u staklastom telu (lat. *corpus vitreum*) ili potpuno dislocirano na retini (Slika 2), odnosno ležati na njenoj površini.

A



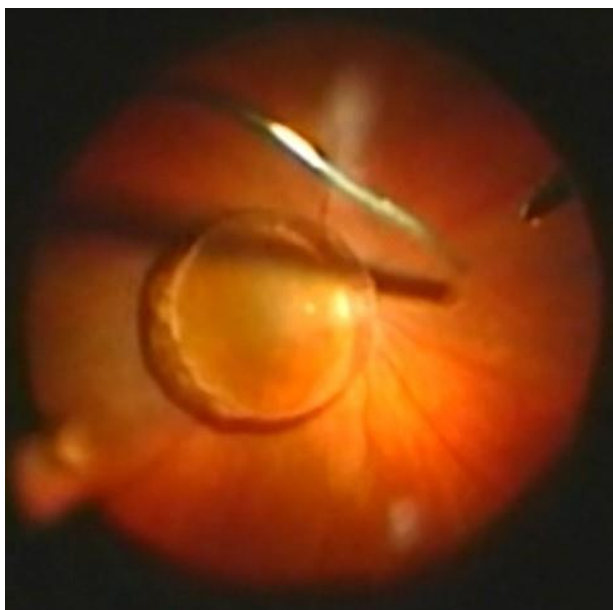
B



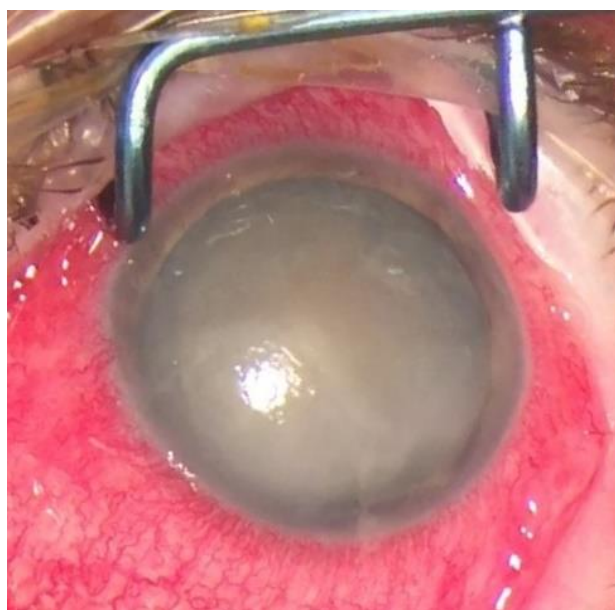
Slika 1. Subluksacija prirodnog sočiva sa prolapsom vitreusa u prednju očnu komoru
(A. direktno osvetljenje¹; B. retroiluminacija)

¹ Damjanović G. Stojković M. Savremene metode sekundarne implantacije intraokularnog sočiva kod stečenih afakija. Medicinski Podmladak in press.

A



B

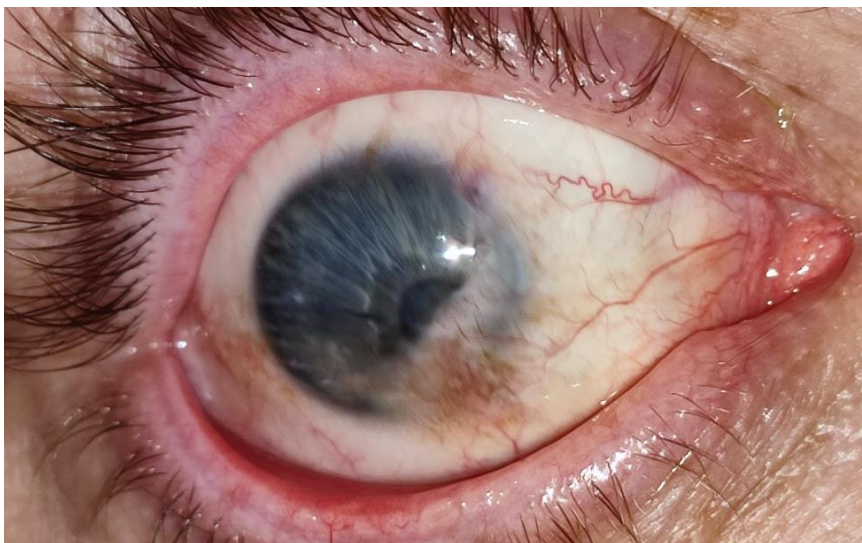


Slika 2. A. Luksirano prirodno sočivo u corpus vitreum; B. Luksirano prirodno sočivo u prednju očnu komoru

Uzroci ektopije sočiva mogu biti urođeni, razvojni, stečeni ili jatrogeni; a takođe mogu biti endogeni ili egzogeni.

1.2.1 Ektopija sočiva nastala usled traume

Najčešći uzrok ektopije je trauma, bilo direktna povreda oka ili indirektna, prilikom udarca u glavu. (Slika 3) (54).



Slika 3. Ektopija pupile nakon traume oka

1.2.2 Ektopija kod očnih oboljenja

Kao posledica očnih oboljenja, ektopija sočiva može se javiti kod kongenitalnog glaukoma, hroničnog ciklitis, pseudoeksfolijativnog sindroma, aniridije, visoke miopije, potom kod retinitis pigmentoze, megalokornee, buftalmusa, intraokularnih tumora, hipermaturne katarakte, Axenfeld–Rieger sindroma, traume, perzistentne pupilarne membrane, dominantno nasledne blefaroptoze sa visokom miopijom i dr. (27)

1.2.3 Ektopija kao kongenitalna anomalija oka

Kongenitalna ektopija sočiva i zenice (lat. *ectopia lentis et pupillae*) je autozomno recesivno oboljenje koje se ispoljava decentriranjem pupile na jednu stranu uz subluksaciju sočiva u suprotnom smeru, pri čemu su ove promene najčešće bilateralne (28).

Ektopija sočiva može biti prisutna od rođenja ili se razviti kasnije, bez jasnog spoljašnjeg uzroka. U osnovi je nasledni poremećaj, koji se može prenositi i dominantno i recesivno. Najčešće je povezana sa mutacijama gena ADAMTSL4 i FBN1, koje dovode do slabljenja i propadanja zonularnih vlakana, pa sočivo gubi stabilnost i pomera se iz svog položaja. Važno je naglasiti da isti genetski poremećaji mogu biti prisutni i u nekim sistemskim bolestima, poput Marfan sindroma, što ukazuje na njihovu međusobnu povezanost. U ovom obliku ektopije, pomeranje sočiva je obično obostrano i najčešće usmereno ka gornjem-temporalnom delu oka (29–31).

1.2.4 Ektopija kod sistemskih oboljenja

Postoji i značajan broj sistemskih oboljenja koja mogu dovesti do ektopije sočiva. Ukoliko ektopija nije traumatskog porekla, njeno uočavanje može predstavljati jedan od znakova, ili čak prvi znak, postojanja sistemske bolesti. Zbog prevencije sistemskih oboljenja, važno je pravovremeno otkriti da li je ektopija u sklopu sistemskog oboljenja.

Sistemska oboljenja kod kojih se može javiti ektopija uključuju Marfan sindrom, homocistinuriju, Weill–Marchesani sindrom, deficit sulfit-oksidaze, hiperlizinemiju, Ehlers–Danlos sindrom, Sturge–Weber sindrom, mandibulofacijalna dizostoza, Wildervanck sindrom, Conradi sindrom, Pfaundler sindrom, Crouzon sindrom, Pierre Robin sindrom, Sprengel deformitet, sifilis i druga oboljenja (27,30).

Od navedenih oboljenja posebno se izdvajaju Marfan sindrom i homocistinurija kao najčešći uzroci. Najčešći nasledni (sistemski) uzrok ektopije sočiva je Marfan sindrom kod koga ektopija se javlja u više od 80% slučajeva, pri čemu su sočiva obostrano subluksirana najčešće subluksirana u superotemporalnom pravcu (32). Nastaje zbog mutacija gena za fibrilin-1, što dovodi do slabosti zonularnih vlakana i promena na kapsuli sočiva. Kod homocistinurije, koja predstavlja autosomno recesivni metabolički poremećaj udružen sa sistemskim manifestacijama poput intelektualnih poteškoća, osteoporoze i sklonosti ka trombozama, ektopija se javlja u preko 90% slučajeva, a subluksacija je najčešće usmerena inferonazalno (33).

Posledice ektopije sočiva mogu varirati od blagih do veoma ozbiljnih. Blaži oblici, kao što je subluksacija, mogu dovesti do smanjenja vidne oštine ili pojave monokularne diplopije. Međutim, potpuna dislokacija sočiva može imati značajne posledice po oko, uključujući promenu refraktivnog statusa, povećanje intraokularnog pritiska, nastanak pupilarnog bloka, oštećenje endotela rožnjače i razvoj sekundarne keratopatije, naročito ukoliko se sočivo nalazi u prednjoj očnoj komori. U krajnjem ishodu, ove promene mogu dovesti do gubitka vida.

1.2.5 Dijagnoza ektopije

Anamneza

Veoma je važno pažljivo i detaljno uzimanje anamneze. Treba isključiti traumu, potom da li je bilo intervencija na oku (vitrektomija, biopsija vitreusa i druge intervencije). Kod slučajeva gde nije potvrđena trauma, uzima se detaljna porodična anamneza, posebno o očnim, kardiovaskularnim i mišićno-skeletnim poremećajima. U slučajevima ektopije, glavni simptom je smanjena vidna oština ali i monokularne diplopije. Težina simptoma zavisi od stepena ektopije. Nekada se može javiti bol u oku, crvenilo oka i dr (34).

Klinički pregled

Obuhvata određivanje vidne oštine, pregled prednjeg segmenta oka, refrakciju i pregled ocnog dna u midrijazi. Važno je proceniti stanje rožnjače, prisustvo iridodoneze, poziciju zenice, izmeriti intraokularni pritisak i isključiti eventualne komplikacije poput ablacije retine (34).

Laboratorija

Ako se sumnja na nasledni uzrok, rade se ciljane analize, poput određivanja homocisteina ili kardiološke evaluacije (34).

1.2.6 Lečenje ektopije

1.2.6.1 Konzervativno lečenje

Konzervativno lečenje ektopije sočiva zasniva se na korekciji refrakcije i istovremenom lečenju eventualnih sistemskih bolesti. Zbog česte genetski uslovljene etiologije, treba razmisliti i o genetskom testiranju. Terapija zavisi od položaja i stepena pomeranja sočiva. Važno je na vreme korigovati refrakcionu anomaliju kako bi se sprečila ambliopija kod dece. Ako se sočivo pomeri u prednju komoru, pokušava se medikamentozno vraćanje širenjem zenice, a zatim i hirurško lečenje. Povišen očni pritisak leči se standardnim metodama. Kod sporog, nekomplikovanog napredovanja ektopije sočiva, stanje se prati, ali u određenim slučajevima operacija može dati bolje vidne rezultate. Odluka zavisi od vidne oštine, položaja sočiva i rizika od dalje dislokacije.

1.2.6.2 Hirurško lečenje

Operativno lečenje je zahtevno zbog slabosti zonularnog aparata i stanja kapsule sočiva. Često se radi uklanjanje sočiva uz pars plana vitrektomiju, a vid se kasnije koriguje kontaktnim sočivima ili drugim metodama sekundarne implantacije intraokularnog sočiva.

Indikacije za operaciju ektopije sočiva su : sekundarni glaukom (fakomorfni), katarakta, preteća luksacija sočiva, uvealna reakcija, kontakt sočiva sa endotelom rožnjače ili ablacija retine.

Postoji više hirurških opcija, uključujući različite načine sekundarne implantacije intraokularnog sočiva (prednjekomorno sočivo, iris fiksirano ili skleralna fiksacija) ili korekciju bez implantacije. Savremene tehnologije, poput femtosekundnog lasera mogu pomoći kod subluksiranih prirodnih sočiva. Ovaj način formiranja kapsuloreksije smanjuje stres na zonularni aparat. Implantacija sočiva uz implantaciju kapsularnog prstena (engl. *capsular tension ring*), mogu olakšati operaciju kod subluksiranih katarakti. Mogu se koristiti različiti modeli kapsularnih prstenova uz mogućnost fiksacije prstena za skleru pomoću sutura.

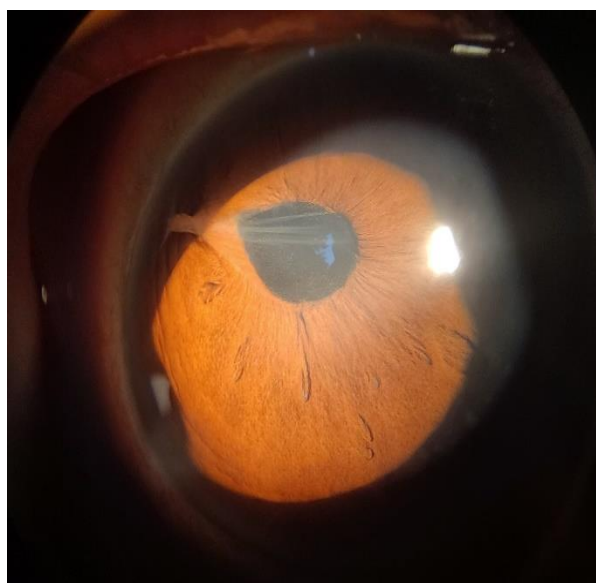
1.3 AFAKIJA

Afakia (grč. *aphakia* – odsustvo sočiva u oku) predstavlja stanje u kojem u oku pacijenta nedostaje očno sočivo. Uzroci ovog stanja mogu biti različiti. Najčešće se javlja kao posledica komplikacija tokom operativnog lečenja katarakte, zatim nakon traume oka, dok se ređe ovo stanje može javiti kao urođeno (35).

U zavisnosti od primenjene hirurške tehnike u lečenju katarakte, bilo da je reč o ekstrakapsularnoj ekstrakciji katarakte (ECCE) ili ultrazvučnoj operaciji katarakte (*phacoemulsificatio*), jedna od mogućih komplikacija može biti postoperativna afakija. Ovo stanje podrazumeva situaciju u kojoj nije moguće implantirati IOL, usled čega oko ostaje bez sočiva, odnosno nastaje postoperativna afakija (Slika 4) (36).

A

B



Slika 4. A. Afakija i zaostale sočivne mase u pupilarnom predelu i u prednjoj očnoj komori. Fenestra dužice na 2 sata; B. Afakija sa ektopijom pupile i prolapsom staklastog tela u prednju komoru, sa uklještenjem na mestu paracenteze (vitrealni wick)

Prema nekim autorima, jedna od 200 operacija katarakte se završava kao postoperativna afakija. Kao faktori rizika se navode vidna oštrina lošija od 0,1 i postojanje okularnih komorbiditeta (37). Incidenca postoperativne afakije u oku bez komorbiditeta je 0.45% dok je u oku sa komorbiditetom iznosila 0.95% (36).

1.3.1 Lečenje postoperativne afakije

Savremeni načini hirurškog lečenja afakije podrazumevaju ugradnju različitih tipova intraokularnih sočiva: u prednju očnu komoru, na iris, u sulkus ili njihovu fiksaciju za beonjaču, sa ili bez šavova.

Sočiva koja se implantiraju u prednju očnu komoru ili fiksiraju za iris tehnički su lakša za ugradnju, ali nose veći rizik od komplikacija kao što su dekompenzacija rožnjače, inflamacija oka i povišen očni pritisak. S druge strane, skleralno fiksirana sočiva zahtevaju složeniju hiruršku tehniku, i mogu dovesti do problema sa šavovima, poput njihovog pucanja ili degradacije. U suštini, današnje metode sekundarne ugradnje sočiva daju slične rezultate po pitanju uspešnosti i bezbednosti, pa izbor metode zavisi od stanja pacijenta i iskustva hirurga, pre svega od postojanja i kvaliteta kapsularne potpore (38,39), dok poseban izazov predstavlja operacija postoperativne afakije kod dece (40).

1.4 PROMENA POLOŽAJA INTRAOKULARNOG SOČIVA

Malpozicija sočiva, kao krovni pojam koji će se koristiti u daljem tekstu, podrazumeva sve oblike poremećaja položaja intraokularnog sočiva. Pod njom se može podrazumevati decentracija, nagib (tilt), subluksacija i luksacija (dislokacija) intraokularnog sočiva. Incidenca IOL pomeranja je između 0,2% do 3% i najčešće je povezana sa prethodnim operacijama oka (posebno katarakte i vitrektomije), povredama ili sistemskim stanjima kod kojih postoji slabost zonularnog aparata. U zavisnosti od toga da li se radi o subluksaciji (slika 5.) ili potpunoj dislokaciji IOL-a (slika 6.), klinička slika može biti različita. Pacijenti sa subluksacijom često primećuju postepeno slabljenje vida uz pojavu monokularne diplopije, dok potpuna dislokacija dovodi do naglog pogoršanja vidne oštine.

1.4.1 Intraokularna sočiva

Intraokularna sočiva (engl. *intraocular lenses* – IOL) predstavljaju providne veštačke implantate koji se ugrađuju u oko sa ciljem zamene funkcije prirodnog ocnog sočiva.

Indikacija za implantaciju IOL-a je uglavnom zamena prirodno ocnog sočiva zbog katarakte različite etiologije ili zbog malpozicije sočiva kada ne postoji odgovarajuća potpora. Njihova implantacija se dakle najčešće izvodi tokom operacije katarakte, ali se može primeniti i u okviru refraktivne zamene sočiva kod pacijenata sa izraženim refrakcionim greškama. Ugradnjom intraokularnog sočiva moguće je korigovati i refrakcione anomalije kao što su miopija, hipermetropija, presbiopija i astigmatizam, čime se značajno poboljšava kvalitet vida i u pojedinim slučajevima smanjuje potreba za nošenjem naočara u svakodnevnim aktivnostima. Intraokularna sočiva su trajni implantati koji ostaju u oku tokom celog života pacijenta i predstavljaju standardnu metodu optičke rehabilitacije kod osoba kod kojih je prirodno sočivo uklonjeno ili je njegova funkcija značajno narušena (41).

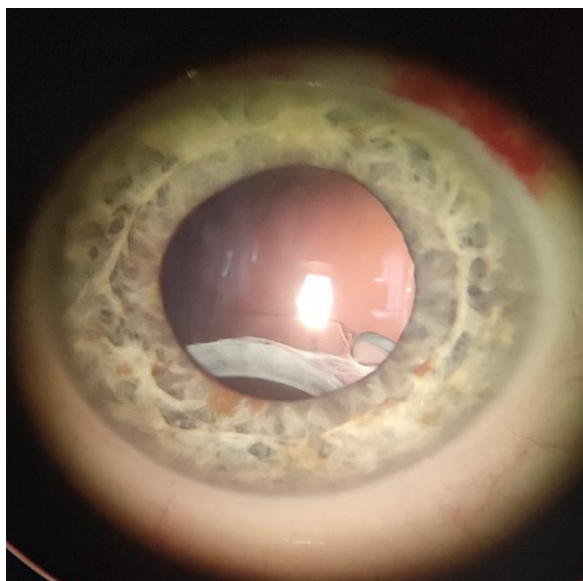
1.4.1.1 Razvoj i materijali intraokularnih sočiva

Za izradu veštačkog intraokularnog sočiva (engl. *intraocular lens, IOL*), koje zamenjuje zamućeno ili dislocirano očno sočivo, koriste se različiti materijali (42). Prvo veštačko sočivo konstruisao je Harold Ridley u Londonu. Prema pojedinim navodima, ideju za njegovu izradu dobio je tokom Drugog svetskog rata, kada je zapazio da su kod nekih pilota i članova posade, čiji su avioni bili pogođeni mecima, u oku zaostajali fragmenti materijala sa površine aviona prevučene metilmetakrilatom („akrilno staklo“).

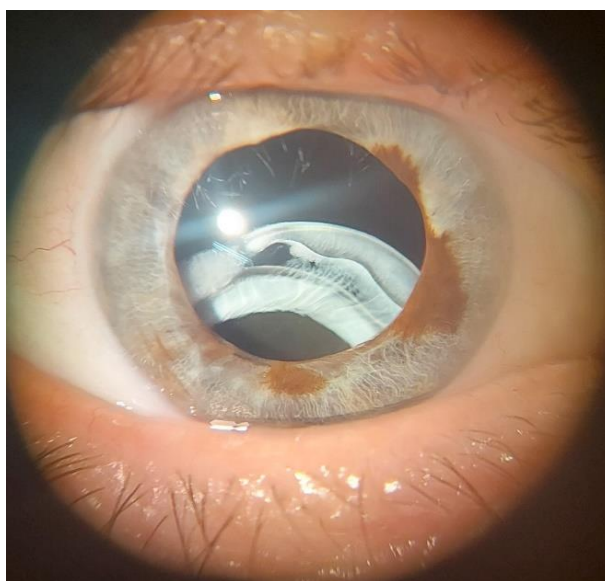
Tokom oftalmološkog pregleda uočio je da ovi fragmenti ne izazivaju značajnu neželjenu reakciju u oku. Na osnovu tog zapažanja odlučio je da konstruiše veštačko sočivo od akrilata, materijala koji je providan i poseduje odgovarajući refrakcioni indeks. Nakon razvoja odgovarajućeg implantata, Ridley je 1949. godine prvi put u istoriji oftalmologije implantirao intraokularno sočivo (12,43). IOL je implantirao tri meseca nakon operacije katarakte (ECCE), što bi prema savremenoj terminologiji odgovaralo sekundarnoj implantaciji intraokularnog sočiva (43).

Danas postoje različiti tipovi intraokularnih sočiva, koji se međusobno razlikuju prema korišćenom materijalu, dizajnu i specifičnim indikacijama za implantaciju.

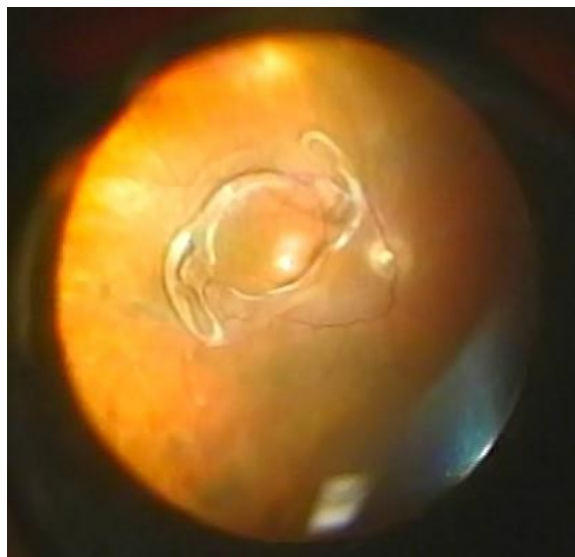
A



B



Slika 5. Subluksacija intraokularnog sočiva zajedno sa kapsularnom vrećicom



Slika 6. Luksacija intraokularnog sočiva u corpus vitreum. Sočivo leži na retini

1.4.2 Epidemiologija malpozicije IOL-a

U dosadašnjim istraživanjima koja su se bavila procenom incidencije dislokacije IOL nije postignut jasan konsenzus o tome da li učestalost ove komplikacije pokazuje rastući trend. Takođe, dostupni podaci koji se odnose specifično na azijsku populaciju i dalje su ograničeni. S obzirom na to da postoje određene anatomske i morfološke razlike u pigmentaciji i strukturi dužice između zapadnih i azijskih populacija, moguće je da se učestalost komplikacija i operativni tok razlikuje između ovih populacija (44).

U studiji sprovedenoj u švedskoj populaciji Monestam i saradnici su pokazali da je kasna dislokacija IOL zabeležena kod 5 od ukupno 800 pacijenata koji su bili u riziku (0,6%). Međutim, interpretaciju ovih rezultata otežava činjenica da je tokom desetogodišnjeg perioda praćenja čak 521 od 810 pacijenata izgubljen iz daljeg praćenja, zbog čega je verovatno da je stvarna incidenca ove komplikacije u toj kohorti potcenjena (45). Jakobsson i saradnici su u seriji slučajeva koja je obuhvatila 84 pacijenta naveli da je incidenca hirurškog lečenja kasno dislociranog intraokularnog sočiva iznosila između 0,042% i 0,052% u pseudofakičnoj populaciji, odnosno između 0,027% i 0,033% po pseudofakičnom oku u periodu od 2004. do 2006. godine (46).

Dabrowska-Kloda i saradnici analizirali su regionalne kohortne podatke koji su obuhvatili približno 550.000 pacijenata i identifikovali 140 slučajeva dislokacije IOL koji su zahtevali hiruršku intervenciju. U toj studiji kumulativna verovatnoća pojave dislokacije iznosila je 0,55% tokom desetogodišnjeg, odnosno 1,0% tokom dvadesetogodišnjeg perioda praćenja (47). Procene u ovim istraživanjima zasnivale su se na podacima iz Švedskog nacionalnog registra za kataraktu, s obzirom na to da precizni podaci o ukupnom broju pseudofakičnih očiju u populaciji pod rizikom nisu bili dostupni. U jednoj kohortnoj studiji sprovedenoj u Sjedinjenim Američkim Državama procenjeno je da kumulativni desetogodišnji rizik dislokacije intraokularnog sočiva iznosio 0,1% da bi dostigao vrednost od 1,7% nakon 25 godina praćenja (48).

1.4.3 Vrste malpozicije IOL-a

Pomeranje ili malpozicija IOL-a se može ispoljiti na različite načine: od decentracije IOL-a, subluksacije ili luksacije intraokularnog sočiva. Kada je sočivo samo pomerenom u kapsularnoj vrećici, ali su potporne strukture očuvane, govori se o *decentraciji*. Ako postoji delimično pomeranje, reč je

o *subluksaciji*, dok potpuna malpozicija, odnosno izmeštanje IOL-a iz hijaloidne jame dovodi do luksacije (*dislokacije*) IOL-a u prednju ili zadnju očnu komoru.

Ako postoji oštećenje ili ruptura zadnje kapsule, sočivo može iskliznuti iz kapsularne vreće (dislokacija van kapsule). Ukoliko je narušena stabilnost potpornog sistema kapsularne vreće (na primer zbog slabosti zonula), može doći do pomeranja celog kompleksa – sočiva zajedno sa kapsularnom vrećom (engl. *in-the-bag dislocation*).

Nakon postavljanja dijagnoze, postoji više terapijskih opcija za rešavanje ovog problema.

1.4.4 Etiologija malpozicije IOL-a

Subluksacija ili luksacija intraokularnog sočiva najčešće nastaje kada oslabi kapsularna vreća ili/i zonule koje drže “veštačko” sočivo na mestu. Tome mogu doprineti različita stanja kao što su prethodne operacije oka (posebno katarakte), druge hirurške intervencije na oku, starenje, visoka kratkovidost, upale, povrede, kao i određene očne i sistemske bolesti – naročito one koje utiču na vezivno tkivo.

U zavisnosti od vremena kada se javi, dislokacija nakon operacije katarakte može biti rana ili kasna. Rana se javlja u prvih nekoliko meseci, najčešće u prvoj postoperativnoj nedelji i obično je posledica tehničkih problema tokom operacije, kao što su loša stabilnost sočiva ili oštećenje potpornih struktura. Uvođenje tehnike kontinuirane kružne kapsuloreksije (engl. *continuous curvilinear capsulorhexis* – CCC) doprinelo je smanjenju učestalosti ove komplikacije. Kasna dislokacija se razvija postepeno, najčešće posle 6-12 godina nakon operacije i nastaje zbog progresivnog slabljenja zonula i promena na kapsuli koje se dešavaju starenjem (49).

Najčešći uzrok malpozicije IOL-a je trauma, dok se kao značajni faktori navode i pseudoeksfolijacija, uveitis, Marfan sindrom i druga oboljenja. Malpozicija se može javiti i nakon vitrektomije, naročito kod pacijenata koji već imaju fakodonezu i zonulolizu različite etiologije.

Jedan od važnih mehanizama je i “kontrakcija” kapsule nakon operacije. Nastaje zbog proliferacije i metaplazije epitelnih ćelija kapsule u miofibroblaste, koje utiču na kontrahovanje kapsule, što može dodatno opteretiti zonule i dovesti do pomeranja sočiva. Ovaj proces je izraženiji kod pacijenata sa slabijim zonulama. Laserski tretman (Nd:YAG) može doprineti nastanku subluksacije (50).

1.4.5 Pseudoeksfolijacija kao nezavisan faktor rizika

Brojni faktori rizika povezani su sa pojavom malpozicije IOL nakon operacije katarakte. U literaturi se kao najznačajniji faktor navodi pseudoeksfolijativni sindrom (PEX), koji dovodi do progresivne slabosti zonularnog aparata i povećava verovatnoću kasne dislokacije sočiva (51–53). U studiji koji su sprovedli Riedl JC i saradnici, pseudoeksfolijacija je registrovana kod 32,7% pacijenata i predstavljala je najvažniji faktor rizika za dislokaciju IOL. Kumulativna incidenca dislokacije intraokularnog sočiva i pseudofakodoneze tokom 20 godina nakon operacije katarakte iznosi oko 6% kod pacijenata sa pseudoeksfolijacijama, dok je kod pacijenata bez njih u vreme operacije približno 2% (49,54). Takođe je utvrđeno da kombinacija pseudoeksfolijativnog sindroma i prethodno izvedene pars plana vitrektomije značajno povećava rizik od dislokacije, pri čemu se ona javlja ranije u odnosu na situacije kada je prisutan samo jedan od ovih faktora rizika (55).

Smatra se da pseudoeksfolijativni materijal koji se akumulira u zonularnom aparatu dovodi do njegovog mehaničkog slabljenja, dok povećana elastinoliza dodatno uzrokuje enzimsku fragilnost zonularnih vlakana (56–58). Pored toga, pars plana vitrektomija predstavlja važan predisponirajući

faktor, jer manipulacija tokom vitrektomije, uključujući izraženu perifernu vitrektomiju baze staklastog tela sa skleralnom indentacijom, može dovesti do oštećenja zonularnog aparata, što je naročito izraženo kod pacijenata sa već postojećom zonularnom slabošću usled pseudoeksfolijacija (59–61).

U literaturi se kao potencijalni faktori rizika za dislokaciju IOL navode i visoka miopija, trauma oka, kao i starosne degenerativne promene zonularnog aparata (62–65). Preoperativna trauma može dovesti do zonularne dehiscencije, čime se povećava rizik od kasnije luksacije sočiva (51,64,65). Iako pojedine studije navode visoku miopiju kao značajan faktor rizika za dislokaciju intraokularnog sočiva (52,63), u ovoj studiji nije utvrđena statistički značajna povezanost između aksijalne dužine oka i pojave dislokacije. Takođe je zapaženo da se dislokacija intraokularnog sočiva češće javlja kod muškaraca nego kod žena, iako razlozi za ovu polnu razliku još uvek nisu u potpunosti razjašnjeni (51,66–69).

1.4.6 Dijagnoza malpozicije IOL-a

S obzirom na brojne faktore koji mogu povećati rizik od malpozicije intraokularnog sočiva (IOL), važno je uzeti detaljnu anamnezu. Osobe sa malpozicijom sočiva često primete pogoršanje vida, dvostruku sliku na jednom oku ili pojavu odsjaja. Mogu se javiti i bol u oku ili glavobolja, naročito usled povremenog zatvaranja ugla prednje komore ili povećanja intraokularnog pritiska. Kod subluksacije sočiva, pacijenti često navode da povremeno imaju bolji vid u određenim položajima glave (70), što nastaje usled privremenog vraćanja intraokularnog sočiva u fiziološki položaj.

Za postavljanje pouzdane dijagnoze neophodan je kompletan oftalmološki pregled, uključujući adekvatnu evaluaciju prednjeg i zadnjeg segmenta oka. Veoma je bitan pregled očnog dna u midrijazi. Ukoliko nije moguć ostvariti adekvatan uvid u stanje očnog dna, onda je potrebno uraditi B-sken ultrazvuk. Pomoću ultrazvučne biomikroskopije prednjeg segmenta, moguće je postići uvid u položaj IOL - a ukoliko se ono nalazi iza dužice. Takođe pomoću ultrazvučne biomikroskopije moguće je utvrditi postojanje eventualnih ostataka kapsule.

1.4.7 Lečenje malpozicije IOL-a

Lečenje malpozicije IOL-a može biti konzervativno i hirurško. Hirurško će detaljno biti opisano u posebnom odeljku koji se odnosi na celu problematiku sekundarne implantacije sočiva. U slučajevima kada je pomeranje sočiva minimalno i ne utiče značajno na vid niti oštećuje okolne strukture oka, moguće je samo praćenje. Retko se poboljšanje vida može postići optičkom korekcijom. Važno je pažljivo praćenje kako bi se na vreme uočile eventualne komplikacije koje bi zahtevale operaciju (71).

1.5 SEKUNDARNA IMPLANTACIJA IOL-A – HIRURŠKO LEČENJE EKTOPIJE SOČIVA, MALPOZICIJE IOL-A I AFAKIJE

Kada malpozicija utiče na vid ili dovodi do komplikacija, neophodno je hirurško lečenje. Najčešći razlozi za operaciju su smanjenje ili gubitak vidne ostrine, monokularne duple slike i blještanje, a ređe se javljaju ozbiljnija stanja poput ablacije retine, glaukoma ili upalnih sindroma. Operacija obično podrazumeva uklanjanje subluksiranog ili luksiranog sočiva (najčešće vitrektomijom), nakon čega se ugrađuje novo sočivo.

Zamena sočiva (IOL exchange) u slučaju malpozicije IOL-a ili ektopije sočiva

Najčešća metoda je uklanjanje sočiva i ugradnja novog, ukoliko drugi načini stabilizacije nisu mogući. Gde će se novo sočivo postaviti zavisi od očuvanosti kapsularne vrećice ili njenih delova:

- a) ako postoji dobra potpora i dovoljni ostaci kapsule i zonularnog aparata sočivo se implantira u zadnju očnu komoru
- b) ako nema dovoljne potpore, može se implantirati u prednju očnu komoru ili fiksirati za iris ili beonjaču

1.5.1 Procedura sekundarne implantacije

Kada sočivo nije moguće implantirati u kapsularnu vrećicu, mogu se koristiti različite metode sekundarne implantacije sočiva. One uključuju implantaciju u prednju komoru, fiksaciju za iris pre ili retropupilarno kao i fiksaciju za beonjaču.

a. Implantacija u prednju očnu komoru

Sočivo se može postaviti u prednju očnu komoru sa oslanjanjem u komornom uglu. Savremeni modeli IOL su poboljšani kako bi smanjili komplikacije. Pre ove procedure važno je proceniti dubinu prednje komore i druge anatomske karakteristike oka. Takođe, pravilno određivanje veličine i jačine sočiva je ključno za dobar rezultat. Implantacija sočiva u cilijarni sulkus podrazumeva njegovo postavljanje na ostatke kapsule i zonularnog aparata.

b. Fiksacija za dužicu

Sočivo se može pričvrstiti za dužicu (iris). Postoje posebna sočiva koja se fiksiraju za iris i mogu se postaviti u prednju ili zadnju očnu komoru, pre ili retropupilarno. Takođe, već postojeće ili novo trodelno sočivo može se ušiti za iris.

c. Implantacija u cilijarni sulkus

Implantacija sočiva u cilijarni sulkus podrazumeva njegovo postavljanje na ostatke kapsule i zonularnog aparata.

d. Fiksacija za beonjaču šavovima

Sočivo se ušiva za beonjaču pomoću sutura (konaca). Postoje različite tehnike, a sam izbor materijala i tipa sočiva zavisi od iskustva hirurga. Problem može biti pucanje ili propadanje šavova tokom vremena, pa se danas koriste jači i dugotrajniji materijali.

e. Fiksacija za beonjaču bez šavova (Yamane tehnika i slične)

Savremenije metode omogućavaju fiksaciju sočiva bez šavova, uz pomoć tankih igala i posebnog načina postavljanja haptika sočiva u beonjaču. Ove tehnike smanjuju rizik od komplikacija i skraćuju oporavak. Postoje i metode koje koriste biološki lepak.

1.5.2 Načini implantacije i tipovi IOL-a prema mestu ugradnje

Zavisno od mesta implantacije, koriste se različiti tipovi intraokularnih sočiva.

1.5.2.1 Ugradnja IOL-a u prednju komoru-prednjekomorno sočivo (ACIOL)

Prednjekomorna sočiva (engl. *anterior chamber IOL – ACIOL*) predstavljaju sočiva specifičnog dizajna čija je upotreba počela još od 1952 godine i koja se implantiraju u prednju očnu komoru (72), pri čemu se njihovi krajevi oslanjaju u komornom uglu (*lat.angulus iridocornealis*). Raniji modeli ovih sočiva bili su konstruisani sa zatvorenim petljama i bili su povezani sa većom

učestalošću postoperativnih komplikacija. Kasnijim razvojem uvedena su sočiva sa otvorenim petljama, što je dovelo do smanjenja stope komplikacija. Prilikom implantacije ovih sočiva potrebno je načiniti perifernu iridotomiju u cilju prevencije nastanka pupilarnog bloka (73).

Implantacija ACIOL-a vrši se u prednjoj komori, iza rožnjače i ispred dužice, pri čemu moraju biti zadovoljeni određeni anatomske uslovi. Takođe je bitno da ova vrsta sočiva bude adekvatnih dimenzija. Sočivo većih dimenzija može dovesti do negativnih efekata kao posledica pritiska na strukture komornog ugla dok sočivo manjih dimenzija zbog neadekvatne stabilnosti u prednjoj komori može izazvati posledice oštećenjem endotelne ćelije rožnjače. Dubina prednje očne komore treba da iznosi najmanje 3 mm, dok broj endotelne ćelije rožnjače treba da bude veći od 1.200/mm². Ovi parametri su od značaja jer dubina prednje komore obezbeđuje adekvatnu poziciju sočiva, dok dovoljan broj endotelne ćelije smanjuje rizik od postoperativne dekompenzacije rožnjače (15,74).

1.5.2.2 Fiksacija intraokularnog sočiva za dužicu

Jedan od načina implantacije intraokularnog sočiva u odsustvu kapsularne podrške jeste njegova fiksacija za dužicu. Ova metoda podrazumeva fiksiranje trodelnog (engl. *three-piece*) intraokularnog sočiva pomoću sutura. Implantacija se izvodi uz upotrebu polipropilenskog konca, a ovu tehniku prvi je opisao McCannell 1976. godine. Do danas ona predstavlja jednu od mogućih opcija implantacije sočiva kod pacijenata kod kojih ne postoji adekvatna kapsularna podrška (75). Kasnije je tehniku modifikovao Stark sa saradnicima, posebno u slučajevima posteriorno dislociranog intraokularnog sočiva (76).

Dalji razvoj ove metode doprineo je Siepser, koji je uveo tehniku klizajuće suture, pri kojoj se čvor formira izvan oka, a zatim uvlači u prednju očnu komoru radi reparacije defekta dužice (77). Ovakav način formiranja čvora dodatno je unapredio tehniku fiksacije intraokularnog sočiva za dužicu (78,79).

Kod ove metode haptici trodelnog sočiva postavljaju se u sulkus iza dužice, dok se optički deo nalazi iznad pupile, čime se sprečava njegova posteriorna luksacija. Kroz prethodno formirane paracenteze uvodi se polipropilenski konac (Prolene 9-0 ili 10-0) ispod haptika, nakon čega se primenom McCannell ili Siepser tehnike vrši suturiranje haptika za dužicu. Po završetku fiksacije optički deo sočiva vraća se iza dužice. Tokom izvođenja ove procedure neophodno je da zenica bude u miozi.

Slično kao i kod implantacije ICIOL sočiva, za uspešnu primenu ove metode neophodno je da je očuvan integritet dužice. Kontraindikacije za ovu vrstu implantacije iste su kao i kod opisane metode fiksacije Iris Claw sočiva za dužicu.

1.5.2.3 Iris Claw sočivo (ICIOL)

ICIOL-i predstavlja posebno dizajnirano intraokularno sočivo koje se može implantirati prepupilarno ili retropupilarno (80). Ovo sočivo razvio je Vurst još 1972. godine, a prvobitno je implantirano prepupilarno u cilju korekcije afakije (81,82). Kasnije je njegova primena proširena i na korekciju miopije kod faknih očiju (83). Među značajnijim komplikacijama koje su opisivane navodi se dekompenzacija endotela rožnjače.

Sočivo se fiksira u dve tačke na dužici, zbog čega je za njegovu implantaciju neophodno da dužica bude očuvanog integriteta i bez značajnih oštećenja. Autori Brase i Nojhan kasnije su uveli modifikaciju implantacije ovog sočiva u retropupilarnu poziciju, čime je smanjena učestalost

postoperativne dekompenzacije rožnjače (84). Tokom vremena dizajn ovog sočiva je menjan, prelazeći od bikonveksnog oblika ka planokonveksnim i konveksno-konkavnim varijantama (85).

ICIOR sočiva i dalje zauzimaju značajno mesto u sekundarnim implantacijama intraokularnih sočiva kod afakije. Kontraindikacije za njihovu implantaciju uključuju iridodijalizu, atrofiju dužice, značajna traumatska oštećenja dužice, aktivni uveitis i rubeozu dužice (85,86). Interesantno je da primena ovih sočiva u terapiji afakije nije odobrena od strane U.S. Food and Drug Administration u Sjedinjenim Američkim Državama (86).

1.5.2.4 Implantacija intraokularnog sočiva u cilijarni sulkus

Implantacija intraokularnog sočiva u cilijarni sulkus predstavlja tehniku kod koje se haptici sočiva oslanjaju na strukture cilijarnog sulkusa. Cilijarni sulkus je anatomski prostor koji se nalazi između baze dužice i prednje površine cilijarnog tela, a njegova širina može varirati i najčešće iznosi između 12 i 13 mm (87).

Indikacije za implantaciju sočiva u cilijarni sulkus obuhvataju situacije kao što su radijalno pucanje prednje kapsule koje se širi na zadnju kapsulu, ruptura zadnje kapsule uz očuvanu prednju kapsulu, kao i zonularna dehiscencija manja od tri sata sa nedostatkom prednje i zadnje kapsule u tom segmentu. Ova metoda se takođe primenjuje kod tzv. *piggyback* implantacije intraokularnog sočiva. Pored toga, kod pacijenata sa izraženom pseudoeksfolijacijom, praćenom fakodonezom može se razmotriti implantacija sočiva u sulkus (87,88). Kao osnovna kontraindikacija navodi se odsustvo adekvatne kapsularne podrške. Kada god je to anatomski i hirurški moguće, ovaj način implantacije treba imati u vidu kao izbor terapije.

Hirurška tehnika podrazumeva implantaciju sočiva kroz glavni rez širine približno do 3 mm. Pre uvođenja sočiva u prednju očnu komoru aplikuje se disperzivni viskoelastik, kako u prednju komoru, tako i između prednje kapsule i dužice. Vodeći haptik se zatim uvodi u cilijarni sulkus, dok drugi haptik ostaje van oka ili se uvodi u prednju komoru. Kroz paracentezu, koja se najčešće formira na limbusu u položaju oko 10 sati, pomoću Sinsky kukice na spoju optike i haptika vrši se rotacija sočiva u smeru kazaljke na satu, čime se haptici pozicioniraju u sulkus. Ukoliko je kapsuloreksis očuvan i njegov prečnik manji od prečnika optičkog dela intraokularnog sočiva, optički deo sočiva može se kapturirati kroz otvor kapsuloreksisa. U tom slučaju haptici se nalaze ispred kapsule i iza dužice sa svojim krajevima u sulkusu, dok se optički deo nalazi iza otvora prednje kapsule (73,88,89).

Za ovaj tip implantacije preporučuje se upotreba trodelnih (engl. *three-piece*) intraokularnih sočiva. Ova sočiva sastoje se od optičkog dela i haptika, pri čemu su haptici ugrađeni u optički deo. Izrađuju se od materijala kao što su polimetilmetakrilat, prolone ili PVDF. Kod ovih sočiva postoji određena angulacija između optičkog dela i haptika, pri čemu je optički deo sočiva blago anguliran posteriorno (87).

Nasuprot tome, jednodelna akrilna sočiva (engl. *single-piece acrylic IOL*) ne preporučuju se za implantaciju u sulkus. Kod njih ne postoji angulacija između optika i haptika, haptici su deblji, a bočne ivice sočiva nisu polirane, što može dovesti do trenja između sočiva i zadnje površine dužice. Kao posledica toga mogu nastati komplikacije kao što su mehanička iritacija dužice, iridociklitis, porast intraokularnog pritiska, uveitis–glaukom–hifema sindrom i pigmentni disperzioni sindrom, što u pojedinim slučajevima zahteva eksplantaciju sočiva (79,88).

1.5.2.5 Skleralna fiksacija intraokularnog sočiva

Postoji više metoda skleralne fiksacije intraokularnog sočiva (engl. *scleral-fixated intraocular lens implantation* – SFIOL), koje se u osnovi mogu podeliti u dve glavne grupe: skleralnu fiksaciju

pomoću sutura i bešavnu skleralnu fiksaciju sočiva (13,14). Kod prve metode intraokularno sočivo se fiksira za skleru upotrebom hirurških sutura (90). Implantacija intraokularnog sočiva u zadnjoj komori, u projekciji cilijarnog sulkusa, ima značajne prednosti jer se sočivo nalazi na anatomskom mestu prirodnog sočiva, slično kao kod implantacije u kapsularnu vrećicu (engl. *in-the-bag*). Na taj način izbegavaju se potencijalni neželjeni efekti na endotel rožnjače i komorni ugao koji se mogu javiti kod implantacije prednjekomornih sočiva.

1.5.2.5.1 Skleralna fiksacija intraokularnog sočiva pomoću sutura (suture scleral fixated intraocular lens implantation – SFIOL)

Prvi opis skleralne fiksacije intraokularnog sočiva publikovali su Malbran i saradnici, koristeći polipropilenski konac 10-0 kojim su haptici sočiva fiksirani za skleru u položajima na 3 i 9 sati, približno 2 mm posteriorno od limbusa, primenom *ab externo* priskontuziona (91).

Ovu tehniku kasnije je modifikovao Levis, uvodeći skleralne režnjeve (engl. *scleral flaps*) radi pokrivanja čvorova sutura i smanjenja rizika od njihove ekspozicije (92,93). Tokom vremena opisane su brojne modifikacije ove metode sa ciljem unapređenja stabilnosti sočiva i smanjenja postoperativnih komplikacija.

Tehnike skleralne fiksacije mogu se izvoditi *ab interno* ili *ab externo* pristupom. Kod *ab interno* priskontuziona konac se provlači iz unutrašnjosti oka prema spolja, dok se kod *ab externo* priskontuziona igla sa koncem uvodi spolja kroz skleru u oko (94).

Za skleralnu fiksaciju koriste se različite vrste sutura, uključujući polipropilenske konce 10-0, 9-0 i 8-0, polytetrafluoroethylene (PTFE) konce 8-0, kao i Gore-Tex suturu (95). Haptici sočiva najčešće se fiksiraju na udaljenosti od 1,5 do 2 mm od limbusa kako bi se pozicionirali u projekciji cilijarnog sulkusa (96). Standardna pozicija implantacije podrazumeva postavljanje haptika u položajima na 3 i 9 sati. Alternativno, sočivo se može pozicionirati i u vertikalnoj osi (12 i 6 sati), što se naročito primenjuje kod pacijenata sa Marfanovim sindromom i visokom miopijom zbog manjeg vertikalnog dijametra rožnjače u odnosu na horizontalni (97).

Jedan od značajnih problema kod skleralne fiksacije sočiva pomoću sutura predstavlja mogućnost degradacije ili pucanja sutura tokom vremena. Navešćemo nekoliko tipova sutura koje se uglavnom koriste:

- a) Polipropilenske suture 10-0: kod ovih sutura, degradacija je zabeležena u 24,0–27,9% slučajeva u periodu od 6 do 7 godina nakon implantacije sočiva (73,98). Iako su polipropilenske suture 9-0 deblje, pucanje je zabeleženo u 13,8% slučajeva tokom prosečnog perioda praćenja od 40,8 meseci (99). Kao alternativa koriste se i polipropilenske suture 8-0, kod kojih za sada nisu uočeni znaci degradacije (100), iako je za konačnu procenu njihove dugoročne stabilnosti potrebno duže praćenje pacijenata (101). Ovi podaci ukazuju na to da veći prečnik sutura može biti povezan sa manjim rizikom od degradacije tokom vremena.
- b) PTFE (polytetrafluoroethylene) suture pokazuju veću zateznu čvrstoću (engl. *tensile strength*) u poređenju sa polipropilenskim koncima, kao i veću elastičnu otpornost (engl. *resilience*). Zbog toga postoji manji rizik od njihovog pucanja tokom vremena. Takođe, ove suture izazivaju slabiji inflamatorni odgovor, ali zbog njihove debljine može biti tehnički zahtevnije uranjanje njihovog čvora u skleru na kraju hirurške procedure (102).
- c) Gore-Tex suture prvobitno su razvijene za primenu u kardiovaskularnoj hirurgiji. Kao neapsorbilni monofilamentni konci odlikuju se visokom zateznom čvrstoćom i minimalnom tkivnom reaktivnošću. Iako se u oftalmologiji koriste *off-label*, njihova

primena nije bila povezana sa pojavom značajnih komplikacija, kao što su endoftalmitis, postoperativna ablacija retine, dislokacija intraokularnog sočiva, granulom oko suture ili uveitis–glaukom–hifema sindrom (UGH) (73).

Bez obzira na vrstu sutura koje se koriste, jedan od ključnih principa skleralne fiksacije jeste da čvor sutura ne prominira kroz skleru. Neophodno je da bude prekriven skleralnim režnjem ili rotacijom uronjen u skleru, čime se smanjuje rizik od konjunktivalne erozije i razvoja endoftalmitisa (103).

Hofmannov skleralni džep

Tehniku skleralnog džepa opisao je Hofman 2006. godine za fiksaciju subluksiranog kompleksa kapsularne vrećice i intraokularnog sočiva, ali je ona kasnije našla primenu i za skleralnu fiksaciju IOL-a.

Na mestu insercije konjunktive u limbus pravi se rez nožem, nakon čega se pomoću dijamantskog ili metalnog *crescent* noža ulazi u skleru i formira skleralni džep približno 3 mm posteriorno. Skleralni džepovi formiraju se dijametralno suprotno, na 180°, pri čemu se izbegavaju pozicije na 3 i 9 sati kako bi se smanjio rizik od oštećenja dugih zadnjih cilijarnih arterija.

Nakon toga formiraju se paracenteze na rožnjači iznad projekcije skleralnih džepova. Iglom od 27 G prolazi se kroz konjunktivu i skleru, kroz Hofmanov džep, i ulazi u zadnju očnu komoru. Sa suprotne strane kroz paracentezu, uvodi se dvostruko armirani polipropilenski konac 9.0 koji se uvlači u lumen igle od 27 G. Nakon izvlačenja igle iz oka konac izlazi približno 1 mm posteriorno od hirurškog limbusa. Poskontuzionak se ponavlja na udaljenosti od 1–2 mm od prethodnog prolaza.

Konac je prilikom prolaska provučen oko ili kroz prsten na haptiku, u zavisnosti koje se sočivo koristi. Zatim se iz skleralnog džepa izvlače oba kraja konca, formira se čvor i uranja u skleralni džep, čime se sprečava njegova prominencija. Isti poskontuzionak ponavlja se na suprotnoj strani. Ova tehnika zahteva visoku hiruršku preciznost i iskustvo (94).

Z-tehnika

Z-tehnika predstavlja relativno jednostavnu i brzu metodu skleralne fiksacije intraokularnog sočiva bez formiranja čvora, koju su opisali Szurman i saradnici (104). Nakon izlaska igle iz oka, konac se provlači kroz skleru paralelno sa limbusom, formirajući cik-cak šablon kroz više prolaza. Na ovaj način konac se stabilizuje u skleri bez potrebe za formiranjem čvora.

Ova metoda pokazala se efikasnom ne samo za fiksaciju intraokularnih sočiva, već i za fiksaciju veštačkog irisa i irisnih proteza. Kao materijal za suturu mogu se koristiti polipropilenski konci 9-0 i 10-0. Prednosti ove tehnike uključuju odsustvo čvora, minimalno otvaranje konjunktive i manju invazivnost u poređenju sa tradicionalnim tehnikama (104).

U studiji koja je obuhvatila 66 očiju praćenih u periodu od 2004. do 2013. godine nije zabeležen nijedan slučaj konjunktivalne erozije izazvane Z-suturnom tehnikom. Traumatska afakija bila je najčešći uzrok neuspeha procedure, dok je dugotrajnost fiksacije zavisila od karakteristika korišćenih sutura. U istoj studiji stopa pucanja sutura iznosila je 16,7% (105).

1.5.2.5.2 Bešavna tehnika skleralne fiksacije intraokularnog sočiva (sutureless scleral fixated intraocular lens - SSFIOL)

Indikacije za skleralnu fiksaciju intraokularnog sočiva uključuju situacije u kojima ne postoji adekvatna kapsularna podrška za implantaciju u sulkus, kao i slučajeve sa oštećenjem dužice kada nije moguće izvesti implantaciju prednjekomornog sočiva ili fiksaciju za iris. Takođe, kod pacijenata sa plitkom prednjom očnom komorom, Fuchsovom endotelnom distrofijom ili nakon transplantacije rožnjače, implantacija prednjekomornih sočiva je kontraindikovana (93).

U većini slučajeva, kada implantacija u sulkus nije moguća, skleralna fiksacija predstavlja metod izbora. Najčešće korišćena sočiva za ovaj tip fiksacije su trodelna (engl. *three-piece*) intraokularna sočiva (93).

Prvu široko prihvaćenu tehniku bešavne skleralne fiksacije opisali su Šariot i sar. 2007. godine (106). Nakon perilimbalnog otvaranja konjunktive, pomoću kanile od 24 G na udaljenosti od približno 1,5–2,0 mm od limbusa ulazi se *ab externo* u oko. Dve sklerotomije postavljaju se dijametralno suprotno, na 180°. Nakon toga se formira skleralni tunel paralelan sa limbusom na dubini približno 50% debljine sklere, dužine oko 2–3 mm. Nakon implantacije trodelnog sočiva haptici se eksternalizuju i uvlače u formirane skleralne tunele.

Kasnije je Agarwal opisao tehniku u kojoj se koriste fibrinski lepkovi za fiksaciju haptika ispod skleralnih režnjeva (*scleral flaps*), čime se postiže stabilna pozicija sočiva bez upotrebe sutura (107).

1.6 YAMANE TEHNIKA

Yamane i saradnici su 2014. godine opisali tehniku bešavne intraskleralne fiksacije intraokularnog sočiva, u kojoj se haptici trodelnog sočiva eksternalizuju pomoću igala kalibra 27 G nakon lamelarne disekcije sklere. Hirurška procedura izvođena je u retrobulbarnoj anesteziji uz primenu pars plana vitrektomije kalibra 25-gauge. Nakon toga načinjen je sklerokornealni rez širine približno 2,8 mm, kao i dve lamelarne skleralne disekcije dužine oko 1,5 mm i dubine približno 50% debljine sklere, koje su postavljene na udaljenosti od približno 1,7 mm od limbusa i međusobno razmaknute za 180°. Trodelno intraokularno sočivo (Tecnis ZA9003, Abbott Medical Optics, Santa Ana, CA) uvedeno je u prednju očnu komoru pomoću injektora, pri čemu je prateći (engl. *trailing*) haptik privremeno ostavljen izvan oka kako bi se sprečilo njegovo propadanje u vitreusnu šupljinu. Na kraju lamelarne skleralne disekcije izvedena je kosa sklerotomija iglom kalibra 27-gauge, kroz koju je vodeći (engl. *leading*) haptik intraokularnog sočiva, uz pomoć pincete, uveden u lumen igle. Nakon rotacije sočiva, drugi haptik je uveden u prednju očnu komoru, a zatim je kroz suprotnu lamelarnu skleralnu disekciju napravljena druga sklerotomija istom iglom.

Zadnji haptik potom je uveden u lumen druge igle, nakon čega su oba haptika eksternalizovana na površinu sklere primenom tehnike dvostruke igle. Na kraju lamelarnih skleralnih disekcija formirani su paralelni limbalni skleralni tuneli dužine približno 2 mm, u koje su haptici uvedeni oko 1,5 mm, čime je obezbeđena stabilna fiksacija i adekvatna centracija intraokularnog sočiva. Periferna iridotomija je izvršena pomoću vitrektoma (108).

Tri godine nakon prethodno objavljenog rada, Yamane i saradnici objavili su novu tehniku bešavne intraskleralne fiksacije intraokularnog sočiva (14). Pars plana vitrektomija kalibra 25G ili 27G izvedena je nakon aplikacije retrobulbarne anestezije. Kod pacijenata sa subluksiranim prirodnim sočivom sprovedena je fakoemulzifikacija sa ekstrakcijom katarakte. U slučajevima

dislociranog sočiva od mekog materijala, ono je fragmentisano na dva do tri dela i uklonjeno kroz sklerokornealni rez širine 3,0 mm, dok je kod sočiva izrađenih od polimetilmetakrilata eksplantacija izvršena kroz sklerokornealni rez širine 6,0 mm.

Trodelno intraokularno sočivo implantirano je u prednju očnu komoru uz pomoć injektora, pri čemu je prateći haptik (engl. *trailing*) ostavljen van očne jabučice radi prevencije dislokacije IOL u vitreus. Angulirana sklerotomija izvedena je kroz konjunktivu primenom 30G igle tankog zida na udaljenosti od približno 2 mm od limba. Vodeći haptik (engl. *leading*) je uz pomoć pincete uvedena u lumen igle na 3h, nakon čega je druga angulirana sklerotomija formirana na suprotnom meridijanu, pod uglom od 180°. Prateći haptik je potom uvedena u lumen druge igle, dok je prva igla bila privremeno oslonjena na očni kapak.

Nakon toga, oba haptika su izvučena na površinu oka zajedno sa iglama. Njihovi krajevi su kauterizovani i formiran je prošireni završetak (engl. *flange*) prečnika približno 0,3 mm, koji je zatim vraćen i fiksiran u skleralne tunele. Na kraju procedure, nakon indukovane mioze, izvedena je periferna iridotomija u cilju prevencije kapture IOL-a (14).

1.6.1 Modifikacije Yamane tehnike

Modifikacija Brajan Kim

Jednu od značajnih modifikacija Yamane tehnike opisao je Brajan Kim, uvodeći pristup u kome se najpre manipuliše zadnjim haptikom („trailing-haptic-first“ tehnika). Ova modifikacija zasniva se na inicijalnoj manipulaciji zadnjim haptikom u cilju olakšavanja tehnički najzahtevnijeg dela procedure.

U cilju unapređenja fiksacije haptika koriste se 30G igle tankog zida. Pripremaju se dve igle, namenjene levom i desnom haptiku, koje se savijaju sa zakošenim vrhom okrenutim nagore; jedna igla se savija u distalnom delu, približno na tri četvrtine svoje dužine, dok se druga savija u nivou nastavka, pri čemu obe formiraju ugao od oko 80°.

Procedura započinje formiranjem dva limbalna reza, manjeg inferiornog širine 1 mm i većeg superiornog širine 3 mm, kroz koji se intraokularno sočivo implantira pomoću injektora. Tokom uvođenja sočiva, vodeći haptik se hvata pincetom i eksternalizuje kroz inferiorni limbalni rez na 6h, dok se prateći haptik pozicionira u prednjoj očnoj komori.

Nakon toga, jedna od pripremljenih igala uvodi se kroz konjunktivu i skleru na 9h uz formiranje skleralnog tunela i penetraciju u vitreusnu šupljinu, nakon čega se rotacijom dovodi u vidno polje ispod dužice. Eksternalizacija vodećeg haptika omogućava lakši pristup pratećem haptiku, koji se zatim hvata pincetom i uvodi u lumen igle. Radi obezbeđivanja stabilnosti, značajan deo haptika uvodi se u lumen igle.

Vodeći haptik se potom vraća u oko, dok se druga igla uvodi na suprotnoj strani i na analogan način koristi za prihvatanje drugog haptika. Nakon eksternalizacije obe igle sa hapticima njihovi krajevi se kauterizuju radi formiranja proširenog završetka (flange). Formirana distalna proširenja (flange) se potom utiskuju u skleru, čime se obezbeđuje stabilna fiksacija intraokularnog sočiva (109).

Pored navedenih modifikacija, razvijene su i varijante Yamane tehnike koje podrazumevaju upotrebu trokara umesto iglica 30 G kod koje se koriste trokari 27 G.

Skleralni tuneli su formirani pomoću trokara 27 G, na 2 mm od limbusa i na pozicijama 10h i 4h. Nakon implantacije trodelnog sočiva i ostavljanja pratećeg haptika van oka, vodeći haptik se uz pomoć pincete hvata i izvlači kroz trokar. Poskontuzionak se ponavlja i za prateći haptik. Nakon eksternalizacije, krajevi haptika se kauterizuju radi formiranja proširenja na krajevima haptika (flange), koja se potom utiskuje u skleralne tunele, čime se postiže stabilna fiksacija intraokularnog sočiva (110).

Formiranje proširenja na krajevima haptika trodelnih sočiva poslužilo je Kanabravi i saradnicima za razvoj metode skleralne fiksacije intraokularnog sočiva pomoću polipropilenskog konca 5-0. Kod ove tehnike koristi se *single - piece* sočivo, a nakon provlačenja konca kroz otvore na hapticima, pomoću kautera formiraju se četiri proširenja (flange) na njegovim krajevima (111).

1.7 KOMPLIKACIJE SEKUNDARNE IMPLANTACIJE IOL-A

Komplikacije koje se mogu javiti nakon sekundarne implantacije sočiva mogu biti veoma ozbiljne i zavise od tipa implantacije IOL-a. Prednjekomorna sočiva, zbog svoje pozicije u blizini endotela rožnjače, komornog ugla i dužice mogu dovesti do njihovog mehaničkog oštećenja. Kao posledica može doći do razvoja bulozne keratopatije, pupilarnog bloka, glaukoma, uveitis – glaukom – hyphaema sindroma, priraslica u uglu prednje komore, kao i opseg od 12 do 18 o edema makule. Zbog navedenih rizika, njihova implantacija se često ne preporučuje kod pacijenata koji su mlađi od 50 godina (112).

Sočiva koja su fiksirana za iris takođe povećavaju rizik od oštećenja rožnjače. Ona mogu uzrokovati hroničnu iritaciju, disperziju pigmenta, dugotrajnu upalu, krvarenje, formiranje perifernih priraslica, deformaciju zenice. Poremećaj midrijaze može biti jedna od posledica ovakvog načina fiksacije (113,114).

Implantacija three-piece sočiva u sulkus može biti praćena komplikacijama. Subluksacija ili dislokacija se mogu javiti kao posledica neadekvatne kapsularne potpore. Problemi su izraženiji i češće se javljaju ukoliko je u sulkus postavljeno single-piece sočivo (115).

Intraokularna sočiva (IOL) fiksirana pomoću sutura za skleru mogu biti praćena dodatnim rizikom od intraokularnog krvarenja, ablacije retine i hipotonije. Fiksacija ovih sočiva zahteva prolazak kroz dobro vaskularizovano uvealno tkivo. Erozijska tkiva se može javiti kao posledica izloženosti sutura, što ujedno povećava rizik od pojave endoftalmitisa. Degradacija i pucanje šavova su jedna od mana ovog načina fiksacije što može biti uzrok nagnjanja intraokularnog sočiva ili njegove dislokacije (116).

Skleralna bešavna fiksacija sočiva je još jedna od metoda sekundarne implantacije sočiva koja nije bez potencijalnih komplikacija. Hemoftalmus, ablacija retine, UGH sindrom, cistoidni edem makule (CME), endoftalmitis, malpozicija IOL-a, povišen intraokularni pritisak su neke od komplikacija koje se javljaju (14,117).

Endoftalmitis i ablacija retine kao najteže komplikacije, mogu se javiti kod svih navedenih metoda sekundarnih implantacija sočiva.

1.7.1 Prognoza

Poboljšanje vidne oštine i povoljni ishodi zabeleženi su kod najvećeg broja pacijenata nakon sekundarne implantacije IOL-a. Studije pokazuju da oko 85% pacijenata nakon intervencije može imati vid od 0,5 po Snellenu ili bolji. Pacijenti starije životne dobi, kao i prisustvo komorbiditeta koji uključuju bolesti rožnjače ili retine imaju značajan uticaj na funkcionalni ishod. Detaljna preoperativna analiza, intraoperativna procena, kao i redovno postoperativno praćenje mogu smanjiti rizik od komplikacija (116,118).

2 CILJEVI ISTRAŽIVANJA

1. Utvrditi da li sekundarna implantacija IOL Yamane tehnikom dovodi do poboljšanja postoperativne native i najbolje korigovane vidne oštine. Pod poboljšanjem se podrazumeva bolji postoperativni rezultat (bar jedan red više u odnosu na preoperativni period), postignut na optotipu po Snellenu.
2. Utvrditi stepen postoperativne refraktivne greške, iskazan kao sferni ekvivalent i da li veća odskontuzionanja od planiranih utiču na vidnu oštrinu.
3. Utvrditi da li na glavni ishod operacije utiču etiologija afakije, subluksacije i luksacije sočiva.
4. Utvrditi najčešće komplikacije ove nove tehnike i da li one bitno utiču na sveukupni predviđeni postopreativni ishod.

3 MATERIJAL I METODE

3.1 DIZAJN STUDIJE

Kohortna studija obuhvatila je pacijente koji su u periodu od 2020. do 2024. godine podvrgnuti sekundarnoj implantaciji intraokularnog sočiva Yamane tehnikom na Klinici za očne bolesti Univerzitetskog kliničkog centra Srbije u Beogradu. Studija je sprovedena kao kombinovana (retrospektivno–prospektivna). Pacijenti su operisani zbog afakije, subluksacije ili luksacije sočiva. U studiju su uključeni pacijenti muškog i ženskog pola kod kojih sekundarna implantacija intraokularnog sočiva nije mogla biti izvedena postavljanjem sočiva na ostatke prednje kapsule sočiva niti u kapsularnu vrećicu.

3.2 IZBOR ISPITANIKA

Kriterijumi za uključivanje u studiju obuhvatali su pacijente sa afakijom, pacijente sa subluksiranim prirodnim ili veštačkim sočivom, pacijente sa luksiranim prirodnim ili veštačkim sočivom, kao i pacijente koji su potpisali pristanak za učešće u studiji.

Kriterijumi za isključivanje iz studije bili su postojanje akutne inflamacije oka, keratokonus, distrofija rožnjače, kornealni ožiljci u vidnoj osovini, skleromalacija, nekrotični hronični skleritis, vlažna forma senilne degeneracije makule, atrofija optičkog živca, amauroza iz drugih razloga, kao i akutna vaskularna oboljenja retine (okluzije), kao i povlačenje pristanka za učešće u studiji.

Svi bolesnici potpisali su saglasnost za učešće u istraživanju. Tekst saglasnosti sadrži detaljan opis procedure sekundarne implantacije Yamane tehnikom, moguće komplikacije, kao i cilj istraživanja, u skladu sa Helsinškom deklaracijom (rev. 2013) o pravima pacijenata.

Podaci o demografskim karakteristikama pacijenata, operativnom lečenju, kao i postoperativnom praćenju prikupljani su iz istorija bolesti i dokumentacije kliničkih nalaza kontrolnih pregleda, analizom nalaza i merenjima uz pomoć ultrazvučne biomikroskopije.

3.3 PROCEDURE

Svi pacijenti pri prijemu na Kliniku prošli su kroz kompletan oftalmološki pregled koji obuhvata uzimanje anamneze, određivanje najbolje korigovane vidne oštine, merenje očnog pritiska Goldmanovom aplanacionom metodom, pregled prednjeg segmenta oka na slit-lampi biomikroskopu, kao i indirektnu oftalmoskopiju na široku zenicu. Nakon toga određivala se jačina intraokularnog sočiva na optičkom biometru (Haag Streit Biometer LS 900, Switzerland), a ukoliko nije moglo biti izvedeno na optičkom biometru, izvršeno je merenje pomoću A-scan ultrazvučne metode (Sonomed Escalon, VuPed Ophthalmic Ultrasound).

Ukoliko su pacijenti ispunjavali kriterijume za uključivanje u studiju, potpisali su informisani pristanak za učešće. Pacijenti koji su operisani ranije informisani pristanak su potpisali prilikom pregleda tokom trajanja studije.

Etički komitet Medicinskog fakulteta, Univerziteta u Beogradu odobrio je ovu studiju rešenjem od 17.06.2024. godine, pod rednim brojem 25/VI-5.

Etički komitet Univerzitetskog Kliničkog centra Srbije odobrio je ovu studiju 13.10.2025. godine, pod rednim brojem 1600/56.

3.4 OPIS YAMANE TEHNIKE

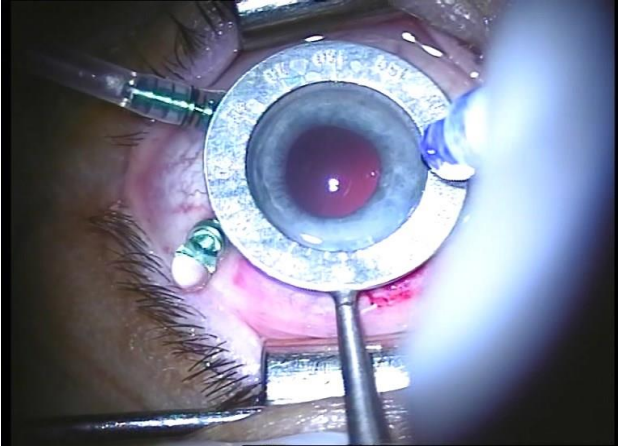
Operacije su izvršene u parabolbarnoj ili subtenonskoj anesteziji. Luksirano prirodno sočivo uklonjeno je fakoemulzifikacijom, lensektomijom ili ultrazvučnom endofakofragmentacijom, u zavisnosti od čvrstine nukleusa sočiva. Ukoliko je sočivo bilo maturno i izražene čvrstine, uklanjano je preko sklerokornealnog reza širine 6 mm. Subluksirano ili luksirano intraokularno sočivo (IOL), uklonjeno je preko prednje očne komore, kroz glavni rez na limbusu rožnjače, nakon presecanja optičkog dela do njegove polovine ili na dva dela.

Sve operacije je izveo isti oftalmohirurg. Po potrebi je izvođena kompletna pars plana vitrektomija (PPV) 23 gauge Stellaris PS (Bausch & Lomb, Rochester, NY, USA), prednja vitrektomija ili prednja vitrektomija uz plasiranje trokara preko pars plana dela.

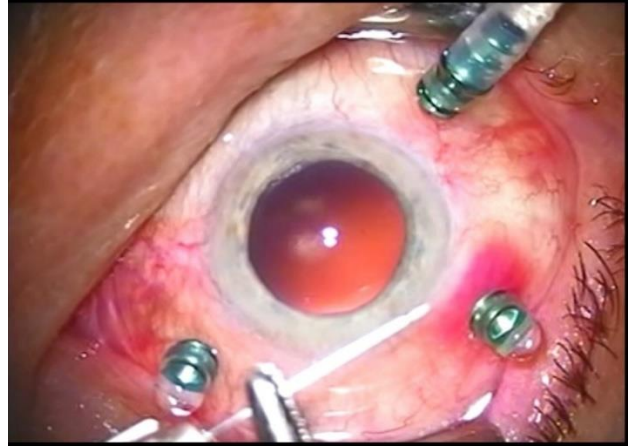
Za sekundarnu implantaciju IOL-a, korišćeno je „three piece“ intraokularno sočivo MA60AC (Alcon Laboratories, Inc., USA). Tokom operacije korišćene su 30 gauge (G) igle tankog zida (engl. *ultra thin wall needle*). Prvo je izvršeno obeležavanje pozicije na 3 sata, 2 mm posteriorno od limbusa a zatim 2 mm paralelno sa limbusom od obeležene tačke, u smeru suprotnom od kretanja kazaljke na satu. Na isti način je izvršeno obeležavanje i na poziciji na 9 sati. Kroz anguliranu sklerotomiju na obeleženim pozicijama, uvedene su 30 G igle u vitrealni prostor iza dužice.

Sočivo je pomoću kertridža implantirano u prednju očnu komoru, kroz glavni rez na limbusu rožnjače na poziciji na 12 sati, pri čemu je „prateći“ haptik ostavljen van oka kako bi se prevenirala luksacija sočiva u vitrealnu šupljinu. Zatim je „vodeći“ haptik uvučen u lumen igle koja je uvedena na 3 sata, a nakon toga je „prateći“ haptik ubačen u oko i uvučen u iglu na 9 sati. Nakon uvlačenja oba haptika u lumen obe igle, igla i haptik su zajedno izvučeni iz oka. Krajevi haptika su zatim pomoću dijatermije (kautera) visoke temperature, uz izbegavanje direktnog dodirivanja haptika, prošireni na približno 0,3 mm. Na ovaj način je na krajevima haptika formirano proširenje u obliku pečurke (engl. *flange*) ili obrnute kupe, koje je sprečavalo njihovo uvlačenje u oko i potonuće sočiva. Nakon toga krajevi haptika su uronjeni u zid sklere, čime je obezbeđena njihova stabilna fiksacija.

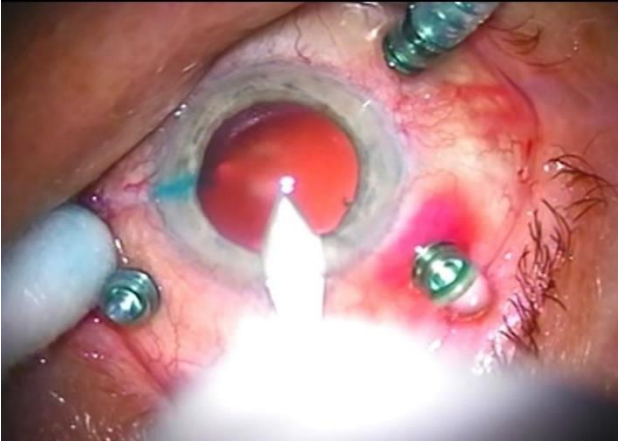
A



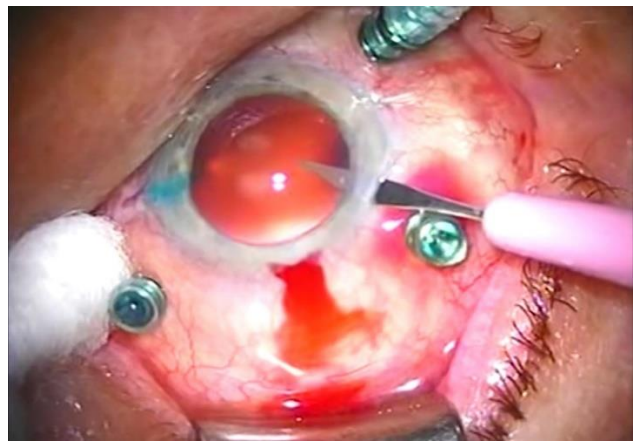
B



C



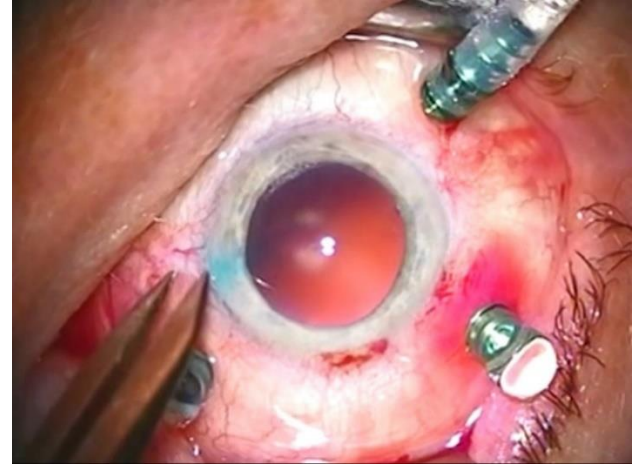
D



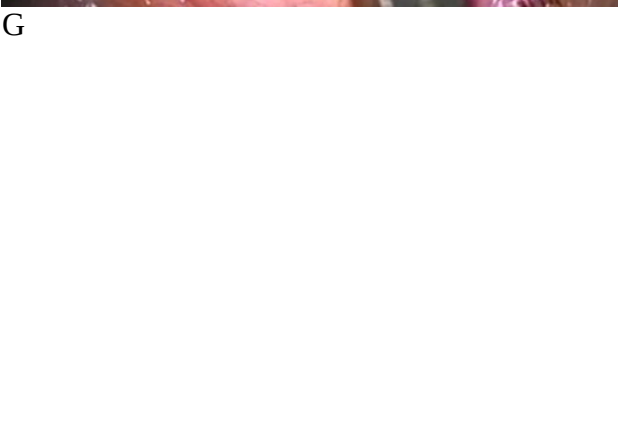
E



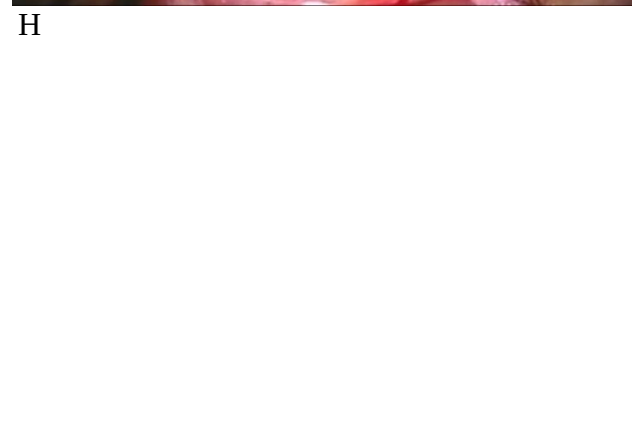
F

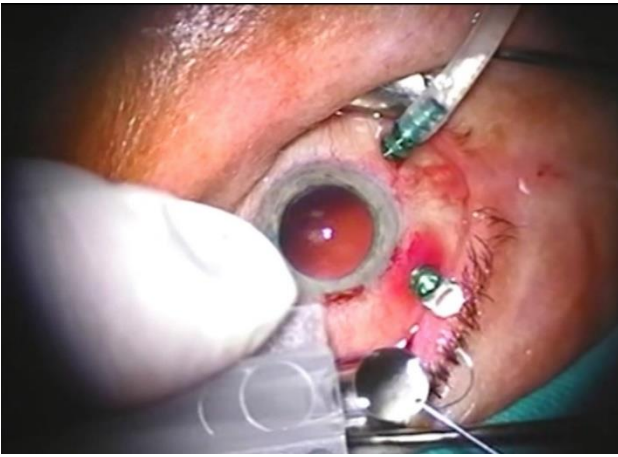


G

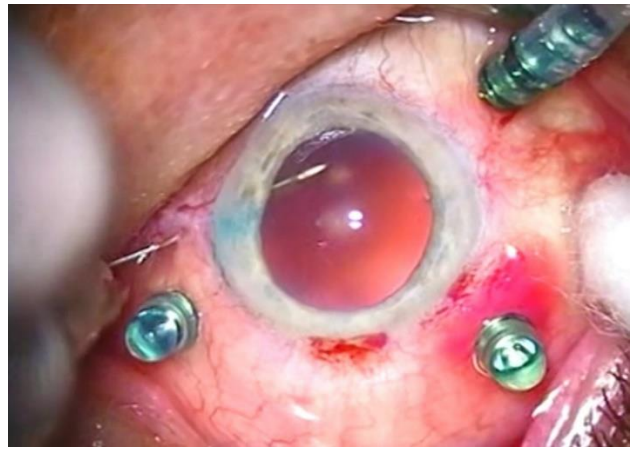


H

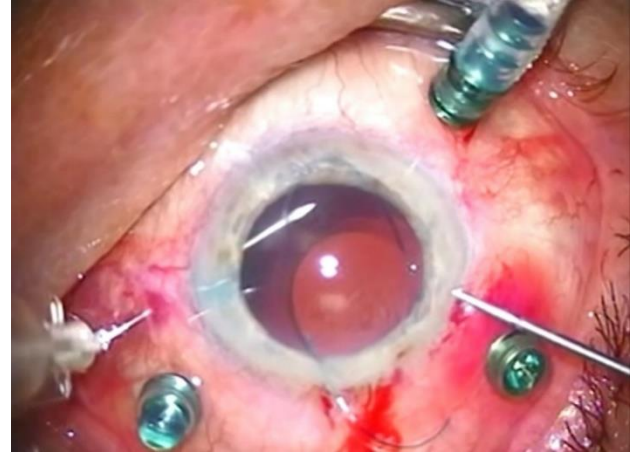
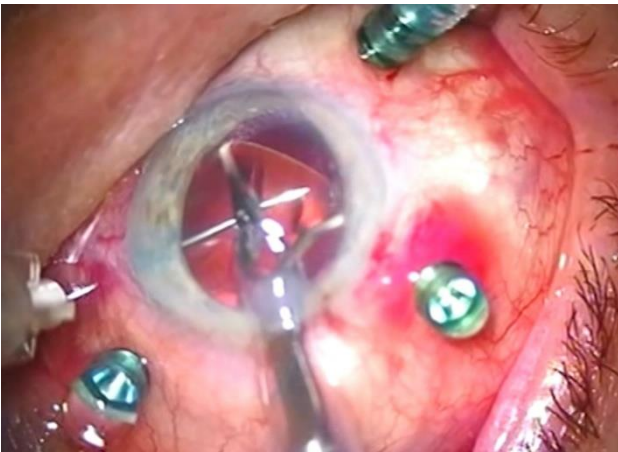




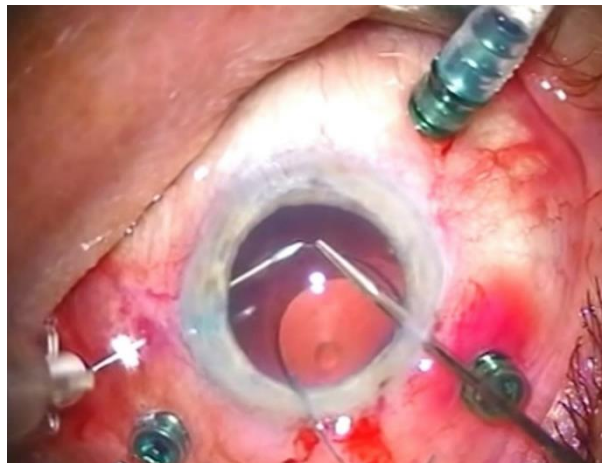
I



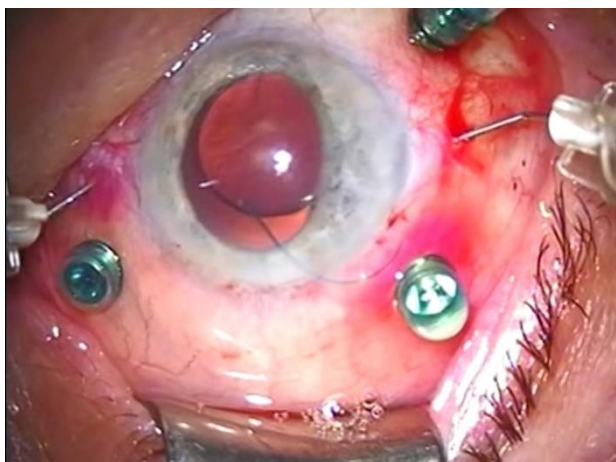
J



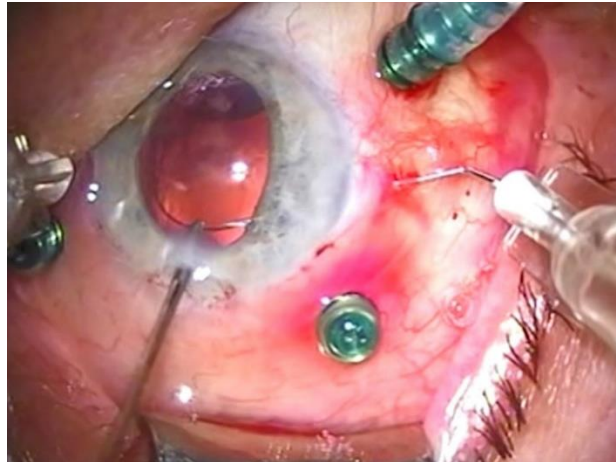
K



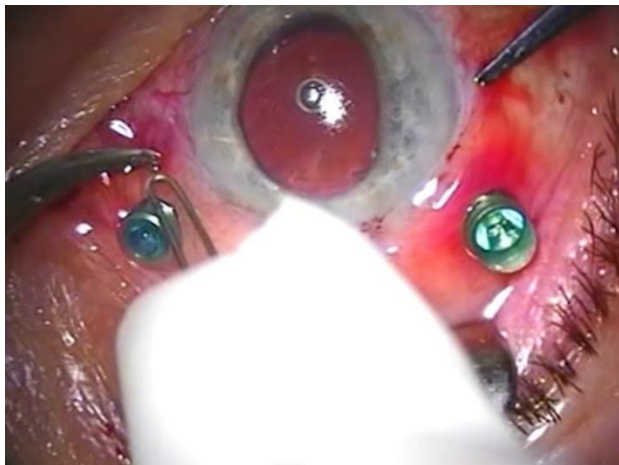
L



M



N



O



Slika 7. Operativni tok Yamane tehnike: **A.** Axis marker (Mendez ring) za obeležavanje osa na rožnjači; **B.** Savijanje iglice tankog zida 30 G; **C.** Formiranje glavnog reza na 12h (nožem od 2.75 mm); **D.** Formiranje paracenteze na 10h (nožem od 15 stepeni); **E.** Podešavanje šestar na 2mm; **F.** Obeležavanje šestarom udaljenosti 2 mm od limbusa; **G.** Postavljanje IOL - a u cartridge; **H.** Ubacivanje iglice 30 G kroz anguliranu sklerotomiju na 3h; **I.** Implantacija IOL pomoću injektora u prednju očnu komoru; **J.** Vodeći haptik je u prednjoj komori, dok prateći ostaje van oka; **K.** Insercija vodećeg haptika u lumen igle na 3h; **L.** Ubacivanje iglice 30 G kroz anguliranu sklerotomiju na 9h; **M.** Insercija pratećeg haptika u lumen igle na 9h; **N.** Formiranje proširenja na kraju haptika na 3h pomoću termokautera visoke temperature; **O.** Formiranje proširenja na kraju haptika na 9h pomoću termokautera visoke temperature

Kod pacijenata kod kojih je korišćen Yamane stabilizator nije bilo potrebno obeležavanje pozicija na skleri. Unutrašnji krug stabilizatora je trebao da bude oslonjen na limbus rožnjače.

Prva postoperativna kontrola zakazivana je prvog dana nakon operacije. Redovne kontrole obuhvatale su pregled sedmog dana i mesec dana nakon operacije. Na kontroli mesec dana nakon operacije dodatno su procenjivane ukupna refrakciona greška operisanog oka i kornealni astigmatizam, kao i odskontuzovanje postoperativne refrakcione greške u poređenju sa preoperativno pretpostavljenom vrednošću. Kod određenih pacijenata su kontrole bile češće u odnosu na navedeni period.

Pored standardnog oftalmološkog pregleda, mesec dana nakon operacije svim pacijentima je rađen ultrazvučni pregled oka radi procene postoperativne pozicije intraokularnog sočiva i

eventualnog nagiba (engl. *tilt*), uz pomoć UBM (ultrazvučna biomikroskopija) sonde (Sonomed Escalon, VuPed Ophthalmic Ultrasound). Kasne kontrole podrazumevale su praćenje godinu dana nakon operacije i duže.

Tokom svih kontrola praćeni su najbolje korigovana vidna oštrina, intraokularni pritisak, položaj intraokularnog sočiva i nalaz na očnom dnu. Kod pacijenata kod kojih je to bilo indikovano sprovedene su i dodatne dijagnostičke procedure, kao što su optička koherentna tomografija makule i očnog živca, OCT angiografija i kompjuterizovano vidno polje.

Komplikacije su definisane kao:

a) intraoperativne (jatrogei rascep retine, prelom haptika tokom implantacije, manja horoidalna hemoragija, hemoragija usled sklerotomije i dr.),

b) rane postoperativne do 3 meseca od operacije (porast intraokularnog pritiska >22 mmHg, hipotonija uz intraokularni pritisak ≤ 5 mmHg, hemoftalmus, edem rožnjače, ablacija retine, luksacija intraokularnog sočiva) i

c) kasne postoperativne nakon 3 meseca od operacije (povišen intraokularni pritisak, cistoidni edem makule, „iris capture“ intraokularnog sočiva, astigmatizam veći od 2 dioptrije).

Udružene bolesti koje su praćene standardnim oftalmološkim pregledom ili dodatnom, već opisanom dijagnostikom bile su: cistoidni edem makule, značajne periferne degeneracije retine, pseudoeksfolijacija, glaukom i astigmatizam.

3.5 VIDNA OŠTRINA I METODE NJENOG ISPITIVANJA

Vidna oštrina (engl. *visual acuity*, VA) predstavlja jedan od najvažnijih pokazatelja funkcionalnog stanja vizuelnog sistema i spada među najčešće merene i dokumentovane parametre tokom oftalmoloških pregleda. Takođe, VA se u brojnim kliničkim studijama koristi kao važan krajnji ishod na osnovu koga se procenjuje uspešnost primenjenog terapijskog priskontuziona. S obzirom na to da se vrednosti VA beleže prilikom svakog pregleda pacijenta i da predstavljaju značajan pokazatelj ukupne vizuelne funkcije, ovi podaci imaju veliku vrednost u kliničkoj praksi (119).

Nakon prolaska kroz rožnjaču, svetlost ulazi u oko kroz zenicu. Dalje se svetlosni zraci usmeravaju kroz očno sočivo, koje zahvaljujući delovanju cilijarnog tela i zonularnog aparata menja svoj oblik i refraktivnu moć. Na taj način omogućava se prilagođavanje žižne daljine oka i fokusiranje slike na mrežnjaču.

Očuvanje normalne VA stoga zavisi od integriteta i pravilnog funkcionisanja svih komponenti vizuelnog sistema, od optičkih struktura oka do neuralnih puteva i kortikalnih centara odgovornih za obradu vizuelnih informacija (120,121).

Procenom sposobnosti pacijenta da na standardnoj udaljenosti razlikuje različite optotipe, odnosno stilizovana slova ili simbole, vrši se ispitivanje vidne oštrine (120).

Razvoj metoda za standardizovano ispitivanje VA započeo je tokom 19. veka, kada su konstruisane različite optotipske tabele namenjene proceni vidne funkcije. Najranije razvijena i i dalje

najšire korišćena jeste Snellenova tabla. Pored nje, razvijene su i druge tabele, kao što su Tumbling E, Landolt C i Allen tabela. U savremenoj kliničkoj praksi i istraživanjima sve veću primenu ima LogMAR tabela, poznata i kao ETDRS tabela, koja omogućava preciznije i reproduktivnije merenje VA u odnosu na tradicionalne metode. Zbog svoje veće tačnosti i pogodnosti za statističku obradu podataka, LogMAR sistem se često koristi u kliničkim studijama (120,122).

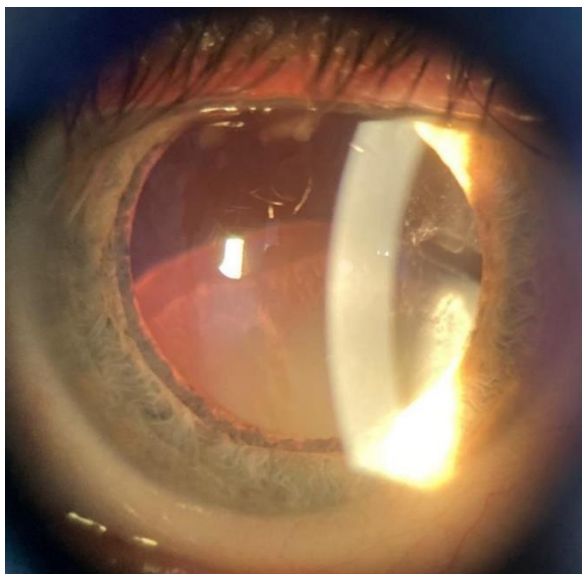
U kliničkoj praksi posebno je važno odrediti nekorigovanu VA (engl. *uncorrected visual acuity*, UCVA) i najbolje korigovanu VA (engl. *best-corrected visual acuity* – BCVA) (120,123).

Testiranje VA kod pacijenata iz ove studije je standardno izvodjeno primenom Snellenove table. Pacijent se postavlja na standardnu udaljenost od približno 6 metara (20 stopa) od table, nakon čega se jedno oko prekriva okluderom dok se drugo testira čitanjem optotipova od većih ka manjim redovima. Testiranje se može izvoditi bez korekcije ili uz korektivna sočiva, a u slučaju smanjene VA može se primeniti i stenopeični otvor (engl. *pinhole*) test radi brze procene uticaja refraktivne greške. Rezultat se beleži kao najmanji red koji pacijent može tačno da pročita, uz eventualno označavanje grešaka u čitanju. Ukoliko pacijent nije u mogućnosti da pročita optotipe, procena vidne funkcije može se sprovesti pomoću alternativnih metoda, kao što su brojanje prstiju, prepoznavanje pokreta ruke ili test percepcije svetlosti. Nakon testiranja jednog oka, poskontuzionak se ponavljao i za drugo oko, a rezultati su dokumentovani kao nekorigovana ili najbolje korigovana VA (124,125).

3.6 STATISTIČKA ANALIZA

U zavisnosti od tipa varijabli i normalnosti raspodele podataka, rezultati su prikazani kao učestalosti (procenti), medijane (opseg) i aritmetičke sredine $\pm$ standardna devijacija. Statističko testiranje hipoteza sprovedeno je primenom Wilcoxon-ovog testa. Analiza odnosa između zavisne varijable u ponovljenim merenjima i potencijalnih prediktora izvršena je primenom generalizovanih linearnih mešovitih modela, koristeći paket *lme4* u programskom okruženju R. Nezavisne varijable koje su u univarijantnoj analizi pokazale statističku značajnost ($p < 0,01$) uključene su u multivarijantni model. Vrednosti $p < 0,05$ smatrane su statistički značajnim. Statistička obrada podataka sprovedena je korišćenjem softverskih paketa IBM SPSS Statistics 31 (IBM Corporation, Armonk, NY, SAD) i R verzije 4.5.0 (The R Foundation for Statistical Computing, Beč, Austrija).

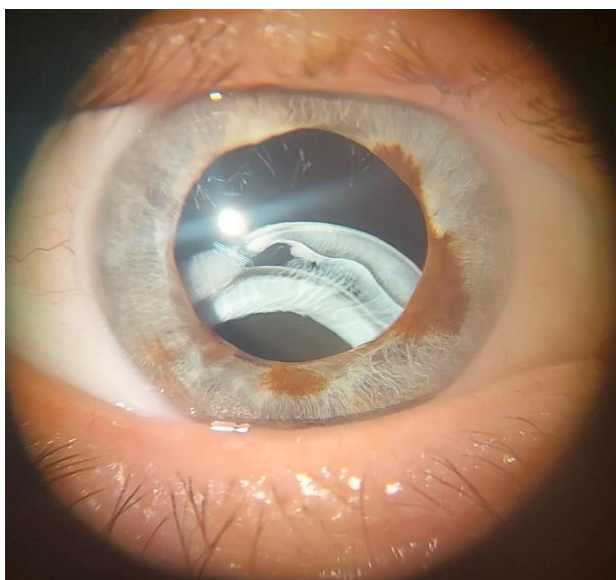
A



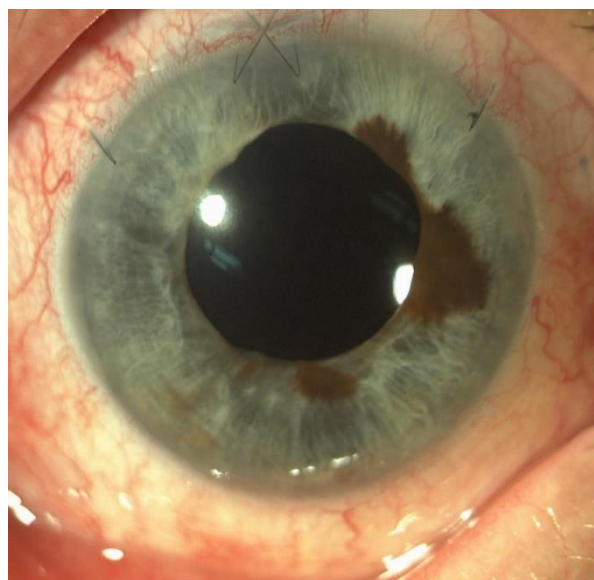
B



C



D



Slika 8. A. Preoperativni nalaz: subluksirano prirodno sočivo²; B. Nakon operacije sekundarne implantacije, IOL adekvatno pozicioniran; C. Preoperativni nalaz: subluksirano intraokularno sočivo; D. Nakon operacije sekundarne implantacije, IOL adekvatno pozicioniran.

4 REZULTATI

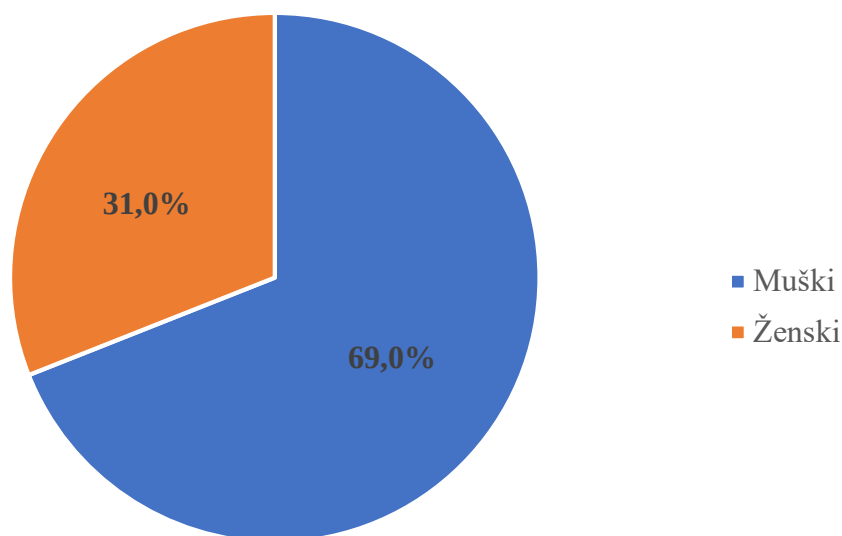
U studiju je uključeno ukupno 85 pacijenata koji su bili podvrgnuti operativnom zahvatu primenom Yamane tehnike. Kod 85 pacijenta operisano je po jedno oko, dok su kod dva pacijenta

² Damjanović G. Stojković M. Savremene metode sekundarne implantacije intraokularnog sočiva kod stečenih afakija. Medicinski Podmladak in press.

operisana oba oka u različitim vremenskim periodima. Shodno tome, u analizu je ukupno uključeno 87 očiju kod 85 pacijenata.

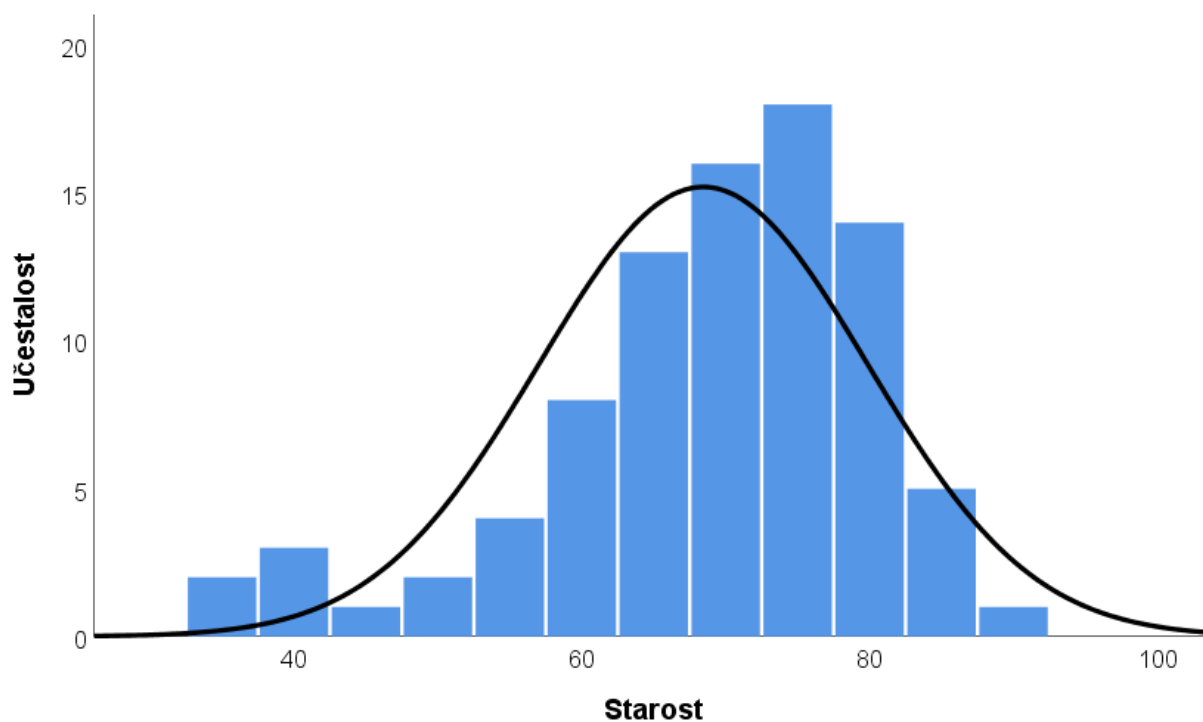
Od ukupnog broja od 85 pacijenata, 60 (70.6%) je bilo muškog pola dok je 25 (29.4%) bilo ženskog pola. Prosečna starost pacijenata je iznosila $68,19 \pm 11,41$ godina, pri čemu je najmlađi pacijent imao 35 godina a najstariji 88 godina.

Osnovna jedinica analize u ovom istraživanju bilo je pojedinačno operisano oko. Posmatrano prema jedinici analize (operisanom oku), 60 (69%) očiju pripadalo je pacijentima muškog pola, dok je 27 (31%) očiju pripadalo pacijentima ženskog pola. Na Grafikonu 1. prikazana je distribucija pola prema jedinici analize (operisano oko).



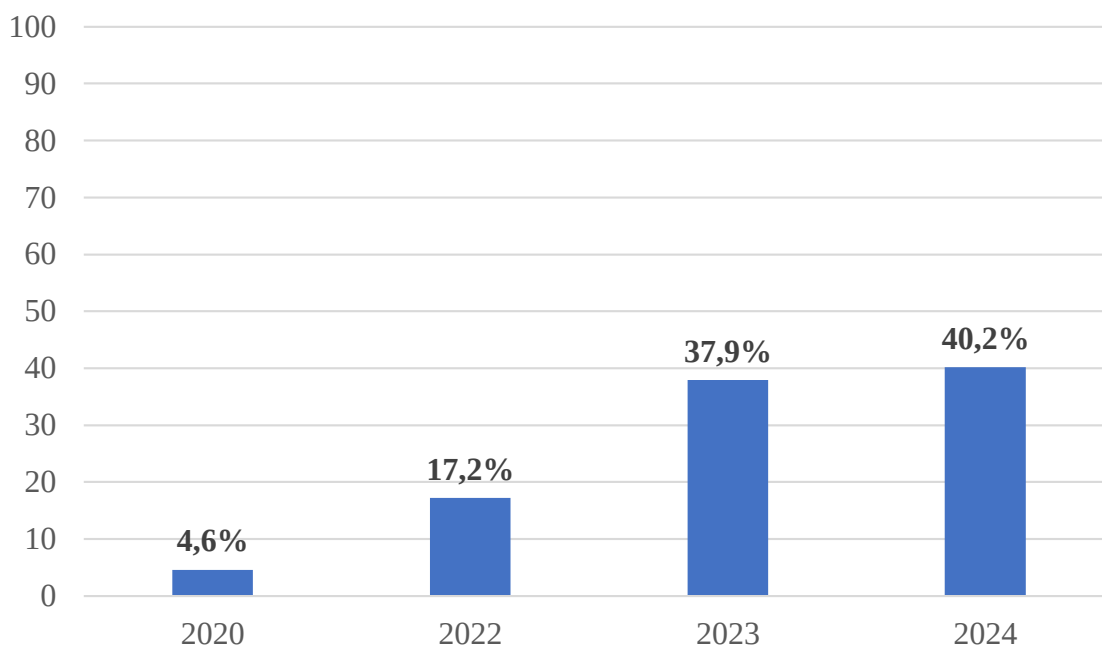
Grafikon 1. Distribucija pola prema jedinici analize (operisano oko)

Na Grafikonu 2. prikazana je starosna distribucija prema jedinici analize (operisano oko). Prosečna starost pacijenata je iznosila $68,44 \pm 11,41$ godina, pri čemu je najmlađi pacijent imao 35 godina a najstariji 88 godina.



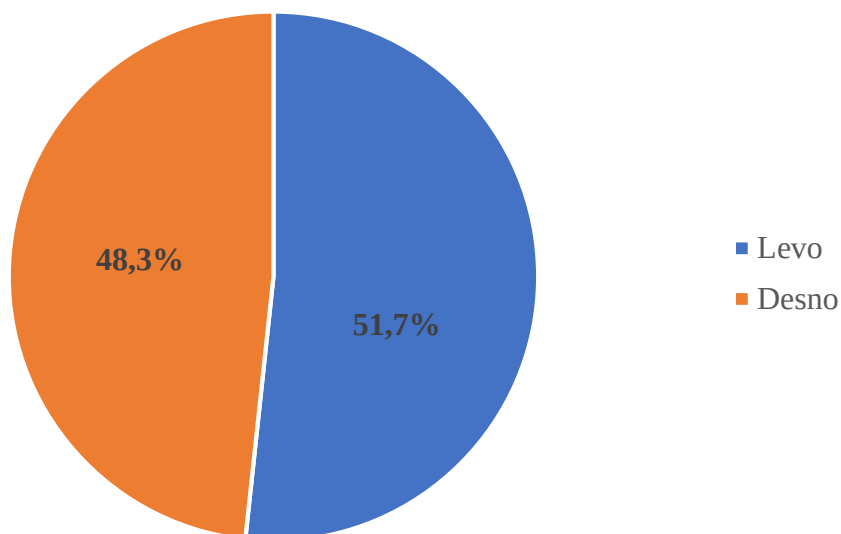
Grafikon 2. Starosna distribucija prema jedinici analize (operisano oko)

Operativni zahvati su izvedeni u periodu od 2020. do 2024. godine, pri čemu je najveći broj operacija obavljen 2023. godine (37,9%) i 2024. godine (40,2%). Na Grafikonu 3. prikazana je distribucija operativnih zahvata prema godini izvođenja.



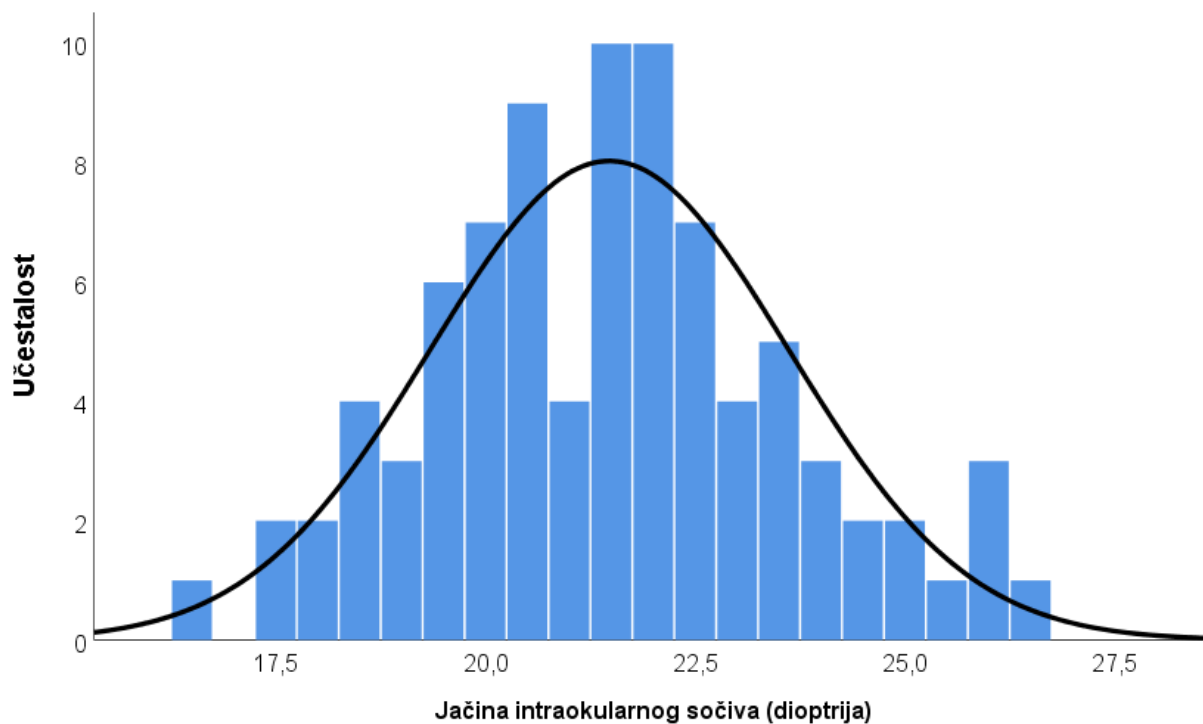
Grafikon 3. Distribucija operativnih zahvata prema godini izvođenja

Od ukupno 87 operisanih očiju, 42 (48,3%) bila su desna, dok je 45 (51,7%) bilo levih očiju. Na Grafikonu 4. prikazana je distribucija operisanih očiju prema lateralnosti.



Grafikon 4. Distribucija operisanih očiju prema lateralnosti

Prosečna dioptrijska jačina intraokularnog sočiva kod 86 pacijenata iznosila je $21,48 \pm 2,13$ dioptrijsa, sa rasponom od 16,5 do 26,5 dioptrijsa. Za jednog pacijenta nije bio doskontuzionan podatak o jačini intraokularnog sočiva (IOL). Distribucija dioptrijske jačine intraokularnih sočiva prikazana je na Grafikonu 5.



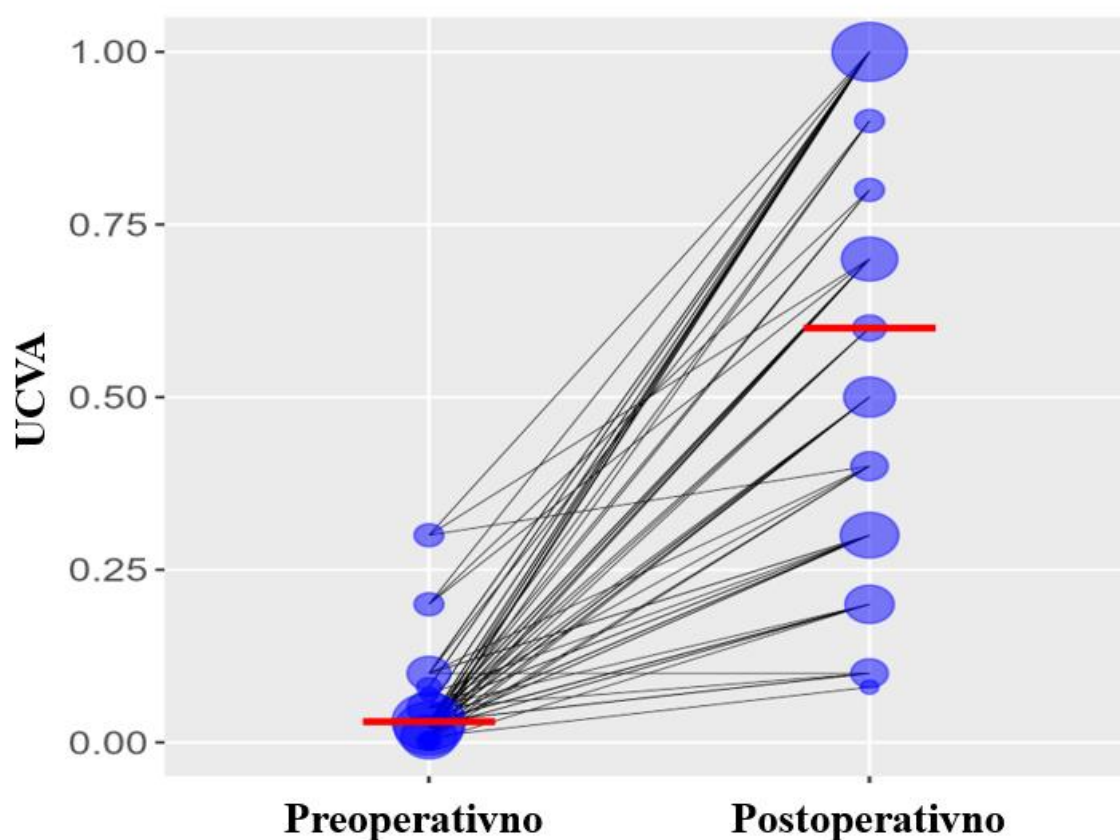
Grafikon 5. Distribucija dioptrijske jačine intraokularnih sočiva

U Tabeli 1. i Grafikonu 6. prikazane su vrednosti preoperativne i postoperativne nekorigovane vidne oštine UCVA analiziranih očiju. Prosečna preoperativna UCVA kod 79 očiju iznosila je $0,05 \pm 0,01$ (medijana = 0,03; raspon 0,001–0,30). Prosečna postoperativna UCVA iznosila je $0,59 \pm 0,32$ (medijana = 0,60; raspon 0,08–1,0).

Tabela 1. Vrednosti preoperativne i postoperativne nekorigovane vidne oštine (UCVA) analiziranih očiju

Nekorigovana vidna oštrina	As	sd	med	min	max
Preoperativno	0,05	0,01	0,03	0,001	0,30
Postoperativno	0,59	0,32	0,60	0,08	1,0

*as – aritmetička sredina; sd – standardna devijacija



Grafikon 6. Vrednosti preoperativne i postoperativne nekorigovane vidne oštine (UCVA) analiziranih očiju

U Tabeli 2. prikazane su vrednosti preoperativne i postoperativne najbolje korigovane vidne oštine BCVA analiziranih očiju. Prosečna preoperativna BCVA analiziranih 87 očiju iznosila je $0,29 \pm 0,31$ (medijana = 0,20; raspon 0,001–1,0). Prosečna postoperativna BCVA iznosila je $0,81 \pm 0,25$ (medijana = 0,90; raspon 0,2–1,0).

Tabela 2. Vrednosti preoperativne i postoperativne najbolje korigovane vidne oštine (BCVA) analiziranih očiju

Najbolje korigovana vidna oština	as	sd	med	min	max
Preoperativno	0,29	0,31	0,20	0,001	1,0
Postoperativno	0,81	0,25	0,90	0,2	1,0

*as – aritmetička sredina; sd – standardna devijacija

Prosečna jačina u dioptrijama sfere (Dsph) preoperativne BCVA je iznosila $5,24 \pm 5,48$, (medijana = 0.00 ; raspon 0,0–14 Dsph). Prosečna jačina u dioptrijama sfere (Dsph) postoperativne BCVA je iznosila $0,017 \pm 0,618$, pri čemu je medijana iznosila 0.00 (raspon: -2,50 - 1,50 Dsph). U Tabeli 3. prikazane su vrednosti jačina u dioptrijama sfere (Dsph) preoperativne i postoperativne BCVA.

Tabela 3. Vrednosti jačina u dioptrijama sfere (Dsph) preoperativne i postoperativne BCVA.

Jačina u dioptrijama sfere (Dsph) BCVA	as	sd	med	min	max
Preoperativno	5,24	5,48	0,0	0,0	14
Postoperativno	0,017	0,618	0,0	-2,50	1,50

*as – aritmetička sredina; sd – standardna devijacija

Prosečna jačina u cilindrima (Dcyl) postoperativne BCVA je iznosila $-1,086 \pm 1,302$, pri čemu je medijana iznosila -0.75 (raspon: -6,0 - 1,50 Dsph). U Tabeli 4. prikazane su vrednosti jačina u u cilindrima (Dcyl) postoperativne BCVA.

Tabela 4. Vrednosti jačina u u cilindrima (Dcyl) postoperativne BCVA.

Jačina u u cilindrima (Dcyl) postoperativne BCVA	as	sd	med	min	max
Postoperativno	-1,086	1,302	-0.75	-6,0	1,50

*as – aritmetička sredina; sd – standardna devijacija

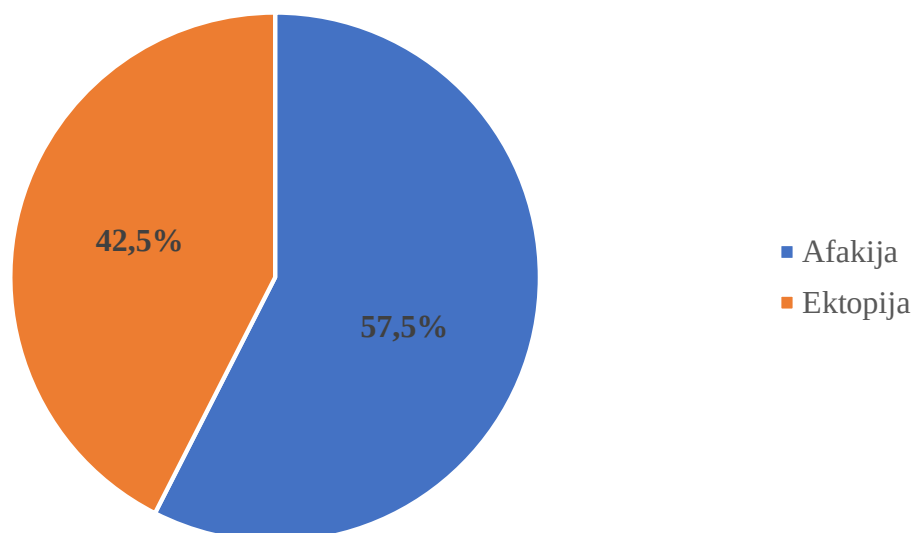
Prosečna osovinu jačine u cilindrima iznosila je $58.97 \pm 54,24$, sa medijanom od 80.00, minimalnom vrednošću od 0,0 i maksimalnom vrednošću od 170.

Tabela 5. Osovina jačine u cilindrima

Varijabla	as	sd	med	min	max
Osovina jačine u cilindrima	58.97	54,24	80.00	0,0	170

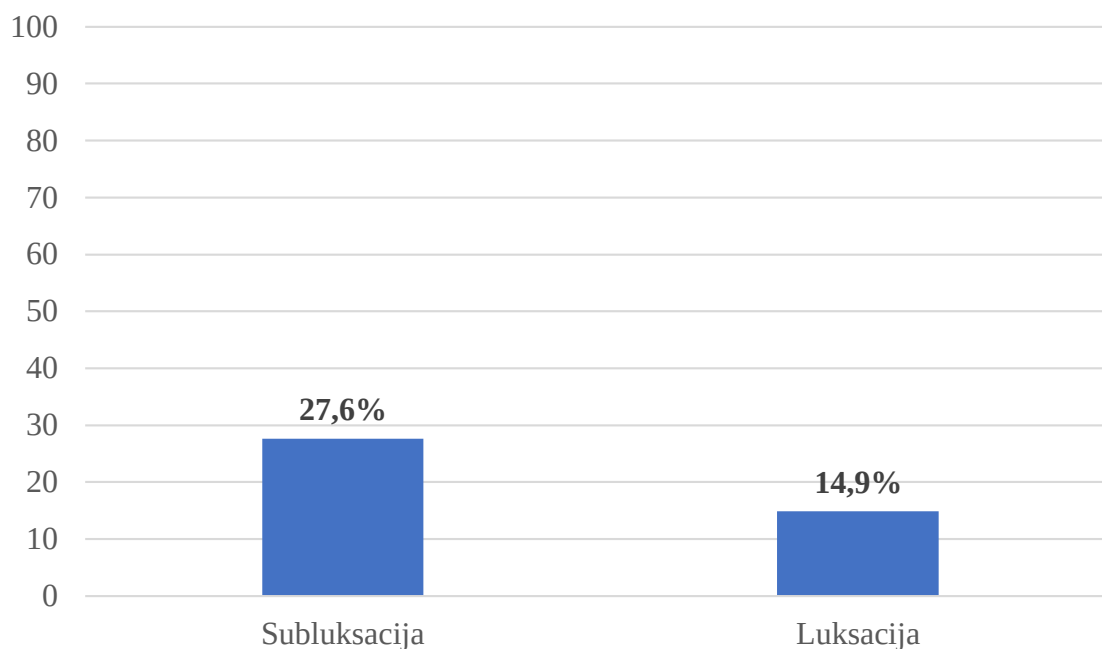
*as – aritmetička sredina; sd – standardna devijacija

Indikacije za hirurško lečenje obuhvatale su afakiju i ektopiju sočiva. Afakija je bila prisutna kod 50 očiju (57,5%), dok je ektopija sočiva zabeležena kod 37 očiju (42,5%). Pod pojmom ektopije sočiva podrazumevana je subluksacija ili luksacija prirodnog sočiva ili intraokularnog sočiva (IOL). Na Grafikonu 7. prikazana je učestalost indikacija za hirurško lečenje u studijskoj populaciji.



Grafikon 7. Učestalost indikacija za hirurško lečenje u studijskoj populaciji

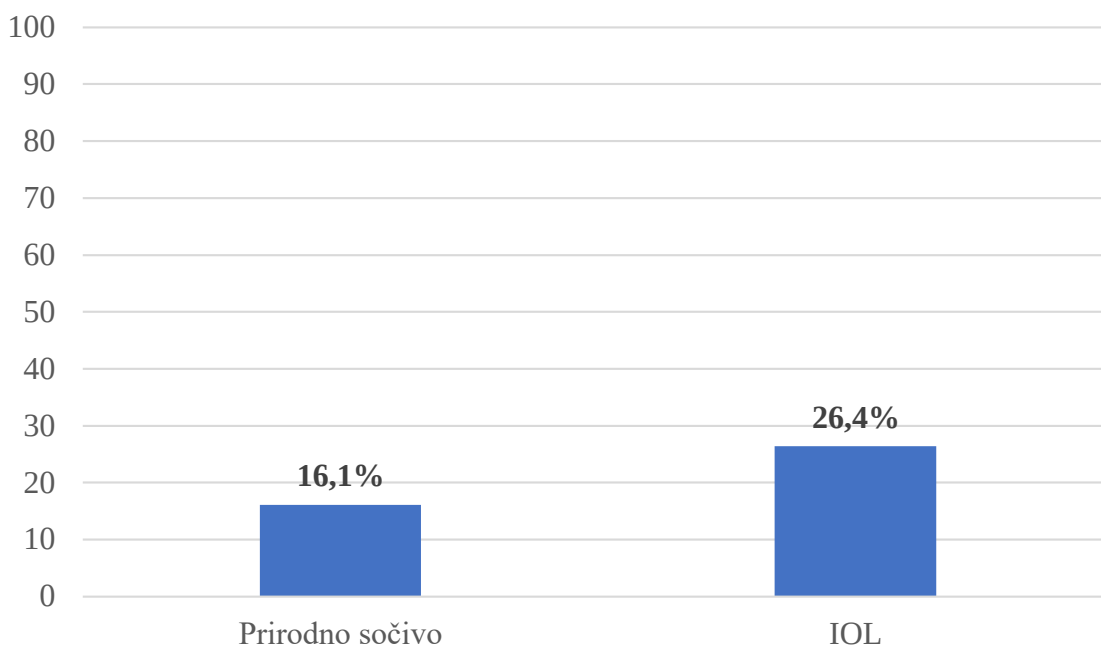
Subluksacija ili luksacija sočiva bila je prisutna kod ukupno 37 očiju (42,5%). Od tog broja, subluksacija sočiva zabeležena je kod 24 očiju (27,6%), dok je luksacija sočiva bila prisutna kod 13 očiju (14,9%). Na Grafikonu 8. prikazana je distribucija subluksacije i luksacije sočiva prema jedinici analize (operisano oko).



Grafikon 8. Distribucija subluksacije i luksacije sočiva prema jedinici analize (operisano oko)

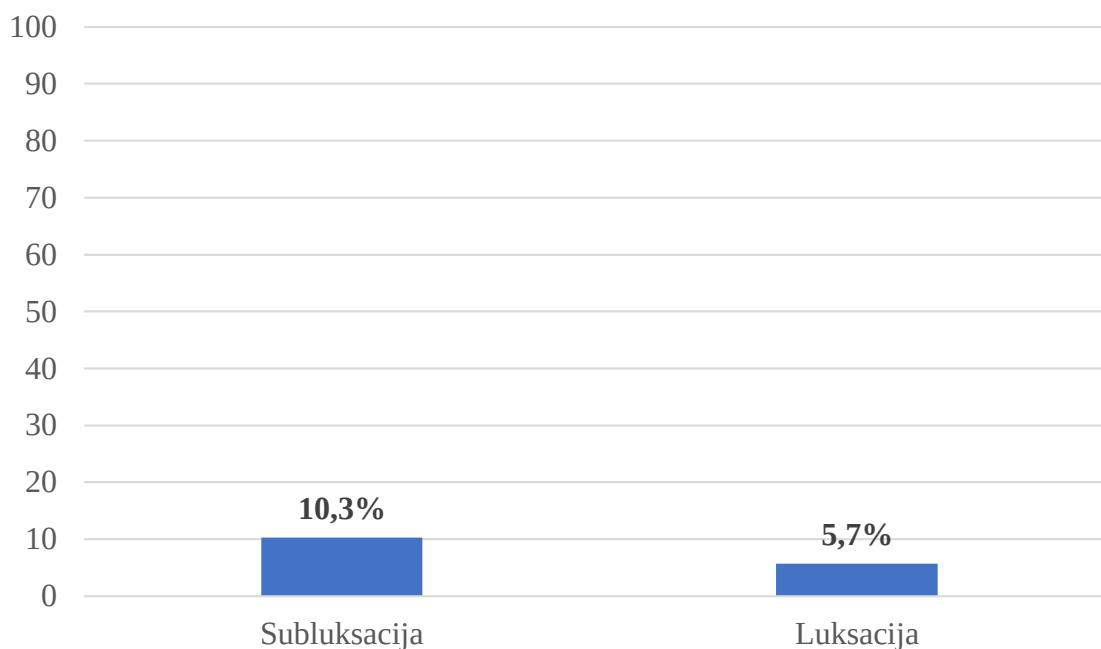
Ektopija prirodnog sočiva ili intraokularnog sočiva (IOL) bila je prisutna kod ukupno 37 očiju (42,5%). Od tog broja, ektopija prirodnog sočiva zabeležena je kod 14 očiju (16,1%), dok je

ektopija intraokularnog sočiva (IOL) bila prisutna kod 23 očiju (26,4%). Distribucija ektopije sočiva prema tipu sočiva (prirodno sočivo i IOL) prikazana je na Grafikonu 9.



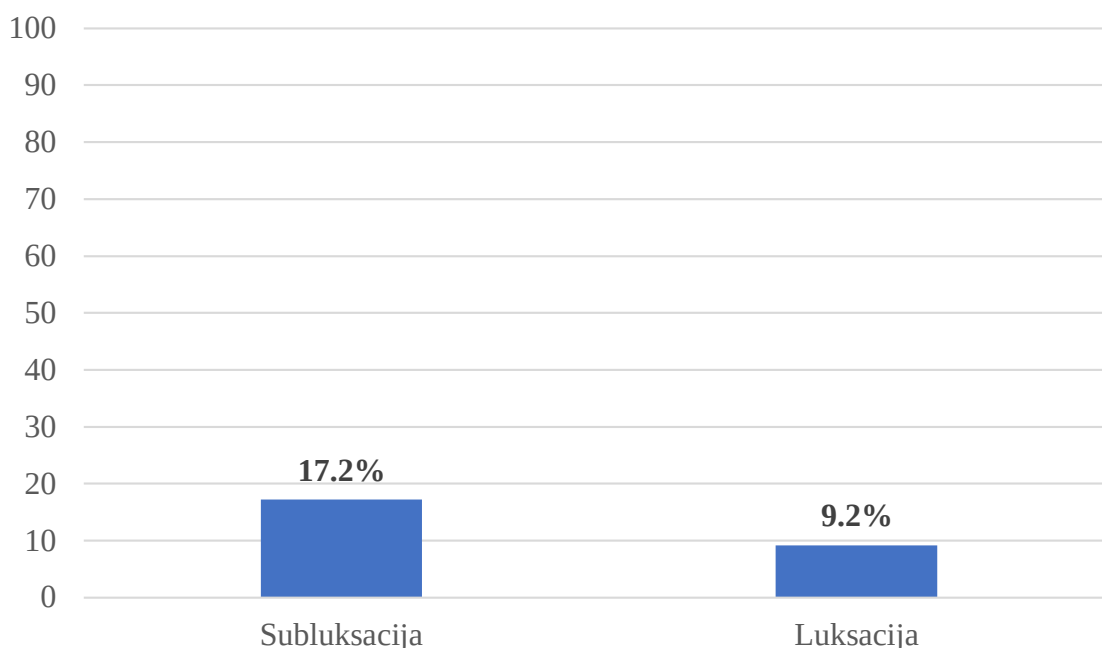
Grafikon 9. Distribucija ektopije sočiva prema tipu sočiva (prirodno sočivo i IOL)

Subluksacija prirodnog sočiva bila je prisutna kod 9 očiju (10,3%), dok je luksacija prirodnog sočiva zabeležena kod 5 očiju (5,7%). Distribucija subluksacije i luksacije prirodnog sočiva prikazana je na Grafikonu 10.



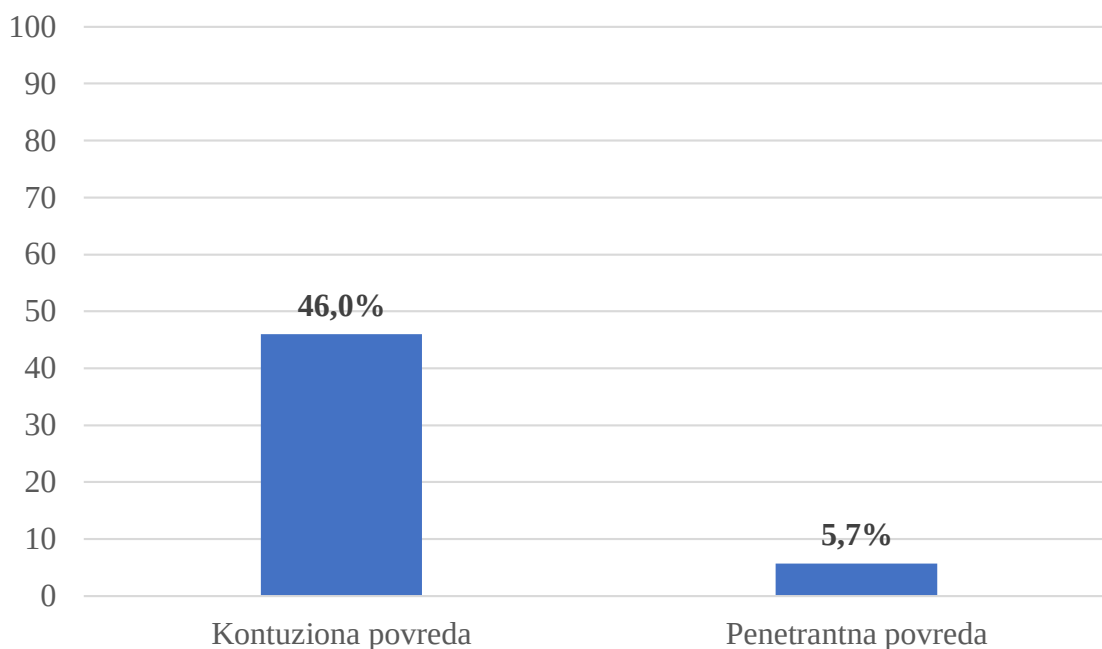
Grafikon 10. Distribucija subluksacije i luksacije prirodnog sočiva

Subluksacija IOL bila je prisutna kod 15 očiju (17,2%), dok je luksacija IOL zabeležena kod 8 očiju (9,2%). Distribucija subluksacije i luksacije IOL prikazana je na Grafikonu 11.



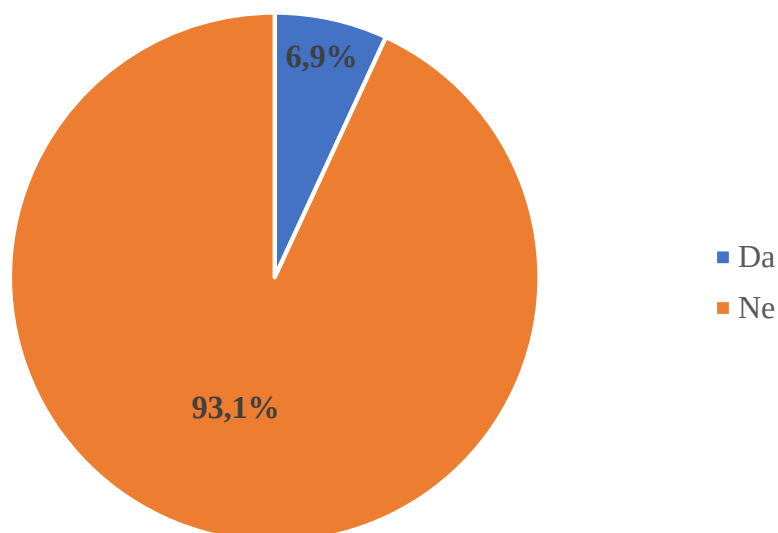
Grafikon 11. Distribucija subluksacije i luksacije IOL

U 40 slučajeva (46,0%) uzrok afakije ili ektopije sočiva bila je kontuziona povreda oka. Kod 47 očiju (54,0%) nije zabeležena kontuziona povreda oka kao uzročni faktor. Penetrantna povreda oka je bila uzročnik navedenih promena u 5 (5,7%) slučajeva. Učestalost kontuzione i penetrantne povrede oka kao etiološkog faktora prikazana je na Grafikonu 12.



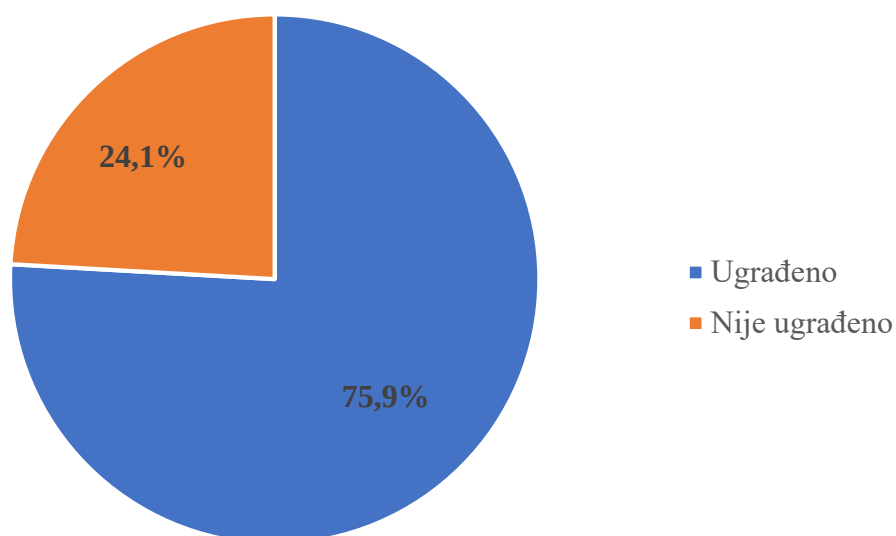
Grafikon 12. Učestalost kontuzione i penetrantne povrede oka kao etiološkog faktora

Kod 6 slučajeva (6,9%) afakija je nastala kao posledica spontane ektopije prirodnog sočiva tokom izvođenja fakoemulzifikacije. Učestalost spontane ektopije prirodnog sočiva kao uzroka afakije prikazana je na Grafikonu 13.



Grafikon 13. Učestalost spontane ektopije prirodnog sočiva kao uzroka afakije

IOL bilo je ugrađeno u 66 očiju (75,9%), dok u 21 oku (24,1%) nije bilo implantirano. Na Grafikonu 14. prikazana je učestalost ugrađenog IOL.



Grafikon 14. Učestalost ugrađenog IOL

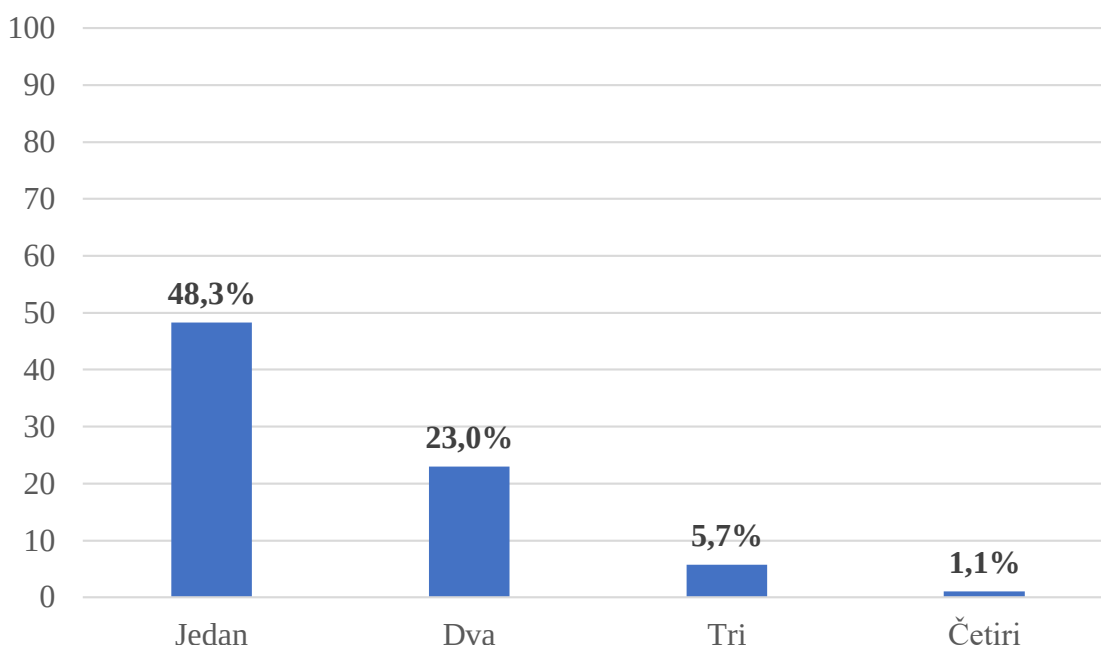
Pre sekundarne implantacije IOL kod određenog broja pacijenata zabeležene su prethodne hirurške intervencije i očne komplikacije. Ablacija retine u anamnezi bila je prisutna kod 7 pacijenata (8,0%). Intrakapsularna ekstrakcija prirodnog sočiva prethodno je izvedena kod 3 pacijenta (3,4%). Pars plana vitrektomija (PPV) pre sekundarne implantacije sočiva urađena je kod 32 pacijenta (36,8%), dok je prednja vitrektomija izvedena kod 21 pacijenta (24,1%). Prisustvo silikonskog ulja u

oku pre sekundarne implantacije IOL zabeleženo je kod 14 pacijenata (16,1%). Pregled prethodnih očnih intervencija i stanja oka prikazan pre sekundarne implantacije IOL je u Tabeli 2.

Tabela 6. Prethodne očne intervencije i stanja oka pre sekundarne implantacije IOL

Prethodne intervencije / stanja oka	n (%)
Ablacija retine u anamnezi	7 (8,0)
Intrakapsularna ekstrakcija prirodnog sočiva	3 (3,4)
Pars plana vitrektomija (PPV)	32 (36,8)
Prednja vitrektomija	21 (24,1)
Prisustvo silikonskog ulja	14 (16,1)

Komorbiditeti oka bili su prisutni kod 68 pacijenata (78,2%). Najveći broj pacijenata, njih 42 (48,3%), imao je jedan komorbiditet, dok je 20 pacijenata (23,0%) imalo po dva komorbiditeta. Tri komorbiditeta bila su prisutna kod 5 pacijenata (5,7%), dok je samo jedan pacijent (1,1%) imao četiri komorbiditeta. Bez komorbiditeta bilo je 19 pacijenata (21,8%). Distribucija broja komorbiditeta prikazana je na Grafikonu 15.



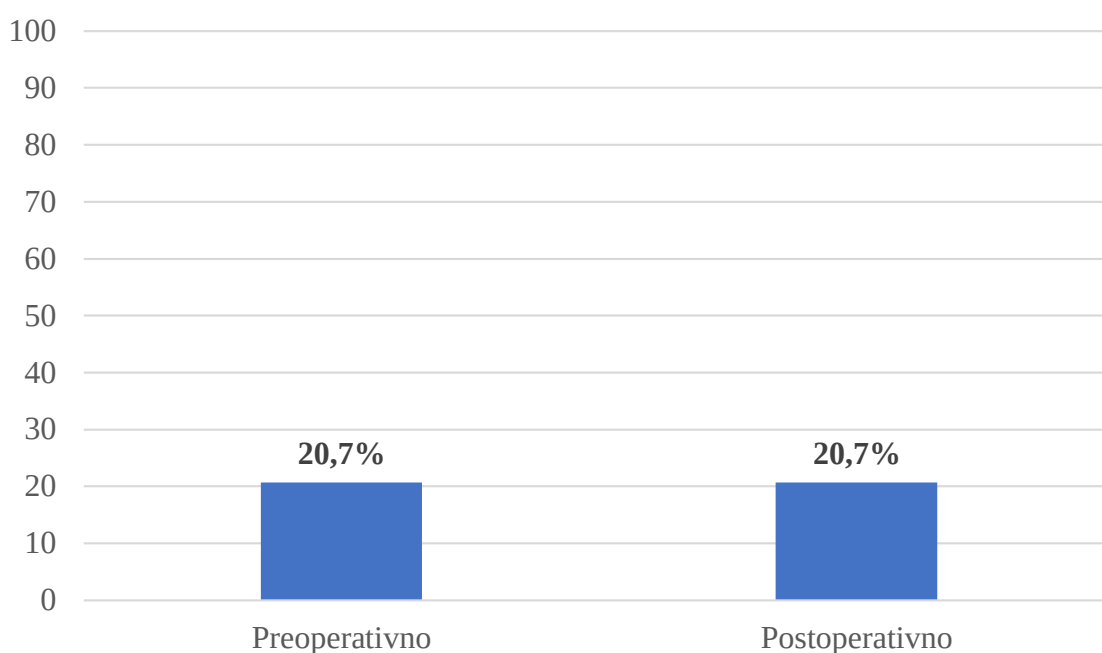
Grafikon 15. Distribucija broja komorbiditeta u studijskoj populaciji

Različiti očni komorbiditeti bili su prisutni kod značajnog broja pacijenata. Pseudoeksfolijacija je zabeležena kod 21 pacijenta (24,1%), dok je kapsularni glaukom bio prisutan kod 8 pacijenata (9,2%). Primarni glaukom otvorenog ugla registrovan je kod 7 pacijenata (8,0%). Traumatska midrijaza bila je prisutna kod 26 pacijenata (29,9%). Preoperativno, makularni edem je bio prisutan kod 3 pacijenta (3,4%), dok je epiretinalna membrana (ERM) u makuli zabeležena kod 8 pacijenata (9,2%). Endoftalmitis u anamnezi registrovan je kod 4 pacijenta (4,6%). Hemoftalmus je bio prisutan kod 2 pacijenta (2,3%), koji su operisani u takvom stanju. Pregled očnih komorbiditeta prikazan je u Tabeli 7.

Tabela 7. Očni komorbiditeti u studijskoj populaciji

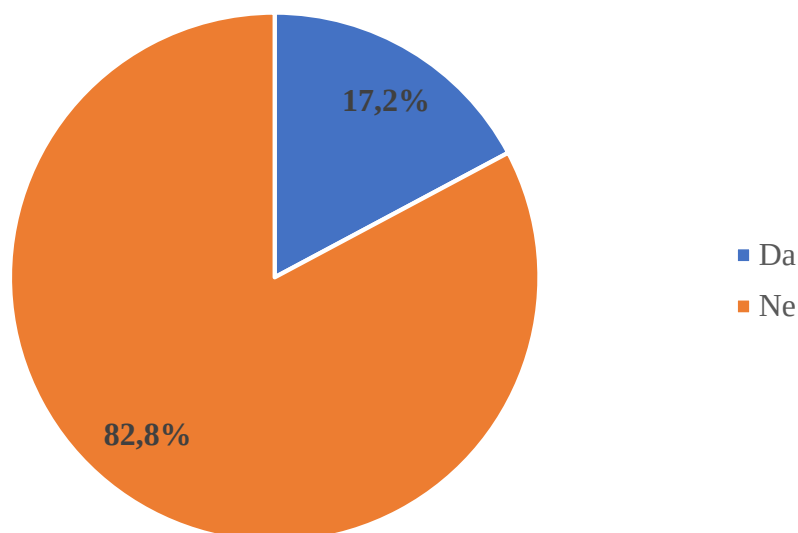
Komorbiditet	n (%)
Pseudoeksfolijacija	21 (24,1)
Kapsularni glaukom	8 (9,2)
Primarni glaukom otvorenog ugla	7 (8,0)
Traumatska midrijaza	26 (29,9)
Edem makule	3 (3,4)
Epiretinalna membrana (ERM)	8 (9,2)
Endoftalmitis	4 (4,6)
Hemoftalmus	2 (2,3)

Sekundarni glaukom pre operacije bio je prisutan kod 18 pacijenata (20,7%), dok je nakon operacije takođe zabeležen kod 18 pacijenata (20,7%). Distribucija sekundarnog glaukoma pre i nakon operacije prikazana je na Grafikonu 16.



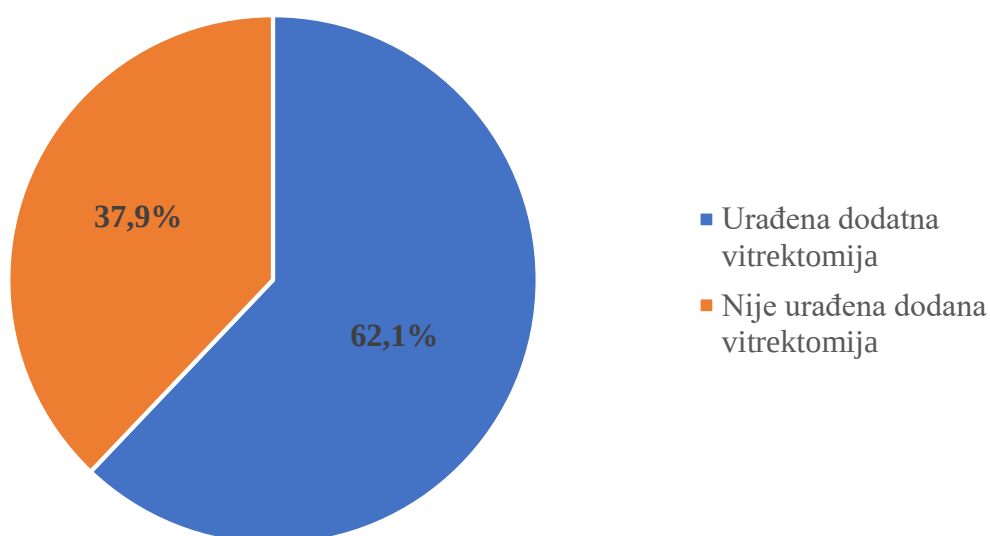
Grafikon 16. Distribucija sekundarnog glaukoma pre i nakon operacije

Operativno lečenje sekundarne implantacije IOL primenom Yamane tehnike sprovedeno je različitim hirurškim pristupima, uz primenu dodatnih procedura. Samostalna sekundarna implantacija IOL izvedena je kod 15 očiju (17,2%). Na Grafikonu 17. prikazana je učestalost samostalne sekundarne implantacije IOL.



Grafikon 17. Učestalost samostalne sekundarne implantacije IOL

Kod 54 pacijenta (62,1%) izvedena je neka od dodatnih vitrektomija, dok kod 33 pacijenta (37,9%) nije bila sprovedena dodatna vitrektomija. Učestalost dodatno sprovedenih vitrektomija prikazana je na Grafikonu 18.



Grafikon 18. Učestalost dodatno sprovedenih vitrektomija

Tokom sekundarne implantacije intraokularnog sočiva primenom Yamane tehnike sprovedene su različite dodatne hirurške procedure, koje su obuhvatale vitreoretinalne intervencije, manipulacije intraokularnim sočivom, kao i makularne i irisne procedure.

Pars plana vitrektomija (PPV) izvedena je kod 23 pacijenta (26,4%), prednja vitrektomija kod 8 (9,2%), dok je prednja vitrektomija putem pars plana priskontuziona sprovedena kod 17 pacijenata (19,5%). Revitrektomija je izvedena kod 6 pacijenata (6,9%). Tamponada vitrealne šupljine vazduhom ili gasom primenjena je kod 12 pacijenata (13,8%). Učestalost vitreoretinalnih intervencija tokom sekundarne implantacije IOL prikazana je u Tabeli 8.

Tabela 8. Učestalost vitreoretinalnih intervencija tokom sekundarne implantacije IOL

Procedura	n (%)
Pars plana vitrektomija (PPV)	23 (26,4)
Prednja vitrektomija	8 (9,2)
Prednja vitrektomija via pars plana	17 (19,5)
Revitrektomija via pars plana	6 (6,9)
Tamponada vitrealne šupljine (vazduh/gas)	12 (13,8)

Manipulacije intraokularnim sočivom uključivale su eksplantaciju luksiranog ili subluksiranog IOL-a kod 23 pacijenta (26,4%), dok je Yamaneov stabilizator korišćen u 76 slučajeva (87,4%). Evakuacija silikonskog ulja sprovedena je kod 3 pacijenta (3,4%). Učestalost tehnika manipulacije IOL prikazana je u Tabeli 9.

Tabela 9. Učestalost tehnika manipulacije IOL

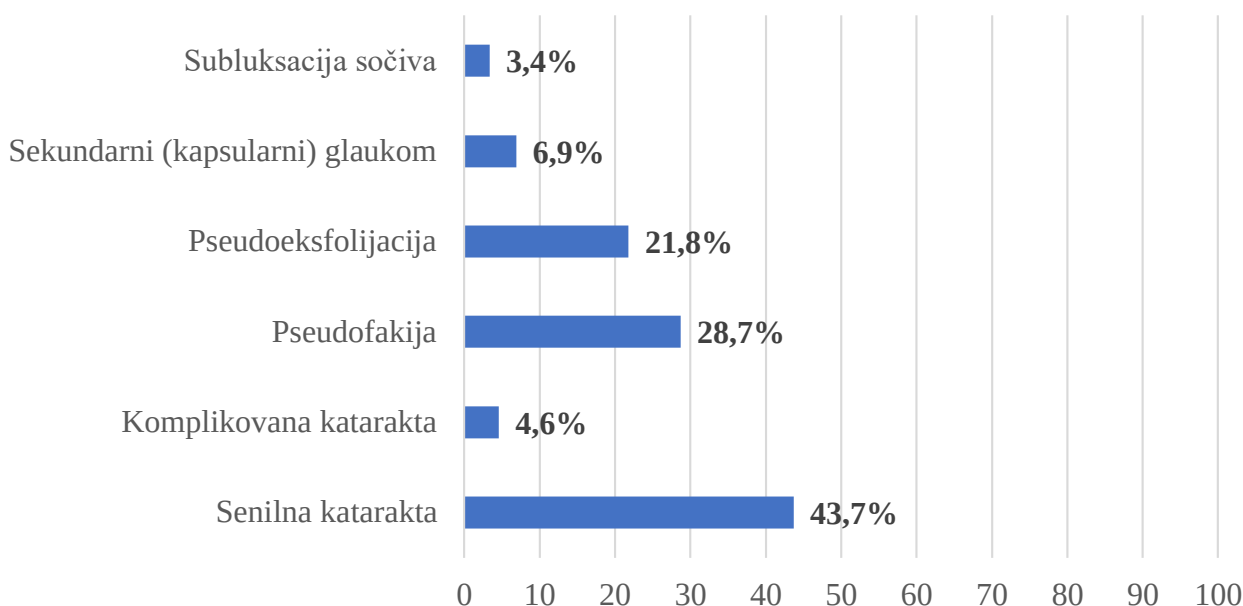
Procedura	n (%)
Eksplantacija IOL	23 (26,4)
Evakuacija silikonskog ulja	3 (3,4)
Upotreba Yamane stabilizatora	76 (87,4)

Dodatne procedure obuhvatale su pupiloplastiku kod 27 pacijenata (31,0%), uklanjanje epiretinalne membrane (ERM) kod 8 (9,2%), kao i endofakofragmentaciju ili lensektomiju luksiranog prirodnog sočiva kod 11 pacijenata (12,6%). Intrakapsularna ekstrakcija sočiva (ICCE) izvedena je kod 4 pacijenta (4,6%). Detaljan pregled procedura prikazan je u Tabeli 10.

Tabela 10. Učestalost dodatnih hirurških procedura

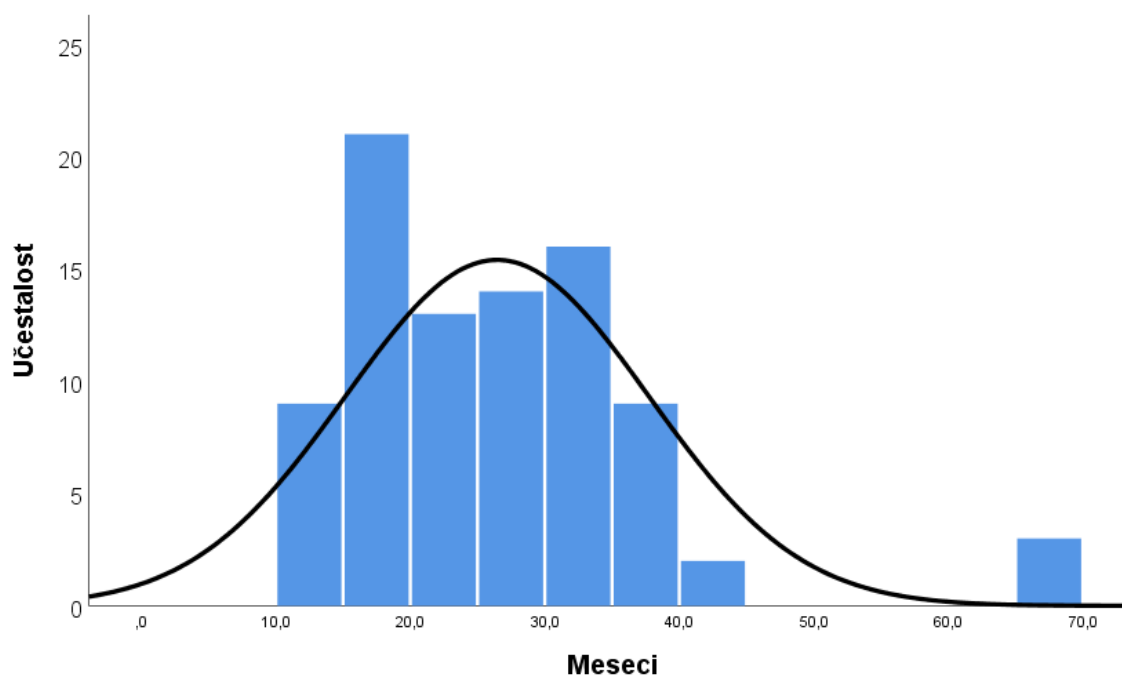
Procedura	n (%)
Pupiloplastika	27 (31,0)
Uklanjanje ERM	8 (9,2)
Endofakofragmentacija / lensektomija	11 (12,6)
ICCE	4 (4,6)

Promene na parnom oku bile su prisutne kod značajnog broja pacijenata, pri čemu je najčešći nalaz bila senilna katarakta, zabeležena kod 38 pacijenata (43,7%). Pseudofakija je bila prisutna kod 25 pacijenata (28,7%), dok je pseudoeksfolijacija registrovana kod 19 pacijenata (21,8%). Ređe su zabeleženi sekundarni (kapsularni) glaukom kod 6 pacijenata (6,9%) i komplikovana katarakta kod 4 pacijenta (4,6%). Najređi nalaz bila je subluksacija sočiva, prisutna kod 3 pacijenta (3,4%). Na Grafikonu 19. prikazana je učestalost patoloških promena na parnom oku.



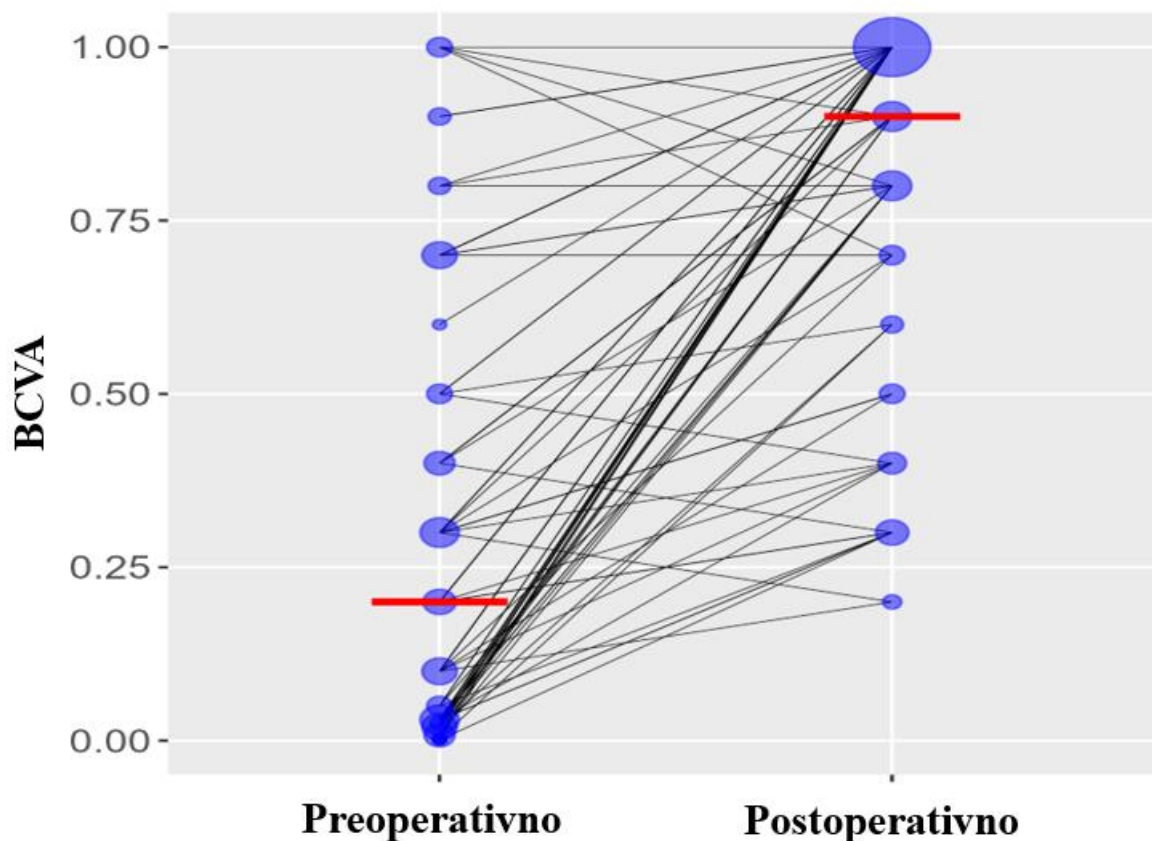
Grafikon 19. Učestalost patoloških promena na parnom oku

Period praćenja nakon operativnog lečenja kretao se u rasponu od 12 do 68,77 meseci, sa prosečnom vrednošću od $26,45 \pm 11,26$ meseci. Distribucija vremena praćenja pacijenata prikazana je na Grafikonu 20.



Grafikon 20. Distribucija vremena praćenja pacijenata

Kao što je prikazano na Grafikonu 21, prosečna najbolje korigovana vidna oštrina (BCVA), izražena u Snellenovoj decimalnoj notaciji, značajno se poboljšala sa 0,2 (raspon: 0,001–1,0) preoperativno na 0,9 (raspon: 0,20–1,0) postoperativno ($p < 0,001$). Uparena distribucija pokazuje konzistentno postoperativno poboljšanje vidne oštrine po pojedinačnim očima, pri čemu je kod većine zabeležen izražen pomak ka višim vrednostima vidne oštrine nakon operacije.



Grafikon 21. Vrednosti preoperativne i postoperativne najbolje korigovane vidne oštine (BCVA) analiziranih očiju

U Tabeli 11. prikazana je univarijantna regresiona analiza sa postoperativnim BCVA kao zavisnom varijablom i osnovnim demografskim i preoperativnim kliničkim karakteristikama ispitivane kohorte kao nezavisnim varijablama. Univarijantna regresiona analiza pokazala je da je starost jedini statistički značajan prediktor postoperativne najbolje korigovane vidne oštine (BCVA) ($B = -0,006$; $p = 0,002$), pri čemu je starija životna dob predstavljala značajan prediktor lošijeg postoperativnog ishoda. Nasuprot tome, pol ($p = 0,724$), lateralnost oka ($p = 0,255$) i godina sprovedene operacije ($p = 0,670$) nisu predstavljali statistički značajne prediktore postoperativnog BCVA.

Tabela 11. Univarijantna regresiona analiza sa postoperativnim BCVA kao zavisnom varijablom i osnovnim demografskim i preoperativnim kliničkim karakteristikama ispitivane kohorte kao nezavisnom varijablama

Varijabla	B	p vrednost
Starost (godine)	-0,006	0,002*
Pol (ispitanici)	-0,018	0,724
Lateralnost oka	0,052	0,255
Godina operacije	-0,010	0,670

B = koeficijent univarijantne regresije; * = statistička značajnost.

Preoperativni sferni ekvivalent iznosio je 5,25 D, dok je postoperativno zabeležena vrednost od 0,02 D ($p < 0,001$). Medijana jačine intraokularnog sočiva (IOL) iznosila je 21,5 D (opseg 16,5–26,5 D) i nije pokazala statistički značajnu povezanost sa postoperativnom najbolje korigovanom vidnom oštrinom ($B = 0,005$; $p = 0,675$).

Važno je istaći da primarna indikacija za primenu Yamane tehnike, bilo afakija (57,5% slučajeva) ili ektopija prirodnog sočiva/intraokularnog sočiva (42,5% slučajeva), nije imala uticaja na postoperativne vizuelne ishode, što ukazuje na uporedivu funkcionalnu efikasnost ove procedure u različitim kliničkim indikacijama. U skladu s tim, nije utvrđena statistički značajna razlika u postoperativnoj vidnoj oštini u odnosu na primarnu indikaciju za primenu Yamane tehnike ($B = -0,015$; $p = 0,752$).

Od ukupno 37 slučajeva ektopije, subluksacija prirodnog sočiva zabeležena je kod 9 (10,3%) pacijenata, subluksacija intraokularnog sočiva kod 15 (17,2%), luksacija prirodnog sočiva kod 5 (5,7%), dok je luksacija intraokularnog sočiva registrovana kod 8 (9,2%) pacijenata. Ektopija prirodnog ili intraokularnog sočiva uočena je u 20 slučajeva (54,1%) kod kontuzionih povreda oka, kao i u 14 slučajeva (37,8%) kod pseudoeksfolijativnog sindroma. Ova dva faktora predstavljaju jasne uzroke i/ili predisponirajuća stanja za dislokaciju sočiva/IOL-a, pri čemu je u 5 slučajeva (13,5%) bila prisutna kombinacija oba faktora. U preostalim slučajevima nije bilo moguće utvrditi jasan etiološki faktor.

Nasuprot tome, kod afaknih očiju uzroci su mogli biti jasno identifikovani: kontuzione povrede oka bile su prisutne u 20 slučajeva (40%), penetrantne (open-globe) povrede u 5 (10%), neuspeh intraoperativne implantacije IOL-a tokom fakoemulzifikacije u 21 slučaju (42%), dok je postoperativna afakija zabeležena u 4 slučaja (8%).

Preoperativni očni komorbiditeti nisu pokazali statistički značajnu povezanost sa postoperativnom najbolje korigovanom vidnom oštrinom (BCVA), kako u pogledu njihovog prisustva ($B = -0,074$; $p = 0,182$), tako ni u odnosu na njihov broj ($B = -0,028$; $p = 0,281$). Među preoperativnim očnim nalazima, kao što je prikazano u Tabeli 12, kontuziona povreda oka ($p=0,002$), pseudoeksfolijativni sindrom ($p=0,036$), kapsularni glaukom ($p=0,0003$) i edem makule ($p=0,046$) pokazali su statistički značajnu povezanost sa postoperativnom BCVA, dok ostala preoperativna očna stanja nisu bila značajno povezana sa vizuelnim ishodom. U Tabeli 12. prikazana je univarijantna regresiona analiza sa postoperativnim BCVA kao zavisnom varijablom i preoperativnim očnim karakteristikama (pre-Yamane) kao nezavisnim prediktorima

Tabela 12. Univarijantna regresiona analiza sa postoperativnim BCVA kao zavisnom varijablom i preoperativnim očnim karakteristikama (pre-Yamane) kao nezavisnim prediktorima

Pre-Yamane karakteristike	n (%)	B	p vrednost
Bilo koja vitrektomija	53 (60,9%)	0,050	0,282
Pars plana vitrektomija	32 (36,8%)	0,056	0,236
Prednja vitrektomija	21 (24,1%)	-0,032	0,552
Prisutno silikonsko ulje	14 (16,1%)	-0,069	0,270
Kontuziona povreda oka	40 (46,0%)	0,141	0,002*
Pseudoeksfolijacija	21 (24,1%)	-0,112	0,036*
Primarni glaukom otvorenog ugla	7 (8,0%)	-0,025	0,771
Kapsularni glaukom	8 (9,2%)	-0,278	0,0003*
Sekundarni glaukom	18 (20,7%)	0,077	0,174
Edem makule	3 (3,4%)	-0,250	0,046*

Epiretinalna membrana	8 (9,2%)	-0,051	0,518
Ablacija retine	7 (8,0%)	-0,070	0,406
ICCE	3 (3,4%)	-0,087	0,492
Endoftalmitis (postoperativni)	4 (4,6%)	-0,075	0,495
Hemofthalmus	2 (2,3%)	0,130	0,399
Traumatska midrijaza	26 (29,9%)	0,081	0,107

Legenda: n = broj; % = procenat; B = koeficijent univarijantne regresije koji predstavlja procenjenu promenu u BCVA; ICCE = intrakapsularna ekstrakcija katarakte; * = statistička značajnost.

U svega 15 slučajeva (17,2%) Yamane procedura je izvedena kao samostalna hirurška intervencija, pri čemu nije utvrđen njen statistički značajan uticaj na postoperativnu najbolje korigovanu vidnu oštrinu (BCVA) ($B = 0,022$; $p = 0,072$). U većini slučajeva, Yamane tehnika je bila praćena dodatnim hirurškim procedurama, najčešće intervencijama povezanim sa vitrektomijom i pupilloplastikom. Međutim, nijedna od dodatnih procedura nije pokazala statistički značajnu povezanost sa postoperativnom BCVA ($p > 0,05$).

Evakuacija silikonskog ulja pokazala je trend ka lošijim vizuelnim ishodima, iako ova povezanost nije dostigla nivo statističke značajnosti. Intraoperativna primena Yamane stabilizatora, koja je korišćena u 76 slučajeva (87,4%), takođe nije bila značajno povezana sa postoperativnom vidnom oštrinom ($B = 0,086$; $p = 0,211$). Detaljni podaci prikazani su u Tabeli 13.

Tabela 13. Univarijantna regresiona analiza sa postoperativnim BCVA kao zavisnom varijablom i kao nezavisnim prediktorima dodatnim hirurškim procedurama tokom Yamane SFIOL kao nezavisnom varijablama

Varijabla	n (%)	B	p vrednost
Bilo koja vitrektomija	54 (62,1%)	-0,034	0,478
Prednja vitrektomija putem pars plana	17 (19,5%)	-0,060	0,298
Pars plana vitrektomija	23 (26,4%)	-0,022	0,668
Revitrektomija putem pars plana	6 (6,9%)	0,119	0,190
Prednja vitrektomija	8 (9,2%)	-0,020	0,798
Evakuacija silikonskog ulja	3 (3,4%)	-0,214	0,087
Tamponada gasom/vazduhom	12 (13,8%)	-0,001	0,982
Uklanjanje epiretinalne membrane	8 (9,2%)	-0,024	0,764
Pupilloplastika	27 (31,0%)	0,061	0,220
Eksplantacija intraokularnog sočiva	23 (26,4%)	-0,007	0,892
Endofragmentacija sočiva	11 (12,6%)	-0,009	0,893
ICCE	4 (4,6%)	-0,066	0,548

Legenda: n = broj; % = procenat; B = koeficijent univarijantne regresije koji predstavlja procenjenu promenu u BCVA; ICCE = intrakapsularna ekstrakcija katarakte; * = statistička značajnost.

Očna trauma predstavljala je dominantni etiološki faktor koji je doveo do potrebe za bešavnom intrasklernalnom fiksacijom intraokularnog sočiva (IOL), pri čemu su kontuzione povrede oka bile znatno učestalije u odnosu na penetrantne (open-globe) povrede. Dok su penetrantne povrede oka uvek rezultirale afakijom, bez značajnog uticaja na postoperativnu najbolje korigovanu vidnu oštrinu (BCVA) ($B = 0,085$; $p = 0,393$), kontuzione povrede oka bile su povezane sa heterogenim spektrom kliničkih nalaza, uključujući kako afakiju, tako i ektopiju prirodnog sočiva ili intraokularnog sočiva. U univarijantnoj analizi, kontuziona povreda oka identifikovana je kao statistički značajan prediktor postoperativne BCVA (Tabela 12), dok je u multivarijantnom modelu zabeležena samo granična statistička značajnost (Tabela 14).

Varijable uključene u multivarijantni model odabrane su na osnovu kliničke relevantnosti i rezultata univarijantne analize ($p < 0,01$), uz prioritetno razmatranje preoperativnog očnog statusa i potencijalnih konfuznih faktora, kao i uz izbegavanje multikolinearnosti. Kapsularni glaukom je isključen iz analize zbog izražene kolinearnosti sa pseudoeksfolijativnim sindromom, kao i zbog ograničenog broja slučajeva, što bi moglo narušiti stabilnost modela. U redukovanom multivarijantnom modelu, starost ($p = 0,027$), edem makule ($p = 0,035$) i uklanjanje silikonskog ulja ($p = 0,046$) ostali su statistički značajni prediktori postoperativne BCVA, dok je kontuziona očna trauma pokazala graničnu povezanost ($p = 0,089$), a pseudoeksfolijacija nije bila nezavisno značajan prediktor ($p = 0,476$). Varijable uključene u multivarijantni mixed-effect linearni regresioni model i njihov uticaj na postoperativnu najbolje korigovanu vidnu oštrinu (BCVA) prikazane su u Tabeli 14.

Tabela 14. Varijable uključene u multivarijantni *mixed-effect* linearni regresioni model i njihov uticaj na postoperativnu najbolje korigovanu vidnu oštrinu (BCVA)

Variable	B	p value
Starost (godine)	-0,005	0,027*
Kontuziona povreda oka	0,078	0,089
Pseudoeksfolijacija (PEX)	-0,039	0,476
Edem makule	-0,242	0,035*
Uklanjanje silikonskog ulja	-0,237	0,046*

Legenda: B = koeficijent regresije; * = statistička značajnost.

U toku postoperativnog perioda praćenja analizirana je učestalost i vrsta komplikacija nakon hirurškog zahvata. Nisu zabeleženi klinički značajni poremećaji stabilnosti intraokularnog sočiva, poput izraženog nagiba, decentracije ili ekstruzije haptika. Registrovane komplikacije odnosile su se pretežno na kasne retinalne i glaukomske promene, koje su tretirane u skladu sa standardnim kliničkim protokolima. Kao kasne postoperativne komplikacije, ablacija retine zabeležena je u 1 oku (1,1%), pri čemu se razvila 20 meseci nakon operacije, dok je hemoragija u staklastom telu registrovana u 1 oku (1,1%) nakon 16 meseci. Klinički značajan makularni edem uočen je u 3 oka (3,4%), sekundarni glaukom u 5 očiju (5,7%), a hipotonija u 3 oka (3,4%). Pregled učestalosti pojedinačnih postoperativnih komplikacija prikazan je u Tabeli 15.

Tabela 15. Učestalosti pojedinačnih postoperativnih komplikacija

Postoperativne komplikacije	Broj očiju (n)	Procenat (%)
Ablacija retine	1	1.1
Hemoftalmus	1	1.1
Klinički značajan edem makule	3	3.4
Sekundarni glaukom	5	5.7
Hipotonija oka	3	3.4

5 DISKUSIJA

Rezultati ovog istraživanja u skladu su sa savremenim studijama koje pokazuju da bešavna intrasklernalna fiksacija intraokularnog sočiva primenom Yamane tehnike omogućava značajno i dugotrajno poboljšanje vidne oštine kod pacijenata kod kojih postoji potreba za sekundarnom implantacijom intraokularnog sočiva. Kao i u do sada publikovnim studijama i u ovom istraživanju zabeleženo je poboljšanje postoperativne najbolje korigovane vidne oštine (BCVA), ne vezano za kliničku indikaciju (14,126,127), što ukazuje na to da ova hirurška tehnika može obezbediti dobre funkcionalne ishode ne vezano za stanje zbog kojeg je urađena sekundarna implantacija IOL-a.

Yamane tehnika sekundarne implantacije je minimalno invazivna tehnika, kod koje se upotrebljavaju trodelna (engl. *three piece*) intraokularna sočiva koja su široko dostupna. Većina ovih sočiva se može koristiti za ovaj način implantacije. Značajna prednost je da njihova implantacija ne zahteva veći glavni rez na limbusu u odnosu kada bi se ova sočiva ugrađivala u kapsularnu vrećicu, niti pravljenje više od jedne paracenteze. Prečnik igala koji se koristi iznosi 0,30 mm što dodatno potvrđuje minimalnu invazivnost ove tehnike (128).

Metode sklernalne fiksacije zadnjekomornih intraokularnih sočiva (engl. *posterior chamber intraocular lense - PC IOL*) značajno su unapređene tokom poslednjih decenija, počevši od konvencionalnih tehnika sa primenom sutura do razvoja prvih bešavnih metoda fiksacije koje su predložili Gabor i saradnici (106). Zatim je Agarval usavršio dodatno ovu metodu (107). Nedugo zatim jednu od najznačajnijih inovacija predstavlja tehnika intrasklernalne fiksacije sa formiranjem proširenja na krajevima haptika, koju je 2017. godine opisao Yamane (14), a koja je od tada postala jedna od najpopularnijih metoda sekundarne implantacije intraokularnih sočiva u situacijama kada ne postoji adekvatna kapsularna podrška.

Izbor optimalne metode sekundarne implantacije intraokularnog sočiva kod pacijenata bez adekvatne kapsularne podrške u velikoj meri zavisi od iskustva hirurga, kao i od individualnih hirurških preferencija. Značajan broj vitreoretinalnih hirurga preferira izvođenje kompletne pars plana vitrektomije, nakon čega sledi implantacija sklernalno fiksiranog intraokularnog sočiva, umesto implantacije sočiva u prednju očnu komoru. Hirurzi prednjeg segmenta oka sklernalnoj fiksaciji priskontuzionaju nakon izvršene prednje vitrektomije. Ovakav pristup zasniva se na stanovištu da sklernalno fiksirana intraokularna sočiva obezbeđuju povoljniji bezbednosni profil oka u poređenju sa sočivima implantiranim u prednju očnu komoru ili onima fiksiranim za dužicu, kao što su iris-claw ili iris-sutured intraokularna sočiva. Dodatna prednost sklernalne fiksacije ogleda se u činjenici da se intraokularno sočivo postavlja u predeo cilijarnog sulkusa, čime se postiže položaj bliži prirodnoj anatomskoj lokalizaciji kristalnog sočiva ili poziciji IOL-a u kapsularnoj vrećici. Takav položaj implantata smatra se povoljnijim jer može smanjiti potencijalni rizik od oštećenja endotela rožnjače, kao i od neželjenih interakcija sa strukturama dužice, što doprinosi očuvanju stabilnosti prednjeg segmenta oka i dugoročnijoj sigurnosti implantacije.

Metoda koju su opisali Yamane i saradnici (14) pokazala je određene prednosti u odnosu na ranije razvijene tehnike sklernalne fiksacije intraokularnog sočiva, kao što su metode koje su predstavili Gabor (106) i Agarval (107) i značajne prednosti u odnosu na tehnike u kojima se koriste suture za sklernalnu fiksaciju IOL-a. Za razliku od navedenih priskontuzionata, Yamane tehnika ne zahteva formiranje intrasklernalnih džepova ili flapova, primenu adhezivnih materijala poput fibrinskog lepka, niti disekciju konjunktive, čime se značajno pojednostavljuje hirurška procedura i smanjuje njena invazivnost. Ovakav pristup doprinosi kraćem trajanju operacije i potencijalno manjem operativnom stresu za tkiva oka. Dodatno, kao jedna od važnih prednosti ove tehnike navodi se i smanjen rizik od postoperativne hipotonije, što se dovodi u vezu sa primenom igala manjeg dijametra, kao što su 27G i 30G, kojima se omogućava pravljenje manjih sklernalnih tunela, diskretno širih od samog prečnika haptika.

Različite hirurške metode sekundarnih implantacija IOL-a razvijene su tokom poslednjih decenija za rešavanje afakije, subluksacije i luksacije sočiva. Ove metode uključuju implantaciju intraokularnog sočiva u prednju očnu komoru (129,130), zatim skleralnu fiksaciju intraokularnog sočiva uz primenu sutura (94,131,132), kao i različite tehnike intraskleralne fiksacije bez šavova (106), koristi se i prepupilarna i retropupilarna implantacija iris-claw intraokularnog sočiva (133).

Iako svaka od ovih tehnika ima svoje prednosti i nedostatke, skleralno fiksirana intraokularna sočiva se u poslednje vreme često smatraju preferiranom metodom zbog dokazane dugoročne stabilnosti i niskom učestalošću pojave komplikacija sa protokom vremena prema dosadašnjem praćenju (134).

Bešavne metode skleralne fiksacije privukle su značajnu pažnju zbog smanjenja komplikacija povezanih sa suturama, veće tehničke jednostavnosti i povoljnih funkcionalnih rezultata. Ipak, intraskleralna fiksacija intraokularnih sočiva nosi određene tehničke izazove, kao što su otežano formiranje skleralnih tunela i precizno određivanje mesta i udaljenosti punkcije, što može dovesti do nestabilne fiksacije haptika i njihove asimetrije, a posledično i do kasnijeg nagiba ili decentracije intraokularnog sočiva (13,135).

Tehnike fiksacije pomoću sutura imaju određene prednosti, kao što su dobra prilagodljivost anatomiji oka, širok spektar indikacija i dokazana efikasnost. Međutim, one mogu biti povezane sa kasnim komplikacijama, uključujući eroziju ili degradaciju sutura i čvorova, njihovo popuštanje, kao i posledičnu dislokaciju ili nagib - tilt intraokularnog sočiva (136).

Ove komplikacije posebno su značajne kod pedijatrijske populacije, s obzirom na duži očekivani životni vek, nastavak rasta oka i povećan rizik od očnih trauma (137).

Kako bi se smanjila verovatnoća pucanja sutura, u praksi se sve češće koriste deblji konci, a studije su pokazale da transskleralna fiksacija intraokularnog sočiva pomoću polipropilenskih sutura kalibra 9-0 ili 8-0, kao i Gore-Tex suture, predstavlja bezbednu i efikasnu metodu za poboljšanje vidne funkcije pacijenata (138,139).

U poređenju sa tehnikama koje koriste fiksaciju suturama, bešavne metode intraskleralne fiksacije mogu biti tehnički jednostavnije, kao što je pokazano u prethodno opisanim tehnikama od strane Šariota, Agarvala i Yamanea (14,107,117).

Pregledom dostupne literature, skleralna fiksacija IOL-a tehnikom Yamane se koristi kod svih starosnih kategorija. U retrospektivnoj studiji koju su sveli Shelke i saradnici (140), prosečna starost pacijenata iznosila je $43,76 \pm 16,23$ godine, uz dominaciju muškog pola (74%). Najčešće indikacije za operativno lečenje bile su afakija nakon komplikovane operacije katarakte i trauma oka. Pored toga, značajan deo pacijenata karakterisale su kompleksnije kliničke prezentacije, uključujući dislokaciju ili subluksaciju prirodnog sočiva ili intraokularnog sočiva, kao i prisustvo pridruženih očnih i sistemskih stanja, poput Marfan i pseudoeksfolijativnog sindroma.

U studiji Agarvala i saradnika, prosečna starost iznosila je $50,63 \pm 15,75$ godina, kod 30 muškaraca i 23 pacijentkinje ženskog pola, dok su najčešće indikacije bile afakija i subluksacija sočiva (107). Šariot i saradnici su objavile rezultate studije u kojoj je prosečna starost pacijenata iznosila 64 godine (raspon 15-87), sa blagom predominacijom muškaraca (33/30), dok su kao indikacije naveli afakiju, malpoziciju sočiva, traumatu, PEX, Marfan sindrom i ruptura kapsule tokom fakoemulzifikacije (117). U studiji Yamane i saradnika prosečna starost iznosila je $68,3 \pm 12,7$ godina uz izraženiju dominaciju pacijenata muškog pola (68 prema 29). Indikacije su bile dislociran IOL kao najčešća indikacija, afakija i subluksacija sočiva (14).

U studiji Sahin Vural i saradnika, kod kojih je analizirano 30 očiju dominantno sa afakijom, prosečna starost pacijenata iznosila je $64,17 \pm 14,69$ godina (127).

U studiji koja je obuhvatila 207 očiju (141), analizirane su demografske i kliničke karakteristike pacijenata podvrgnutih Yamane tehnici, pri čemu je prosečna starost iznosila $66,4 \pm 17,3$ godine, sa znatno većim procetnom pacijenata muškog pola (65,2%).

Pacijenti koji su obuhvaćeni ovim istraživanjem su imali prosečnu starosnu dob ($68,44 \pm 11,41$ godina), sa dominacijom muškog pola (70.6%), što je u skladu sa navedenim studijama.

Ukoliko se posmatra funkcionalni ishod brojne studije pokazuju funkcionalno poboljšanje postoperativne vidne oštine. Tako je u studiji Fana i saradnika (142) saopšteno značajno poboljšanje postoperativne vidne oštine, sa logMAR 1,14 na logMAR 0,54. Kod pacijenata kod kojih nije postojala preoperativna trauma oka, zabeleženo je još značajnije poboljšanje, sa logMAR 0,68 na logMAR 0,25. Sferni ekvivalent smanjen je sa 2,46 dioptrija na 0,50 dioptrija, što nije bilo statistički značajno, dok je astigmatizam pokazao blago povećanje sa 1,09 na 1,31 dioptriju.

U studiji koju su sprovedi Visioli i saradnici (143), koja je obuhvatila 59 očiju sa različitim oblicima insuficijentne kapsularne potpore, analizirani su funkcionalni i anatomske ishodi nakon primene Yamane tehnike. Istovremeno, u sve tri grupe pacijenata sa afakijom, subluksacijom IOL-a i dislokacijom IOL-a, zabeleženo je značajno poboljšanje najbolje korigovane vidne oštine, sa vrednosti od 0,7–1 logMAR preoperativno na 0,1–0,2 logMAR postoperativno, što potvrđuje visok funkcionalni uspeh ove tehnike.

Retrospektivna klinička studija koju su publikovali Muth i saradnici (144), prikazala je rezultate analize podataka iz medicinske dokumentacije 51 pacijenta, odnosno ukupno 55 očiju kod kojih je izvedena skleralna fiksacija intraokularnog sočiva različitim tehnikama. Preoperativno i u periodu od 3 do 12 meseci nakon operacije praćeni su i međusobno upoređivani različiti klinički i refraktivni parametri, uključujući najbolje korigovanu vidnu oštrinu (BCVA), manifestnu refrakciju, parametre tomografije rožnjače sa naglaskom na centralnu debljinu rožnjače (CCT), biometrijske karakteristike oka, centralnu debljinu makule (CMT) određenu optičkom koherentnom tomografijom (OCT), intraokularni pritisak (IOP), kao i tip i dioptrijsku jačinu implantiranog intraokularnog sočiva. U posmatranoj grupi intraskleralna fiksacija intraokularnog sočiva izvedena je pomoću Gore-Tex sutura kod 14 očiju (25,5%), Prolene sutura kod 19 očiju (34,5%), dok je Yamane tehnika primenjena kod 22 oka (40,0%). Tokom perioda praćenja refiksacija sočiva bila je potrebna kod dva oka u Gore-Tex grupi (14,3%), tri oka u Prolene grupi (15,8%) i jednog oka u Yamane grupi (4,5%).

U pomenutoj studiji (144) pokazano je statistički značajno poboljšanje najbolje korigovane vidne oštine u ukupnoj ispitivanoj populaciji, kao i u podgrupi operisanoj Yamane tehnikom, dok u podgrupama u kojima su primenjene Gore-Tex i Prolene tehnike nije utvrđena značajna razlika u odnosu na preoperativne vrednosti. Između posmatranih grupa nisu zabeležene statistički značajne razlike u vrednostima intraokularnog pritiska, centralne debljine makule i centralne debljine rožnjače, a tokom operativnog zahvata i u periodu postoperativnog praćenja nisu registrovane retinalne komplikacije. Sve analizirane tehnike skleralne fiksacije intraokularnih sočiva dovele su do vizuelne rehabilitacije nakon operacije. Ipak, u grupi koja je operisana Yamane tehnikom utvrđen je bolji funkcionalni ishod vidne oštine, uz najniži broj reoperacija kao i kraće vreme koje je bilo potrebno za operativno lečenje (144).

U studiji Vanga i saradnika kao dominantni uzrok afakije je navedena posttraumatska dislokacija sočiva i njegova naknadna ekstrakcija. I u ovoj studiji rezultati su pokazali značajno poboljšanje vidne oštine (sa 0,89 na 0,39 logMAR) kod 91,7% pacijenata (145).

Značajno poboljšanje BCVA sa prosečne od 0,25 logMAR preoperativno na 0,04 logMAR nakon 36 meseci postoperativno kod 100 očiju u Yamane seriji, ukazalo je na dugotrajno poboljšanje vidne oštine kod ove grupe pacijenata (14).

Kod 87 očiju pacijenata obuhvaćenih ovim istraživanjem (146), prosečna preoperativna BCVA analiziranih očiju iznosila je $0,29 \pm 0,31$ (medijana = 0,20; raspon 0,001–1,0) dok je prosečna postoperativna BCVA iznosila $0,81 \pm 0,25$ (medijana = 0,90; raspon 0,2–1,0). Prosečna jačina u dioptrijama sfere (Dsph) preoperativne BCVA je iznosila $5,24 \pm 5,48$, (medijana = 0,00 ; raspon 0,0–14 Dsph) dok je prosečna jačina u dioptrijama sfere (Dsph) postoperativna BCVA je iznosila $0,017 \pm 0,618$, pri čemu je medijana iznosila 0,00 (raspon: -2,50 - 1,50 Dsph). Univarijantna regresiona analiza pokazala je da je starost jedini statistički značajan demografski prediktor postoperativne BCVA ($B = -0,006$; $p = 0,002$), pri čemu je starija životna dob bila povezana sa lošijim vizuelnim ishodom. Pol ($p = 0,724$), lateralnost oka ($p = 0,255$) i godina sprovedene operacije ($p = 0,670$) nisu bili statistički značajni prediktori postoperativne najbolje korigovane vidne oštine (BCVA). Ovo nije u skladu sa rezultatom Visioli i autora (143) kod kojih starost nije bila relevantan prediktor. U njihovoj studiji jedini nezavisni prediktor poboljšanja vidne oštine nakon 12 meseci je bila preoperativna BCVA.

Dobijeni rezultati kod pacijenata obuhvaćenih ovim istraživanjem u skladu su sa nalazima iz originalnog rada sa dve igle tankog zida i proširenjem na distalnom kraju haptika koji su predstavili Yamane i saradnici (14), kao i drugim studijama kod kojih je zabeleženo funkcionalno poboljšanje vidne oštine.

Savremena istraživanja koja se bave analizom tehničkih aspekata Yamane tehnike, uključujući karakteristike dizajna intraokularnog sočiva, kao i različite intraoperativne modifikacije same procedure, dosledno ukazuju na visok stepen anatomske stabilnosti implantata i zadovoljavajuću refraktivnu preciznost nakon operacije. Ovim se potvrđuje da pravilno izvođenje tehnike omogućava pouzdanu poziciju intraokularnog sočiva. U skladu sa tim rezultatima, i u ovom istraživanju dodatne hirurške procedure, kao ni dioptrijska jačina implantiranog intraokularnog sočiva, nisu pokazale statistički značajan uticaj na postoperativnu najbolje korigovanu vidnu oštrinu. Takođe, način uklanjanja staklastog tela, odnosno izbor između prednje vitrektomije i pars plana vitrektomije, nije imao značajan uticaj na konačni vizuelni ishod, što je u saglasnosti sa nalazima publikovanih studija (147,148). Veoma je važno naglasiti da, u slučajevima kada je bilo moguće uraditi kombinovanu hirurgiju koja podrazumeva vitrektomiju i sekundarnu implantaciju IOL-a, prednost je da se u jednom aktu završi lečenje čime nisu potrebne dodatne operacije.

Prediktori postoperativne vidne oštine: na osnovu ovog istraživanja, postoperativni vizuelni ishod pre svega zavisi od faktora koji su vezani za stanje retine, dok sama indikacija za sekundarnu implantaciju ima manji uticaj na konačni funkcionalni rezultat. Kao što je ranije pomenuto, kada je reč o preoperativnim demografskim faktorima, u ovom istraživanju izdvojila se starost pacijenata kao nezavisni negativni prediktori postoperativne vidne oštine.

Kao sa do sada objavljenim rezultatima u brojnim studijama koje se bave sekundarno implantacijom sočiva nastalog kao posledica traumatskih povreda oka, ovim istraživanjem od preoperativnih faktora rizika, kontuziona povreda oka je imala statistički značajnu korelaciju sa postoperativnom vidnom oštrinom. Ostali faktora rizika koji su se, na osnovu univarijantne analize, pokazali kao statistički značajni prediktori postoperativnog BCVA bili su pseudoeksfolijativni sindrom, kapsularni glaukom i edem makule (146). Unapređenjem hirurških tehnika sekundarne implantacije sočiva omogućeno je efikasnije lečenje poremećaja pozicije sočiva nakon traume oka. Napredak u oblasti hirurgije očne traume tokom poslednjih godina značajno je doprineo boljem razumevanju patofizioloških mehanizama koji dovode do gubitka vida nakon povrede oka. Istovremeno, ovaj razvoj omogućio je unapređenje hirurških tehnika i instrumenata koji se primenjuju u vitreoretinalnoj hirurgiji, kao i u postupcima implantacije intraokularnih sočiva. Skleralna fiksacija IOL-a tehnikom Yamane je efikasna i kod pacijenata sa oštećenjem ili parcijalnim nedostatkom dužice kod koje je fiksacija nezavisna od anatomske stanja dužice (149–151). U tom kontekstu, Yamane tehnika se, zahvaljujući svojoj stabilnosti i minimalno invazivnom priskontuzionu, nametnula kao pouzdano rešenje u situacijama kada ne postoji adekvatna kapsularna podrška za

standardnu implantaciju intraokularnog sočiva. Tokom vremena opisane su i različite modifikacije ove procedure, sa ciljem dodatnog unapređenja tehničkih aspekata i bezbednosti same intervencije (152,153). Međutim, važno je naglasiti da većina do sada objavljenih studija obuhvata heterogene populacije pacijenata sa različitim očnim komorbiditetima, uključujući traumatske povrede oka, ablaciju retine i druge komplikacije.

Otvorena povreda očne jabučice u ovom istraživanju, nije bila povezana sa lošijim postoperativnim BCVA, dodatno naglašavajući značaj da su promene na retini uzrok lošeg vida i da njihovo prisustvo predstavlja veoma bitan i ključni prediktor postoperativne vidne oštine (146).

Međutim, nakon multivarijantne analize ova značajnost je oslabila, što ukazuje da prateća patologija retine, a ne sam traumatski mehanizam, ima ključnu ulogu u finalnoj vidnoj oštini. Kontuziona povreda oka koja se pokazala kao pozitivan prediktor vidne oštine u univarijantnoj analizi, može se objasniti time, da najveći broj pacijenata sem patoloških promena sa malpozicijom prirodnog sočiva ili IOL-a nije imao druge prateće komplikacije na očnom dnu ili drugim strukturama oka koji su značajni za adekvatnu funkciju vizuelnog sistema.

Pored toga, prethodno uklanjanje silikonskog ulja takođe je bilo povezano sa lošijim postoperativnim vizuelnim ishodom. U redukovanom multivarijantnom mixed-effect linearnom regresionom modelu, starost, edem makule i uklanjanje silikonskog ulja ostali su statistički značajni nezavisni prediktori postoperativne BCVA, dok je kontuziona povreda oka pokazala graničnu statističku značajnost. Pseudoeksfolijacija, neočekivano, nije bila nezavisno značajan prediktor. Kapsularni glaukom je isključen iz multivarijantnog modela zbog kolinearnosti sa pseudoeksfolijativnim sindromom i ograničenog broja slučajeva. Studija Novomiska i saradnika (154), je obuhvatila 30 pacijenata sa afakijom nakon traume oka kod kojih je rađena prednja i pars plana vitrektomija, kod njih je poboljšanje vidne oštine postignuto kod obe grupe, međutim nakon 3 meseca praćenja vidna oština bila je značajno lošija kod pacijenata kod kojih je rađena pars plana vitrektomija. Ovde je uočeno da prisustvo silikonskog ulja predstavlja negativni prognostički faktor, što je u saglasnosti sa rezultatima ovog istraživanja. Sve ovo pokazuje da su posledice i patološke promene na retini glavni uzročnici lošijeg vidnog ishoda. Ovakva povezanost se najverovatnije ne može pripisati hirurškoj tehnici uklanjanja ulja, već ukazuje na složenost i težinu osnovne vitreoretinalne patologije koja je dovela do potrebe za njegovom primenom.

Za razliku od ranijih istraživanja koja su se primarno fokusirala na anatomske i refraktivne rezultate nakon primene Yamane tehnike, ovo istraživanje stavlja poseban akcenat na identifikaciju klinički značajnih prediktora koji utiču na funkcionalni oporavak vida. Dobijeni rezultati ukazuju na to da je postoperativna najbolje korigovana vidna oština u najvećoj meri određena stanjem retine i starošću pacijenta, dok sama indikacija za operaciju, kao i tehničke varijacije procedure, imaju manji uticaj na konačni funkcionalni ishod. Ovi nalazi imaju značajnu kliničku vrednost, jer pružaju korisne prognostičke informacije koje mogu biti od pomoći u preoperativnom savetovanju pacijenata, kao i u adekvatnom izboru kandidata za intraskleralnu fiksaciju intraokularnog sočiva primenom Yamane tehnike.

Rezultati prethodnih studija dosledno ukazuju na to da primena Yamane tehnike predstavlja efikasan i bezbedan metod za sekundarnu implantaciju intraokularnog sočiva kod pacijenata sa posttraumatskom afakijom. U ovoj studiji, pre sekundarne implantacije intraokularnog sočiva (IOL), određeni broj pacijenata je imao i prethodne hirurške intervencije i očne komplikacije, uključujući ablaciju retine (8,0%) i intrakapsularnu ekstrakciju prirodnog sočiva (3,4%). Pars plana vitrektomija (PPV) prethodno je izvedena kod 36,8% pacijenata, dok je prednja vitrektomija sprovedena kod 21 pacijenta (24,1%). Prisustvo silikonskog ulja u oku pre sekundarne implantacije IOL zabeleženo je kod 14 pacijenata (16,1%). Ovakva heterogenost može značajno uticati na varijabilnost postoperativnih vizuelnih ishoda, posebno u pogledu postoperativne vidne oštine što je bilo i poznato

iz do sada objavljenih studija (123,125). Čondri i saradnici (155) sprovedi su studiju, u kojoj su urađene analize kod pacijenata sa zatvorenim povredama, subluksacijom i luksacijom sočiva koji su kao dodatne indikacije imali ablaciju retine, hemoftalmus i sekundarni glaukom. Kod navedenih slučajeva primenjena je kombinovana hirurgija na prednjem i zadnjem segmentu oka, pod kojom je podrazumevana pars plana lenwsektomija, pars plana vitrektomija i skleralna fiksacija intraokularnog sočiva, pri čemu je u 79% očiju postignuto poboljšanje u vidnoj oštini (155).

U pogledu preoperativnog statusa sočiva, u studiji koja je obuhvatila 207 pacijenata (141) dominirala je dislokacija intraokularnog sočiva (57,5%), zatim subluksacija prirodnog sočiva (23,2%) i afakija (19,3%), što je u skladu sa našim nalazima, gde su kao najčešće indikacije takođe zabeležene afakija i ektopija sočiva. Slično tome, etiološki faktori u obe studije ukazuju na heterogenu populaciju pacijenata, pri čemu su najčešći uzroci bili nepoznata etiologija, pseudoeksfolijacija i komplikacije tokom operacije katarakte.

Takođe, Sindal i saradnici (156), pokazali su da su rezultati sa suturama i bešavne intraskleralne fiksacije intraokularnog sočiva uporedivi kod pacijenata sa afakijom nastalom posle operacije katarakte i posle traume. Jedna od poznatih bešavnih tehnika je i Agarvalova metoda tzv. „glued IOL“, kod koje se haptici intraokularnog sočiva eksternalizuju ispod skleralnog flapa i fiksiraju pomoću fibrinskog lepka (107,157). Međutim, ove tehnike i dalje zahtevaju disekciju konjunktive i precizno formiranje flapova. U cilju prevazilaženja ovih ograničenja, Yamane je opisao transkonjunktivalnu intraskleralnu fiksaciju intraokularnog sočiva primenom tehnike sa dve igle sa proširenjima na distalnim delovima haptika, pri čemu se haptici trodelnog intraokularnog sočiva eksternalizuju pomoću tankozidne igle kalibra 30G, a zatim se kauterizacijom formira vrh koji omogućava stabilnu intraskleralnu fiksaciju bez klizanja (14). Jednostavnost izvođenja i odsustvo potrebe za skleralnim flapovima, suturama ili fibrinskim lepkom doprineli su širokoj primeni ove tehnike u savremenoj oftalmološkoj hirurgiji. Ova tehnika ne samo što je pokazala minimalnu invazivnost, ona se pokazala kao i dugoročno pouzdana. Ono što predstavlja najveću prednost jeste mogućnost njene primene u različitim kliničkim situacijama, što je dokazano i u ovom istraživanju kod koje smo imali različitu etiologiju afakija i ektopija sočiva.

U komparativnoj studiji koja je analizirala implantaciju skleralno fiksiranih intraokularnih sočiva primenom tehnike sa šavovima i tehnike tzv. „glued IOL“ sa fibrinskim lepkom, Ganekal i saradnici (158) obuhvatili su ukupno 50 pacijenata sa periodom praćenja od šest meseci. Kod većine ispitanika afakija je bila posledica prethodno izvedene operacije katarakte, dok je manji broj slučajeva bio povezan sa drugim uzrocima gubitka kapsularne podrške. Analiza rezultata pokazala je da su funkcionalni vizuelni ishodi nakon operacije bili uporedivi između dve posmatrane grupe pacijenata. Drugim rečima, izbor hirurške tehnike nije imao značajan uticaj na konačnu postoperativnu vidnu oštrinu. Ipak, autori su uočili da je u grupi pacijenata kod kojih je intraokularno sočivo bilo fiksirano uz primenu šavova zabeležena nešto veća učestalost pojedinih postoperativnih komplikacija, među kojima su najčešće bile inflamatorne reakcije i povišen intraokularni pritisak.

Najveću seriju slučajeva su objavili Lyle i Jin (159) i obuhvatila je ukupno 348 slučajeva sekundarne implantacije intraokularnog sočiva. Istraživanje je obuhvatilo poređenje ishoda kod 234 oka u koja su implantirana prednjekomorna intraokularna sočiva (AC-IOL) i 114 očiju u kojima su korišćena zadnjekomorna sočiva (PC-IOL). Prosečno trajanje postoperativnog praćenja iznosilo je 19,5 meseci, uz raspon od 2 do 77 meseci. Rezultati su pokazali da nije postojala statistički značajna razlika u vidnoj oštini između posmatranih grupa, kako u preoperativnom periodu, tako ni nakon operativnog zahvata. Nakon operacije, kod približno 83% očiju postignuta je vidna oština od 20/40 ili bolja. Kada su analizirane samo oči bez prethodno postojećih patoloških promena, ovaj nivo vidne funkcije zabeležen je kod 93% očiju sa prednjekomornim sočivima i kod 91% očiju sa zadnjekomornim sočivima. Takođe, učestalost postoperativnih komplikacija nije se značajno razlikovala između ispitivanih grupa. Na osnovu dobijenih rezultata autori zaključuju da implantacija jednodelnih fleksibilnih prednjekomornih sočiva sa otvorenim petljama ne predstavlja veći rizik u

odnosu na implantaciju zadnjekomornih sočiva u pogledu funkcionalnog ishoda sekundarne implantacije. Istovremeno, naglašava se značaj detaljne preoperativne procene stanja na prednjem segmentu oka (rožnjače), kao i na zadnjem segmentu oka (retine i staklastog tela), koja omogućava izbor najadekvatnijeg tipa intraokularnog sočiva za svakog pacijenta.

U pomenutoj studiji (159) su takođe poređene dve različite metode sekundarne implantacije intraokularnog sočiva kod pacijenata bez adekvatne kapsularne podrške: primena fleksibilnih intraokularnih sočiva sa otvorenim haptikom implantiranih u prednju očnu komoru u odnosu na šavovima skleralno fiksirana intraokularna sočiva. Analiza dobijenih rezultata pokazala je da je incidencija dekompenzacije rožnjače bila nešto veća kod pacijenata kod kojih su intraokularna sočiva implantirana u prednju očnu komoru (3,5%) u poređenju sa pacijentima kod kojih je primenjena skleralna fiksacija sočiva (0,9%). Iako uočena razlika nije dostigla statističku značajnost, ovi rezultati ukazuju na određene razlike u bezbednosnom profilu navedenih hirurških priskontuziona. Istovremeno, nalazi studije sugerišu da obe metode mogu obezbediti zadovoljavajuće funkcionalne i anatomske rezultate, ali da prilikom izbora odgovarajuće tehnike treba uzeti u obzir potencijalne komplikacije povezane sa svakim od priskontuziona.

Jedna od najinteresantnijih studija koja sa bavi ovom problematikom je ona koju je objavio Monestam (45). Njome je obuhvaćeno 800 pacijenata koji su operisani zbog katarakte u periodu 1997–1998. godine. Dvadeset godina kasnije, u kontrolnom praćenju učestvovalo je 100 od 133 preživelih pacijenata (75%). Tom prilikom obavljen je oftalmološki pregled koji je obuhvatao procenu pseudofakodoneze i dislokacije IOL, dok su medicinski kartoni svih uključenih pacijenata sa početnog pregleda detaljno analizirani. Dvadeset godina nakon primarne operacije katarakte, 10 od ukupno 800 pacijenata (1,2%) zahtevalo je operativni zahvat zbog dislokacije sočiva. Pre operacije katarakte 39% pacijenata imalo je pseudoeksfolijativni sindrom. Prosečno vreme od operacije katarakte do rešavanja dislokacije IOL-a je bilo 12 godina i 6 meseci. Kumulativna incidencija tokom 20 godina iznosila je 6% kod pacijenata sa PEX i 2% kod pacijenata bez PEX u vreme operacije. Prosečna starost u trenutku operacije katarakte kod deset pacijenata kod kojih je došlo do dislokacije iznosila je 68,3 godine (raspon 58–80 godina). Dvadeset godina nakon operacije, 5 od 98 pacijenata (5%) imalo je umerenu ili izraženu pseudofakodonezu.

Uvođenjem Yamane tehnike 2017. godine unapređena je stabilnost implantacije zahvaljujući boljem zatvaranju skleralnih tunela i smanjenju rizika od komplikacija. Ipak, tokom izvođenja procedure neophodno je obratiti pažnju da se haptici intraokularnog sočiva u potpunosti uvuku u skleralni tunel kako bi se izbegle postoperativne komplikacije, kao što su hipotonija ili prolaps haptika kroz konjunktivu. Pojedine modifikacije Yamane tehnike imaju za cilj da olakšaju izvođenje zahvata, smanje oštećenje tkiva i dodatno povećaju stabilnost i bezbednost implantacije. Poboljšane varijante ove metode, poput tehnika koje je opisao Ukar u dva publikovana rada (160,161) uključujući olakšanu eksternalizaciju zadnjeg haptika, pokazale su brojne prednosti, kao što su mali hirurški rezovi, brži postoperativni oporavak, manji broj komplikacija, simetrična fiksacija haptika i precizno pozicioniranje optičkog dela sočiva. Uprkos tome, dostupne studije o unapređenim varijantama Yamane tehnike još uvek su ograničene malim brojem ispitanika i relativno kratkim periodom praćenja, što otežava direktno poređenje bezbednosnog profila različitih priskontuziona. Zbog toga su potrebna obimnija multicentrična istraživanja koja bi omogućila preciznije smernice za kliničku primenu, posebno u pogledu izbora tipa intraokularnog sočiva kod pacijenata sa dislokacijom IOL.

Pregled dostupne literature ukazuje na postojanje velikog broja različitih hirurških priskontuziona, pri čemu nijedna pojedinačna tehnika nije pokazala jasnu superiornost u odnosu na ostale, a prednosti i ograničenja razlikuju se u zavisnosti od primenjene metode. Kao najčešće komplikacije povezane sa pojedinim tehnikama navode se prolazni ili trajni edem rožnjače i uveitis kod prednjekomornih intraokularnih sočiva, deformacija zenice kod sočiva fiksiranih za dužicu, kao i pucanje ili ekspozicija sutura i hemoftalmuskod skleralno fiksiranih sočiva (72).

U ovoj studiji koja je obuhvatila 87 očiju, komplikacije su klasifikovane kao rane, nastale u prvih 3 meseca od operacije, i kasne, koje su se javile nakon tog perioda. Od ranih komplikacija javili su se: klinički značajan edem makule kod 3 oka (3,4%), sekundarni glaukom kod 5 očiju (5,7%) i hipotonija kod 3 oka (3,4%). Kao kasne postoperativne komplikacije zabeleženi su: ablacija retine kod jednog oka (1,1%), do koje je došlo 20 meseci nakon operacije, i hemoftalmus kod jednog oka (1,1%), koji se javio 16 meseci posle operacije. Tokom celokupnog perioda praćenja nisu registrovani problemi vezani za IOL, poput decentracije, ekspozicije haptika ili izraženog tilta. Svakako, stabilnost intraokularnog sočiva predstavlja imperativ nakon sekundarne implantacije sočiva.

Ovim istraživanjem je pokazano da tokom celog perioda praćenja (opseg od 12 do 66 meseci), nisu zabeleženi klinički značajni slučajevi nagiba (tilta), decentracije niti ekspozicije haptika IOL-a. Ovaj nalaz je u skladu sa savremenim istraživanjima koja analiziraju tehničke aspekte Yamane tehnike i dosledno ukazuju na visok stepen anatomske stabilnosti implantata (13,14,127).

Elsali i saradnici (162) ukazuju na određene sličnosti, ali i razlike u spektru i učestalosti postoperativnih komplikacija nakon sekundarne implantacije intraokularnog sočiva. U većini slučajeva nije bilo postoperativnih komplikacija (65%), dok su najčešće registrovane bile decentracija intraokularnog sočiva (12,5%) i hemoftalmus (7,5%), uz ređu pojavu nagiba sočiva, njegove dislokacije i ablacije retine (po 5%).

Ipak, u literaturi su opisani faktori koji mogu doprineti nestabilnosti sočiva. Do dislokacije IOL-a može doći usled nedovoljnog formiranja "završetka" ili nepravilnog položaja intrasklernalnog tunela tokom operacije (163). Ovi tehnički faktori mogu dovesti do nestabilnosti implantata i njegovog pomeranja u postoperativnom periodu. Kao potencijalni predisponirajući faktor posebno se ističe veći prečnik rožnjače (72). Određene komplikacije, poput nagiba intraokularnog sočiva ili decentracije, češće se dovode u vezu sa tehnikama intrasklernalne fiksacije, naročito ukoliko sklernalni tuneli nisu postavljeni pod odgovarajućim međusobnim uglom od 180° ili ukoliko se razlikuju po dužini, pravcu ili dubini (135,164).

Za razliku od navedene studije, u ovom istraživanju nije zabeležena pojava komplikacija u vidu nestabilnosti sočiva, što može ukazivati na pravi izbor hirurške tehnike, iskustvo hirurga, ali svakako ne karakteristikama ispitivane populacije jer je ona ista kao u do sada publikovanim studijama

Uprkos uočenim razlikama, Yamane tehnika predstavlja efikasan i bezbedan metod sekundarne implantacije intraokularnog sočiva, uz relativno nizak rizik od ozbiljnih komplikacija (162).

U originalnoj studiji Yamane i saradnika (14), pomeranje intraokularnog sočiva put napred zabeleženo je kod 3% pacijenata, dok u našoj seriji ovakav nalaz nije registrovan.

Iako su ovakve komplikacije retke, u literaturi su opisani i pojedinačni slučajevi spontanog odvajanja haptika od optičkog dela trodelnih intraokularnih sočiva. Smatra se da ovakvi događaji mogu biti posledica različitih faktora, uključujući tehničke karakteristike sočiva i neadekvatnu stabilnost implantata unutar oka (165–170). Treba istaći da u ovom istraživanju nije registrovan ovakav slučaj, ali je tokom manipulacije hapticima i optičkim delom intraokularnog sočiva dosledno primenjivan visok stepen obazrivosti. Rotacija haptika u optičkom delu može dovesti do odvajanja haptika kao i uzrokovati neželjeno rotiranje optičkog dela. Kao preventivna mera moguće je primeniti laserkoagulaciju haptika u delu njegovog ulaska u optik, što dovodi do proširenja haptika u ovom proksimalnom delu, čime se ujedno obezbeđuje stabilnost na ovom spoju (164). Takođe, kod pacijenata obuhvaćenim ovim istraživanjem tokom operacije ili perioda praćenja nije zabeleženo odvajanje haptika od optičkog dela. Svakako, pretpostavka je da različita trodelna sočiva nemaju istu otpornost na moguće odvajanje i rotiranje haptika u optičkom delu.

Postoperativna hipotonija, definisana je kao intraokularni pritisak manji od 6 mmHg, javila se kao rana komplikacija kod 3 oka (3,4%) u ovoj studiji. U pojedinim studijama zabeležena je učestalost postoperativne hipotonije koja je varirala od niskih vrednosti 2% (156), dok su Abbey i saradnici (171) zabeležili višu stopu od 13,3%, a Czajka i saradnici (72) čak 19,4%. Ovakve razlike u učestalosti mogu ukazivati na varijabilnost u tehničkim aspektima izvođenja procedure ili u karakteristikama ispitivane grupe.

U originalnom radu Yamana i saradnika (14) hipotonija je zabeležena kod 2% pacijenata, što je slično dobijenim rezultatima u ovoj studiji. Važno je naglasiti da smanjen rizik od postoperativne hipotonije predstavlja jednu od značajnih prednosti Yamane tehnike u odnosu na starije metode skleralne fiksacije, a jedan od razloga može biti primena igala manjeg prečnika (27G i 30G). Kod pacijenata obuhvaćenih ovim istraživanjem je došlo do relativno manje incidencije postoperativne hipotonije tokom izvođenja skleralne fiksacije IOL-a, verovatno zbog toga što se radi o takozvanoj "single surgeon" studiji. To je stoga što hirurški koji je obavljao operacije ima lični stav da se haptici intraokularnog sočiva u potpunosti uvuku u skleralni tunel kako bi se izbegle postoperativne komplikacije poput hipotonije ili ekspozicije haptika iznad konjunktive.

U studiji Shelke i saradnika (140), hipotonija je zabeležena kao rana komplikacija kod 1 (2%) pacijenta sa ciklodijalizom. Razlike u učestalosti hipotonije kao komplikacije između studija mogu se dodatno objasniti heterogenošću populacija, prisustvom preoperativnih očnih komorbiditeta i varijacijama u dužini perioda praćenja. Na ovu vrstu komplikacije bi trebalo posebno obratiti pažnju kao i na predisponirajuće faktore koji do nje mogu dovesti.

Povišen intraokularni pritisak u vidu sekundarnog glaukoma je u ovoj studiji zabeležen kod 5 očiju (5,7%). Relativno visoka učestalost sekundarnog glaukoma u ovom istraživanju može se objasniti heterogenošću ispitivane populacije, prisustvom pacijenata sa pseudoeksfolijativnim sindromom i traumatskim povredama oka kao predisponirajućim faktorima za poremećaj drenažnog sistema, kao i dužim periodom praćenja u poređenju sa nekim ranijim studijama.

Kada je reč o postoperativnim komplikacijama, u pojedinim istraživanjima kao najčešće se navodi povećanje intraokularnog pritiska. Yamane i saradnici (14) prijavili su relativno nisku učestalost ove komplikacije od 2% na 100 pacijenata, dok su Stem i saradnici (172) zabeležili znatno višu stopu od 23%, što su doveli u vezu sa pojavom obrnutog pupilarnog bloka. Prema navodima istih autora, izvođenje profilaktičke intraoperativne iridotomije može značajno smanjiti rizik od nastanka ove komplikacije, kao i pojavu pratećih fenomena, poput disperzije pigmenta ili kapture IOL-a (173,174).

Czajka i saradnici (72) u studiji koja je obuhvatila pregled savremene literature o hirurškim metodama implantacije intraokularnog sočiva kod očiju sa nedovoljnom kapsularnom podrškom, analizirali su i sopstvenu retrospektivnu multicentričnu seriju uzastopnih slučajeva. U okviru te analize obuhvaćena su 103 oka kod kojih je izvedena pars plana vitrektomija uz bešavnu intraskleralnu fiksaciju standardnog trodelnog zadnjekomornog intraokularnog sočiva. Tokom postoperativnog praćenja zabeležene su komplikacije poput prolazne hipotonije, dekompenzacije rožnjače, dislokacije intraokularnog sočiva, cistoidnog edema makule, hemoftalmusa i ablacije retine. Uprkos tome, funkcionalni ishod operacije bio je povoljan, što se ogleda u statistički značajnom poboljšanju najbolje korigovane vidne oštine. U analiziranoj seriji slučajeva najčešće indikacije za operativno lečenje bile su postoperativna afakija 49%, dislokacija intraokularnog sočiva 37% i dislokacija prirodnog sočiva 14%. Za fiksaciju haptika korišćene su trokar kanile promera 25 G u manjem broju slučajeva, dok su u većini očiju kreirani bez njihove primene. U studiji Visioli i saradnika (143), statistički značajno smanjenje intraokularnog pritiska zabeleženo je kod afaka i u grupi sa dislociranim sočivom, što je delimično u skladu sa rezultatima ove studije i ukazuje na to da Yamane tehnika generalno ne doprinosi povišenju intraokularnog pritiska.

Razlike u učestalosti pojedinih komplikacija mogu se objasniti heterogenošću ispitivanih grupa, kao i razlikama u dizajnu studija i dužini postoperativnog praćenja. Takođe, u navedenoj studiji (143) naglašena je stabilnost ili čak smanjenje intraokularnog pritiska, što je delimično u skladu sa našim nalazima, i ukazuje na povoljan bezbednosni profil Yamane tehnike.

Uprkos određenim razlikama, rezultati obe studije potvrđuju da Yamane tehnika omogućava značajno poboljšanje vidne oštine uz prihvatljiv spektar komplikacija, pri čemu postoperativni ishod zavisi od kompleksne interakcije faktora koji uključuju karakteristike pacijenata, preoperativni status oka i intraoperativne uslove.

Cistoidni edem makule (CME) je u ovom istraživanju, kao rana komplikacija, zabeležen kod 3 oka (3,4%) i u skladu je sa učestalošću u opisanoj literaturi. U studiji Yamane i saradnika (14), CME je zabeležen kod 1% pacijenata, što je niže od procenta u našoj seriji, međutim u njihovoj studiji nisu bili uključeni pacijenti koji su ranije operisani zbog ablacije retine, endoftalmitisa, otvorenih povreda oka. Sve grupe pacijenata u studiji Visioli i saradnika (143) imali su određenu stopu CME, ona je iznosila 15,3% u afakičnoj grupi, 8,0% u grupi sa subluksiranim intraokularnim sočivom i 19,1% u grupi sa dislociranim sočivom, bez statistički značajnih razlika između grupa. Studija Ishikava i saradnika (141), na 207 analiziranih očiju nakon 3 meseca od operacije zabeležila je prisustvo CME, 10,6% ukupno, odnosno 13,0% u grupi operisanoj Yamane tehnikom, što je bilo značajno više u odnosu na konvencionalne tehnike.

U meta-analizi koju su sproveli Zhang i saradnici (175) obuhvaćeno je 13 studija i ukupno 737 očiju, a analizirani su ishodi Yamane tehnike u poređenju sa skleralnom fiksacijom intraokularnog sočiva suturama. Rezultati ove analize ukazali su na odsustvo statistički značajne razlike u učestalosti cistoidnog edema makule između posmatranih grupa, uz istovremeno odsustvo značajne heterogenosti među uključenim studijama. Ovi nalazi ukazuju na to da pojava cistoidnog edema makule nije isključivo determinisana izborom hirurške tehnike, već je verovatno posledica multifaktorijalnog uticaja, uključujući karakteristike pacijenata, prisustvo komorbiditeta i intraoperativne uslove.

U ovom istraživanju, cistoidni edem makule je takođe identifikovan kao jedna od klinički relevantnih postoperativnih komplikacija, što je u skladu sa nalazima dostupnim u literaturi. Iako direktno poređenje učestalosti nije u potpunosti moguće usled razlika u dizajnu studija, veličini uzorka i dužini perioda praćenja, dobijeni rezultati dodatno potvrđuju da cistoidni edem makule predstavlja relativno čestu komplikaciju nakon sekundarne implantacije intraokularnog sočiva.

U studiji Elsalhy i saradnika (162) nije uočena pojava CME, za razliku od ostalih studija. Ovo se može objasniti znatno nižom starosti pacijenata (prosečno oko 31 godine). Ova razlika dodatno naglašava da je CME komplikacija koja je u znatnoj meri uslovljena starošću pacijenata i preoperativnim stanjem retine i oka u celini. Redovno postoperativno praćenje i subjektivni osećaj pogoršanja vida koji mogu nastati kao posledica CME, potvrđuju značaj pravovremenog prepoznavanja i lečenja cistoidnog edema makule.

Samo jedan pacijent iz ove studije je imao hemoftalmus (1,1%) kao kasnu komplikaciju. Krvarenje se javilo 16 meseci nakon operacije što se ne može povezati sa sekundarnom implantacijom je bio na intenzivnoj sistemske antikoagulantnoj terapiji zbog pridruženih sistemskih komorbiditeta. Takođe, kod jednog pacijenta se javila ablacija retine (1,1%) koja se javila 20 meseci posle operacije. I u ovom slučaju razlog nije bio izbor tehnike rešavanja sekundarne implantacije IOL-a, već činjenica da se radilo kompleksnoj hirurškoj intervenciji koja je uključila i prednju vitrektomiju, učinjenu nakon komplikacije tokom fakohirurgije.

Obzirom da su se ove komplikacije javile nakon više meseci od operacije, ukazale su na značaj dugotrajnog praćenja i redovnih kontrola kod pacijenata. U studiji Yamane i saradnika (14), hemoftalmus je zabeležen kod 5% pacijenata, dok ablacija retine nije registrovana. U studiji Sahin

Vural i saradnika (127) koja je analizirala 30 očiju, ablacija retine se javila kod dva pacijenta (6,7%). U studiji Novomiska i saradnika (154) u 30 pacijenata kod kojih je postojala posttraumatska afakija nakon sekundarne implantacije sočiva došlo je do decentracije IOL-a i ablacije retine kod jednog pacijenta. U studiji koja je obuhvatila 47 očiju (140), zabeležene su rane komplikacije poput hipotonije sa ciklodijalizom (2%), hemoftalmusa (4%) i prolazno povišenog intraokularnog pritiska (4%), dok su kasne komplikacije uključivale pupilarni „optic capture” (2%), ablaciju retine (2%) i cistoidni edem makule (4%).

Ablacija retine i hemoftalmus su se javile kao kasne komplikacije kod svega dva pacijenta iz ovog istraživanja. U radu Tang i saradnika (148) ablacija retine se takođe javila kod pacijenta kod koga je rađena prednja vitrektomija, što je u skladu sa rezultatima iz ovog istraživanja i može da sugerise da inkompletna vitrektomija može biti razlog postoperativne ablacije retine. Niska učestalost ablacija retine i hemoftalmusa ukazuju da Yaman tehnika skleralne fiksacije sočiva u različitim indikacijama može predstavljati jednu od veoma dobrih metoda.

Potisnuće dela dužice optičkim delom intraokularnog sočiva (engl. *optic capture*) je jedna od specifičnih komplikacija koja je zabeležena nakon intraskleralne fiksacije intraokularnog sočiva. U originalnoj studiji Yamane i saradnika (14), ova komplikacija je zabeležena kod 8% pacijenata, što je relativno visoka stopa. U studiji Shelke i saradnika (140), optic capture zabeležen je kod 2% pacijenata.

Za razliku od navedenih studija, kod pacijenata obuhvaćenih ovim istraživanjem nije zabeležena pojava “optic capture” dužice za intraokularno sočivo iako nije primenjivana profilaktička iridotomija. Profilaktička intraoperativna iridotomija, čiju primenu preporučuju Stem i saradnici (172), može smanjiti rizik od nastanka ne samo obrnutog pupilarnog bloka, već i “optic capture”. Ovaj povoljni nalaz može se objasniti razlikama u hirurškoj tehnici, posebno u pogledu položaja i centriranja intraokularnog sočiva.

Rezultati ovog istraživanja su u velikoj meri uporedivi sa podacima iz literature. U našoj seriji od 87 očiju, spektar komplikacija bio je sličan, pri čemu su takođe registrovane promene intraokularnog pritiska, hemoftalmus i makularni edem kao klinički relevantni nalazi. Međutim, za razliku od navedene studije, kao i originalnog rada Yamane i saradnika u kome je učestalost iris capture iznosila 8%, u našoj seriji nije zabeležena pojava ove komplikacije, što može ukazivati na potencijalne razlike u hirurškoj tehnici, selekciji pacijenata ili postoperativnom praćenju. Razlike u učestalosti pojedinih komplikacija između studija mogu se dodatno objasniti heterogenošću populacije, prisustvom preoperativnih očnih komorbiditeta, kao i varijacijama u dužini perioda praćenja.

Ovi nalazi ukazuju na to da, iako Yamane tehnika predstavlja efikasan i široko primenjivan metod sekundarne implantacije intraokularnog sočiva, postoperativni tok može biti uslovljen kako karakteristikama same hirurške procedure, tako i individualnim osobinama pacijenata, što naglašava značaj pažljive selekcije bolesnika i adekvatnog postoperativnog praćenja.

Prednost ove studije u poređenju sa podacima iz literature, je odsustvo komplikacija vezanih za stabilnost intraokularnog sočiva, poput decentracije, nagiba i kapture dužice. Czajka i saradnici (72), koji su u pregledu savremene literature o hirurškim metodama implantacije intraokularnog sočiva kod očiju sa nedovoljnom kapsularnom podrškom analizirali i sopstvenu retrospektivnu multicentričnu seriju od 103 oka, zaključuju da nijedna pojedinačna tehnika nije pokazala jasnu superiornost u odnosu na ostale, a da prednosti i ograničenja zavise od primenjene metode. Rezultati naše studije pokazuju da Yamane tehnika, primenjena u iskusnim rukama uz pažljivu selekciju pacijenata, može obezbediti povoljan bezbednosni profil i u heterogenoj, realnoj populaciji pacijenata.

Razlike u učestalosti pojedinih komplikacija između studija mogu se objasniti heterogenošću populacija, prisustvom preoperativnih komorbiditeta, dužinom perioda praćenja i razlikama u protokolima postoperativnog praćenja. Pored toga, studija dizajnirana kao “single surgeon”, koja prati rezultate nastale radom jednog hirurga, kakva je i ova, po pravilu pokazuje veću konzistentnost tehničkih aspekata, što može doprineti nižoj stopi tehničkih komplikacija poput decentracije i nagiba sočiva.

Uzimajući u obzir sve navedeno, rezultati ovog istraživanja potvrđuju da Yamane tehnika predstavlja bezbedan i efikasan metod sekundarne implantacije intraokularnog sočiva, uz relativno nizak rizik od ozbiljnih komplikacija. Adekvatno postoperativno praćenje, blagovremeno prepoznavanje i lečenje komplikacija, kao i pažljiva preoperativna selekcija pacijenata, od ključnog su značaja za postizanje optimalnih rezultata i minimiziranje rizika od neželjenih ishoda.

Pri interpretaciji rezultata dobijenih ovim istraživanjem neophodno je uzeti u obzir određena ograničenja ove studije. Istraživanje je sprovedeno u okviru jednog centra, što može ograničiti mogućnost generalizacije rezultata na širu populaciju pacijenata. Takođe, prisustvo širokog spektra osnovnih očnih oboljenja, naročito kod pacijenata sa traumatskim povredama oka, moglo je uticati na varijabilnost vizuelnih ishoda, uprkos primeni multivarijantne statističke analize. Dodatno, relativno mali broj očiju sa pojedinim specifičnim stanjima, kao što su makularni edem ili prethodno uklanjanje silikonskog ulja, mogao je uticati na smanjenje statističke snage analize i ograničiti detekciju suptilnijih razlika. Na kraju, procena najbolje korigovane vidne oštine u ovoj studiji vršena je primenom Snellenovih tablica, a ne logMAR sistema, koji se u savremenim istraživanjima smatra osetljivijim za detekciju manjih promena u vidnoj oštini.

Optimalna tehnika skleralne fiksacije trebalo bi da bude relativno jednostavna za izvođenje, bezbedna, minimalno invazivna, stabilna i prilagodljiva, kako bi se omogućilo pravilno “centriranje” optičkog dela sočiva (176). Prednost bi bila kada bi tehnike ovih fiksacije bile lako izvodljive većini oftalmohirurga koji vrše operativno lečenje katarakte, nezavisno od toga da li su hirurzi prednjeg ili zadnjeg segmenta oka.

U budućnosti bi dalji razvoj tehnika fiksacije intraokularnih sočiva trebalo da bude usmeren na unapređenje hirurških procedura i materijala, sa ciljem povećanja efikasnosti operacije, stope uspešnosti, stabilnosti implantata i dugoročnih rezultata. Međutim, uprkos tehnološkom napretku, i dalje postoji mogućnost pojave kasnih komplikacija, kao što je slučaj sa ablacijom retine. Dugoročni rezultati savremenih tehnika još uvek nisu u potpunosti razjašnjeni, zbog čega su potrebne studije sa dužim periodom praćenja kako bi se procenila njihova bezbednost i efikasnost. Takođe, anatomske i fiziološke karakteristike oka razlikuju se među pacijentima, što zahteva individualizovan pristup u planiranju terapije i izboru odgovarajuće hirurške tehnike.

Primena naprednih tehnologija i savremenih materijala može povećati troškove operacije, što može ograničiti njihovu širu dostupnost. Ipak, uspeh novijih tehnika u prevazilaženju ograničenja ranijih metoda doveo je do sve šire primene skleralne fiksacije intraokularnih sočiva (135). Stoga je dalji razvoj i usavršavanje ovih tehnika od ključnog značaja, uz kontinuirano istraživanje i evaluaciju dugoročnih rezultata, kako bi se unapredila bezbednost pacijenata i efikasnost hirurškog lečenja.

Ovi nalazi imaju značajnu kliničku vrednost, jer pružaju korisne prognostičke informacije koje mogu biti od pomoći u preoperativnom savetovanju pacijenata, kao i u adekvatnom odabiru kandidata za intraskleralnu fiksaciju intraokularnog sočiva primenom Yamane tehnike.

6 ZAKLJUČCI

- Sekundarna implantacija intraokularnog sočiva (IOL) tehnikom po Yamaneu rezultira značajnim poboljšanjem postoperativne nativne i najbolje korigovane vidne oštine.
- Postoperativni sferni ekvivalent je značajno niži u odnosu na preoperativni, što ukazuje da ova metoda rezultira značajnom redukcijom preoperativne refrakcione anomalije. Ovo je posebno značajno u slučaju afakije.
- Indikacija za sekundarnu implantaciju IOL-a metodom Yamane (afakija i malpozicija sočiva/IOL-a) nisu uticale na postoperativnu vidnu oštrinu.
- Najčešće postoperativne komplikacije bile su elevacija intraokularnog pritiska u smislu sekundarnog glaukoma i hipotonije što nije uticalo na postoperativnu vidnu oštrinu tokom svog vremena praćenja.
- Nezavisni prediktori lošije postoperativne vidne oštine bili su starost pacijenta kao i postojanje preoperativnog edema makule i preoperativno uklanjanje silikonskog ulja.

Starost pacijenta je značajni negativni preoperativni prediktor vidnog ishoda – što su pacijenti bili stariji njihova postoperativna vidna oštrina je bila manja. Ostale demografske karakteristike nisu imale značajan uticaj na postoperativnu vidnu oštrinu.

Preoperativni edem makule se pokazao kao negativni prediktor postoperativne vidne oštine – ukoliko je postojao pre sekundarne implantacije IOL-a, značajno je uticao na lošiji vidni ishod. Ovaj prediktor se pokazao kao „postojan“ jer je dokazan i u univarijantnoj i u multivarijantnoj analizi.

Evakuacija silikonskog ulja pre nego što je učinjena sekundarna implantacija IOL-a metodom Yaman, predstavlja značajan negativni prediktor za postoperativnu vidnu oštrinu.

- Kontuziona povreda oka je predstavljala pozitivni preoperativni prediktor vidne oštine prema univarijantnoj analizi. Razlog je što u slučajevima kontuzione povrede oka, sem promena u položaju sočiva/IOL-a ili postkontuzione afakije, nije bilo oštećenja drugih struktura oka. Ovaj prediktor gubi na značaju u multivarijantnoj mixed-effect regresionoj analizi.
- Negativni prediktori postoperativnog vidnog ishoda bili su preoperativni pseudoeksfolijativni sindrom i kapsularni glaukom prema univarijantnoj analizi ali njihova značajnost slabi u multivarijantnoj mixed-effect regresionoj analizi. Prisustvo drugih komorbiditeta na oku nije bilo značajno povezano sa postoperativnom vidnom oštrinom.
- Iskustvo hirurga ili takozvana „kriva učenja“ nije uticala na postoperativnu vidnu oštrinu.
- Dodatne hirurške procedure (uključujući vitrektomiju i pupiloplastiku) nisu pokazale značajnu povezanost sa postoperativnom vidnom oštrinom. Upotreba Yaman stabilizatora nije imala značajan uticaj na postoperativnu vidnu oštrinu.

7 LITERATURA

1. Standring S. Gray's Anatomy : The Anatomical Basis of Clinical Practice. Forty-First Edition. ed: Elsevier Health Sciences; 2016.
2. Freddo TF, Chaum E. Anatomy of the eye and orbit : the clinical essentials. First edition. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Heath; 2018.
3. Khurana A. Comprehensive ophthalmology: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2019. In.
4. Khurana I. Textbook of Medical Physiology. 3rd ed. New Delhi: Elsevier; 2015. p. 420–422.
5. Jaffe NS. History of cataract surgery. *Ophthalmology*. 1996;103(8 Suppl):S5-16.
6. Sreelakshmi V, Abraham A. Anthraquinones and flavonoids of Cassia tora leaves ameliorate sodium selenite induced cataractogenesis in neonatal rats. *Food Funct*. 2016;7(2):1087-95.
7. Pescosolido N, Barbato A, Giannotti R, Komaiha C, Lenarduzzi F. Age-related changes in the kinetics of human lenses: prevention of the cataract. *Int J Ophthalmol*. 2016;9(10):1506-.
8. Holekamp NM, Shui YB, Beebe DC. Vitrectomy surgery increases oxygen exposure to the lens: a possible mechanism for nuclear cataract formation. *Am J Ophthalmol*. 2005;139(2):302-10.
9. Franke S, Dawczynski J, Strobel J, Niwa T, Stahl P, Stein G. Increased levels of advanced glycation end products in human cataractous lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2003;29(5):998-1004.
10. Spector A. Oxidative stress-induced cataract: mechanism of action. *Faseb j*. 1995;9(12):1173-82.
11. Hashemi H, Pakzad R, Yekta A, Aghamirsalim M, Pakbin M, Ramin S, Khabazkhoob M. Global and regional prevalence of age-related cataract: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Eye (Lond)*. 2020 Aug;34(8):1357-1370.
12. Davis G. The Evolution of Cataract Surgery. *Mo Med*. 2016;113(1):58-62.
13. Shahid SM, Flores-Sanchez BC, Chan EW, Anguita R, Ahmed SN, Wickham L, et al. Scleral-fixated intraocular lens implants-evolution of surgical techniques and future developments. *Eye (Lond)*. 2021;35(11):2930-61.
14. Yamane S, Sato S, Maruyama-Inoue M, Kadonosono K. Flanged Intrasccleral Intraocular Lens Fixation with Double-Needle Technique. *Ophthalmology*. 2017;124(8):1136-42.
15. Castaldelli GB, Firmino GC, Castaldelli VA, Costa RS, Ribeiro JC. Use of Techniques for Scleral and Iris Fixation in Secondary Implantation of Intraocular Lenses. *Ophthalmic Res*. 2021;64(1):1-9.
16. Lapp T, Wacker K, Heinz C, Maier P, Eberwein P, Reinhard T. Cataract Surgery-Indications, Techniques, and Intraocular Lens Selection. *Dtsch Arztebl Int*. 2023;120(21):377-86.
17. Moshirfar M, Milner D, Patel BC. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024. Cataract surgery.
18. Phacoemulsification: Modern cataract surgery techniques for clear vision restoration. [Jul; 2024]. 2023. <https://www.dragarwal.com/blog/all-about-cataract/phacoemulsification-modern-cataract-surgery-techniques-for-clear-vision-restoration/> <https://www.dragarwal.com/blog/all-about-cataract/phacoemulsification-modern-cataract-surgery-techniques-for-clear-vision-restoration/>.
19. Topical anesthesia in phacoemulsification. Waheeb S. *Oman J Ophthalmol*. 2010;3:136–139. doi: 10.4103/0974-620X.71892.

20. Endothelial cell loss after phacoemulsification: relation to preoperative and intraoperative parameters. Walkow T, Anders N, Klebe S. *J Cataract Refract Surg.* 2000;26:727–732. doi: 10.1016/s0886-3350(99)00462-9.
21. Centre ECE. A comprehensive guide for phacoemulsification surgery. [Jul; 2024]. 2018. <https://www.eyeforindia.com/phacoemulsification/> <https://www.eyeforindia.com/phacoemulsification/>.
22. Unexpected poor vision within 24 h of uneventful phacoemulsification surgery-a review. Rosen H, Vernon SA. *J Clin Med.* 2022;12:48. doi: 10.3390/jcm12010048.
23. Guan JY, Ma YC, Zhu YT, Xie LL, Aizezi M, Zhuo YH, et al. Lens nucleus dislocation in hypermature cataract: Case report and literature review. *Medicine (Baltimore).* 2022;101(35):e30428.
24. Tsai YE, Pao SI. Crystalline Lens Anterior Dislocation With Posterior Capsular Contraction. *J Emerg Med.* 2022;63(1):e40-e1.
25. Xie HN, Chen LL, Wang R, Zhu ZH, Huang HB. Traumatic dislocation of the iris into the vitreous cavity with intact lens: a case report. *BMC Ophthalmol.* 2023;23(1):362.
26. Cross HE. Differential diagnosis and treatment of dislocated lenses. *Birth Defects Orig Artic Ser.* 1976;12(3):335-46.
27. Kaur K, Gurnani B. Ectopia Lentis. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC.; 2024.
28. Omulecki W, Wilczynski M, Gerkowicz M. Management of bilateral ectopia lentis et pupillae syndrome. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging.* 2006;37(1):68-71.
29. Chandra, Aman, et al. “A genotype-phenotype comparison of ADAMTSL4 and FBN1 in isolated ectopia lentis.” *Investigative ophthalmology & visual science* 53.8 (2012): 4889-4896.
30. Sadiq MA, Vanderveen D. Genetics of ectopia lentis. *Semin Ophthalmol.* 2013;28(5-6):313-20.
31. Nelson, Leonard B., and Irene H. Maumenee. “Ectopia lentis.” *Survey of ophthalmology* 27.3 (1982): 143-160.
32. Rodrigo BJ, Paulina LL, Francesc Mde R, Eduardo TT, Alejandro N. Intraocular lens subluxation in marfan syndrome. *Open Ophthalmol J.* 2014;8:48-50.
33. Neely DE, Plager DA. Management of ectopia lentis in children. *Ophthalmol Clin North Am.* 2001;14(3):493-9.
34. Patel AS, Ringeisen AL, DelMonte DW, et al. Ectopia lentis. *American Academy of Ophthalmology EyeWiki* [Internet]. [cited 2026 Apr 13]. Available from: https://eyewiki.org/Ectopia_Lentis.
35. Porter D. What Is Aphakia? 2021 [Available from: <https://www.aao.org/eye-health/diseases/what-is-aphakia>].
36. Lundstrom M, Brege KG, Floren I, Lundh B, Stenevi U, Thorburn W. Postoperative aphakia in modern cataract surgery: part 2: detailed analysis of the cause of aphakia and the visual outcome. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30(10):2111-5.
37. Lundström M, Brege KG, Florén I, Lundh B, Stenevi U, Thorburn W. Postoperative aphakia in modern cataract surgery: part 1: analysis of incidence and risks based on 5-year data from the Swedish National Cataract Register. *J Cataract Refract Surg.* 2004 Oct;30(10):2105-10.

38. Liu T., Nguyen BJ, Marek SL, Orlin SE. Surgical Management of the Aphakic Eye, *Advances in Ophthalmology and Optometry*, 2022; 7(1): 367-382.
39. Panos GD, Wilde C, Tranos P, Gatzoufas Z. Advances in the Management of Aphakia. *J Ophthalmol*. 2022;9841758.
40. Karasavvidou E.-M., Wilde C., Zaman A., Orr G., Kumudhan D., Panos G. D. Surgical management of paediatric aphakia in the absence of sufficient capsular support. *Journal of Ophthalmology* . 2021;2021:8.
41. Beiko GH, Grzybowski A. Intraocular lens implants: Do they come with a life time guaranty? *Saudi J Ophthalmol*. 2015 Oct-Dec;29(4):247-8.
42. Chehade M, Elder MJ. Intraocular lens materials and styles: a review. *Aust N Z J Ophthalmol*. 1997;25(4):255-63.
43. Apple DJ, Sims J. Harold Ridley and the invention of the intraocular lens. *Surv Ophthalmol*. 1996;40(4):279-92.
44. Lim D.H., Lee M.G., Chung T.Y., Chung E.S. Korean patients taking alpha1-adrenergic receptor antagonists show lower incidence of intraoperative floppy iris syndrome than western patients. *Br. J. Ophthalmol*. 2014;98:479–483.
45. Monestam E.I. Incidence of dislocation of intraocular lenses and pseudophakodonesis 10 years after cataract surgery. *Ophthalmology*. 2009;116:2315–2320.
46. Jakobsson G., Zetterberg M., Lundstrom M., Stenevi U., Grenmark R., Sundelin K. Late dislocation of in-the-bag and out-of-the bag intraocular lenses: Ocular and surgical characteristics and time to lens repositioning. *J. Cataract. Refract. Surg*. 2010;36:1637–1644.
47. Dabrowska-Kloda K., Kloda T., Boudiaf S., Jakobsson G., Stenevi U. Incidence and risk factors of late in-the-bag intraocular lens dislocation: Evaluation of 140 eyes between 1992 and 2012. *J. Cataract. Refract. Surg*. 2015;41:1376–1382.
48. Pueringer S.L., Hodge D.O., Erie J.C. Risk of late intraocular lens dislocation after cataract surgery, 1980–2009: A population-based study. *Am. J. Ophthalmol*. 2011;152:618–623.
49. Amon M. *Flanging Techniques in Anterior Segment Surgery: Mastering Aphakia, IOL-Exchange and IOL-refixation*. 1 ed. Cham: Springer International Publishing AG; 2023.
50. Gimbel HV, Condon GP, Kohnen T, Olson RJ, Halkiadakis I. Late in-the-bag intraocular lens dislocation: incidence, prevention, and management. *J Cataract Refract Surg*. 2005 Nov;31(11):2193-204.
51. Ascaso F, Huverva V, Grzybowski A (2015) Epidemiology, etiology, and prevention of late IOL-capsular bag complex dislocation: review of the literature. *J Ophthalmol* 805706. Epub.
52. Fernandes-Buenaga R, Alio JL, Perez-Ardoy AL, Larrosa-Quesada A, Pinilla-Cortes L, Barraquer R, et al. Late in-the-bag intraocular lens dislocation requiring explanation: risk factor and outcomes. *Eye (Lond)* 2013;27:795–801.
53. Lorente R, de Rojas V, Vazques de Parga P, Moreno C, Landaluce ML, Dominiguez R, et al. Management of late spontaneous in-the-bag intraocular lens dislocation: retrospective analysis of 45 cases. *J Cataract Refract Surgery*. 2010;36:1270–1282.
54. Mönestam E. Frequency of Intraocular Lens Dislocation and Pseudophacodonesis, 20 Years After Cataract Surgery - A Prospective Study. *Am J Ophthalmol*. 2019;198:215-22.

55. Riedl JC, Rings S, Schuster AK, Vossmerbaeumer U. Intraocular lens dislocation: manifestation, ocular and systemic risk factors. *Int Ophthalmol*. 2023 Apr;43(4):1317-1324.
56. Shingleton BJ, Neo YN, Cvintal V, Shaikh AM, Liberman P, O'Donoghue MW. Outcome of phacoemulsification and intraocular lens implantation in eyes with pseudoexfoliation and weak zonules. *Acta Ophthalmol*. 2017;95:182–187.
57. Schlotzer-Schrehardt U, Naumann GO. Ocular and systemic pseudoexfoliation syndrome. *Am J Ophthalmol*. 2006;141:921–937.
58. Conway RM, Schlotzer-Schrehardt U, Kuchle M, Naumann GO. Pseudoexfoliation syndrome: pathological manifestations of relevance to intraocular surgery. *Clin Exp Ophthalmol*. 2004;32:199–210.
59. Davis D, Brubaker J, Espandar L, Stringham J, Crandall A, Werner L, Mamalis N. Late in-the-bag spontaneous intraocular lens dislocation: evaluation of 86 consecutive cases. *Ophthalmology*. 2009;116(4):664–670.
60. Matsumoto M, Yamada K, Uematsu M, Kumagami TE, T, Kiyoshi, , et al. Spontaneous dislocation of in-the-bag intraocular lens primarily in cases with prior vitrectomy. *Eur J Ophthalmol*. 2012;22:363–367.
61. Koike T, Baba T, Nizawa T, Oshitari T, Yamamoto S. Characteristics of patients with spontaneous dislocation of in-the-bag intraocular lens after pars plana vitrectomy. *Jpn J Ophthalmol*. 2017;61:267–270.
62. Zech JC, Tanniere P, Denis P, Trepsat C. Posterior chamber intraocular lens dislocation with the bag. *J Cataract Refract Surg*. 1999;25(8):1168–1169.
63. Tran THC, Zaier D, Proenca J, Rouland JF. Posterior segment intra-ocular implant (IOL) dislocation: predisposing factors, surgical management, outcome analysis. *J Fr Ophtalmol*. 2020;43(10):1062–1068.
64. Kratz RO, Mazzocco TR, Davidson B, Colvard DM. The Shearing intraocular lens: a report of 1,000 cases. *Am Intra-Ocular Implant Soc J*. 1981;7(1):55–57.
65. Höhn S, Spraul CW, Buchwald HJ, Lang GK. Spontaneous dislocation of intraocular lens with capsule as a late complication of cataract surgery in patients with pseudoexfoliation syndrome—five case reports. *Klinisches Monatsblatt Augenheilkunde*. 2004;221(4):273–276.
66. Subasi S, Yuksel N, Yilmaz B (2019) Late in-the-bag spontaneous IOL dislocation: risk factors and surgical outcomes. *Int J Ophthalmol* 18 12(6):954–960.
67. Hayashi K, Hirata A, Hayashi H. Possible predisposing factors for in-the-bag and out-of-the-bag intraocular lens dislocation and outcomes of intraocular lens exchange surgery. *Ophthalmology*. 2007;114(5):969–975.
68. Moenestam EL. Incidence of dislocation of intraocular lenses and pseudophakodonesis 10 years after cataract surgery. *Ophthalmology*. 2009;116:2315–2320.
69. Gross JG, Kokame GT, Weinberg DV. In-the-bag intraocular lens dislocation. *Am J Ophthalmol*. 2004;137:630–635.
70. Ascaso FJ, Huerva V, Grzybowski A. Epidemiology, etiology, and prevention of late IOL-capsular bag complex dislocation: review of the literature. *J Ophthalmol*. 2015;2015:805706.
71. Garabet C, Hwang FS, Cho S, Gasparian SA, Patel AS, DelMonte DW, et al. Dislocated intraocular lens. *American Academy of Ophthalmology EyeWiki* [Internet]. [cited 2026 Apr 13]. Available from: https://eyewiki.org/Dislocated_Intraocular_Lens.

72. Czajka, M.P.; Frajdenberg, A.; Stopa, M.; Pabin, T.; Johansson, B.; Jakobsson, G. Sutureless intrascleral fixation using different three-piece posterior chamber intraocular lenses: A literature review of surgical techniques in cases of insufficient capsular support and a retrospective multicentre study. *Acta Ophthalmol.* 2020, 98, 224–236.
73. Cheng KKW, Tint NL, Sharp J, Alexander P. Surgical management of aphakia. *J Cataract Refract Surg.* 2022;48(12):1453-61.
74. Fiorentzis M, Viestenz A, Heichel J, Seitz B, Hammer T, Viestenz A. Methods of fixation of intraocular lenses according to the anatomical structures in trauma eyes. *Clin Anat.* 2018;31(1):6-15.
75. McCannel MA. A retrievable suture idea for anterior uveal problems. *Ophthalmic Surg.* 1976;7(2):98-103.
76. Stark WJ, Michels RG, Bruner WE. Management of posteriorly dislocated intraocular lenses. *Ophthalmic Surg.* 1980;11(8):495-7.
77. Siepser SB. The closed chamber slipping suture technique for iris repair. *Ann Ophthalmol.* 1994;26(3):71-2.
78. Condon GP. Simplified small-incision peripheral iris fixation of an AcrySof intraocular lens in the absence of capsule support. *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* 2003;29(9):1663-7.
79. Chang DF. Siepser slipknot for McCannel iris-suture fixation of subluxated intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30(6):1170-6.
80. Liang IC, Chang YH, Hernández Martínez A, Hung CF. Iris-Claw Intraocular Lens: Anterior Chamber or Retropupillary Implantation? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina (Kaunas).* 2021;57(8).
81. Forlini M, Bedi R. Intraocular lens implantation in the absence of capsular support: scleral-fixated vs retropupillary iris-claw intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2021;47(6):792-801.
82. Worst JG. Iris claw lens. *J Am Intraocul Implant Soc.* 1980;6(2):166-7.
83. Fechner PU, van der Heijde GL, Worst JG. The correction of myopia by lens implantation into phakic eyes. *Am J Ophthalmol.* 1989;107(6):659-63.
84. Brasse K, Neuhann T. Posterior chamber Verisyse lens implantation to correct aphakia without capsular support. *Video J Cataract Refract Surg.* 2004;20(4).
85. Sumitha CV, Pai V, Thulasidas M. Retropupillary iris-claw intraocular lens implantation in aphakic patients. *Indian J Ophthalmol.* 2020;68(4):597-602.
86. Thulasidas M. Retropupillary Iris-Claw Intraocular Lenses: A Literature Review. *Clin Ophthalmol.* 2021;15:2727-39.
87. Randleman B, Ahmed IIK. *Intraocular Lens Surgery: Selection, Complications, and Complex Cases*; Thieme Publishers New York; 2016.
88. Mehta R, Aref AA. Intraocular Lens Implantation In The Ciliary Sulcus: Challenges And Risks. *Clin Ophthalmol.* 2019;13:2317-23.
89. Gimbel HV, DeBroff BM. Intraocular lens optic capture. *J Cataract Refract Surg.* 2004;30(1):200-6.
90. Yu T, Yu M, Wu W, Wu X, Xiao S, Mao J, et al. Outcomes and Complications of Sutured Scleral-Fixated Foldable Intraocular Lens Implantation: A Retrospective Study of 5-Year Follow-Up. *J Ophthalmol.* 2021;2021:5525064.

91. Malbran ES, Malbran E, Jr., Negri I. Lens guide suture for transport and fixation in secondary IOL implantation after intracapsular extraction. *Int Ophthalmol.* 1986;9(2-3):151-60.
92. Lewis JS. Ab externo sulcus fixation. *Ophthalmic Surg.* 1991;22(11):692-5.
93. Stem MS, Todorich B, Woodward MA, Hsu J, Wolfe JD. Scleral-Fixated Intraocular Lenses: Past and Present. *J Vitreoretin Dis.* 2017;1(2):144-52.
94. Hoffman RS, Fine HI, Packer M. Scleral fixation without conjunctival dissection. *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* 2006;32(11):1907-12.
95. Khan MA, Gupta OP, Smith RG, Ayres BD, Raber IM, Bailey RS, et al. Scleral fixation of intraocular lenses using Gore-Tex suture: clinical outcomes and safety profile. *Br J Ophthalmol.* 2016;100(5):638-43.
96. Hannush SB. Sutured posterior chamber intraocular lenses: indications and procedure. *Curr Opin Ophthalmol.* 2000;11(4):233-40.
97. Kumar B, Muni I. Scleral Fixation of Intraocular Lenses. *StatPearls.* Treasure Island (FL)2024.
98. Vote BJ, Tranos P, Bunce C, Charteris DG, Da Cruz L. Long-term outcome of combined pars plana vitrectomy and scleral fixated sutured posterior chamber intraocular lens implantation. *American journal of ophthalmology.* 2006;141(2):308-12. e1.
99. Wasiluk E, Krasnicki P, Dmuchowska DA, Proniewska-Skrętek E, Mariak Z. The implantation of the scleral-fixated posterior chamber intraocular lens with 9/0 polypropylene sutures—long-term visual outcomes and complications. *Advances in Medical Sciences.* 2019;64(1):100-3.
100. Mo B, Li S-F. Novel use of an adjustable single 8–0 polypropylene suture of scleral fixation without conjunctival dissection. *BMC ophthalmology.* 2020;20:1-8.
101. John T, Tighe S, Hashem O, Sheha H. New use of 8-0 polypropylene suture for four-point scleral fixation of secondary intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44(12):1421-5.
102. Khan MA, Gerstenblith AT, Dollin ML, Gupta OP, Spirn MJ. Scleral fixation of posterior chamber intraocular lenses using gore-tex suture with concurrent 23-gauge pars plana vitrectomy. *Retina.* 2014;34(7):1477-80.
103. Schechter RJ. Suture-wick endophthalmitis with sutured posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 1990;16(6):755-6.
104. Szurman P, Petermeier K, Aisenbrey S, Spitzer MS, Jaissle GB. Z-suture: a new knotless technique for transscleral suture fixation of intraocular implants. *Br J Ophthalmol.* 2010;94(2):167-9.
105. Dimopoulos S, Dimopoulos V, Blumenstock G, Trevino-Rodriguez H, Bartz-Schmidt KU, Spitzer MS, et al. Long-term outcome of scleral-fixated posterior chamber intraocular lens implantation with the knotless Z-suture technique. *J Cataract Refract Surg.* 2018;44(2):182-5.
106. Gabor SG, Pavlidis MM. Sutureless intrascleral posterior chamber intraocular lens fixation. *J Cataract Refract Surg.* 2007;33(11):1851-4.
107. Agarwal A, Kumar DA, Jacob S, Baid C, Agarwal A, Srinivasan S. Fibrin glue-assisted sutureless posterior chamber intraocular lens implantation in eyes with deficient posterior capsules. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(9):1433-8.

108. Yamane S, Inoue M, Arakawa A, Kadonosono K. Sutureless 27-gauge needle-guided intrascleral intraocular lens implantation with lamellar scleral dissection. *Ophthalmology*. 2014;121(1):61-6.
109. Kim DB. Trailing-haptic-first modification of double-needle intrascleral haptic fixation technique. *J Cataract Refract Surg*. 2018 Apr;44(4):424-428.
110. Jujo T, Kogo J, Sasaki H, Sekine R, Sato K, Ebisutani S, Toyoda Y, Kitaoka Y, Takagi H. 27-gauge trocar-assisted sutureless intraocular lens fixation. *BMC Ophthalmol*. 2021 Jan 6;21(1):8.
111. Canabrava S, Canêdo Domingos Lima AC, Ribeiro G. Four-Flanged Intrascleral Intraocular Lens Fixation Technique: No Flaps, No Knots, No Glue. *Cornea*. 2020 Apr;39(4):527-528.
112. Drolsum L. Long-term follow-up of secondary flexible, open-loop, anterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2003;29(3):498-503.
113. Dzhabber D, Mustafa OM, Tian J, Cox JT, Daoud YJ. Outcomes and complications of iris-fixated intraocular lenses in cases with inadequate capsular support and complex ophthalmic history. *Eye (Lond)*. 2020 Oct;34(10):1875-1882.
114. Hirashima DE, Soriano ES, Meirelles RL, et al. Outcomes of iris-claw anterior chamber versus iris-fixated foldable intraocular lens in subluxated lens secondary to Marfan syndrome. *Ophthalmology*. 2010;117(8):1479-1485.
115. Chang DF, Masket S, Miller KM, Braga-Mele R, Little BC, Mamalis N, Oetting TA, Packer M; ASCRS Cataract Clinical Committee. Complications of sulcus placement of single-piece acrylic intraocular lenses: recommendations for backup IOL implantation following posterior capsule rupture. *J Cataract Refract Surg*. 2009 Aug;35(8):1445-58.
116. Holt DG, Young J, Stagg B, et al. Anterior chamber intraocular lens, sutured posterior chamber intraocular lens, or glued intraocular lens: where do we stand? *Curr Opin Ophthalmol*. 2012;23(1):62-67.
117. Scharioth GB, Prasad S, Georgalas I, Tataru C, Pavlidis M. Intermediate results of sutureless intrascleral posterior chamber intraocular lens fixation. *J Cataract Refract Surg*. 2010;36:254-9.
118. Stark WJ Jr., Maumenee AE, Datiles M, et al. Intraocular lenses: complications and visual results. *Trans Am Ophthalmol Soc*. 1983;81:280-309.
119. Csaky KG, Richman EA, Ferris FL 3rd. Report from the NEI/FDA Ophthalmic Clinical Trial Design and Endpoints Symposium. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2008 Feb;49(2):479-89.
120. Levenson JH, Kozarsky A. Visual Acuity. In: Walker HK, Hall WD, Hurst JW, editors. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations*. 3rd ed. Butterworths; Boston: 1990.
121. Kniestedt C, Stamper RL. Visual acuity and its measurement. *Ophthalmol Clin North Am*. 2003 Jun;16(2):155-70, v.
122. Kaiser PK. Prospective evaluation of visual acuity assessment: a comparison of snellen versus ETDRS charts in clinical practice (An AOS Thesis). *Trans Am Ophthalmol Soc*. 2009 Dec;107:311-24.
123. Virgili G, Acosta R, Bentley SA, Giacomelli G, Allcock C, Evans JR. Reading aids for adults with low vision. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018 Apr 17;4(4):CD003303.
124. Perera C, Chakrabarti R, Islam FM, Crowston J. The Eye Phone Study: reliability and accuracy of assessing Snellen visual acuity using smartphone technology. *Eye (Lond)*. 2015 Jul;29(7):888-94.

125. Phung L, Gregori NZ, Ortiz A, Shi W, Schiffman JC. REPRODUCIBILITY AND COMPARISON OF VISUAL ACUITY OBTAINED WITH SIGHTBOOK MOBILE APPLICATION TO NEAR CARD AND SNELLEN CHART. *Retina*. 2016 May;36(5):1009-20.
126. Guerin PL, Guerin GM, Pastore MR, Gouigoux S, Tognetto D. Long-term functional outcome between Yamane technique and retropupillary iris-claw technique in a large study cohort. *J Cataract Refract Surg*. 2024;50(6):605–10.
127. Sahin Vural G, Guven YZ, Karahan E, Zengin MO. Long term outcomes of Yamane technique in various indications. *Eur J Ophthalmol*. 2023;33(6):2210–6. doi: 10.1177/11206721231167198.
128. Yamane S. Yamane Double-Needle Technique: Rationale and Results. In: Chang DF, editor. *Advanced IOL Fixation Techniques*. CRC Press; 2024. p.345-349.
129. Dadeya S, Kamlesh, Kumari Sodhi P. Secondary intraocular lens (IOL) implantation: Anterior chamber versus scleral fixation long-term comparative evaluation. *Eur J Ophthalmol*. 2003;13:627–33.
130. Höh H, Ruprecht K, Nikoloudakis N, Palmowski A. Preliminary results following implantation of iris-suture-fixated posterior-chamber lenses. *Ger J Ophthalmol*. 1993;2:70–5.
131. Zhang ZD, Shen LJ, Liu XQ, Chen YQ, Qu J. Injection and suturing technique for scleral fixation foldable lens in the vitrectomized eye. *Retina*. 2010;30:353–6.
132. Lin CP, Tseng HY. Suture fixation technique for posterior chamber intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2004;30:1401–4.
133. Mohr A, Hengerer F, Eckardt C. Retropupillary fixation of the iris claw lens in aphakia 1 year outcome of a new implantation techniques. *Ophthalmologe*. 2002;99:580–3.
134. Takayama K, Akimoto M, Taguchi H, Nakagawa S, Hiroi K. Transconjunctival sutureless intrascleral intraocular lens fixation using intrascleral tunnels guided with catheter and 30-gauge needles. *Br J Ophthalmol*. 2015;99:1457–9.
135. Sun H, Wang C, Wu H. Recent advances and current challenges in suture and sutureless scleral fixation techniques for intraocular lens: a comprehensive review. *Eye Vis (Lond)*. 2024 Dec 30;11(1):49.
136. Hu X, Zhao B, Jin H. Intrascleral suture anchoring: a flapless/grooveless four-point intraocular lens fixation technique. *J Ophthalmol*. 2020;2020:6642007.
137. Kim EJ, Berg JP, Weikert MP, Kong L, Hamill MB, Koch DD, et al. Sclerafixated capsular tension rings and segments for ectopia lentis in children. *Am J Ophthalmol*. 2014;158(5):899–904.
138. Wallmann AC, Monson BK, Adelberg DA. Transscleral fixation of a foldable posterior chamber intraocular lens. *J Cataract Refract Surg*. 2015;41(9):1804–9.
139. Raina UK, Kumar B, Bhattacharya S, Saini V, Gupta SK, Goyal J. A comparison of sutureless flanged fixation and 4-point Gore-Tex fixation for scleral-fixated intraocular lenses: a pilot study. *Digit J Ophthalmol*. 2022;28(3):51–7.
140. Shelke K, Rishi E, Rishi P. Surgical outcomes and complications of sutureless needle-guided intrascleral intraocular lens fixation combined with vitrectomy. *Indian J Ophthalmol*. 2021 Sep;69(9):2317-2320.
141. Ishikawa H, Uchida K, Terasaki H, Sakamoto T, Kakinoki M, Ohji M, Jujo T, Takagi H, Mitamura Y, Yamada Y, Takamura Y, Sugimoto M, Kondo M, Yoshida S, Fukuyama H, Gomi F. Cystoid macular oedema after flanged intraocular lens scleral fixation using the Yamane technique: a multicentre cohort study. *Sci Rep*. 2025 Jan 4;15(1):811.

142. Fan KC, Patel NA, Al-Kharsan H, Townsend JH. Outcomes of flanged intrascleral haptic fixation with CT Lucia three-piece intraocular lens. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina*. 2021;52:658–662.
143. Visioli G, Albanese GM, Magherini S, Cappiello D, Baratta C, Armentano M, Lucchino L, Iannetti L, Gharbiya M. Macular and Functional Outcomes After Secondary IOL Implantation Using the Yamane Technique in Aphakia, IOL Subluxation, and IOL Dislocation. *Clin Ophthalmol*. 2026 Feb 24;20:587908.
144. Muth DR, Wolf A, Kreutzer T, Shajari M, Vounotrypidis E, Priglinger S, et al. Safety and efficacy of current sclera fixation methods for intraocular lenses and literature overview. *Klin Monbl Augenheilkd*. 2021;238:868–874.
145. Wang X, Su M, Li Y, Xie H, Sun X, Jiang F. Application of modified Yamane technique in intrascleral intraocular lens fixation combined with or without iris reconstruction. *BMC Ophthalmol*. 2024 Jun 5;24(1):235.
146. Damjanovic G, Stojkovic M, Bukumiric Z, Bila M, Sobot V, Jaksic J. Long-Term Visual Outcome and Clinical Predictors Following Yamane Sutureless Intrascleral IOL Fixation. *J Clin Med*. 2026 Mar 26;15(7):2523.
147. Atilgan CU, Tekin K, Aydugan MT, Kosekahya P, Kosekahya A, Citirik M. Intraocular lens position outcomes in modified Yamane's technique: The comparison of anterior vitrectomy versus pars plana vitrectomy. *Indian J Ophthalmol*. 2025;73(Suppl 3):S466–s71.
148. Tang Y, Yao S, Chu Y, Han Q. Vitreous management in Yamane's technique for crystalline lens dislocation: anterior vitrectomy or PPV? *BMC Ophthalmol*. 2023;23(1):466.
149. Atkins E.J., Newman N.J., Biousse V. Post-traumatic visual loss. *Rev. Neurol. Dis*. 2008;5:73–81.
150. Scott R. The injured eye. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci*. 2011;366:251–260.
151. Haszcz D., Nowomiejska K., Oleszczuk A., Forlini C., Forlini M., Moneta-Wielgos J., Maciejewski R., Michalska-Malecka K., Junemann A.G., Rejdak R. Visual outcomes of posterior chamber intraocular lens intrascleral fixation in the setting of postoperative and posttraumatic aphakia. *BMC Ophthalmol*. 2016;16:50.
152. Randerson E.L., Bogaard J.D., Koenig L.R., Hwang E.S., Warren C.C., Koenig S.B. Clinical Outcomes and Lens Constant Optimization of the Zeiss CT Lucia 602 Lens Using a Modified Yamane Technique. *Clin. Ophthalmol*. 2020;14:3903–3912.
153. Jacob S., Kumar D.A., Rao N.K. Scleral fixation of intraocular lenses. *Curr. Opin. Ophthalmol*. 2020;31:50–60.
154. Nowomiejska K, Haszcz D, Onyszkiewicz M, Choragiewicz T, Czarnek-Chudzik A, Szpringer-Wabicz A, et al. Double-Needle Yamane Technique Using Flanged Haptics in Ocular Trauma-A Retrospective Survey of Visual Outcomes and Safety. *J Clin Med*. 2021;10(12):26052.
155. Chaudhry NA, Belfort A, Flynn HW, Tabandeh H, Smiddy WE, Murray TG. Combined Lensectomy, Vitrectomy and Scleral Fixation of Intraocular Lens Implant After Closed-globe Injury. *Ophthalmic Surgery, Lasers and Imaging Retina*. 1999;30(5):375-381.
156. Sindal MD, Nakhwa CP, Sengupta S. Comparison of sutured versus sutureless scleral-fixated intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg*. 2016;42:27–34.

157. Kumar DA, Agarwal A, Prakash G, Jacob S, Saravanan Y, Agarwal A, et al. Glued posterior chamber IOL in eyes with deficient capsular support: A retrospective analysis of 1-year post-operative outcomes. *Eye (Lond)* 2010;24:1143–8.
158. Ganekal S, Venkataratnam S, Dorairaj S, Jhanji V. Comparative evaluation of suture-assisted and fibrin glue-assisted scleral fixated intraocular lens implantation. *J Refract Surg* 2012; 28:249–252.
159. Lyle WA, Jin J-C. Secondary intraocular lens implantation: anterior chamber vs posterior chamber lenses. *Ophthalmic Surg* 1993; 24:375–381.
160. Ucar F, Cetinkaya S. Flattened flanged intrascleral intraocular lens fixation technique. *Int Ophthalmol*. 2020;40(6):1455–60.
161. Ucar F. Facilitated trailing haptic externalization technique for intrascleral intraocular lens fixation. *Eur J Ophthalmol*. 2023;33(1):615–20.
162. Elsalhy FMAE, Assaf AHS, Alshamarti SA, Soliman NF, Khattab AAA, Khalil MMAA, Morsy MFZ, Ibrahim ENA, Abdul Hay AMSE, Abouzeid MST. Safety and efficacy of the Yamane technique for intraocular three-piece lens implantation in Egyptian patients diagnosed with Marfan syndrome: a retrospective study. *BMC Ophthalmol*. 2024 Nov 5;24(1):480.
163. Jacob S., Agarwal A., Agarwal A., Narasimhan S. Closed-chamber haptic reexternalization for posteriorly displaced sclerotomy and inadequate haptic tuck in glued posterior chamber intraocular lenses. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2015;41(2):268–271.
164. Liu JC, Sheybani A. Haptic curing with endolaser after lens tilt in the Yamane technique. *Am J Ophthalmol Case Rep*. 2024 Apr 16;34:102049.
165. Safran JP, Safran SG. Intraocular lens tilt due to optic-haptic junction distortion following intrascleral haptic fixation with the Yamane technique. *Am J Ophthalmol Case Rep*. 2023 Apr 13;30:101845.
166. Su R, Shah PP, Baghdasaryan E, Zhu D, Kaden T, Winokur J, Cheela I. Haptic-Optic Fractures in Yamane Flanged Intrascleral Fixated Lenses: A Case Series. *J Ophthalmic Vis Res*. 2025 Sep 2;20:10.18502/jovr.v20.16422.
167. Por YM, Chee SP. Spontaneous disinsertion of a multipiece foldable acrylic intraocular lens haptic 3 and 12 months after implantation. *J Cataract Refract Surg*. 2004;30:1139–1142.
168. Fujishima K, Yoshitomi F, Oshika T. Spontaneous disinsertion of a haptic from a 3-piece acrylic foldable intraocular lens after surgery. *J Cataract Refract Surg*. 2002;28:1296–1298.
169. Chuang CC, Lee JS, Lin KK, Hsiao CH. Late-onset spontaneous haptic disinsertion from a three-piece intraocular lens. *Jpn J Ophthalmol*. 2010;54:500–502.
170. Solano JM, Baratz KH, Mahr MA, Erie JC. Late spontaneous haptic disinsertion from a three-piece intraocular lens. *Am J Ophthalmol*. 2007;143:521–522.
171. Abbey A. M., Hussain R. M., Shah A. R., Faia L. J., Wolfe J. D., Williams G. A. Sutureless scleral fixation of intraocular lenses: outcomes of two approaches. The 2014 Yasuo Tano Memorial Lecture. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*. 2015;253(1):1–5.
172. Stem M. S, Wa C. A, Todorich B, Woodward M. A, Walsh M. K., Wolfe J. D. 27-GAUGE sutureless intrascleral fixation OF intraocular lenses with haptic flanging. *Retina*. 2019;39(11):2149–2154.
173. Bang S. P., Joo C.-K., Jun J. H. Reverse pupillary block after implantation of a scleral-sutured posterior chamber intraocular lens: a retrospective, open study. *BMC Ophthalmology*. 2017;17(1):p. 35.

174. Higashide T., Shimizu F., Nishimura A., Sugiyama K. Anterior segment optical coherence tomography findings of reverse pupillary block after scleral-fixated sutured posterior chamber intraocular lens implantation. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2009;35(9):1540–1547.
175. Zhang C, Palka C, Zhu D, Lai D, Winokur J, Shwani T, DeAngelis MM, Reynolds AL. Clinical Outcomes in Scleral Fixation Secondary Intraocular Lens with Yamane versus Suture Techniques: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med*. 2024 May 24;13(11):3071.
176. Lou W, Chen Z, Huang Y, Jin H. Flapless and conjunctiva-sparing technique for transscleral fixation of intraocular lens to correct refractive errors in eyes without adequate capsular support. *J Ophthalmol*. 2023;2023:4032011.

Publikovani radovi iz teze:

1. Damjanovic G, Stojkovic M, Bukumiric Z, Bila M, Sobot V, Jaksic J. Long-Term Visual Outcome and Clinical Predictors Following Yamane Sutureless Intrasceral IOL Fixation. J Clin Med. 2026 Mar 26;15(7):2523.
2. Goran Damjanović i Milenko Stojković. Savremene metode sekundarne implantacije intraokularnog sočiva kod stečenih afakija. MedPodml 2027;78(1).

Biografija autora

Goran Damjanović rođen je u Prištini 1979. godine, gde je završio osnovnu i srednju školu. Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu završio je 2007. godine. Poslediplomske, akademske specijalističke studije na Medicinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu iz kliničke i primenjene anatomije završio je 2009. godine. Završni specijalistički rad pod nazivom „Organizacija, funkcija i lezije okcipitalnih vidnih polja čoveka” uspešno je odbranio i stekao naziv: specijalista za kliničku i primenjenu anatomiju. Specijalizaciju iz oftalmologije završio je 2014. godine sa ocenom odličan na Klinici za očne bolesti, Univerzitetskog Kliničkog Centra Srbije u Beogradu i stekao zvanje specijalista oftalmologije. Usko se bavi konzervativnim i hirurškim lečenjem traume oka, hirurgijom svih oblika katarakte, sekundarnim implantacijama intraokularnih sočiva, laserskom hirurgijom i vitreoretinalnom hirurgijom. Jedan je od hirurga koji u Srbiji i regionu na godišnjem nivou uradi najveći broj operacija iz navedenih oblasti. Autor je i koautor brojnih stručnih i naučnih radova kao i predavač po pozivu na stručnim skupovima u zemlji i inostranstvu. Autor je i koautor u sedam poglavlja u dve knjige. Stalno je zaposlen na odeljenju za vitreoretinalnu hirurgiju i traumu oka na Klinici za očne bolesti, Univerzitetskog Kliničkog Centra Srbije.

Usavršavao se u Nemačkoj, Grčkoj i Sjedinjenim Američkim Državama.

Član je Srpskog lekarskog društva, Udruženja oftalmologa Srbije, Evropskog udruženja za hirurgiju katarakte i refraktivnu hirurgiju (ESCRS), Evropskog udruženja za retinu (Euretna), Američke Akademije za oftalmologiju (AAO).

Izjava o Autorstvu

Potpisan Goran Damjanović
Broj indeksa: RH-04/15

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

„Faktori koji utiču na postoperativnu vidnu oštrinu nakon sekundarne implantacije sočiva tehnikom Yamane“

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršila autorska prava i koristio intelektualnu svojinu drugih lica.

U Beogradu
24.04.2026

Potpis doktoranda

Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Ime i prezime autora Goran Damjanović

Broj indeksa: RH-04/15

Studijski program Rekonstruktivna hirurgija

Naslov rada: „Faktori koji utiču na postoperativnu vidnu oštrinu nakon sekundarne implantacije sočiva tehnikom Yamane“

Mentor Prof. dr Milenko Stojković

Potpisan Goran Damjanović

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predao za objavljivanje na portalu **Digitalnog repozitorijuma Univerziteta u Beogradu**.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog naziva doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja i datum odbrane rada.

Ovi lični podaci mogu se objaviti na mrežnim stranicama digitalne biblioteke, u elektronskom katalogu i u publikacijama Univerziteta u Beogradu.

U Beogradu
24.04.2026

Potpis doktoranda

Izjava o korišćenju

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku „Svetozar Marković“ da u Digitalni repozitorijum Univerziteta u Beogradu unese moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

„Faktori koji utiču na postoperativnu vidnu oštrinu nakon sekundarne implantacije sočiva tehnikom Yamane“

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sa svim prilogima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalnom repozitorijumu Univerziteta u Beogradu i dostupnu u otvorenom pristupu mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučila.

1. Autorstvo

2. Autorstvo – nekomercijalno

☒ 3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerađivanja

4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima

5. Autorstvo – bez prerađivanja

6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

U Beogradu
24.04.2026

Potpis doktoranda
