

# Rezidualna refraktivna greška nakon ugradnje multifokalnih leća

---

Šmalcelj Gabrić, Ana Monika

Master's thesis / Diplomski rad

2019

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:714020>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-28**



Repository / Repozitorij:

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Ana Monika Šmalcelj Gabrić**

**REZIDUALNA REFRAKTIVNA GREŠKA NAKON  
UGRADNJE MULTIFOKALNIH LEĆA**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2019.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**MEDICINSKI FAKULTET**

**Ana Monika Šmalcelj Gabrić**

**REZIDUALNA REFRAKTIVNA GREŠKA NAKON  
UGRADNJE MULTIFOKALNIH LEĆA**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2019.**

Ovaj diplomski rad izrađen je na Katedri za oftalmologiju i optometriju Medicinskog fakulteta u Zagrebu pod mentorstvom doc. dr. sc. Tomislava Kuzmana, dr. med. i komentorstvom dr. sc. Maje Bohač, dr. med. te je predan na ocjenu u akademskoj godini 2018./19.

## **POPIS OZNAKA I KRATICA**

**IOL** – intraokularna leća (*eng. intraocular lens*)

**PRK** – fotorefraktivna keratektomija (*eng. photorefractive keratectomy*)

**LASIK** – laser in situ keratomileuza (*eng. laser assisted in situ keratomileusis*)

**RLE** – refraktivna zamjena leće (*eng. refractive lens exchange*)

# SADRŽAJ

POPIS OZNAKA I KRATICA .....	
SADRŽAJ .....	
Rezidualna refraktivna greška nakon ugradnje multifokalnih leća .....	
SUMMARY .....	
Residual refractive error after implantation of multifocal lenses.....	
<b>1. LEĆA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. ANATOMIJA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. EMBRIONALNI RAZVOJ .....</b>	<b>1</b>
<b>1.3 METABOLIZAM.....</b>	<b>2</b>
<b>1.4 FUNKCIJA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. KATARAKTA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 SENILNA KATARAKTA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 NUKLEARNA KATARAKTA (CATARACTA NUCLEARIS) .....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 KORTIKALNA KATARAKTA (CATARACTA CORTICALIS).....</b>	<b>5</b>
<b>2.4 STRAŽNJA SUBKAPSULARNA KATARAKTA (CATARACTA SUBCAPSULARIS POSTERIOR).....</b>	<b>5</b>
<b>2.5 LIJEČENJE KATARAKTE .....</b>	<b>6</b>
<b>2.6 KIRURGIJA KATARAKTE .....</b>	<b>6</b>
2.6.1 VRSTE OPERACIJE KATARAKTE .....	7
2.6.2 FAKOEMULZIFIKACIJA (PHACO, phacoemulsification) .....	7
2.6.3 FEMTOSEKUNDNI LASER U KIRURGIJI KATARAKTE .....	9
<b>2.7 INTRAOKULARNE LEĆE (IOL) .....</b>	<b>10</b>
2.7.1 POVIJEST RAZVOJA INTRAOKULARNIH LEĆA.....	10
<b>2.7.2 MATERIJAL ZA IZRADU INTRAOKULARNIH LEĆA.....</b>	<b>11</b>
<b>2.8 VRSTE INTRAOKULARNIH LEĆA.....</b>	<b>12</b>
2.8.1 MONOFOKALNE LEĆE.....	12
2.8.2 MULTIFOKALNE INTRAOKULARNE LEĆE.....	12
2.8.3 AKOMODACIJSKA INTRAOKULARNA LEĆA .....	15
2.8.4 TORIČNA INTRAOKULARNA LEĆA.....	15
2.8.5 INTRAOKULARNE LEĆE S PLAVIM FILTEROM .....	16
2.8.6 ASFERIČNE INTRAOKULARNE LEĆE .....	16
2.9 IZRAČUN JAKOSTI IOL-a.....	16
2.9.1 SRK/T FORMULA .....	18

2.9.2 FORMULE ZA IZRAČUN SNAGE IOL-A BAZIRANE NA UMJETNOJ INTELIGENCIJI .....	19
2.9.3 FORMULE BAZIRANE NA "RAYTRACING" TEHNOLOGIJI.....	19
<b>3. REFRAKCIJSKI REZULTAT NAKON OPERACIJE KATARAKTE .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 METODE OTKLANJANJA REZIDUALNE REFRAKTIVNE GREŠKE .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 UZROCI REZIDUALNE REFRAKTIVNE GREŠKE .....</b>	<b>22</b>
3.2.1 PREOPERATIVNI UZROCI .....	22
3.2.2 INTRAOPERATIVNI UZROCI .....	23
3.2.3 POSTOPERATIVNI UZROCI.....	23
<b>4. STRATEGIJE RJEŠAVANJA REZIDUALNE REFRAKTIVNE GREŠKE NAKON KIRURGIJE LEĆE .....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 PROCEDURE NA ROŽNICI .....</b>	<b>24</b>
<b>4.2 PROCEDURE NA LEĆI .....</b>	<b>25</b>
<b>5. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>27</b>
<b>6. ZAHVALE .....</b>	<b>28</b>
<b>7. POPIS LITERATURE .....</b>	<b>29</b>
<b>8. ŽIVOTOPIS.....</b>	<b>41</b>

# SAŽETAK

## Rezidualna refraktivna greška nakon ugradnje multifokalnih leća

Kirurgija katarakte je zbog velikog napretka u predoperativnoj dijagnostici, kirurškim tehnikama i napretku materijala za izradu intraokularnih leća, postala najsigurniji i najizvođeniji medicinski zahvat u svijetu s preko 25 milijuna izvedenih zahvata godišnje. Veliko iskustvo kirurga kod izvođenja ovog zahvata dovelo je do razvoja refraktivne kirurgije leće koja se izvodi elektivno u svrhu rješavanja refraktivne greške pacijenta. Refraktivna greška koja najčešće dovodi do odluke na ovaj zahvat je prezbiopija, tj. starosna dalekovidnost. Uz prezbiopiju veliki broj pacijenata ima i druge refrakcijske greške oka, bilo miopiju ili hipermetropiju, a često i astigmatizam.

Također, dio pacijenata koji se odlučuje na refraktivnu zamjenu leće u ranijim životnim fazama su se podvrgnuli refraktivnoj kirurgiji rožnice što je dodatna varijabla kod pravilnog izbora intraokularne leće. Veliki broj pacijenata iznimno je zadovoljan postignutim vidom nakon refraktivne kirurgije leće, no kod dijela pacijenata javljaju se određene poteškoće koje se mogu odnositi na rezidualnu refraktivnu grešku nakon ugradnje multifokalne intraokularne leće.

Diplomski rad prikazuje razvoj refraktivne kirurgije leće i moguće komplikacije, načelno rezidualne refraktivne greške koja je najčešći problem koji izaziva nezadovoljstvo kod pacijenata.

**Ključne riječi:** katarakta, refraktivna kirurgija, multifokalne leće, rezidualna refraktivna greška



# **SUMMARY**

## **Residual refractive error after implantation of multifocal lenses**

Due to advances in preoperative diagnostics, surgical techniques and new materials for production of IOLs, cataract surgery has become the safest and the most performed surgical procedure in the world with over 25 million procedures performed per year. Growing surgeon experience with cataract surgery has created a new type of lens procedure, refractive lens exchange. The most common refractive error for patients undergoing refractive lens exchange is presbyopia, but some patients suffer from myopia, hyperopia or astigmatism too. Some patients undergoing refractive lens exchange had prior refractive procedures on the cornea, adding a variable for the surgeon in IOL selection.

A substantial percentage of patients is satisfied with their refractive results and vision quality after refractive lens exchange, but some patients are dissatisfied. The most common reason of this dissatisfaction is a residual refractive error.

This thesis paper will show the evolution of lens surgery, what are the possible complications and what are the most common ways in dealing with residual refractive error after multifocal lens implantation.

**Keywords:** cataract, refractive surgery, multifocal lenses, residual refractive error.

# 1. LEĆA

## 1.1. ANATOMIJA

Leća je bikonveksno, prozirno tijelo s osnovnom funkcijom refrakcije svjetlosnih zraka, akomodacije i održavanja vlastite prozirnosti. U oku je smještena u fossi hijaloideji, između šarenice i staklastog tijela, te je zonulama koje polaze od perifernog dijela leće (*zonulae ciliares Zinni*) povezana s cilijarnim tijelom. Obavijena je tankom kapsulom ispod koje se u prednjem dijelu nalazi jednoslojni epitel koji se tijekom života neprestano umnaža stvarajući lećne niti. Središnji dio leće naziva se nukleus, a između nukleusa i kapsule nalazi se korteks. Leća ima prednji i stražnji pol (točke kroz koje prolazi zamišljeni pravac koji se naziva optička os) te ekvator (područje najvećeg opsega). (1)

## 1.2. EMBRIONALNI RAZVOJ

Osnova oka pojavljuje se u embriju od 22 dana kao nekoliko plitkih udubina na svakoj strani prednjeg mozga. Zatvaranjem neuralne cijevi te udubine oblikuju polukuglaste izbočine – očne mjehuriće. Mjehurići se prošire i dosegnu površinski ektoderm u kojem potiču promjene nužne za nastajanje leće, a zatim se svaki očni mjehurić počinje udubljivati i na taj način oblikovati očni vrč.

Za to vrijeme stanice površinskog ektoderma, koje su u početku dodirivale očni mjehurić, počinju se izduživati i tvore lećnu plakodu. Plakoda se postupno udubljuje i oblikuje lećni mjehurić. Tijekom petog tjedna lećni mjehurić izgubi vezu s površinskim ektodermom i smjesti se u udubinu očnog vrča. Tada rahli mezenhim, nastao iseljavanjem stanica neuralnog grebena, potpuno okruži očni vrč. (2)

Tijekom intrauterinog razvitka na prednjoj i stražnjoj plohi leće nalazi se vaskularna membrana preko koje se leća prehranjuje. Kroz staklovinu do leće se proteže arterija hijaloideja. Prije rođenja ove krvne žile nestaju, zjenica se otvara i leća je potpuno prozirna. (3)

### **1.3 METABOLIZAM**

Za održavanje prozirnosti leće i za njen rast potrebna je energija. Glavni izvor energije čini glukoza čijom anaerobnom razgradnjom nastaje 70% ukupne energije potrebne za zadovoljavanje metaboličkih potreba leće. Najveći dio leće čine lećne niti. Površno smještene lećne niti su metabolički aktivne stanice koje imaju jezgru, dok su one u unutrašnjosti, kojih je i više, bez organela pa nemaju sposobnost aerobne razgradnje glukoze. Ravnoteža vode i iona održava se putem ionskih pumpi i kanala. Kako leća nema krvnih žila, prehranjuje se difuzijom iz očne vodice i staklastog tijela. (4,5)

### **1.4 FUNKCIJA**

Osnovna funkcija leće je da, uz rožnicu, omogućuje fokusiranje zraka svjetlosti na mrežnicu. Osim zbog bikonveksnog oblika i visokog indeksa loma, normalna funkcija leće je moguća zbog njene prozirnosti i svojstva akomodacije. Prozirnost leće je moguća zbog njene avaskularnosti, uskih međustaničnih prostora te pravilnog rasporeda stanica i proteina. Prisutnost organela u vlaknima može dovesti do rasapa svjetla tako da su oni u leći malobrojni i pomaknuti prema ekvatoru kako ne bi ometali prolazak svjetla kroz središnji dio. Proteini leće čine trećinu mase leće

i značajno doprinose njenoj lomnoj jakosti. Više od 90% tih proteina čine  $\alpha$ -,  $\beta$ - i  $\gamma$ -kristalini. Alfa kristalin ima ključnu ulogu u očuvanju prozirnosti leće. (6) Leća ima sposobnost mijenjanja svog oblika. Promjenom zakrivljenosti leće, oko može fokusirati objekte na različitim udaljenostima od njega. Ovaj proces se naziva akomodacija. U mirovanju je cilijarni mišić opušten i zonularna vlakna vuku leću koja je tada plosnatijeg oblika. Pri gledanju bliskih objekata, dolazi do kontrakcije cilijarnog mišića i do opuštanja zonularnih vlakana. To dovodi do povećanja zakrivljenosti prednje površine leće i smanjenja radijusa zakrivljenosti s 10 na 6 mm. Povećanje zakrivljenosti prednje površine uzrokuje povećanje dioptrijske jakosti leće. Zbog pomaka leće naprijed, dubina prednje očne sobice se smanji. Akomodaciju prati suženje zjenica i konvergencija očiju. (7)

Lomna jakost najčešće iznosi između 10 i 25 dioptrija. Prema Gullstrandovu shematskom oku lomna jakost leće u mirovanju je 19.33 dioptrije. Ukupna sposobnost akomodacije u veoma mladih osoba može iznositi do 14 dioptrija, a u starosti se sposobnost akomodacije oka gubi zbog otvrdnuća leće i slabosti cilijarnog mišića. (3)

## **2. KATARAKTA**

Katarakta (siva mrena) je zamućenje inače prozirne leće. Najčešće se javlja u osoba starije životne dobi zbog čega se naziva senilna katarakta. Dijabetes melitus i određene druge bolesti metabolizma, uveitis, visoka miopija, trauma, lokalno i sistemsko liječenje kortikosteroidima udruženi su s ubrzanim razvojem katarakte. Kongenitalna katarakta znatno je rjeđa. Općenito, zamućenje leće uzrokuje bezbolno smanjenje vidne oštine, pojavu monokularnih dvoslika i zablještenja pri osvjetljavanju intenzivnim izvorom svjetla te promjenom refrakcije. (8)

### **2.1 SENILNA KATARAKTA**

Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije iz 2010. godine, katarakta je vodeći uzrok sljepoće u svijetu, osim u najrazvijenijim zemljama. (9) Patogeneza senilne katarakte je multifaktorijalna i nije do kraja razjašnjena. Starenjem dolazi do povećanja debljine i težine leće jer se nova lećna vlakna kontinuirano stvaraju na periferiji leće pri čemu dolazi do kompresije starijih vlakana i stvrdnjivanja nukleusa (nuklearna skleroza). Kemijske promjene kristalina dovode do stvaranja proteinskih agregata visoke molekularne težine i žuto-smeđe pigmentacije nukleusa leće. Ostale promjene koje nastaju s godinama uključuju smanjenje koncentracije glutaciona i kalija te povećanje koncentracija natrija i kalcija. Ovisno o lokalizaciji zamućenja, postoje tri osnovna tipa senilne katarakte: nuklearna, kortikalna i stražnja subkapsularna.(10)

## **2.2 NUKLEARNA KATARAKTA (*CATARACTA NUCLEARIS*)**

Osnovna obilježja nuklearne katarakte jesu skleroza i promjena boje nukleusa leće. Progresija je spora i u početku može doći do pojave kratkovidnosti zbog povećanja indeksa loma leće (tzv. lentikularna miopija). Vid na daljinu obično je lošiji od vida na blizinu. S vremenom nukleus leće postaje žuto, odnosno kasnije smeđe obojen (tzv. brunescetna nuklearna katarakta). (11)

## **2.3 KORTIKALNA KATARAKTA (*CATARACTA CORTICALIS*)**

Prvi znak kortikalne katarakte je pojava vakuola i vodenih pukotina u korteksu leće. Kasnije dolazi do pojave bjeličastih klinastih i šiljastih zamućenja u perifernom dijelu korteksa koji se prilikom pregleda biomikroskopom najbolje vide u retroiluminaciji. Poremećaj vidne oštine ovisi o lokalizaciji zamućenja. Osim pada vidne oštine, može postojati zablještenje prilikom osvjetljavanja intenzivnim izvorom svjetla (farovi automobila, sunce) te se mogu pojaviti dvoslike (monokularna diplopija). (12)

## **2.4 STRAŽNJA SUBKAPSULARNA KATARAKTA (*CATARACTA SUBCAPSULARIS POSTERIOR*)**

Stražnja subkapsularna katarakta obično se javlja u nešto mlađoj dobi nego nuklearna i kortikalna katarakta. Zamućenje se nalazi u površinskom korteksu ispred stražnje kapsule. Pad vidne oštine nastupa ranije nego kod nuklearne i kortikalne katarakte jer se zamućenje nalazi centralno i bliže čvornoj točki oka. Pacijent može imati simptome u smislu zablještenja pri jakom svjetlu,

odnosno slabiji vid na blizinu nego na daljinu (zbog uske zjenice prilikom gledanja na blizinu). (13)

## **2.5 LIJEČENJE KATARAKTE**

Osnovni način liječenja katarakte je operacija. Operacija katarakte ima dugu povijest. U Mezopotamiji i Indiji prije nekoliko tisuća godina iglom se luksirala katarakta u staklovinu i oslobađala optička os za prolaz svjetla (metoda reklinacije). Ova metoda se zadržala sve do prve ekstrakapsularne ekstrakcije katarakte Jacquesa Daviela 1746. donjim rezom, a 1866. godine Albrecht v. Graefe uvodi gornji rez na limbusu rožnice. Danas se, osim odstranjenja zamućene leće, ugrađuje umjetna leća koja omogućuje bolesniku dobar vid često bez ikakve dodatne korekcije. (3)

## **2.6 KIRURGIJA KATARAKTE**

Operacija katarakte je kirurgija izbora (engl. *elective surgery*). Temeljna indikacija za kirurgiju katarakte su funkcionalne smetnje vida koje subjektivno ograničavaju dnevne aktivnosti bolesnika i smanjuju kvalitetu života. Objektivna ocjena utjecaja katarakte na vid bolesnika najčešće se određuje mjerenjem vidne oštine i testom kontrastne osjetljivosti.

### **2.6.1 VRSTE OPERACIJE KATARAKTE**

Dvije su osnovne metode kirurgije katarakte: intrakapsularna (ICCE, engl. *intracapsular cataract extraction*) kod koje se uklanja leća s kapsulom te ekstrakapsularna ekstrakcija katarakte (ECCE, engl. *extracapsular cataract extraction*) kod koje se uklanja leća, a kapsula ostaje u svom prirodnom ležištu. Uvijek, kada je to moguće, na mjesto prirodne leće implantira se umjetna intraokularna leća. Kod izvođenja klasične ekstrakapsularne ekstrakcije katarakte i ugradnje intraokularne leće od tvrdog materijala (PMMA) operativni korneoskleralni rez iznosi najmanje 7-8 mm. S obzirom na veličinu takvog reza i postavljanje šavova postoperativne komplikacije su relativno česte, a postoperativni astigmatizam je također čest, što rezultira i lošim postoperativnim rezultatima vida i relativno slabijim zadovoljstvom pacijenata. (14,15)

### **2.6.2 FAKOEMULZIFIKACIJA (PHACO, phacoemulsification)**

Fakoemulzifikacija je danas zlatni standard u operaciji katarakte. Fakoemulzifikacija je metoda ekstrakapsularne ekstrakcije leće pomoću ultrazvučne sonde kojom se nukleus leće usitnjava uz istovremenu aspiraciju usitnjenih komadića leće. (8) Prije operacije nužno je učiniti dobru pripremu bolesnika koja se postiže dobrom i stabilnom midrijazom i urednim očnim tlakom. Većina operacija u današnje se vrijeme izvodi u kapljičnoj anesteziji stoga nije nužna opća anestezija. (16) Kako bi se spriječio razvoj infekcije, na kraju operacije daje se intrakameralno antibiotik. (17)



Nakon uklanjanja zamućene leće, ugrađuje se umjetna intraokularna leća. (18)  
Glavni je cilj operacije postizanje emetropije. (19) Dakle, moderna se kirurgija katarakte smatra oblikom refraktivne kirurgije. (20)

Glavne su prednosti ove metode bitno skraćeno vrijeme i troškovi bolničkog liječenja, brza rehabilitacija i povratak svakodnevnom životu te izostanak brojnih očnih komplikacija zahvaljujući manjoj kirurškoj inciziji u odnosu na klasičnu kirurgiju. Zamijećen je i manji astigmatizam nakon operacije. S obzirom na sve prednosti, financijski i tehnički nedostaci mogu se lakše zanemariti. (21)

S druge strane, iako je fakoemulzifikacija jedna od najsigurnijih operacija u medicini, pojava komplikacija također je moguća. Spomenute mogu nastati za vrijeme, te nakon samog zahvata. Neke su od njih slabo zarastanje i propuštanje kirurških rezova, krvarenje, oštećenje rožničnog epitela, prolaps šarenice i staklovine u prednju očnu sobicu, decentracija intraokularne leće, ruptura kapsule, sekundarno povišenje intraokularnog tlaka i mnoge druge. (22,23)

Nakon operacije uobičajeno se obave tri kontrolna pregleda. Prvi pregled radi se svega par sati nakon operacije radi kontrole intraokularnog tlaka i njegovog eventualnog porasta.

Tjedan dana nakon operacije, prema smjernicama Europskog društva za kataraktu i refraktivnu kirurgiju, potrebno je kontrolirati bolesnika radi mogućeg razvoja upale. Konačno, 4 tjedna nakon operacije pacijent dolazi radi propisivanja naočala. (18)

### 2.6.3 FEMTOSEKUNDNI LASER U KIRURGIJI KATARAKTE

Laseri u kirurgiji katarakte koriste se od 1970ih. Trenutno, nova tehnika je uporaba femtosekundnih lasera. Pomoću ovog lasera moguće je napraviti nekoliko koraka operacije (incizije na rožnici, kapsuloreksu, usitnjavanje lećnih masa). Femtosekundni laseri koriste kraće vrijeme pulsa od  $10^{-15}$  s u usporedbi s  $10^{-9}$  s koji koriste fotokoagulacijski (argon), fotoablacijski (*excimer*) i fotodisrupcijski (Nd: YAG) laseri. Budući da je snaga funkcija energije po jedinici vremena, kraće vrijeme impulsa dodatno smanjuje energiju za određeni efekt. To je osobito važno u kirurgiji katarakte zbog očuvanja struktura oka poput rožnice, irisa te zonula. Laser reže tako da stvara fokus laserske energije koja stvara plazmu, a zatim se stvori kavitacijski mjehurić koji se širi i urušava pri čemu se razdvajaju tkiva. Valna duljina laserske zrake je blizu infracrvenog spektra (1053 nm) te ga time prozirno očno tkivo ne apsorbira i zato je moguće preciznije fokusirati zraku u različitim dubinama prednje očne sobice. Postupak se u cijelosti izvodi pod kontrolom računala, a zahvaljujući prikazu prednjeg segmenta oka pomoću optičke koherentne tomografije (OCT) u realnom vremenu, laser ima praktično stopostotnu preciznost.

(24)

## **2.7 INTRAOKULARNE LEĆE (IOL)**

Intraokularne leće (IOL) su leće od umjetnih materijala koje se implantiraju u oko. Uobičajeno, IOL ima promjer od 6 milimetara, a ukupna duljina IOL je između 12 i 13 milimetara. Sferičnog ili asferičnog su oblika i uobičajeno dolaze s refrakcijskom snagom od -10 do +34D. Savitljive IOL sada su vrlo popularne, jer se mogu ugraditi kroz manje rezove (<3 mm). Kako bi se smanjila učestalost zamućenja stražnje kapsule nakon operacije katarakte, leće se trenutno proizvode s oštrim stražnjim rubom čime se sprječava migracija stanica na središnji dio posteriorne kapsule i prevenira se sekundarna opacifikacija. Kod današnjih operacija katarakti ugradnja intraokularnih leća poboljšava kvalitetu vida koja ide izvan samog kompenziranja sfernih grešaka. (25)

### **2.7.1 POVIJEST RAZVOJA INTRAOKULARNIH LEĆA**

Prije izuma umjetne leće bolesnici su nakon operacije katarakte morali nositi naočale s velikom plus dioptrijom (+10 do +14 dioptrija) kako bi se nadomjestila refraktivna jakost leće. Potaknut primjedbom svojeg studenta kako bi bilo logično zamijeniti prirodnu zamućenu leću nekim implantatom, engleski oftalmolog Sir Nicholas Harold Lloyd Ridley odlučio je pronaći adekvatan materijal. Iz iskustva pilota veterana drugog svjetskog rata vidio je da krhotine kupole pilotske kabine od polimetilmetakrilatnih (PMMA) vlakna ne stvaraju jak imunski upalni odgovor.

U studenom 1949. godine Sir Harold Ridley koristeći tehniku ekstrakapsularne ekstrakcije katarakte je implantirao prvu PMMA intraokularnu leću. Problem stabilne fiksacije IOL-a je riješen 1975. godine kada dr. Shearing dodaje uz optički dio leće postranične nastavke (tzv. haptici) koji stabiliziraju leću unutar kapsule. Prve

intraokularne leće bile su tvrde, a kasnije razvojem modernih tehnika operacija katarakte, pojavljuju se savitljive leće koje se mogu implantirati kroz mali rez. (26)

### **2.7.2 MATERIJAL ZA IZRADU INTRAOKULARNIH LEĆA**

Materijali koji se koriste za izradu IOL leće su polimeri i mogu se podijeliti u dvije glavne skupine: akrilat i silikon. Akrilatne leće mogu se dalje podijeliti na rigidne, poput onih proizvedenih iz PMMA i savitljive, proizvedene od hidrofobnih ili hidrofilnih akrilnih materijala. Hidrofobne akrilne leće, kao i silikonske leće, imaju vrlo nizak sadržaj vode, općenito manje od 1 posto. Međutim, nedavno su dostupni hidrofobni akrilni materijali s većim sadržajem vode (oko 4%). Većina trenutno dostupnih hidrofilnih akrilnih leća izrađuje se od kopolimera s vodenim sadržajem od 18 do 38 posto. Prvi silikonski materijal korišten za proizvodnju IOL-a bio je poli (dimetil siloksan), koji ima indeks loma od 1,41. Najnovija generacija silikonskih materijala ima više indekse loma. Međutim, indeks loma je veći u savitljivim akrilima od silikona, na 1,47 ili više, tako da su akrilne leće tanje od silikonskih leća s istom lomnom snagom. (27)

## 2.8 VRSTE INTRAOKULARNIH LEĆA

Intraokularne leće dijele se na monofokalne, multifokalne, akomodativne, torične i intraokularne leće s plavim filterom.

### 2.8.1 MONOFOKALNE LEĆE

Monofokalne leće su intraokularne leće s fiksnim fokusom za jednu udaljenost. Liječnik može odabrati monofokalni IOL koji je za fokus za blizu, za fokus u sredini ili za udaljeni fokus. Može se odabrati samo jedna od tri navedene opcije i fokus se neće mijenjati nakon operacije. Najčešće se odabire monofokalna za jasan vid na daleko. Tada pacijenti nose naočale za čitanje ili bliski rad s obzirom da je fokus leće fiksiran.

### 2.8.2 MULTIFOKALNE INTRAOKULARNE LEĆE

Multifokalne intraokularne leće imaju optiku koja rasipa svjetlost tako da imaju više fokusa u različitim točkama istovremeno. Multifokalne leće daju simultanu sliku blizine i daljine te na taj način omogućuju dobar vid na svim udaljenostima, uključujući blizinu i srednju udaljenost što konačno omogućuje potpuno neovisnost o naočalima. (28) Prema svojim optičkim svojstvima klasificiraju se na difraktivne, refraktivne, kombinirane i leće sa proširenim rasponom fokusa (eng. *Extended Depth of Focus* (EDOF) IOLs). (29)

Difraktivne multifokalne leće (*AcrySof Restor* Alcon, *Tecnis* AMO) građene su od jedne sferične refraktivne prednje plohe te jedne difraktivne stražnje plohe. Dakle, upadno svjetlo dijele na dva fokusa, jedan za gledanje na blizinu i jedan za gledanje

na daljinu. To znači da difraktivne leće imaju učinak bifokalne leće što bolesniku omogućuje odličan vid i na daleko i na blizu, no kod ovih leća vid u "srednjoj zoni" može biti slabiji što može otežavati, primjerice, rad na računalu. (30)

AcrySof Restor (Alcon) je difraktivna intraokularna leća koja sadrži tri optička sustava - difrakciju, refrakciju i apodizaciju kako bi se bolesniku omogućio pun opseg vida. Leća omogućuje jednu optiku za gledanje na daljinu te jednu za gledanje na blizinu. Kada bolesnik gleda u udaljen objekt, slika koju pruža optika za vid na daljinu je u fokusu, dok je slika koju omogućuje optika za blizinu izrazito defokusirana i blijeda. Apodizacija jest zapravo promjena u optici od centra leće prema periferiji. Stepence između zona koje su u centru leće veće su što omogućuje jednaku raspodjelu svjetla između daljine i blizine. Što su perifernije, to je visina stepenica niža te je na taj način sve manje svjetla usmjereno prema blizini, a sve više prema daljini. Na taj način, kad je zjenica pri slabijem osvjetljenju široka, puno više svjetla usmjereno je ravno prema daljini. (31) Također reducira optičke fenomene noću što je posljedica spomenutog defokusiranja druge slike. Vidna oštrina na srednjoj udaljenosti katkada može biti nešto slabija. (32)

Tecnis AMO je difraktivna multifokalna silikonska leća. Prednja prolatna površina kompenzira pozitivnu sfernu aberaciju rožnice, a stražnja difraktivna površina omogućuje multifokalnost. S fizičkog gledišta kod difraktivne leće oko 20% svjetla može biti izgubljeno rasapom. Prednost je difraktivne leće da svaka točka optike pruža jednaku sliku s konstantnim osvjetljenjem. Na taj je način efekt bifokalne leće neovisan o promjeru zjenice i centriranju. Optički principi refraktivnih multifokalnih intraokularnih leća (*ReZoom* AMO, *M-flex* Rayner *N*, *F*) temeljno se razlikuju od optičkih principa difraktivnih leća.

ReZoom akrilna leća (AMO) predstavnik je druge generacije refraktivnih progresivnih multifokalnih IOL-a čija optika omogućuje brojne fokuse tako da bolesnik jasno vidi na različitim udaljenostima. Postignuta je dodatna redukcija rasapa svjetla što značajno smanjuje neželjene efekte nakon implantacije. Naime, različiti optički svjetlosni fenomeni (odsajaj, halo, "razmazivanje" izvora svjetlosti, smanjena kontrastna osvijetljivost) najčešći su uzrok nezadovoljstva bolesnika s ugrađenom refraktivnom multifokalnom lećom. (33)

S obzirom na potrebe bolesnika te način života neki oftalmolozi zagovaraju implantaciju refraktivne leće u jedno, a difraktivne leće u drugo oko kako bi postigli dodatnu kvalitetu vida u bolesnika. Ova tehnika optimizira vidnu funkciju na blizinu i srednju udaljenost, a održava odličnu vidnu oštrinu na daljinu. (34,35)

Leće sa proširenim rasponom fokusa najnovija su generacija IOL-ova koji se baziraju na povećanom rasponu fokusa bez grubih prijelaza između fokusa kakav je karakterističan za klasične multifokalne leće. Trenutno je na tržištu dostupna leća Tecnis Symphony (ZXR00) koja svoj dizajn temelji na tehnologiji echelette gratinga (tehnologija stepeničastih koncentričnih kružnica). Taj tip IOL-a posjeduje iznimno široku krivulju defokusa koja omogućava da pacijent ima u fokusu predmete na različitim udaljenostima istovremeno. (35) Najnovija generacija EDoF IOL-a je također razvijena od strane AMO-a (sada Johnson & Johnson Vision, USA) i zove se Synergy (ZRF00V) te nudi još širu krivulju defokusa od Symphony-a i povećanu kvalitetu vida u uvjetima slabog osvijetljenja. (36)

### **2.8.3 AKOMODACIJSKA INTRAOKULARNA LEĆA**

Akomodacijske intraokularne leće oponašaju proces akomodacije mladog oka. Leće su dizajnirane da projiciraju u samo jedan fokus na mrežnici, a optička se kvaliteta vida na nekoliko udaljenosti postiže pomicanjem akomodacijske intraokularne leće unutar kapsularne vrećice kontrakcijom cilijarnog mišića. Međutim, dugoročni rezultati pokazali su da učinak kontrakcije cilijarnog mišića na akomodacijsku intraokularnu leću s vremenom slabi, te leća poprima karakteristike monofokalne leće. (37)

### **2.8.4 TORIČNA INTRAOKULARNA LEĆA**

Torične intraokularne leće su leće koje mogu ispraviti astigmatizam do 1 D uzrokovan nejednolikom zakrivljenošću rožnice. One kompenziraju rožnični astigmatizam sa korespondentnom optičkom zonom. Procjenjuje se da 15% do 29% bolesnika s kataraktom imaju više od 1,50 (D) postojeći astigmatizam. Ugradnjom torične intraokularne leće smanjujemo postojeći astigmatizam te može se dodatno poboljšati vid nakon operacije katarakte. Nedostatak implantacije toričnih intraokularnih leća je mogućnost pomaka leće izvan željene osi. Postoperativni pomak veći je ukoliko je intraokularna leća implantirana u veću kapsularnu vreću. Svaki stupanj rotacije leće smanjuje učinak postoperativne korekcije astigmatizma za otprilike 3%. Zato se mora paziti na preciznu orijentaciju i rotacijsku stabilnost kako bi se osigurala trajna i optimalna korekcija astigmatizma (23). Ukoliko je potrebno, pomaknuta implantirana torična intraokularna leća može se sekundarno rotirati i pravilno pozicionirati prema obilježenim osima. Navedenu korekciju potrebno je učiniti što ranije radi sraštavanja intraokularne leće i kapsule. (38)



### **2.8.5 INTRAOKULARNE LEĆE S PLAVIM FILTEROM**

Vodeći uzrok sljepoće u razvijenom svijetu je senilna makularna degeneracija. Vođeni ovom činjenicom pojedini modeli zadnjih generacija leća imaju u sebi ugrađene filtere za UV svjetlo i plavo svjetlo zbog eventualnog protektivnog učinka na retinalni pigment i samu makulu oka. Danas razni IOL-ovi nude zaštitu s plavim filterom neovisno o broju fokalnih točaka IOL-a. (39)

### **2.8.6 ASFERIČNE INTRAOKULARNE LEĆE**

Suvremene monofokalne leće asferične su leće i sprječavaju sfernu aberaciju. Prirodna leća kod mladih ljudi je asferična i s godinama postaje sferična. Asferične leće korigiraju tzv. sferne aberacije i daju pacijentima oštiri vid u uvjetima slabijeg svjetla, posebno u noćnoj vožnji te su pogodne za aktivne pacijente. (40)

## **2.9 IZRAČUN JAKOSTI IOL-a**

Odabir odgovarajuće formule za procjenu jakosti leće, uz točna biometrijska mjerenja, ključan je korak u postizanju emetropnog postoperativnog refrakcijskog nalaza. Danas su dostupne brojne teorijske i regresijske formule za izračun jakosti IOL-a. Klasifikacija formula temelji se na njihovoj izvedbi (teorijska, regresijska analiza ili kombinacija) ili prema generacijama. Teorijske formule izvedene su primjenom geometrijske optike na shematskom modelu oka koristeći različite konstante. Regresijska analiza stvarnih postoperativnih rezultata, kao funkcija varijabli zakrivljenosti rožnice i aksijalne duljine, izrađena je kasnije. (41) Formule prve generacije, kao što je Sanders-Retzlaff-Kraff (SRK formula), koristile su refraktivnu jakost rožnice, aksijalnu duljinu te A-konstantu specifičnog IOL-a za

procjenu jakosti IOL-a. Ova formula temeljila se na regresivnoj studiji mnogih očiju, a bila je odgovarajuća za pacijente s prosječnom aksijalnom duljinom. Ova formula nije odgovarala u slučaju aksijalne duljine manje ili veće od prosjeka pa je modificirana u SRK II, formulu druge generacije. Navedena modifikacija bila je promjena A-konstante na temelju aksijalne duljine. Rezultati su bili bolji, ali daleko od idealnih. Napuštanje upotrebe regresijskih formula te prelazak na teorijske formule doprinijeli su povećanju točnosti jer su formule treće generacije koristile biometrijske podatke za procjenu odgovarajućeg položaja leće unutar oka. Najčešće korištene formule treće generacije su: Holladay 1, SRK/T i Hoffer Q. Svaka od ovih formula procjenjuje položaj IOL-a unutar oka na temelju keratometrije i/ili aksijalne duljine te daje točnije rezultate. Formule koriste konstante povezane s očekivanim položajem IOL-a, a formule treće generacije pokazale su se vrlo popularnima jer daju dobre rezultate zahtijevajući samo točne biometrijske nalaze keratometrije i aksijalne duljine. Najnovije formule četvrte generacije (npr. Haigis i Barret Universal II) koriste dodatne biometrijske parametre. One uzimaju u obzir dubinu prednje očne sobice i koriste tri konstante ( $a_0$ ,  $a_1$  i  $a_2$ ), analogne čimbeniku kirurga, dubini prednje očne sobice i aksijalnoj duljini. (42) Prediktivna točnost ovisi o tri čimbenika: točnosti biometrijskih podataka, tvorničkoj kontroli kvalitete IOL-a i točnosti formula za izračun IOL snage. (43) Trenutno nema formule koja je prikladna za sve oči. Do danas je najmjerodavnija usporedba Aristodemoua i suradnika(44), koja je evaluirala rezultate Hoffer Q, Holladay 1 i SRK/T formule. Zaključili su da je Hoffer Q najbolja za oči aksijalne duljine manje od 21,5 mm te SRK/T za one iznad 26,0 mm. Za oči koje se nalaze unutar tog

intervala, nije postojala statistički značajna razlika između formula, iako je Holladay 1 imao skromnu prednost u odnosu na ostale. (43)

### **2.9.1 SRK/T FORMULA**

SRK formula koristi sljedeću jednadžbu za izračunavanje IOL snage:  $P = A - BL - CK$ , gdje je P jakost implantirane IOL za emetropan refrakcijski nalaz, L je aksijalna duljina u milimetrima, K je prosječni keratometrijski nalaz u dioptrima, a A, B i C su konstante. Vrijednosti B i C su 2,5 i 0,9, a vrijednost A varira ovisno o dizajnu IOL-a i proizvođaču. Uvrštavanjem konstanti u formulu, ona se može napisati na sljedeći način:  $P = A - 2.5 L - 0.9 K$ . Tijekom godina kirurzi su spoznali da formula SRK najbolje rezultate daje kada se koristi za oči s prosječnom aksijalnom duljinom između 22,00 i 24,50 mm.

Sljedeća formula, SRK II, razvijena je za uporabu kod očiju s dugim i kratkim aksijalnim duljinama. U ovoj formuli dodan je korektivni faktor za povećanje jakosti leće u očima s manjom aksijalnom duljinom i smanjenje u očima s većom aksijalnom duljinom:  $P = A - 0.9 K - 2.5 L$ . Danas je potrebno još više modificiranih formula za izračunavanje dubine prednje očne sobice (ACD) na temelju AL-a i zakrivljenosti rožnice. SRK/T jedna je takva formula koja predstavlja kombinaciju linearne regresijske metode s teorijskim modelom oka. Na temelju nelinearnih izraza teorijskih formula, SRK/T također uključuje regresijsku metodologiju za optimizaciju što rezultira većom točnošću. SRK/T pogodna je posebice za oči aksijalne duljine veće od 26,00 mm. Ova formula optimizira predviđanje postoperativne ACD. SRK/T formula je treće generacije, kao što su Holladay 1 i Hoffer Q, pomoću koje se mijenja ACD na temelju aksijalne duljine oka bolesnika i

zakrivljenosti rožnice, a preciznost predviđanja snage IOL-a ima vrlo zadovoljavajuće kliničke rezultate. (45)

### **2.9.2 FORMULE ZA IZRAČUN SNAGE IOL-A BAZIRANE NA UMJETNOJ INTELIGENCIJI**

Trenutno su u razvoju i validaciji formule koje koriste napredne algoritme za analizu ishoda postoperativnih rezultata kod odabrane leće i kirurga kako bi u sljedećim kalkulacijama rezultati bili precizniji. Trenutno dvije najpopularnije formule bazirane na umjetnoj inteligenciji su Hill-RBF i SuperLadas. (46,47)

### **2.9.3 FORMULE BAZIRANE NA “RAYTRACING” TEHNOLOGIJI**

Raytracing metoda, tj. metoda praćenja i izračuna svake pojedine zrake svjetla u interakciji sa rožnicom predstavlja izuzetno važan alat pri izračunu IOL-ova, posebno kod pacijenata koji su ranije u životu imali neki refraktivni zahvat. Metoda još uvijek nije globalno prihvaćena, no predstavlja važan dodatak modernoj kirurgiji katarakte koji rješava kompleksne refraktivne slučajeve kao dodatna validacija rezultata ostalih formula. (48)

### **3. REFRAKCIJSKI REZULTAT NAKON OPERACIJE KATARAKTE**

Današnja kirurgija katarakte ujedno je i refrakcijska kirurgija. Cilj operacije mrene jest odstraniti zamućenu leću i ugraditi leću odgovarajuće jakosti na temelju preoperativnog izračuna iste. Ciljna refrakcija nakon operacije mrene je nula, tj. pacijent ne bi trebao nakon operacije nositi naočale za korekciju refraktivne greške. (19)

#### **3.1 METODE OTKLANJANJA REZIDUALNE REFRAKTIVNE GREŠKE**

Rezidualna refraktivna greška može se ispravljati na više načina, uključujući naočale, kontaktne leće, rožničnu refrakcijsku kirurgiju i lećne refrakcijske postupke. (19)

Zbog velikog napretka u izradi modernih IOL-a, ali i napretka kirurških tehnika i predoperativne dijagnostike kirurgije katarakte početkom 21. stoljeća došlo je do promjene paradigme, kirurgija katarakte sve više je postajala bliža refraktivnoj kirurgiji. Sofisticirane dijagnostičke metode dovele su do reproducibilnih i predvidljivih rezultata kod operacije katarakte s medicinskom indikacijom te su se kirurzi počeli upuštati u čisto refraktivne zamjene leće poznatije kao RLE (eng. *refractive lens exchange*). Pacijenti koji su se odlučili za ovaj tip zahvata imali su znatno veća očekivanja nego pacijenti koji su patili od katarakte. Ispočetka su pacijentima nuđene razne monofokalne leće kojima se ispravljala njihova osnovna refrakcijska greška, bila ona hipermetropija ili miopija, a kasnije i astigmatizam uvođenjem toričnih leća. Sljedeći korak u refraktivnoj zamjeni leće bilo je uvođenje

multifokalnih leća kako bi se pacijentima omogućilo funkcioniranje na više od jedne udaljenosti, nazivno daljina i udaljenost za čitanje od 33 cm. Razvoj modernih multifokalnih intraokularnih leća doveo je do leća sa više fokusna (trifokalne) i leća sa proširenim fokusom (eng. *extended depth of focus*) te su očekivanja kod pacijenata postajala sve viša, posebno kada se radilo pacijentima koji su imali bistru leću i podvrgnuli su se zahvatu isključivo u svrhu povećanja neovisnosti od naočala i leća kao optičkih pomagala. (49)

Moderne leće za korekciju prezbijopije su izuzetno efektivne kao optički sustavi, no ukupno zadovoljstvo pacijenta nije ovisno samo o optičkoj kvaliteti sustava već zahtjeva više faktora. Sam zahvat trebao bi biti izveden uz minimalnu traumu, sa što manjom količinom ultrazvučne energije, pomnim planiranjem mjesta reza u smislu umanjavanja ili izbjegavanja indukcije dodatnog rožničnog astigmatizma, pomni probir pacijenata, savjetovanje s pacijentom o njegovim očekivanjima te izuzetno važno savršeno izvedenih biometrijskih mjerenja i selekcije IOL-a. Većina pacijenata koji su podvrgnuti refraktivnoj kirurgiji leće zadovoljni su ishodom i odlukom da se podvrgnu tom tipu elektivne kirurgije. No postoje neki faktori koji povećavaju mogućnost negativne ocjene zahvata od strane pacijenta, neki od najčešćih su niža kontrastna osjetljivost radi dijeljenja svijeta u leći na više fokusa, pozitivne difotopsije u vidu haloa i zablještenja, negativnih difotopsija u obliku osjećaja da pacijenti vide „rub“ leće, no ipak većina pacijenata te aberacije ne primjećuje ili prihvaća kao kompromis za novo dobivenu slobodu od optičkih pomagala. (50) Kod selekcije pacijenata uz realistična očekivanja bitno je da pacijenti nemaju predisponirajuća stanja i komorbiditete kao što su suho oko i makularna patologija. Multifokalni IOL-ovi u pravilu trebaju emetropiju kako bi

omogućili najbolji mogući vid za pacijenta jer i mala količina rezidualne refraktivne greške, kako sferne dioptrije tako i astigmatizma dovode do nezadovoljstva kod pacijenta. (51)

### **3.2 UZROCI REZIDUALNE REFRAKTIVNE GREŠKE**

Nekoliko je mogućih razloga za nastanak rezidualne refraktivne greške nakon implantacije multifokalnog IOL-a, u pravilu najlakša podjela je na preoperativne, intraoperativne i postoperativne uzroke.

#### **3.2.1 PREOPERATIVNI UZROCI**

Preoperativno uzrok rezidualne refraktivne greške vidimo najviše kod grešaka u izvođenju biometrijskih mjerenja, krive selekcije dioptrijske vrijednosti IOL-a, ali i ograničenja koja nastaju zbog nesavršenosti čak i modernih formula za izračun IOL-a za implantaciju.

Kod pacijenata koji su imali ranije rožnične refraktivne zahvate kalkulacija idealnog IOL-a postaje nešto kompliciranija zbog promijenjenih biometrijskih podataka. Kako se povećava iskustvo s pacijentima koji su imali rožnične procedure, a sada imaju lećne procedure tako se povećava i preciznost tih izračuna, no te kalkulacije i dalje su teže i često dovode do suboptimalnih rezultata sa ostatnom refraktivnom greškom. (43)

### **3.2.2 INTRAOPERATIVNI UZROCI**

Intraoperativni uzroci rezidualne refraktivne greške su vezani uz veličinu, ali i pozicioniranje kapsulorekse koja može utjecati na finalnu poziciju i centraciju IOL-a. Iskustvo je pokazalo da pacijenti toleriraju manje od 0.5 mm pomak multifokalnog IOL-a od centra vizualne osi. Važan uzrok potencijalne rezidualne refraktivne greške može biti i operativno inducirani astigmatizam zbog krive selekcije meridijana i visine ulaza glavnog reza. (22,23,52)

### **3.2.3 POSTOPERATIVNI UZROCI**

Postoperativno uzroci rezidualne refraktivne greške su vezani na proces cijeljenja reza, pomaka IOL-a u kapsuli, te potencijalne fibroze i kontrakcije kapsule.

Astigmatizam je jedan od najčešćih razloga nezadovoljstva pacijenata nakon zahvata refraktivne zamjene leće. Gotovo 30% svih pacijenata koji se podvrgnu zahvatu refraktivne zamjene leće imaju astigmatizam koji iznosi više od 1.00 D. Danas je dostupnost toričnih IOL-a kompenzirala veliki broj takvih slučajeva, no kod toričnih leća postoji mogućnost rotacije u kapsuli. (53)



## **4. STRATEGIJE RJEŠAVANJA REZIDUALNE REFRAKTIVNE GREŠKE NAKON KIRURGIJE LEĆE**

Rezidualna refraktivna greška može se ispravljati na više načina, uključujući naočale, kontakte leće, procedure na rožnici bazirane na incizijama ili rožnične procedure excimer laserom (LASIK, PRK) ili ponovno lećne procedure (zamjena intraokularne leće ili dodatne leće) (54,55)

### **4.1 PROCEDURE NA ROŽNICI**

Tehnike bazirane na rezovima (npr. astigmatska keratotomija, limbalne relaksirajuće incizije) vrlo su jednostavne i jeftine za izvođenje, često su i prvi izbor za starije pacijente sa malom količinom astigmatizma tj. manje od 0.75 D. U pravilu se ne izvode kod multifokalnih pacijenata s većim astigmatizmom zbog nepredvidivosti rezultata i mogućom regresijom.

Opće prihvaćeno kao sigurno i efektivno rješenje kod pacijenata koji su se podvrgnuli refraktivnoj zamjeni leće njihovu rezidualnu refraktivnu grešku odstraniti laserskom kirurgijom koristeći excimer laser kojim se postiže visoka predvidivost rezultata i visok stupanj sigurnosti. Excimer laser kirurgija za namjenu rješavanja rezidualne refraktivne greške posebno je atraktivna u slučaju potrebe za rješavanjem problema sa astigmatizmom. Također excimer laser je dobar izbor kod pacijenata koji su ranije bili podvrgnuti YAG laser kapsulotomiji jer izbjegava dodatnu traumu na kapsularnu vreću. Opcije kod excimer laser ispravljanja rezidualne refraktivne greške su površinska procedura, PRK ili procedura u stromi, LASIK. Iako su obje opcije dugoročno jednako dobre LASIK je preferiran od strane većine kirurga zbog bržeg oporavka i manje postoperativne boli koja kod već

nezadovoljnog pacijenta može izazvati dodatnu agitaciju. Unatoč postojanju excimer lasera kao opcije, nije dostupan svim kirurzima koji se bave refraktivnim procedurama na leći.

Više studija pokazale su da su LASIK i PRK kod pacijenata sa ugrađenim IOL-om siguran izbor kada se govori o potencijalnim komplikacijama kao što su *keratoconjunctivitis sicca*. U pravilu minimalno je potrebno 6 tjedna, a idealno barem 12 tjedana od procedure na leći do zahvata excimer laserom. Vrijeme je potrebno zbog cijeljenja rezova za operaciju na leći, potpune rezolucije potencijalnog rožničnog edema i stabilizacije dioptrije. (49,56,57)

LASIK i PRK su znatno lakši za rješavanje rezidualne refraktivne greške nakon implantacije monofokalnih leća, a kompleksnost izbor parametara za excimer laser, pravilno pozicioniranje LASIK flapa i izbor optičke zone zahtijevaju veliko iskustvo kirurga. Većina aberometara danas imaju probleme pri procjeni dioptrije kod susreta sa multifokalnim IOL-om, što povećava nužnost dobre predoperativne pripreme u vidu idealne refrakcije sa probnim okvirima, u više svjetlosnih uvjeta kako bi se umanjila šansa da se ponovo dogodi refraktivno iznenađenje. (58–60)

## **4.2 PROCEDURE NA LEĆI**

Procedure na leći ponekad su bolji izbor od procedura na rožnici, posebno u slučajevima kada se radi o velikoj rezidualnoj refraktivnoj grešci koja bi bila teška ili nemoguća za korekciju excimer laserom. Prednost lećnih dodatnih korekcija je u tome što one ne mijenjaju površinu rožnice. Također inicijalni rez za implantaciju lako se može otvoriti kako bi se izvela procedura na leći. Nažalost, manipulacija i

širenje rožničnog reza mogu dovesti do indukcije dodatnog rožničnog astigmatizma čime se pacijentu ponovo stvara nova smetnja u vidu rezidualnog astigmatizma.

Prva opcija kod kirurgije na leći je zamjena leće. Eksplantacija prvog IOL-a i ugradnja nove leće koristeći inicijalne biometrijske podatke uz modifikaciju i znanje kakva rezidualna refraktivna greška je nastala. Leća se nekad može izvući u komadu, a ponekad je nužno leću presjeći na nekoliko manjih dijelova kako bi se mogla eksplantirati sa minimalnom traumom na rez radi izbjegavanja indukcije dodatnog astigmatizma. (61,62)

Druga opcija je ugradnja sekundarnog IOL-a tzv. „*piggyback* IOL“. Ta tehnika pokazala se znatno jednostavnijom i preciznijom od zamjene IOL-a. Naime kod nje se izabire IOL koji će umanjiti rezidualnu refraktivnu grešku. (63–65)

Treća opcija ugradnja je tzv. *add-on* leća koje su za razliku od „*piggyback*“ tehnike namijenjene za ugradnju kod već postojeće IOL ugrađene u kapsulu. (66,67)

## 5. ZAKLJUČAK

Refraktivna kirurgija leće predstavlja vrlo izazovno polje u elektivnoj kirurgiji oka. Ukoliko se slijede smjernice i koristi moderna dijagnostička oprema, a sam zahvat provodi iskusni kirurg bez komplikacija, većina pacijenata biti će zadovoljna ishodom. Ukoliko unatoč svemu pacijent nije zadovoljan, najčešće je nezadovoljstvo izazvano sa rezidualnom refraktivom greškom. Ključno je da kirurg rano prepozna da je došlo do rezidualne refraktivne greške te da pacijentu ponudi najbolje dostupno rješenje za njegov slučaj. Literatura, ali i iskustvo oftalmologa sa kojima sam komunicirala u pripremi ovog diplomskog rada smatraju da je gotovo uvijek najbolji izbor za pacijenta, ali i kirurga, rezidualnu refraktivnu grešku rješavati zahvatom na rožnici u vidu excimer laser refraktivne kirurgije koja je sigurna, brza i bezbolna čime se osigurava veće zadovoljstvo kod pacijenta koji je već jednom imao negativan ishod refraktivne procedure.

## **6. ZAHVALE**

Zahvaljujem se svojem mentoru, doc. dr. sc. Tomislavu Kuzmanu, na pristupačnosti, ljubaznosti, strpljenju, pomoći i stručnom vodstvu pri izradi ovog diplomskog rada. Također zahvaljujem Specijalnoj bolnici za oftalmologiju Svjetlost, Klinici Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci na ustupanju podataka koje sam koristila za izradu ovog diplomskog rada, a posebno dr. sc. Maji Bohač, dr. med. koja je bila komentor ovog diplomskog rada.

## 7. POPIS LITERATURE

1. Bassnett S, Shi Y, Vrensen GFJM. Biological glass: structural determinants of eye lens transparency. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* [Internet]. 2011 Apr 27 [cited 2019 Jul 7];366(1568):1250–64. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21402584>
2. Sadler TW. Langmanova medicinska embriologija. 10th ed. Bradamante Ž, Grbeša Đ, editors. Zagreb; 2009. 374 p.
3. Cerovski B, Jukić T, Juratovac Z, Juri J, Kalauz M, Katušić D. OFTALMOLOGIJA i optometrija: sveučilišni udžbenik. 3rd ed. Zagreb: Stega tisak d.o.o.; 2015. 260 p.
4. Whikehart DR. *Biochemistry of the eye*. Butterworth-Heinemann; 2003. 319 p.
5. Normal Crystalline Lens [Internet]. [cited 2019 Jul 7]. Available from: <https://www.aao.org/bcscsnippetdetail.aspx?id=f38d473f-c836-4fe6-8555-20d34ce19816>
6. Michael R, Bron AJ. The ageing lens and cataract: a model of normal and pathological ageing. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* [Internet]. 2011 Apr 27 [cited 2019 Jul 7];366(1568):1278–92. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21402586>
7. Yanoff M, Duker JS. *Ophthalmology*. 1417 p.
8. Bušić M, Elabjer Kuzmanović B, Bosnar D. *Seminaria Ophthalmologica*. 3rd ed. D.o.o. C, editor. Osijek - Zagreb; 2014. 304 p.

9. Khairallah M, Kahloun R, Bourne R, Limburg H, Flaxman SR, Jonas JB, et al. Number of People Blind or Visually Impaired by Cataract Worldwide and in World Regions, 1990 to 2010. *Investig Ophthalmology Vis Sci* [Internet]. 2015 Oct 20 [cited 2019 Jul 7];56(11):6762. Available from: <http://iovs.arvojournals.org/article.aspx?doi=10.1167/iovs.15-17201>
10. Nartey A. The Pathophysiology of Cataract and Major Interventions to Retarding Its Progression: A Mini Review. *Adv Ophthalmol Vis Syst* [Internet]. 2017 Feb 22 [cited 2019 Jul 7];6(3). Available from: <http://medcraveonline.com/AOVS/AOVS-06-00178.php>
11. Oren, Gale. Nuclear Cataract What is a nuclear cataract? What causes nuclear cataract? [Internet]. [cited 2019 Jul 7]. Available from: <http://www.geteyesmart.org/eyesmart/diseases/cataracts/index>.
12. Brown NAP. The morphology of cataract and visual performance. *Eye* [Internet]. 1993 Jan [cited 2019 Jul 7];7(1):63–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8325426>
13. Díez Ajenjo MA, García Domene MC, Peris Martínez C. Refractive changes in nuclear, cortical and posterior subcapsular cataracts. Effect of the type and grade. *J Optom* [Internet]. 2015 Apr [cited 2019 Jul 7];8(2):86–92. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25192610>
14. Donnenfeld ED, Olson RJ, Solomon R, Finger PT, Biser SA, Perry HD, et al. Efficacy and wound-temperature gradient of whitestar phacoemulsification through a 1.2 mm incision. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2003 Jun [cited 2019 Jul 7];29(6):1097–100. Available from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12842674>

15. Kohnen S, Neuber R, Kohnen T. Effect of temporal and nasal unsutured limbal tunnel incisions on induced astigmatism after phacoemulsification. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2002 May [cited 2019 Jul 7];28(5):821–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11978462>
16. Mönestam E, Kuusik M, Wachtmeister L. Topical anesthesia for cataract surgery: a population-based perspective. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2001 Mar [cited 2019 Jul 7];27(3):445–51. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11255059>
17. Bowen RC, Zhou AX, Bondalapati S, Lawyer TW, Snow KB, Evans PR, et al. Comparative analysis of the safety and efficacy of intracameral cefuroxime, moxifloxacin and vancomycin at the end of cataract surgery: a meta-analysis. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2018 Sep [cited 2019 Jul 7];102(9):1268–76. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29326317>
18. Oetting TA. OPERACIJA KATARAKTE ZA ŽUTOKLJUNCE [Internet]. [cited 2019 Jul 7]. Available from: [https://www.kbsd.hr/sites/default/files/Ocna/Operacija\\_katarakte\\_za\\_zutokljunce.pdf](https://www.kbsd.hr/sites/default/files/Ocna/Operacija_katarakte_za_zutokljunce.pdf)
19. Alio JL, Abdelghany AA, Fernández-Buenaga R. Management of residual refractive error after cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* [Internet]. 2014 Jul [cited 2019 Jul 7];25(4):291–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24865171>



20. Ademola-Popoola DS, Nzeh DA, Saka SE, Olokoba LB, Obajolowo TS. Comparison of ocular biometry measurements by applanation and immersion A-scan techniques. *J Curr Ophthalmol* [Internet]. 2015 [cited 2019 Jul 7];27(3–4):110–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27239588>
21. Kara N, Sirtoli MGGM, Santhiago MR, Parede TRR, Espíndola RF de, Carvalho R de S. Phacoemulsification versus extracapsular extraction: governmental costs. *Clinics (Sao Paulo)* [Internet]. 2010 [cited 2019 Jul 7];65(4):357–61. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20454491>
22. Carifi G, Miller MH, Pitsas C, Zygoura V, Deshmukh RR, Kopsachilis N, et al. Complications and Outcomes of Phacoemulsification Cataract Surgery Complicated by Anterior Capsule Tear. *Am J Ophthalmol* [Internet]. 2015 Mar [cited 2019 Jul 7];159(3):463–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25461300>
23. Gaskin GL, Pershing S, Cole TS, Shah NH. Predictive modeling of risk factors and complications of cataract surgery. *Eur J Ophthalmol* [Internet]. 2016 Jun 10 [cited 2019 Jul 7];26(4):328–37. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26692059>
24. Sugar A. Ultrafast (femtosecond) laser refractive surgery. *Curr Opin Ophthalmol* [Internet]. 2002 Aug [cited 2019 Jul 7];13(4):246–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12165709>
25. Kohnen T, Baumeister M, Kook D, Klapproth OK, Ohrloff C. Cataract surgery

- with implantation of an artificial lens. *Dtsch Arztebl Int* [Internet]. 2009 Oct [cited 2019 Jul 7];106(43):695–702. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19946433>
26. WILLIAMS HP. Sir Harold Ridley's vision. *Br J Ophthalmol* [Internet]. 2001 Sep 1 [cited 2019 Jul 7];85(9):1022–3. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11520745>
27. Werner L. Biocompatibility of intraocular lens materials. *Curr Opin Ophthalmol* [Internet]. 2008 Jan [cited 2019 Jul 7];19(1):41–9. Available from: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00055735-200801000-00011>
28. Yamauchi T, Tabuchi H, Takase K, Ohsugi H, Ohara Z, Kiuchi Y. Comparison of visual performance of multifocal intraocular lenses with same material monofocal intraocular lenses. *PLoS One* [Internet]. 2013 [cited 2019 Jul 7];8(6):e68236. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23840836>
29. Kohnen T, Böhm M, Hemkepler E, Schönbrunn S, DeLorenzo N, Petermann K, et al. Visual performance of an extended depth of focus intraocular lens for treatment selection. *Eye* [Internet]. 2019 Apr 26 [cited 2019 Jul 7]; Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31028286>
30. Salerno LC, Tiveron MC, Alió JL, Alió JL. Multifocal intraocular lenses: Types, outcomes, complications and how to solve them. *Taiwan J Ophthalmol* [Internet]. 2017 [cited 2019 Jul 7];7(4):179–84. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29296549>
31. de Vries NE, Webers CAB, Montés-Micó R, Tahzib NG, Cheng YYY, de

- Brabander J, et al. Long-term follow-up of a multifocal apodized diffractive intraocular lens after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2008 Sep [cited 2019 Jul 7];34(9):1476–82. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18721706>
32. Kohnen T, Allen D, Boureau C, Dublineau P, Hartmann C, Mehdorn E, et al. European Multicenter Study of the AcrySof ReSTOR Apodized Diffractive Intraocular Lens. *Ophthalmology* [Internet]. 2006 Apr [cited 2019 Jul 7];113(4):578-584.e1. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16483658>
33. Barisić A, Dekaris I, Gabrić N, Bohac M, Romac I, Mravčić I, et al. Comparison of diffractive and refractive multifocal intraocular lenses in presbyopia treatment. *Coll Antropol* [Internet]. 2008 Oct [cited 2019 Jul 7];32 Suppl 2:27–31. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19138002>
34. Jiang Y, Bu S, Tian F, Liang J, Wang T, Xing X, et al. Long-Term Clinical Outcomes after Mix and Match Implantation of Two Multifocal Intraocular Lenses with Different Adds. *J Ophthalmol* [Internet]. 2019 Jan 14 [cited 2019 Jul 7];2019:1–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30755802>
35. Black S. A clinical assessment of visual performance of combining the TECNIS® Symphony Extended Range of Vision IOL (ZXR00) with the +3.25 D TECNIS Multifocal 1-piece IOL (ZLB00) in subjects undergoing bilateral cataract extraction. *Clin Ophthalmol* [Internet]. 2018 [cited 2019 Jul

- 7];12:2129–36. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30425448>
36. Johnson & Johnson Vision Highlights New Data on Personalized Vision Approach with TECNIS Family of IOLs for Cataract Patients and Highlights Progress of Innovative Pipeline at the 2019 ASCRS•ASOA Annual Meeting | Johnson and Johnson Vision [Internet]. [cited 2019 Jul 7]. Available from: <https://www.jjvision.com/press-release/johnson-johnson-vision-highlights-new-data-personalized-vision-approach-tecnis-family>
37. Beiko GHH. Comparison of visual results with accommodating intraocular lenses versus mini-monovision with a monofocal intraocular lens. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2013 Jan [cited 2019 Jul 7];39(1):48–55. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23098630>
38. Sun XY, Vicary D, Montgomery P, Griffiths M. Toric intraocular lenses for correcting astigmatism in 130 eyes. *Ophthalmology* [Internet]. 2000 Sep [cited 2019 Jul 7];107(9):1776–81; discussion 1781-2. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10964844>
39. Sparrow JR, Miller AS, Zhou J. Blue light-absorbing intraocular lens and retinal pigment epithelium protection in vitro. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2004 Apr [cited 2019 Jul 7];30(4):873–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15093654>
40. Kohnen T, Klaproth OK. Asphärische Intraokularlinsen. *Der Ophthalmol* [Internet]. 2008 Mar 1 [cited 2019 Jul 7];105(3):234–40. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18311568>

41. Turczynowska M, Koźlik-Nowakowska K, Gaca-Wysocka M, Grzybowski A. Effective Ocular Biometry and Intraocular Lens Power Calculation. *Eur Ophthalmic Rev* [Internet]. 2016 [cited 2019 Jul 7];10(02):94. Available from: <http://www.touchophthalmology.com/articles/effective-ocular-biometry-and-intraocular-lens-power-calculation>
42. Wang J-K, Chang S-W. Optical biometry intraocular lens power calculation using different formulas in patients with different axial lengths. *Int J Ophthalmol* [Internet]. 2013 [cited 2019 Jul 7];6(2):150–4. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23638414>
43. Sheard R. Optimising biometry for best outcomes in cataract surgery. *Eye (Lond)* [Internet]. 2014 Feb [cited 2019 Jul 7];28(2):118–25. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24310239>
44. Aristodemou P, Cartwright NK, Sparrow JM, Johnston R. Intraocular Lens Calculations. *Ophthalmology* [Internet]. 2011 Jun 1 [cited 2019 Jul 7];118(6):1221. Available from: [https://www.aajournal.org/article/S0161-6420\(11\)00133-3/fulltext](https://www.aajournal.org/article/S0161-6420(11)00133-3/fulltext)
45. CRSTEurope | SRK/T Formula: A Review [Internet]. [cited 2019 Jul 7]. Available from: <https://crstodayeurope.com/articles/2012-may/srkt-formula-a-review/>
46. Roberts T V, Hodge C, Sutton G, Lawless M, contributors to the Vision Eye Institute IOL outcomes registry. Comparison of Hill-radial basis function, Barrett Universal and current third generation formulas for the calculation of intraocular lens power during cataract surgery. *Clin Experiment Ophthalmol*

- [Internet]. 2018 Apr [cited 2019 Jul 7];46(3):240–6. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28778114>
47. Ladas JG, Siddiqui AA, Devgan U, Jun AS. A 3-D “Super Surface” Combining Modern Intraocular Lens Formulas to Generate a “Super Formula” and Maximize Accuracy. *JAMA Ophthalmol* [Internet]. 2015 Dec 1 [cited 2019 Jul 7];133(12):1431. Available from:  
<http://archophth.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jamaophthalmol.2015.3832>
48. Preussner P-R, Wahl J, Lahdo H, Dick B, Findl O. Ray tracing for intraocular lens calculation. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2002 Aug [cited 2019 Jul 7];28(8):1412–9. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12160812>
49. Alió JL, Grzybowski A, Romaniuk D. Refractive lens exchange in modern practice: when and when not to do it? *Eye Vis (London, England)* [Internet]. 2014 Dec 10 [cited 2019 Feb 18];1(1):10. Available from:  
<https://eandv.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40662-014-0010-2>
50. Schallhorn SC, Schallhorn JM, Pelouskova M, Venter JA, Hettinger KA, Hannan SJ, et al. Refractive lens exchange in younger and older presbyopes: comparison of complication rates, 3 months clinical and patient-reported outcomes. *Clin Ophthalmol* [Internet]. 2017 [cited 2019 Jul 7];11:1569–81. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28894356>
51. Schallhorn S, Hannan S, Teenan D, Schallhorn J. Role of the treating

- surgeon in the consent process for elective refractive surgery. Clin Ophthalmol [Internet]. 2016 Nov [cited 2019 Jul 7];Volume 10:2391–402. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27932862>
52. Alio JL, Grzybowski A, El Aswad A, Romaniuk D. Refractive lens exchange. 2014 Nov [cited 2019 Feb 18];59(6). Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0039625714000873>
53. Shah GD, Praveen MR, Vasavada AR, Vasavada VA, Rampal G, Shastri LR. Rotational stability of a toric intraocular lens: Influence of axial length and alignment in the capsular bag. J Cataract Refract Surg [Internet]. 2012 Jan [cited 2019 Jul 7];38(1):54–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22055077>
54. Gibbons A, Ali TK, Waren DP, Donaldson KE. Causes and correction of dissatisfaction after implantation of presbyopia-correcting intraocular lenses. Clin Ophthalmol. 2016;
55. de Vries NE, Webers CAB, Touwslager WRH, Bauer NJC, de Brabander J, Berendschot TT, et al. Dissatisfaction after implantation of multifocal intraocular lenses. J Cataract Refract Surg [Internet]. 2011 May [cited 2019 Feb 18];37(5):859–65. Available from: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0886335011002781>
56. Ladi J. Prevention and correction of residual refractive errors after cataract surgery. J Clin Ophthalmol Res [Internet]. 2017 [cited 2019 Jul 7];5(1):45. Available from: <http://www.jcor.in/text.asp?2017/5/1/45/195311>
57. Abdelghany AA, Alio JL. Surgical options for correction of refractive error

- following cataract surgery. *Eye Vis* [Internet]. 2014 Dec 14 [cited 2019 Jul 7];1(1):2. Available from:  
<https://eandv.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40662-014-0002-2>
58. Roszkowska AM, Urso M, Signorino GA, Spadea L, Aragona P. Photorefractive keratectomy after cataract surgery in uncommon cases: long-term results. *Int J Ophthalmol* [Internet]. 2018 [cited 2019 Jul 7];11(4):612–5. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29675379>
59. Kuo IC, O'Brien TP, Broman AT, Ghajarnia M, Jabbur NS. Excimer laser surgery for correction of ametropia after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg* [Internet]. 2005 Nov [cited 2019 Jul 7];31(11):2104–10. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16412923>
60. Alio JL, Abdelghany AA, Fernández-Buenaga R. Enhancements after cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol* [Internet]. 2015 Jan [cited 2019 Jul 7];26(1):50–5. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25321444>
61. Chai F, Ma B, Yang X-G, Li J, Chu M-F. A pilot study of intraocular lens explantation in 69 eyes in Chinese patients. *Int J Ophthalmol* [Internet]. 2017 [cited 2019 Jul 7];10(4):579–85. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28503431>
62. Jin GJC, Crandall AS, Jones JJ. Intraocular Lens Exchange due to Incorrect Lens Power. *Ophthalmology* [Internet]. 2007 Mar [cited 2019 Jul 7];114(3):417–24. Available from:



<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17123608>

63. El Awady HE, Ghanem AA. Secondary piggyback implantation versus IOL exchange for symptomatic pseudophakic residual ametropia. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* [Internet]. 2013 Jul 16 [cited 2019 Jul 7];251(7):1861–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23417295>
64. Schempf T, Jung HC. Off-Label Use of Phakic Intraocular Lens with a “Piggyback” Technique. *Case Rep Ophthalmol* [Internet]. 2018 [cited 2019 Jul 7];9(3):465–72. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30519183>
65. Venter JA, Oberholster A, Schallhorn SC, Pelouskova M. Piggyback Intraocular Lens Implantation to Correct Pseudophakic Refractive Error After Segmental Multifocal Intraocular Lens Implantation. *J Refract Surg* [Internet]. 2014 Apr 1 [cited 2019 Jul 7];30(4):234–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24702574>
66. Gundersen KG, Potvin R. A review of results after implantation of a secondary intraocular lens to correct residual refractive error after cataract surgery. *Clin Ophthalmol* [Internet]. 2017 [cited 2019 Jul 7];11:1791–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29042749>
67. Reiter N, Werner L, Guan J, Li J, Tsaousis KT, Mamalis N, et al. Assessment of a new hydrophilic acrylic supplementary IOL for sulcus fixation in pseudophakic cadaver eyes. *Eye (Lond)* [Internet]. 2017 May [cited 2019 Jul 7];31(5):802–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28106890>

## 8. ŽIVOTOPIS

Ana Monika Šmalcelj Gabrić

Bukovačka cesta 27

10000 Zagreb

Mobitel: +385 99 373 4316

e-mail: alsmalcelj@gmail.com

Rođena sam 1988. godine u Zagrebu. Završila sam gimnaziju Lucijana Vranjanina u Zagrebu te nakon nje upisujem Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Tokom studija najviše me interesirala pedijatrija, interna medicina i oftalmologija. Za vrijeme kolegija Oftalmologija zainteresirala sam se za to područje medicine i zbog toga sam odabrala pisati diplomski na toj katedri. Aktivno se služim engleskim, njemačkim i španjolskim jezikom.