

# Uloga refrakcijske kirurgije u liječenju refrakcijskih grešaka

---

Jurinić, Mislav

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:105:034823>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**



Repository / Repozitorij:

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



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Mislav Jurinić**

**Uloga refrakcijske kirurgije u liječenju  
refrakcijskih grešaka**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2017.**

Ovaj diplomski rad izrađen je na Klinici na oftalmologiju KBC-a Zagreb, Zavod za bolesti  
prejdg očnog segmenta pod vodstvom doc. dr. sc. Mire Kalauza i predan je na ocjenu u  
akadenskoj godini 2016./2017.

Popis i objašnjenje korištenih kratica:

ALK – automatska lamelarna keratoplastika

PMMA – polimetilmetakrilat

LASIK – laser-assisted in situ keratomileusis

IOT – intraokularni tlak

SBK – sub-Bowman's keratomileusis

PRK – fotorefrakcijska keratotomija

NSAID – nesteroidni antireumatik

LASEK – laser epithelial keratomileusis

ReLEx – refractive lenticule extraction

SMILE – small incision lenticule extraction

FLEx – femtosecond lenticule extraction

IOL – intra-ocular lens

pIOL – phakic intra-ocular lens

CLE – clear lens extraction

RLE – refractive lens exchange

# SADRŽAJ

SAŽETAK.....	
SUMMARY .....	
UVOD .....	1
ANATOMIJA I HISTOLOGIJA .....	2
ROŽNICA .....	2
HISTOLOŠKA GRAĐA ROŽNICE.....	3
EPITEL.....	3
BOWMANOVA MEMBRANA .....	3
STROMA.....	3
DESCEMENTOVA MEMBRANA .....	4
ENDOTEL.....	4
LEĆA.....	5
REFRAKCIJSKE GREŠKE .....	6
OFTALMOLOŠKA OPTIKA I REFRAKCIJA .....	6
PRESBIOPIJA – PRESBYOPIA .....	8
AMETROPIJE.....	8
KRATKOVIDNOST – MYOPIA .....	8
DALEKOVIDNOST – HYPEROPIA.....	10
ASTIGMATIZAM .....	10
ANIZOMETROPIJA.....	12
POVIJEST .....	12
RADIJALNA KERATOTOMIJA (RK).....	12
LAMELARNA REFRAKCIJSKA KIRURGIJA.....	13
KERATOMILEUZA .....	13
KERATOFAKIJA .....	14
EPIKERATOFAKIJA .....	15
INTRASTROMALNI ROŽNIČNI SEGMENTNI PRSTENI .....	15
LASERSKA KIRURGIJA .....	16
LASIK (laser - assisted in situ keratomileusis) .....	16

PRK (fotorefraktivna keratektomija).....	19
LASEK (laser epithelial keratomileusis) .....	20
Epi – LASIK.....	20
ReLEx (refractive lenticule extraction) .....	21
FLEx (femtosecond lenticule extraction) .....	21
SMILE (small incision lenticule extraction) .....	21
PresbyLASIK.....	23
TOPLINSKI POSTUPCI .....	25
IOLs i pIOLs (intra-ocular lens i phakic intra-ocular lens).....	25
pIOL (phakic intra-ocular lens) .....	29
ZAHVALE .....	32
LITERATURA.....	33
ŽIVOTOPIS .....	35

## SAŽETAK

Mislav Jurinić

### Uloga refrakcijske kirurgije u liječenju refrakcijskih grešaka

Refrakcijska kirurgija oka je bilo koja vrsta kirurgije kojoj je cilj poboljšati refrakcijski status oka i smanjiti ili potpuno eliminirati ovisnost o dioptrijskim naočalima ili kontaktnim lećama.

Uključuje različite metode kirurškog remodeliranja rožnice ili operacije katarakte.

Danas najviše korištene metode koriste excimer laser kako bi utjecale na zakrivljenost rožnice. Uspješna refrakcijska kirurgija može smanjiti ili u potpunosti ukloniti najčešće probleme s vidom kao što su kratkovidnost, dalekovidnost i astigmatizam. Također može djelovati i na degenerativne poremećaje kao što je keratokonus. I dok danas refrakcijska kirurgija postaje sve više dostupna i sigurna, ipak treba reći kako nisu svi kandidati za njezino izvođenje. Ljudi sa određenim bolestima oka koje zahvaćaju mrežnicu i rožnicu, trudnice i pacijenti koji imaju glaukom, dijabetes, nekontrolirane vaskularne bolesti ili autoimune bolesti nisu dobri kandidati za zahvat.

Izgled rožnične topografije i pahimetrija su metode skrininga. Nadalje, oblik oka nekih ljudi ne dozvoljava izvođenje efektivnog zahvata bez micanja velike količine rožničnog tkiva. Sve nam to govori kako prije zahvata treba obaviti potpun pregled oka i bolesnika. Za razliku od početaka izvođenja refrakcijskih zahvata, rizik za komplikacije je danas nizak, ali postoji mogućnost pojave nuspojava ovakvog načina liječenja kao što su pojava haola, zamagljenja, osjećaja „pijeska u očima“, pojave dvoslika i osjećaja suhog oka.

Ključne riječi: refrakcijska kirurgija, refrakcijske greške, laserska kirurgija

## **SUMMARY**

Mislav Jurinić

### **The role of refractive surgery in refractive error treatment**

Refractive eye surgery is any eye surgery used to improve the refractive state of the eye and decrease or eliminate dependency on glasses or contact lenses. This can include various methods of surgical remodeling of the cornea or cataract surgery.

The most common methods today use excimer laser to reshape the curvature of the cornea.

Successful refractive eye surgery can reduce or cure common vision disorders such as myopia, hyperopia, and astigmatism, as well as degenerative disorders like keratoconus.

While refractive surgery is becoming more affordable and safe, it may not be recommended for everybody. People with certain eye diseases involving the cornea or retina, pregnant women, and patients who have medical conditions such as glaucoma, diabetes, uncontrolled vascular disease, or autoimmune disease are not good candidates for refractive surgery.

Corneal topography and pachymetry are used to screen for abnormal corneas. Furthermore, some people's eyes shape may not permit effective refractive surgery without removing excessive amounts of corneal tissue. Those considering laser eye surgery should have a full eye examination. Although the risk of complications is decreasing compared to early days of refractive surgery, there is still a small chance for serious problems. These include vision problems such as ghosting, halos, starbursts, double-vision, and dry-eye syndrome.

Key words: refractive surgery, refractive errors, laser eye surgery



## **UVOD**

Refrakcijska kirurgija je danas jako popularan način liječenja refrakcijskih grešaka oka.

Njezina povijest nije duga, ali zato pokazuje izuzetno brz napredak. Neke starije tehnike kao što je radijalna keratotomija imale su problem hiperkorekcije i epitelnog zarastanja. Današnje nove tehnike kao što su foto refrakcijska keratektomija, LASIK i njegove inačice, kao i ugradnja intraokularnih leća su moderne tehnike koje koriste laser i komplikacije prvih zahvata danas su znatno rjeđe, u nekim slučajevima ih čak niti nema. Ako uzmemo u obzir prevalenciju kratkovidnosti u svijetu, a u nekim azijskim državama ona doseže 70 do 90%, onda nam je jasan velik interes za ovaj način liječenja. Isto tako, refrakcijska kirurgija je u nekim zanimanjima neophodan način rješavanja problema s vidom zbog ograničenja koja imaju dioptrijske naočale ili kontaktne leće. Upravo zbog toga u ovom ću radu dati kratku povijest razvoja refrakcijske kirurgije, prikazati najpopularnije metode danas kao i one metode koje danas nisu toliko uobičajene, a u budućnosti bi upravo one mogle biti iznimno popularne i igrati važnu ulogu u rješavanju određenih stanja za koje danas još nemamo rješenje.

## ANATOMIJA I HISTOLOGIJA

### ROŽNICA

Rožnica je prozirni prednji dio vanjske očne ovojnice. Ima različitu zakrivljenost vanjske i unutarnje plohe. Unutarnja ploha je konkavna i zakrivljena po manjem, a vanjska ploha po većem polumjeru. Zbog toga je njezina debljina nejednaka u središtu i na vanjskom rubu uz bjeloočnicu. Vertikalni promjer u odrasle osobe iznosi 10,6 mm, a horizontalni 11,6 mm i te mjere gotovo uopće ne variraju. Debljina rožnice je 0,52 mm u centru, a na limbusu 0,67 mm. Verteks je naziv za najizbočeniju točku u središtu prednje strane rožnice. Prednja strana rožnice prekrivena je tankim slojem suza koji osigurava glatku optičku površinu i prehranu površinskih slojeva rožnice. Svakim treptajem vjeđa suze se razmazuju po rožnici. Sloj se dijeli u 3 podsloja. Vanjski sloj lipida kojeg proizvode Meibomove žlijezde i on sprječava hlapljenje i smanjuje površinsku napetost. Srednji vodeni sloj kojeg tvori suzna žlijezda i posjeduje obrambene tvari (lysozym, imunoglobulin A). Posljednji je sloj unutrašnji sloj mucina kojeg iz glikoproteina proizvode stanice spojnice i suzne žlijezde. Prijelazna zona između rožnice i bjeloočnice naziva se limbus i širine je 1 – 1,5 mm. To je zona između Bowmanove membrane prema nazad sve do iza Schlemmovog kanala, a čine ju spojnica, Tenonova kapsula, episklera, korneoskleralna stroma i sistem drenaže sobne vodice. Prijelazna zona je važna zbog bazalnih epitelnih stanica koje su izvor za regeneraciju epitelnih stanica rožnice. U slučaju njihova oštećenja, regeneracija epitela bit će nemoguća što vodi zamućenju rožnice. Prvi uvjet sposobnosti vida je fiziološko stanje rožnice koje ako je narušeno može dovesti do pada vidne oštine. Rožnica ima oblik konveksnokonkavne leće. Njena lomna jakost je 43 D. U usporedbi s lećom, čija je lomna jakost 19 D, to je znatno više. Glavni uzrok tome je razlika u indeksu loma između zraka i prednje plohe rožnice. (1) (2) (3)

## HISTOLOŠKA GRAĐA ROŽNICE

Rožnica se histološki sastoji od pet slojeva: epitel, Bowmanova membrana, stroma, Descementova membrana i endotel.

### EPITEL

Nastao je iz površinskog ektoderma između 5. i 6. tjedna gestacije i sastoji se od 3 – 4 sloja poligonalnih stanica sa jezgrama u svim slojevima. Karakteriziraju ga brojne mitoze. Stanice se promijene u 7 – 10 dana. Bazalne stanice su kubična oblika, a srednji sloj stanica zbog oblika nazivamo krilnim stanicama. Dva površinska sloja sastoje se od sploštenih stanica. Za protok iona važne su zonulae ocludentes (*tight junctions*), barijera smještena na rubu apikalne stanične membrane. Između epitelnih stanica, na periferiji, možemo naći pigmentirane melanocyte i Langerhansove stanice koje imaju ulogu u obrani od vanjskih utjecaja. Najdonji sloj bazalnih stanica povezan je s Bowmanovom membranom slabim vezama – hemidesmosomima. Sama Bowmanova membrana je mezodermalnog podrijetla. Upravo zbog tih slabih veza epitel se lako ljušti, a zbog velike sposobnosti regeneracije ozlijede rožnice lako zacjeljuju. Oštećenja se obnavljaju uvijek iz dubljih slojeva prema površini i sa periferije (limbus) prema sredini. Mikrovili i mikroplike karakteristika su površinskog sloja epitela, a zbog suznog filma predstavlja optički glatku površinu. (1) (2) (3) (4)

### BOWMANOVA MEMBRANA

Bowmanova membrana debela je 14 – 18 milimikrona i građena je od sloja kolagenih vlakana i osnovne tvari te nema stanica. Zbog navedenih karakteristika ona se ne regenerira. (2) (3) (4)

### STROMA

Stroma je nastala drugim valom migracije stanica neuralnog grebena u sedmom tjednu gestacije nakon uspostave primitivnog endotela. Središnji je dio rožnice i sa debljinom od 500 mikrometara čini 90% njene debljine. Čine ju kolagene lamele, mukopolisaharidni matriks i

keratociti. Bitna karakteristika strome je njena prozirnost koja je posljedica preciznog ustrojstva kolagenih fibri i izvanstanične tvari koje ju grade. Kolagene fibre organizirane su u paralelne snopiće (fibrile), a oni pak u paralelno poredane slojeve (lamelle). Za razliku od ostalih kolagenih struktura, kolagena vlakna rožnice su gotovo identične veličine i protežu se preko cijele rožnice. Rožnicu čini 200 – 250 lamela paralelnih s njezinom površinom između kojih su smješteni keratociti, nemijelizirana živčana vlakna, matriks te rijetki leukociti. Rožnica je najosjetljiviji dio površine tijela zbog velikog osjetnih živčanih završetaka koji se u njoj nalaze. To osigurava refleksnu zaštitu od ozlijeđe. Ozlijeđe rožnice su veoma bolne što ozljeđenika dovodi liječniku. (1) (2) (3) (4)

#### DESCEMENTOVA MEMBRANA

Descementova membrana bazalna je membrana rožničnog endotela. Debljine je oko 10 milimikrona. Debljina joj raste s dobi, a pri rođenju iznosi 3 – 4 milimikrona. Na periferiji se nastavlja u trabekulum čije su lamelle obložene endotelom. Izuzetno je elastična i otporna na djelovanje proteolitičkih enzima pa često bude neoštećena čak i pri oštećenjima epitela i strome. (1) (2) (3)

#### ENDOTEL

Endotel je unutarnji rožnični sloj neuroektodermnog podrijetla i sastoji se od stanica heksagonalnog oblika koje tvore 3 – 4 milimikrona debelu ploču. Zonulama okludentes su priljubljeni intracelularni prostori dok komunikaciju između stanica omogućuju gap junctions. Na aktivnu funkciju pumpe upućuje velik broj mitohondrija kao i prisutnost enzima karboanhidraze i ATPaze. Stanice endotela se tijekom života ne dijele pa se njihov broj smanjuje. U prvoj godini života prisutno ih je oko 5000 mm<sup>2</sup>, a u 80-im godinama oko 2000 mm<sup>2</sup>. Taj gubitak stanica nadomješta se uvećanjem preostalih. Endotel igra važnu ulogu u održavanju fiziološkog stanja niske količine vode u rožnici (deturgescencija) što osigurava

njezinu prozirnost. Ako se on iz bilo kojeg razloga ošteti ili prirodno starenjem broj stanica padne na manje od 1000 mm, može doći do trajnog zamućenja rožnice. (1) (2) (3) (4)

## LEĆA

Leća je dio dioptrijskog aparata oka. Prozirna je i bikonveksna, promjera 8,8 – 10 mm, a tijekom života se povećava. Smještena je između očne vodice i staklastog tijela, iza šarenice i zjenice u fossi hijaloideji, a zonulama Zinni je ovješena o nastavke cilijarnog tijela.

Ektodermalnog je podrijetla i ne sadržava krvne žile niti živčane niti. Razvija se invaginacijom vanjskog ektoderma u očni vrč krajem petog tjedna intrauterinog života.

Karakteristika intrauterinog razvoja je postojanje vaskularne membrane na prednjoj i stražnoj plohi leće preko koje se ona prehranjuje. Isto tako, kroz staklovinu do leće se proteže arterija hijaloideja. Prije rođenja ove krvne žile nestanu, zjenica se otvara i leća je potpuno prozirna.

Anatomski na leći razlikujemo prednji i stražnji pol te ekvator leće. Izvana je obavijena kapsulom koja je sprijeda deblja nego na stražnjem dijelu. Ispod prednjeg dijela kapsule nalazi se jednoslojni lećni epitel koji se tijekom života neprestano umnaža i tako stvara lećne niti. Na ekvatoru se stanice lećnog epitela izdužuju u lećne niti, koje se apozicijski slažu jedna na drugu poput slojeva u lukovici. Najmlađe lećne niti nalaze se na periferiji, a najstarije u sredini. Lomna jakost leće najčešće je između 10 i 25 dioptrija, ali ona ovisi o

akomodacijskom stanju oka. Prema Gullstrandovu shematskom oku lomna jakost leće iznosi 19,33 dioptrije. Kontrakcijom cilijarnog mišića odvija se akomodacija oka. Cilijarni nastavci se približavaju ekvatoru leće, a zonule Zinni se opuštaju te leća poprima blago kuglast oblik.

Deblja je u sagitalnoj osovini i povećava se njena lomna jakost. Na taj je način oko prilagođeno za gledanje na blizinu. U mlađih ljudi ukupna sposobnost akomodacije može iznositi i 14 dioptrija. Ta se sposobnost starenjem gubi zbog otvrdnuća leće i slabljenja cilijarnog mišića. Difuzijom i aktivnim transportom iz sobne vodice kroz lećnu kapsulu odvija

se izmjena tvari u leći. U aktivnom transportu sudjeluju epitelne stanice leće održavajući konstantnu ravnotežu tekućine i suhe tvari u leći čime se održava njezina prozirnost. Starenjem se smanjuje koncentracija vode i povećava sadržaj netopivog lećnog proteina albuminoida pa leća postaje tvrdom, manje elastičnom i prozirnom, a slabi i njena sposobnost akomodacije. (1) (2) (3) (4)

## **REFRAKCIJSKE GREŠKE**

U emetropnom oku zrake svjetlosti koje ulaze u oko se pomoću rožnice i leće fokusiraju na mrežnicu stvarajući jasnu sliku koja se potom prenosi u mozak. Emetropno oko jasno vidi predmete u beskonačnosti. U praksi to su predmeti udaljeni već 5 – 6 metara. To je točka najjasnijeg vida na daljinu koju nazivamo punctum remotum. Dva su osnovna uzroka za emetropiju. Prvi je fiziološka sagitalna duljina oka koja iznosi 24 mm, a drugi je usklađenost lomnog aparata oka koji se sastoji od rožnice, očne vodice, leće i staklovine. Zrake svjetlosti prolaskom kroz emetropno se približuju (konvergiraju), a sjecište zraka nalazi se na mrežnici u području žute pjege (macula lutea). Zjenica ima ulogu zastora te svojim skupljanjem ili širenjem regulira količini svjetlosti koju propušta u oko. Sve do četrdesete godine života emetropno oko nema potrebe za bilo kakvom korekcijom na blizinu zbog snage akomodacije refrakcijskog aparata. Točka jasnijeg vida na blizinu naziva se punctum proximum. (1) (3)

## **OFTALMOLOŠKA OPTIKA I REFRAKCIJA**

U vakumu se svi elektromagnestki valovi šire brzinom od 300 000 m/s. Dio valova, valne duljine od 0,4 do 0,7 mikrometara, ima istu brzinu i na mrežnici oka izazivaju osjet koji nazivamo svjetlost. Širenje svjetlosti u homogenoj sredini je pravolinijski. Na granici dvaju medija svjetlosne zrake se lome, osim onih koje na tu granicu upadaju pod pravim kutom. Također, svjetlost ima veću brzinu u optički rjeđem, nego u optički gušćem sredstvu. Prolaskom svjetlosti kroz različite medije, dio se zraka svjetlosti na njihovoj međusobnoj

granici reflektira natrag u prvi medij, a dio prolazi u drugi uz određen lom. Prolazi li zraka svjetlosti pod nekim kutom iz optički rjeđeg, u optički gušće sredstvo, lomit će se prema okomici. Suprotno, prolazi li zraka svjetlosti pod nekim kutom iz optički gušćeg u optički rjeđe sredstvo, lomit će se od okomice. Budući da su brzina i smjer svjetlosti između dva sredstva stalni, tu konstantu nazivamo indeks loma. Granična površina između okoline i oka je rožnica, a zatim i dublji dijelovi oka (očna vodica, leća i staklovina). Svaki od ovih medija ima svoj indeks loma. Za rožnicu iznosi 1,7, očnu vodicu 1,33, leću 1,4, a staklovinu 1,33. Dolazeći u oko iz optički rjeđeg sredstva u optički gušće, zrake se lome i mijenjaju svoj smjer konvergirajući ovisno o indeksu loma dijelova ova kroz koji prolaze i sijeku se u zamišljenoj točki unutar oka. Samo ona zraka koja u oko upada pod pravim kutom tj. kroz centar rožnice, ne mijenja svoj smjer i predstavlja optičku osovinu.

Zadaća optičkog sklopa oka je da svojom refrakcijskom sposobnošću omogući stvaranje jasnog lika promatranog predmeta. Za svako je oko taj optički sklop stalan i predstavlja statiku oka koja ovisi o dužini očne jabučice i moći prelamanja dioptrijskog sustava oka bez upotrebe akomodacije. Optičko stanje jakosti loma svjetlosnih zraka u dioptrijskom očnom sustavu za vrijeme mirovanja akomodacije naziva se statička refrakcija. Za razliku od nje, postoji dinamička refrakcija kod koje je prisutna i akomodacija. Optički sustav oka je zapravo tamna soba (camera obscura). Unutrašnjost joj je prekrivena pigmentom, a svjetlost ulazi samo kroz zjenicu koja promjenom promjera regulira propuštenu količinu svjetla. Na stražnjoj strani očne jabučice nalazi se osjetilni sloj koji podražaj svjetla pretvara u električni potencijal, a on se zatim živčanim putem prenosi u vidne centre kore velikog mozga stvarajući sliku svijeta kakvog poznajemo. Ako se zrake svjetlosti koje dolaze paralelno u oko sijeku u jednoj točki na mrežnici tako da se dobije jasan i oštar lik promatranog predmeta, znači da je refrakcija takvog oka normalna i to je oko emetropno (normovidno). Ako se

paralelne zrake svjetlosti ne sijeku na mrežnici, već u nekoj točki ispred mrežnice, radi se o kratkovidnosti, a ako se sijeku iza mrežnice radi se o dalekovidnosti. Zajednički ova stanja nazivamo ametropijom (nenormovidnost). Anizometropija je stanje kada je refrakcija različita na oba oka iste osobe, ali može biti različita i na jednom oku što onda nazivamo astigmatizam. Nakon svega navedenog možemo zaključiti kako kvaliteta vida ovisi o nekoliko faktora. Prvo, ovisi o dužini očne jabučice koja fiziološki iznosi 24 mm. Zatim ovisi i o prozirnosti očnih medija: suzni film, rožnica, očna vodica, leća i staklovina. Za kvalitetan vid bitno nam je fiziološko stanje mrežnice, vidnog živca, vidnih putova i centara vida u mozgu. Također je i optički sklop oka, koji svojom refrakcijskom sposobnošću mora na mrežnici omogućiti stvaranje jasnog lika promatranog predmeta, važan za kvalitetu vida. (1) (3)

#### **PRESBIOPIJA – PRESBYOPIA**

Presbiopija naziva se još i "staračka" dalekovidnost ili "starovidnost". Karakterizira ju problem gledanja na blizinu iza 40. godine života. Javlja se uvijek u emetropnih očiju, a razlog su promijene u refrakcijskom aparatu oka. Prije svega se tu misli na početno skleroziranje nukleusa leće te slabljenje suspenzornog aparata zbog čega dolazi do pada u amplitudi akomodacije te se točka najjasnijeg vida na blizinu odmiče, a punctum proximum nije više na 30 do 35 cm od oka već dalje. (1) (3)

#### **AMETROPIJE**

Tri su osnovne grupe ametropija. To su kratkovidnost (myopia), dalekovidnost (hypermetropia) i astigmatizam (astigmatismus).

#### **KRATKOVIDNOST – MYOPIA**

Kratkovidne osobe jasno vide predmete na blizinu, no što je promatrani predmet udaljeniji to vide slabije odnosno neoštro. Slika promatranog predmeta u daljini u kratkovidnom oku



uvijek nastaje ispred mrežnice te na žutu pjegu zrake svjetlosti padaju već u divergenciji što promatrani predmet čini neoštrim. Što je jačina kratkovidnosti veća, veća je i divergencija, odnosno slika je više neoštra. U refrakcijskom pogledu kratkovidnost dijelimo na osnu (aksijalnu), lomnu (refrakcijsku), akomodacijsku i indeksnu.

Kod osne (aksijalne) kratkovidnosti normalan je lomni aparat oka, ali je aksijalna dužina očne jabučice veća od 24 mm. Znači da je to veliko oko te uslijed rastezanja stražnjeg pola očne jabučice može doći do promjena na mrežnici. Neke od promjena su suptrakcijski ili distrakcijski polumjesec na rubu papile vidnog živca, cirkumpapilarni atrofični prsten, atrofija makularne zone mrežnice i žilnice, Fuchsova pjega u foveji. Često su ove promijene uzrokom oštećenja vidne funkcije.

Lomna (refrakcijska) kratkovidnost rezultat je previše zaobljenje rožnice ( $>48,33$  D) ili jače zakrivljenje prednje površine leće ( $>19,11$  D), skleroze lećne jezgre, luksirane leće u prednju sobicu ili kod nekih patoloških stanja rožnice kao što su keratokonus, ektazija rožnice, microcornea.

Akomodacijska je kratkovidnost posljedica akomodacijskog spazma pri čemu se leća pomiče prema naprijed.

Indeksna kratkovidnost je posljedica promjene indeksa loma. Indeks loma u prozirnim medijima oka postaje prejak (jezgri leće, sobnoj vodici ili staklovini). Povezana je s dijabetesom, avitaminozama A i D, manjkom lipida i masti u hrani, mongoloidizmom ili prejakom zaobljenom rožnicom.

Miopija se prema jačini korekcijskih leća dijeli u tri osnovne grupe: niska kratkovidnost do 3 D, srednja kratkovidnost do 7 D i visoka kratkovidnost sa više od 8 D. Klinički se kratkovidnost dijeli na dobroćudnu ili školsku te malignu ili progresivnu. U dobroćudnu

kratkovidnost spada grupa niskih i srednjih kratkovidnosti kod kojih su promijene na mrežnici diskretno izražene ili ih nema. U progresivnu kratkovidnost ubrajamo grupu visoko kratkovidnih osoba kod kojih zbog patoloških promijena u očnoj jabučici dolazi do zloćudnog razvoja bolesti. Komplikacija ovakvoga stanja može biti regmatogena ablacija mrežnice. Za korekciju kratkovidnosti u upotrebi su naočale, kontaktne leće i refrakcijska kirurgija. (1) (3)

### DALEKOVIDNOST – HYPEROPIA

Osobe koje su dalekovidne imaju jasan vid na daljinu, ali i tada koriste akomodaciju. Što je promatrani predmet bliže oku, to akomodaciju više rabe. Dva su osnovna uzroka dalekovidnosti u refrakcijskom pogledu. Osnovna dalekovidnost kojoj je uzrok u optičkoj (sagitalnoj) osovini očne jabučice kraćoj od 24 mm i lomna dalekovidnost koja ima uzrok u preblago svedenoj rožnici ( $<48,83$  D). U oba slučaja zrake svjetlosti sijeku se iza žute pjege što je posljedica preslabog konvergiranja. Slika se stvara virtualno iza oka. Na mrežnici nastaju disperzijski krugovi rezultirajući slikom nejasnih kontura. Apsolutna, latentna, manifestna i totalna dalekovidnost su podtipovi dalekovidnosti. Kod apsolutne dalekovidnosti oko svojom akomodacijom ne može postići punu korekciju. Latentna dalekovidnost ostaje prikrivena svojom akomodacijom. Tijekom života postaje sve manja, a iza šezdesetih godina života postaje irelevantna. Manifestna dalekovidnost postaje tijekom života sve veća na račun latentne dalekovidnosti. Totalna dalekovidnost je zborom manifestne i latentne.

Dijagnosticiramo ju skijaskopijom, refraktometrijom ili direktnom oftalmoskopijom. (1) (3)

### ASTIGMATIZAM

Astigmatizam je naziv za stanje oka kod kojeg se kontralateralne i paralelne zrake koje padaju na rožnicu, zbog patološke zakrivljenosti meridijana ili druge rožnične patologije, ne sastaju u jednoj točki na mrežnici, već čine niz točkastih žarišta na, ispred ili iza mrežnice što astigmatima čini sliku nejasnih rubova. Tako astigmati imaju nesigurnost u prepoznavanju

točnih oblika, a kod jakih kosih astigmatizama često je nagnjanje ili okretanje glave u stranu kako bi jasnije vidjeli. Pomažu si i stiskanjem vjeđa čime stvaraju stenopeički efekt (efekt rupice). Kod astigmatizama malih dioptrijskih jačina osobe se vrlo brzo zamaraju pri gledanju na blizinu što mogu kompenzirati akomodacijom, ali su glavobolje česte. Naziv astigmatizam grčkog je podrijetla, a u prijevodu znači „bez točke“. Naime, dvije paralelne zrake svjetlosti ne ponašaju se prolaskom kroz očne medije jednako, već umjesto slike u jednoj točki (fokusu) stvaraju sliku u nizu točaka (fokali). Regularni fiziološki astigmatizam je prisutan jer okomiti meridijan jače lomi od vodoravnog. Ta razlika iznosi najviše do 1 dioptrije na osi od 90 stupnjeva. Uzrok mu je topografija rožnice. Ako je ta razlika veća od jedne dioptrije, onda takav astigmatizam nazivamo patološkim. Astigmatizam se dijeli na regularni (pravilni) i iregularni (nepravilni). Regularni astigmatizam karakteriziraju dva meridijana koja se nalaze međusobno pod pravim kutom, ali imaju različitu zakrivljenost. Obično je jedan vodoravan, a drugi okomit. Regularni astigmatizam dijeli se pak na jednostavni, složeni, miješani i kosi. Kod jednostavnog, jedan meridijan lomi zraku tako da pada na mrežnicu, dok drugi meridijan lomi zraku tako da ima fokus ispred ili iza mrežnice. U složenom astigmatizmu meridijani lome zraku tako da niti jedan nema fokus na mrežnici, već su oba ispred ili iza mrežnice, ali se ne sijeku u jednoj točki već u nizu točaka (fokala). Rezultat je iskrivljena ili izdužena slika u zoni mrežnice. Kada niti jedan meridijan ne lomi zraku svjetlosti tako da pada na mrežnicu, nego je jedan ispred, a drugi iza mrežnice govorimo o miješanom astigmatizmu. Refrakcija je kratkovidna u jednom, a dalekovidna u drugom meridijanu. Kod astigmatizma kod kojeg su glavi meridijani pod nekim kutom koji nije 90 stupnjeva govorimo o kosom astigmatizmu. Nepravilni (iregularni) astigmatizam je stanje kada nepravilnost zakrivljenosti meridijana rožnice ne možemo povezati niti s jednom geometrijskom figurom. Zakrivljenost u različitim meridijanima je izrazito nepravilna i stanje je najčešće posljedica bolesti rožnice. (1) (3)

## **ANIZOMETROPIJA**

Anizotropija je naziv za stanje u kojem postoji razlika u veličini refrakcije između očiju.

Ako je ta razlika veća od 3D, na mrežnici imamo različitu veličinu retinskih slika

(anizeikoniju). Kao posljedicu anizotropije i anizeikonije imamo razvoj slabovidnosti jednog oka. To stanje nazivamo ambliopija. (1) (3)

## **POVIJEST**

Prvi nagovještaj liječenja refrakcijskih grešaka dao je Hermann Boerhaave 1708. godine.

Naime, on je predložio metodu koja se sastojala u potiskivanju zdrave, bistre leće prema

dolje. Na taj način učinio bi oko afakičnim i korigirao kratkovidnost. Iako je ovo mogao prvi

učiniti von Haller 1746., prvih podataka u literaturi nemamo do 1890-ih godina i postupka

ekstrakcije leće. Usprkos tome, ovakav način liječenja refrakcijskih grešaka bio je rijetko

primjenjivan u to vrijeme. Prvi prijedlozi operacija na rožnici s ciljem mijenjanja refrakcijske

jakosti oka pojavili su se 1869. na temelju zapažanja nizozemskog oftalmologa Snellena. On

je zapazio ulogu ožiljaka na rožnici u povećanju astigmatizma. Kasnije je norveški liječnik

Hjalmar Schiötz, koristeći postupak keratotomije za liječenje astigmatizma, uspio postići

korekciju od 7 D. Nizozemski liječnik Lans eksperimentira sa zečijim očima i dolazi 1898.

godine do niza otkrića. Jedno od najvažnijih je da se rezovima na rožnici može utjecati na

njenu zakrivljenost. Također, dublji i više centralno smješteni rezovi imaju bolji učinak.

Veliki napredak uslijedio je kasnijim otkrićem radijalne keratotomije (RK) krajem 30-ih

godina 20. stoljeća. (5)

## **RADIJALNA KERATOTOMIJA (RK)**

Za rani razvoj radijalne keratotomije velike zasluge ima japanski oftalmolog Tsutomu Sato.

On je koristeći prednji i stražnji pristup radio rezove koji su zahvaćali Descementovu

membranu i endotel i na taj način imao uspješne rezultate u liječenju kratkovidnosti.

Međutim, zbog tada nepoznate važne uloge endotela, mnogi pacijenti podvrgnuti ovom zahvatu razvili su rožničnu dekompenzaciju kasnije u životu. Precizniji kirurški postupci kao i napredak tehnologije doveli su do poboljšanja tehnike. Povećavanjem broja rezova liječnici su uspjeli dobiti bolju korekciju. Uobičajeno se radilo do 16 rezova, a pokušaji s većim brojem nisu davali bolje rezultate. Rezovi korišteni kod postupka radijalne keratotomije rezultirali su perifernim uzdignućem rožnice i posljedičnim centralnim zaravnjenjem. Bolji učinak se postizao sa dubljim i više centralno smještenim rezovima. Antonio Mendéz je u Meksiku prvi puta izveo heksagonalnu keratotomiju. To je postupak kojim se šest rezova na perifernoj mrežnici postavlja u heksagonalni uzorak tako da okružuju središte rožnice s ciljem ispravljanja dalekovidnosti. Tehnika je zbog brojnih nuspojava kasnije napuštena. (5)

#### LAMELARNA REFRAKCIJSKA KIRURGIJA

Za daljnji veliki napredak refrakcijske kirurgije velike zasluge ima španjolski oftalmolog José Ignacio Barraquer. 1948. godine u liječenju keratokonusa izveo je lamelarnu keratoplastiku, a rezultat je bilo gotovo emetropno oko. Do tada je korištena metoda penetrantne keratoplastike kod koje se presađivala puna debljina rožnice i mogućnost odbacivanja tako presađene rožnice bila je veća. Novom metodom Barraquer je presadio rožnicu djelomične debljine i tako sačuvao Descementovu membranu i endotel primatelja. Na taj je način smanjio mogućnost odbacivanja presatka. Međutim, zahvat nije u potpunosti ispunio očekivanja zbog komplikacija nastalih zbog neravnih reznih površina i stvaranja ožiljaka. Ali njegova istraživanja imala su velik utjecaj u kasnijem razvoju dviju tehnika – keratomileuze i keratofakije. (5)

#### KERATOMILEUZA

Naziv potječe od dvaju grčkih riječi. *Keras* što znači rogu nalik i *smileusis* što znači rezati, rezbariti. Zbog tehničke zahtjevnosti postupka Barraque je dizajnirao mikrokeratom.

Njegovom upotrebom bila je olakšana lamelarna resekcija i stvaranje rožničnog diska. Nakon što bi se dobio disk rožničnog tkiva on se zamrzavao tekućim dušikom, odmrznuo i bio ponovno vraćen i šavovima učvršćen na mjesto. Ova tehnika koristila se za korekciju kratkovidnosti i dalekovidnosti, ali je bila neuspješna u liječenju astigmatizma. Osim toga imala je i drugih nedostataka kao što su sporo vrijeme oporavka i edem rožnice. Također su bile prisutne i posljedice smrzavanja tkiva, a to su deepitelizacija zbog mrtvih keratocita i narušavanje lamelarne arhitekture. Ponekad se javljao i nepravilni astigmatizam i zamućenje rožnice. Zbog ovih nedostataka razvila se tehnika koja nije koristila zamrzavanja nazvana Barraquer – Krumeich- Swinger (BKS). Ona je također bila neuspješna u liječenju astigmatizma, ali je smanjila komplikacije liječenja dalekovidnosti i kratkovidnosti. Slijedećih godina bilo je pokušaja unaprijeđenja tehnike, ali bez znatnijeg uspjeha sve do pojave automatske lamelarne keratoplastike (ALK) koju je razvio Luis Ruiz. Izvođenje ove tehnike omogućio mu je poboljšani automatski mikrokeratom. Ovo je također bila tehnika koja nije uključivala zamrzavanje tkiva, a sastojala se od stvaranja primarnog rožničnog poklopca ispod kojeg bi se mikrokeratomom odstranio disk strome i ponovnog vraćanja poklopca na mjesto. Jačina korekcije ovisila je o veličini odstranjenog diska strome. Tehnika je bila korištena za korekciju kratkovidnosti i dalekovidnosti. (5)

## **KERATOFAKIJA**

Keratofakija je metoda za korekciju visoke dalekovidnosti i afakije. Zahvat je razvio Barraque, a sastoji se od keratektomije i stvaranja rožničnog poklopca mikrokeratomom. Potom se smrznut dio donorske rožnice, koja se sastoji od epitela, Bowmanove membrane i prednje strome, smjesti u stromu primateljeve rožnice. Na kraju se originalni rožnični poklopac zašije i time je zahvat završen. Umetnuto rožnično tkivo povećava prednju

zakrivljenost rožnice, a samim time i refrakcijsku snagu. Međutim, zbog smrzavanja tkiva oporavak je bio spor sa često nezadovoljavajućim rezultatima. (5)

### EPIKERATOFAKIJA

Herbert Kaufman je 1980. godine predstavio keratofakiju kao metodu za korekciju dalekovidnosti i kratkovidnosti. Zahvat se sastoji od šivanja lentikla ljudskog donora na prednju površinu prethodno pripremljenog oka. Priprema primateljeva oka sastoji se u micanju epitela i perifernoj prstenastoj keratotomiji. Ovim postupcima omogućuje se da smrznuti rubovi donorskog tkiva smjeste i kasnije zašiju. Zahvat prate potencijalni problemi kao što su oporavak epitela, moguće smetnje vida zbog ožiljka te problemi sa vidnom oštrinom. Tehnika se i danas povremeno koristi za ispravljanje afakije u djece. (5)

### INTRASTROMALNI ROŽNIČNI SEGMENTNI PRSTENI

Intrastromalni rožnični segmentni prsteni su zakrivljeni umeci napravljeni od polimetilmetakrilata (PMMA) koji se kirurški umeću u perifernu rožničnu stromu čime se izbjegava kontakt sa centralnom i paracentralnom regijom rožnice. Gene Reynolds je predstavio ideju umetanja prstena čijim bi se stezanjem (dalekovidnost) ili širenjem (kratkovidnost) korigirale refrakcijske greške. U praksi to nije bilo moguće i djelovanje prstena se osniva na zaravnjenju rožnice koje ovisi o debljini prstena. Dok se druge refrakcijske metode koriste većinom uklanjanjem tkiva, intrastromalni rožnični segmentni prsteni djeluju suprotno i dodavanjem materijala postižu svoj učinak. Refrakcijska korekcija je reverzibilna što znači da se micanjem prstena oko vraća u prvobitno stanje. Danas se tehnika ne upotrebljava često, a u Ujedinjenom Kraljevstvu je Nacionalni institut za zdravlje i kliničku izvrsnost (NICE) izrazio zabrinutost za sigurnost pacijenata sa refrakcijskim greškama koje mogu biti ispravljene drugim sredstvima kao što su naočale, kontaktne leće ili refrakcijskom kirurgijom. Glavni nedostaci ugradnje intrastromalnih segmentnih prstena kao

alternativa refrakcijskoj kirurgiji je ograničen opseg korekcije refrakcijskih grešaka i nepredvidivost. (5)

## **LASERSKA KIRURGIJA**

U početku svoje primjene u refrakcijskoj kirurgiji laseri su se koristili samo da bi pomoću njih napravili rezove na rožnici kao primjerice u postupku prednje radijalne keratotomije ili kako bismo toplinskim djelovanjem na kolagena vlakna rožnice izazvali njihovo skupljanje. Danas, najpoznatija upotreba lasera je u ablaciji rožničnog tkiva za korekciju refrakcijskih grešaka oka. Ovu njihovu primjenu omogućio je razvoj ekscimer lasera. Tijekom godina prvo se uvidjelo njihovo djelovanje na preoblikovanje rožničnog epitela, a kasnije i mogućnost ablacije strome rožnice. Danas su najčešće u upotrebi laseri koji emitiraju svjetlost valne duljine 193 nm jer postižu maksimalnu učinkovitost ablacije uz minimalna toplinska oštećenja okolnog tkiva. (6)

### **LASIK (laser - assisted in situ keratomileusis)**

Jedan od prvih ljudi koji je postavio temelje ovoga zahvata bio je José Barraquer koji je usavršio lamelarne postupke na rožnici upotrebom mikrokeratoma. Kasnije, kombinacijom upotrebe mikrokeratoma i lasera razvijena je tehnika nazvana laser – assisted in situ keratomileusis (LASIK). LASIK je danas vrsta refrakcijske kirurgije oka kojoj je cilj korekcija dalekovidnosti, kratkovidnosti i astigmatizma te je vrlo brzo postao popularan zbog svoje preciznosti i niže učestalosti komplikacija u usporedbi s do tada korištenim tehnikama. (6) (7)

Indikacije za korištenje LASIKA su refrakcijske anomalije – kratkovidnost do -10 dshp, dalekovidnost do +6 dshp i astigmatizam do +5 dcyl. Osim nabrojanih postoje još neke indikacije kao što su intolerancija kontaktnih leća, životni stil ili uvjeti rada u kojima je bitan



periferni vid, a sužen je nošenjem naočala kao i uvjeti rada u kojima postoji potreba izuzetne, vidne oštine. Kandidati za ovu vrstu zahvata moraju ispuniti neke uvjete. Moraju biti stariji od 18 godina, refrakcijski status mora biti stabilan najmanje godinu dana, moraju imati realna očekivanja od zahvata i biti upoznati s mogućim komplikacijama. Kontraindikacije za provođenje LASIK-a su keratokonus, trudnoća i dojenje, ožiljne promjene rožnice, nekontrolirani glaukom ili nekontrolirani dijabetes te herpes simpleks infekcija oka u anamnezi.

Postupak izvođenja LASIK-a možemo podijeliti u preoperativnu fazu, operativni zahvat i postoperativnu fazu.

Preoperativna faza uključuje postupke pripreme za sam zahvat. Pacijenti koji nose meke kontaktne leće moraju ih prestati nositi 7 dana, a oni koji nose tvrde kontaktne leće 3 – 4 tjedna prije operacije. Razlog tome je postizanje prirodnog oblika rožnice kao i smanjenje mogućnosti pogrešnog nalaza u preoperativnoj dijagnostici. Pretrage koje treba učiniti prije zahvata i na temelju kojih se zahvat planira su: određivanje nekorigirane i najbolje korigirane vidne oštine, skijaskopija, autorefraktometrija, autokeratografija, Schirmerov test, mjerenje intraokularnog tlaka (IOT), pahimetrija, mjerenje pupilarnog dijametara u uvjetima jakog i prigušenog svjetla, biomikroskopski pregled oka i pregled očne pozadine u midrijazi.

Pahimetrijom mjerimo centralnu debljinu rožnice koja je važan parametar u određivanju mogućnosti izvođenja operacije. Prosječna debljina rožnice je oko 550 mikrometara.

Minimalna debljina netretirane rožnice za izvođenje LASIK-a mora biti 250 mikrometara da bi se održala njena strukturna stabilnost te smanjio rizik keratektazije. Prosječna debljina *flapa* (poklopca) je 160 do 200 mikrometara što znači da rožnice tanje od 450 mikrometara nisu pogodne za izvođenje zahvata. U tom slučaju razmatraju se druge metode refrakcijske kirurgije. Važan parametar u određivanju mogućnosti izvođenja zahvata je i pupilarni

dijametar koji u uvjetima prigušenog svjetla mora biti manji ili jednak 7 mm. Ukoliko nije tako, može doći do javljanja komplikacija kao što su pojava haola, blještanje te problemi s noćnim vidom.

Operativni zahvat izvodi se u lokalnoj anesteziji kapima u nekoliko koraka. Nakon postavljanja sukcijskog prstena na očnu jabučicu slijedi postavljanje mikrokeratoma kojim se kreira *flap*. *Flap* je zapravo tanki površinski sloj rožnice poput poklopca koji se odiže i zatim slijedi ablacija i remodeliranje strome rožnice *excimer* laserom. Nakon toga slijedi vraćanje poklopca na mjesto.

Unaprijeđena inačica LASIK-a naziva se SBK (*Sub-Bowmans Keratomileusis*). Razlika u odnosu na LASIK je u debljini kornealnog poklopca koji u ovom slučaju iznosi oko 100 mikrometara i kreira se pomoću *femtosecond* lasera. Zbog toga što je debljina rezidualne rožnice u ovom postupku veća nego kod LASIK-a, smanjuje se mogućnost keratektazije i perforacije rožnice.

U postoperativnom tretmanu pacijentu se ordinira lokalna antiinflamatorna terapija u trajanju od 7 dana i zabranjuje grublji kontakt s očima kako ne bi došlo do komplikacija zacjeljivanja poklopca. Postoperativne kontrole provode se prvog dana, sedmog dana, nakon mjesec dana te nakon tri mjeseca. Sam postupak je praktično bezbolan, no neki pacijenti neposredno nakon zahvata mogu imati osjećaj suhoće i „pijeska u očima“, a ovi simptomi nestaju obično unutar jednog dana od operacije. Minimalna nestabilnost vidne oštirine također može biti prisutna, a stabilizira se za nekoliko dana. Pacijenti već od prvog postoperativnog dana mogu normalno raditi, upravljati vozilima, služiti se računalom itd. U ovom razdoblju je od izuzetnog značaja proces kornealnog zacjeljivanja koji dovodi do stabilizacije rožnice. Rezultat dobiven tri mjeseca nakon operacije smatra se stalnim.

Komplikacije se mogu podijeliti na intraoperativne, rane postoperativne i kasne postoperativne. Intraoperativne su pretnki poklopac, inkompletni poklopac i slobodni poklopac. Rane postoperativne su difuzni lamelarni keratitis, nabori poklopca, dislokacija poklopca i urastanje epitela. Kasne postoperativne komplikacije su epitelno urastanje, hipo ili hiperkorekcija, astigmatizam, regresija refrakcijske anomalije i keratektazija. (6) (7) (8) (9)

#### PRK (fotorefraktivna keratektomija)

Fotorefraktivna keratektomija se koristi za liječenje pacijenata sa niskom do srednjom kratkovidnosti, kratkovidnosti sa astigmatizmom te za liječenje niske do umjerene dalekovidnosti sa astigmatizmom. Prikladna je za pacijente sa tankom rožnicom, epitelnim distrofijama, oštećenjima rožnice i suhim okom. Izvodi se ambulantno u lokalnoj anesteziji. Na mjestu ablacije rožnice epitel se prvo ukloni ili potisne na stranu radi veće preciznosti postupka. Uobičajena je upotreba 18 – 20 % alkohola prije mehaničkog odstanjenja. Laserski postupak se tada primjeni na izloženu rožničnu stromu.

Odmah nakon postupka lokalno se daje antibiotik, steroid i nesteroidni antireumatik (NSAID). Također se stavlja i zavojna kontaktna leća. Tijekom ranog postoperativnog perioda pacijenti mogu osjetiti pojačano suzenje, fotofobiju, zamagljen vid i neugodu prouzročenu abrazijom središnje rožnice. Korištenjem zavojne leće i nesteroidnih antireumatika bol je obično blaga do srednja. Međutim, bol može biti i jača te onda zahtjeva primjenu jačih analgetika. Zavojna leća ostaje do završetka cijeljenja rožnice što je obično tri do četiri dana nakon zahvata. Terapija antibioticima se nastavlja još dva do tri dana nakon zaraštanja defekta, a topički se steroidi primjenjuju i do tri mjeseca nakon zahvata.

Vidna oštrina se popravljiva obično nakon što završi epitelno cijeljenje, a to je unutar tjedan dana od zahvata i promjenjiva je nakon operacije prije nego se stabilizira oko tri mjeseca nakon operacije. Pojava haala, zamagljenja i simptomi suhog oka su uobičajeni tijekom prvog

mjeseca poslije zahvata, ali obično se smanje ili nestaju u potpunosti tri do šest mjeseci nakon zahvata. (5) (8) (9)

#### LASEK (laser epithelial keratomileusis)

LASEK možemo opisati kao inačicu PRK-a. Umjesto potpunog uklanjanja rožničnog epitela, kao što je to slučaj kod PRK, razrijeđena alkoholna otopina se koristi za labavljenje veza epitela i podležee strome. 18 do 20 postotni alkohol se primjenjuje u trajanju od 25 do 35 sekundi kako bismo oslabili vezu epitela i strome. Tako pripremljeni epitel tada se može pomaknuti u stranu i postupak ablacije se primjenjuje na stromu. Nakon završetka postupka, epitel se vraća na mjesto. Postupak je polučio odlične rezultate u korekciji kratkovidnosti, osobito niske, gdje je pokazao čak bolje rezultate od LASIK-a. (5) (9)

#### Epi – LASIK

Epi – LASIK je relativno nova tehnika razvijena 2002. godine na Sveučilištu Kreta u Grčkoj. Pallikaris i suradnici razvili su ovaj postupak želeći smanjiti mogućnost komplikacija koje se javljaju nakon upotrebe LASIK-a i PRK. PRK se veže uz postoperativnu bol i kornealna zamagljenja. LASIK je smanjio ove komplikacije, ali ima svoje nedostatke vezane uz komplikacije koje se javljaju zbog korištenja *flapa*. Sve to dovelo je do razvoja LASEK-a koji se opet nije pokazao kao idealna metoda jer su mu nedostaci slični onima kod PRK, a to su sporo oporavljanje vidne funkcije, postoperativna bol i rizik od zamagljenja rožnice. Upravo zbog toga razvijena je nova tehnika – Epi LASIK. Ideja je načiniti *flap* koji se sastoji samo od epitela bez upotrebe alkohola. Postupak se sastoji od upotrebe plastičnog epikeratoma sa tupom oštricom koji odvaja epitel iznad Bowmanove membrane, ali ispod sloja bazalnih stanica. Na taj način dobivamo živi i manje oštećen sloj stanica koji na kraju ubrzava oporavak. Postupak teoretski izbjegava komplikacije vezane uz stvaranje *flapa* i upotrebu alkohola. (5)

### ReLEEx (refractive lenticule extraction)

Naziv označava tehniku u kojoj se upotrebom femtosecond lasera kreira rožnični lentikul koji potom bude odstranjen radi postizanja korekcije refrakcijske greške. Ovisno o tome kreira li se pri tome rožnični poklopac, govorimo o dvije tehnike: FLEEx i SMILE.

### FLEEx (femtosecond lenticule extraction)

FLEEx je novi laserski postupak refrakcijske kirurgije osmišljen za liječenje kratkovidnosti. Za razliku od prijašnjih laserskih postupaka, u FLEEx tehnici se femtosecond laser koristi i za kreiranje *flapa* i za odstranjenje tkiva. Postupak uključuje dva reza na rožnici koja se sijeku na periferiji kreirajući lentikul. Također, djelovanjem lasera kreiraju se dvije površine lentikla. Prvo se djelovanjem lasera sa periferije prema središtu kreira donja površina, a zatim na isti način od središta prema periferiji i gornja površina lentikla. Nakon micanja *flapa* u stranu, lentikul se mehanički odstranjuje čime se smanjuje zakrivljenost rožnice i korigira kratkovidnost. Na kraju se *flap* vraća na mjesto čime je zahvat završen. Studije su pokazale da je postupak siguran i obećavajuć za korekciju miopije. Isto tako, postupak omogućuje kreiranje lentikla predvidive kvalitete površine što je bitno za njegovu svakodnevno kliničko korištenje. (10)

### SMILE (small incision lenticule extraction)

Nastojanja da se femtosecond laser koristi kao jedini u postupku korekcije refrakcijskih grešaka rezultirao je razvojem FLEEx tehnike u kojoj excimer laser potpuno izbačen. Prednosti FLEEx-a su smanjenje troškova, manja laserska energija upotrebljena tijekom zahvata i povećana kirurška efikasnost zbog korištenja jednog lasera umjesto dva (femtosecond i excimer laser) kao što je bio slučaj kod LASIK-a. Sama tehnika uključuje intrastromalnu disekciju refrakcijskog lentikla kao i kreiranja *flapa*, a sve to upotrebom samo femtosecond lasera. Važna sposobnost femtosecond lasera je kreiranje sferocilindričnih i asferičnih lentikula za razliku od planarnih kod LASIK-a.

Najnovija tehnika refrakcijske kirurgije rožnice je tehnika SMILE (*small-incision lenticule extraction*) koja zaobilazi kreiranje rožničnog flapa korištenjem malih rezova periferne rožnice. Prvi je puta operacija ovom tehnikom izvedena 2008. godine i korištena su dva nasuprotna reza veličine 5 mm postavljena na 12 i 6 sati. Veličina i broj rezova su se s vremenom smanjivali tako da se danas operacija izvodi korištenjem jednog reza veličine 2 mm. Izjegavanje stvaranja rožničnog flapa predstavlja manje invazivnu tehniku sa boljim učinkom na biomehaničku stabilnost rožnice i integritet živaca

Sama tehnika se izvodi kreiranjem 4 sekvencijska fotoablativna reza koja čine intrastromalni lentikul i jednim rezom na rožnici koji ide do prednje površine lentikula. Lentikul se zatim izvadi kroz periferni rez rožnice. U samoj tehnici dopuštena su do tri reza periferne rožnice, veličine 2 do 5mm.

Specifične radnje za vrijeme postupka uključuju inicijalni kontakt oka sa jednokratnom zakrivljenom kontaktnom lećom na uređaju nakon čega slijedi fiksiranje trepereće zelene mete. Tri su diskretne faze samog procesa koje kirurg mora znati prepoznati. Prvo je održavanje preciznog centriranja za vrijeme kontakta sa kontaktnom lećom. Drugo, održavanje i provjeravanje sukcije za vrijeme trajanja svih faza rada femtosecond lasera i treće, izvođenje manualne ekstrakcije lentikla bez komplikacija. Sve ove faze zahtjevaju veliku spretnost i iskustvo.

Nakon što je obavljeno centriranje i postignuta sukcija, rezovi koje radi femtosecond laser se pojavljuju u 4 koraka. Prvo, stvaranje posteriorne površine lentikla sa periferije prema centru, slijedi zona tranzicije na rubu refraktivne zone, zatim rezovi vertikalnog ruba oko perimetra lentikla i naposljetku stvaranje prednje površine lentikla i reza periferne rožnice za njegovu ekstrakciju.

Promjer optičke zone je obično jednak promjeru lentikla ako se radi o korekciji sfernih grešaka. Zona tranzicije se dodaje za cilindrične korekcije mjenjajući oblik lentikla iz jajolikog u kružni s promjenom promjera lentikla.

Vrijeme potrebno femtosecond laseru za sve rezove je oko 25 do 30 sekundi, ovisno o veličini greške koja se korigira. Nakon kreiranja lentikla koristi se špatula kako bismo odvojili lentikul od ostatka rožnice kojom je još vezan tkivnim privjescima. Prvo se odvaja prednja, a zatim stražnja površina nakon čega se forcepsom izvuče kroz rez periferne rožnice

Primjena topičkih antibiotika za vrijeme operacije je uobičajena. Steroidi i nesteroidni protuupalni lijekovi se također mogu koristiti. Opcija je i propisivanje nošenja plastične zaštite noću, ali za tim nema potrebe jer u postupku nema kreiranja flapa i rizika njegova pomicanja. Tipična terapija poslije operacije je korištenje topičkih steroida i antibiotika fluorokinolona tijekom 1 do 2 tjedna uz upotrebu kapi za vlaženje oka.

SMILE tehnika je danas ograničena na pacijente sa kratkovidnošću (do -10D) i blagim do umjerenim astigmatizom. (10) (11) (12)

### PresbyLASIK

Presbiopija je stanje povezano s godinama gdje akomodacija oka postupno slabi te oko više nije sposobno fokusirati i osigurati jasan vid na blizinu. Kao rezultat toga što su proces akomodacije i uzroci presbiopije složeni i ne potpuno razjašnjeni, dobivamo stanje koje je izuzetno izazovno za kiruršku korekciju. Presbiopiju je moguće korigirati statičkim i dinamičkim metodama. Statičke metode temelje se na povećanju dubine fokusa, a to se postiže tzv. monovision zahvatom, rožničnim umecima, presbyLASIK metodom, tehnikama koje uzrokuju skupljanje rožnice (provodna keratoplastika, toplinska keratoplastika, intrastromalni zahvati temeljeni na djelovanju femtosecond lasera). Dinamičkim metodama pokušavamo djelovati na akomodaciju oka, a to postizemo implantatima bjeloočnice i

ugradnjom intraokularnih akomodacijskih leća. Djelovanje na rožnicu je najmanje invazivan postupak i zbog toga se čini najsigurnijim.

PrebyLASIK je zajednički naziv za sve LASIK postupke koji objedinjuju sve pokušaje ablacije s ciljem dobivanja multifokalne rožnice ili povećanja dubine polja. Trenutno postoje tri različita pristupa za PresbyLASIK.

Središnji PresbyLASIK je metoda u kojoj središnji dio rožnice oblikujemo hiperpozitivnim i na taj način ga prilagođavamo za gledanje na blizinu, a središnji periferni dio oblikujemo za gledanje na daljinu. Prvi je ovu metodu opisao Ruiz 1996. godine. Ovisna je o zjenici i prednost joj je što može biti izvedena u središtu rožnice kratkovidnog, dalekovidnog i normovidnog oka sa minimalnim rezovima. Adekvatno centriranje je ključno kako bismo dobili kontrolirane rezultate. Glavna ograničenja su manjak adekvatnog poravnanja linije gledanja, središta pupile i verteksa rožnice što rezultira pojavom aberacija.

Periferni PresbyLASIK je suprotan prethodno navedenom postupku, gdje središnji dio rožnice oblikujemo za gledanje na daljinu i time povećavamo dubinu polja, a središnji periferni dio rožnice za gledanje na blizinu. Međutim, kada je prisutna pozitivna sferna aberacija i ako zjenica postane miotična, refrakcija oka doživljava skretanje prema pozitivnim sfernim vrijednostima, a to negativno utječe na kvalitetu vida na blizinu. Jedan od nedostataka je da pri korištenju tehnike zajedno sa ispravljanjem kratkovidnosti moramo maknuti značajnu količinu rožničnog tkiva i zato je tehnika prikladnija za korištenje u dalekovidnih osoba. Također zahtjeva učinkovit profil snopa excimer lasera koji može nadoknaditi gubitak energije koji se događa za vrijeme ablacije periferne rožnice.

Iako su optički rezultati ovih postupaka predvidivi, neki pacijenti se teško privikavaju na kompromis ovakvog načina gledanja.



Laser Blended Vision je treći način rješavanja problema presbiopije. To je lasrska tehnika koja nastoji poboljšati konvencionalnu monovision metodu. Zahvatom dominantno oko prilagođavamo gledanju na daljinu, a nedominantno činimo lagano kratkovidnim za gledanje na blizinu. Ovaj način je poboljšán u odnosu na monovision tehniku jer se koristi takav način ablacije rožnice da se postiže stalan gradijent refrakcijske moći kroz cijelu optičku zonu rožnice. Studije su pokazale da pacijenti dobro podnosi ovaj način liječenja presbiopije i samim time se pokazao uspješnim u liječenju ovoga stanja. (13) (14) (15) (16)

## **TOPLINSKI POSTUPCI**

Toplinski postupci uključuju dostavu topline na perifernu rožnicu što posljedično izaziva skupljanje kolagena i povećanje središnje zakrivljenosti rožnice i njene refrakcijske moći.

Svoje početke tehnika ima u bivšem Sovjetskom Savezu, a temeljila se na principima sličnim radijalnoj keratotomiji s upotrebom topline umjesto rezova. Slični postupci bili su primjenjeni kasnije koristeći infracrvene i diodne lasere.

Provodna keratoplastika je novija tehnika koja koristi energiju radio valova koja se preko probe prenosi na stromu. Tehnika je odobrena od Američke agencije za hranu i lijekove (FDA) za liječenje dalekovidnosti i presbiopije. Proba se umeće na više mjesta periferne rožnice u kružnom uzorku, obično 6 do 8 milimetara u promjeru. Energija radiovalova uzrokuje remodeliranje tkiva strome i stvaranje ožiljaka periferne rožnice. (5)

## **IOLs i pIOLs (intra-ocular lens i phakic intra-ocular lens)**

Intraokularne leće su leće od umjetnih materijala koje se poput implantata stavljaju u oko. S obzirom na to ostaje li u oku prirodna leća, razlikujemo dva tipa zahvata. CLE (*clear lens exchange*) je postupak najčešće korišten u liječenju katarakte gdje se promijenjena prirodna

leća zamjenjuje novom, od umjetnih materijala (IOL). Kod ugradnje pIOL (*phakic intraocular lens*) prirodna leća ostaje, a ispred nje se stavlja nova, od umjetnih materijala. Ovaj postupak je najčešće korišten u liječenju refrakcijskih grešaka oka.

CLE (*clear lens exchange*) ili RLE (*refractive lens exchange*) je postupak najčešće korišten u operacijama katarakte. Budući da za potpuno liječenje katarakte nema farmakološke terapije, standardni postupak je kirurško odstranjenje zamućene leće i stavljanje nove od umjetnih materijala (IOL). Minimalno invazivne kirurške tehnike su jako važne radi prevencije najčešćih komplikacija kao što su kirurški potaknut astigmatizam ili infekcije. Moderne intraokularne leće omogućuju visoku kvalitetu vida nakon operacije i zbog toga su pacijenti njima jako zadovoljni.

Prije samo operacije pacijent mora bit podvrgnut nekim pretragama. Od pretraga se radi provjera vidne oštine, pregled prednjeg segmenta oka i fundusa kako bi se isključile neke druge bolesti. Mjere se i refrakcijska snaga rožnice, dubina prednje očne sobice i dužina očne jabučice kako bi se mogla izračunati dioptrijska jakost intraokularne leće.

Anestezija korištena u zahvatu je u većini slučajeva aplikacija anestetika iglom peri ili retrobulbarno. Manji postotak zahvata izvodi se u lokalnoj anesteziji topičkom primjenom kapi, a samo mali postotak operacija u općoj anesteziji. Razlog za korištenje topičkog anestetika je brži postoperativni oporavak i mogućnost suradnje pacijenta za vrijeme minimalno invazivnih zahvata. S druge strane ovakav način je teži za kirurga i zahtjeva suradljivog pacijenta.

Danas se ovakve operacije katarakte najčešće izvode ambulantno dok je bolničko liječenje rezervirano za teže slučajeve. Antibiotičke kapi se daju nekoliko dana prije operacije kako bi se smanjio broj bakterija, a samim time i postoperativne infekcije svele na minimum.

Prije operacije zjenica se farmakološki proširi. Zbog intaoperativne sigurnosti kao i postoperativnog cijeljenja rane danas se koriste mali rezovi bjeloočnice ili rožnice u obliku tunela koji ne zahtjevaju kasnije šivanje. Superiorni pristup je uobičajeniji iako je danas sve češći i lateralni. Ako je prisutan astigmatizam, pravilnim postavljanjem rezova on može također biti djelomično korigiran. Najnovije tehnike pristupa leći su dizajnirane tako da rez bude manji od 2 mm, a zahtjevaju fine kirurške instrumente i posebne fleksibilne intraokularne leće kako bi se spriječila dehiscijencija rane tijekom operacije.

Standardna metoda za ekstrakciju katarakte danas je fakoemulzifikacija gdje se leća ultrazvučno usitnjava i aspirira kroz iglu.

Moderne intraokularne leće su sferične i njihova ukupna refrakcijska snaga je 10 – 30 D. Obično su 6 mm u promjeru, a cjelokupna dužina im je od 12 do 13 mm. Dostupni tipovi intraokularnih leća su čvrste polimetilmetakrilatne, savitljive silikonske i hidrofobne ili hidrofilne akrilatne leće. Savitljive intraokularne leće su danas jako popularne jer mogu biti stavljene kroz rezove manje od 3 mm.

Da bi se smanjila učestalost opacifikacije stražnje kapsule nakon operacije katarakte, leće se trenutno proizvode sa oštrim stražnjim rubom. Na taj se način sprječava migracija stanica na središnji dio posteriorne kapsule i prevenira sekundarna opacifikacija.

Moderna operacija katarakte uključuje ugradnju intraokularnih leća koje poboljšavaju kvalitetu vida koja ide izvan samog kompenziranja sfernih grešaka. Upravo zbog toga postoji izbor više vrsta intraokularnih leća.

Asferične intraokularne leće imaju tako postavljenu zakrivljenost površine svojih optičkih zona koja može korigirati ozbiljnije slučajeve sfernih aberacija. Pozitivni učinci ovih leća su poboljšana subjektivna kvaliteta vida i kontrastne osjetljivosti.

Torične intraokularne leće mogu ispraviti astigmatizam do 1 D uzrokovan nejednolikom zakrivljenošću rožnice. One kompenziraju rožnični astigmatizam sa korespondentnom optičkom zonom. Kod njihova postavljanja mora se paziti na preciznu orijentaciju i rotacijsku stabilnost kako bi se osigurala trajna i optimalna korekcija astigmatizma.

Multifokalne intraokularne leće daju pacijentu dva ili više žarišta i na taj način mu omogućuju bistar vid na daljinu i blizinu bez korištenja dodatnih optičkih sredstava. Klasificiraju se prema svojim optičkim svojstvima na refraktivne, difraktivne i kombinirane.

Akomodacijske intraokularne leće imaju ulogu obnavljanja akomodacije nakon operacije katarakte. Tip leća koje su trenutno u prodaji i kliničkoj upotrebi temelje se na principu antero-posteriornog premještanja leće. Studije su pokazale da postižu samo umjereno poboljšanje vidne oštine pri gledanju na blizinu.

Leće koje filtriraju plavo svjetlo filtriraju prienos kratkovalne komponente svjetla za koju se drži da potiče foto-oksidativne promjene na makuli i tako pridonosi makularnoj degeneraciji povezanoj sa starenjem. Nadalje, kratkovalno svjetlo se mnogo više disprergira od dugovalnog što može pogoršati kontrastni vid tako da ove leće imaju protektivnu ulogu.

Postoperativno se primjenjuju steroidni i nesterodini protuupalni lijekovi kao i antibiotik u trajanju od tjedan dana. Pacijentima se mora reći da izbjegavaju trljanje i pritisak oka kao i spavanje na strani operiranog oka nekoliko dana nakon operacije. Također treba izbjegavati direktan kontakt sa sapunom, šamponom, šminkom, plivanje u bazenima ili posjete saunama. Nadalje, intenzivna fizička aktivnost, osobito dizanje utega, mora se izbjegavati najmanje tjedan dana od zahvata. Upravljanje autom pacijent može nakon povratka vidne oštine koju treba provjeriti oftalmolog. Isto je tako važno da se u slučaju opažanja bilo kakvih promjena

pacijent odmah javi liječniku. Kontrolni pregledi se obično obavljaju nakon jednog dana, jednog tjedna i jednog mjeseca od operacije. (17) (18)

#### pIOL (phakic intra-ocular lens)

Kada keratorefrakcijska kirurgija nije prikladan pristup kod određenog pacijenta onda u obzir dolaze fakične intraokularne leće (pIOL) ili refrakcijska zamjena leće (RLE, CLE). RLE sa ugradnjom intraokularne leće u stražnju očnu sobicu je sigurna metoda za korekciju umjerene do jake kratkovidnosti i dalekovidnosti posebno u osoba koje su u godinama kada se pojavljuje presbiopija. Jedan od glavnih razloga za zabrinutost kod primjene RLE tehnike kod visoko kratkovidnog oka je mogućnost odvajanja mrežnice posebno u pacijenata mlađih od 50 godina kao i onih kojima je očna jabučica dulja od 26 mm. U slučaju dalekovidnosti odvajanje mrežnice nije razlog za brigu i zato se RLE u tom slučaju može izvoditi i kod mlađih pacijenata. Zbog toga što RLE uzrokuje gubitak akomodacije oka koji čak ni multifokalne i akomodacijske leće ne mogu u potpunosti ispraviti, tehnika se ne preporučuje kad god je moguće sačuvati prirodnu leću. Ukoliko nema kontraindikacija, postavljanje pIOL je najbolje rješenje za mlađe pacijente sa umjerenim do visokim refrakcijskim greškama kao i za one koji imaju kontraindikacije za refrakcijske zahvate na rožnici. Prednosti postavljanja IOL u fakično oko (oko koje zadržava svoju prirodnu leću) su zadržavanje mogućnosti akomodacije te je također zahvat u potpunosti reverzibilan. Kod ugradnje fakične intraokularne leće ona može biti postavljena u prednju ili stražnju očnu sobicu, a u prednjoj može biti učvršćena u kutu ili za šarenicu. Da bismo pacijenta ocijenili pogodnim za zahvat, postoje kriteriji uključivanja i kriteriji isključivanja kojih se moramo držati.

Da bi pacijent zadovoljio kriterije uključivanja mora biti stariji od 21 godinu, imati stabilnu refrakcijsku grešku unazad godine dana koja nije pogodna za korekciju excimer laserom, biti nezadovoljan kvalitetom vida uz nepodnošenje nošenja kontaktnih leća ili dioptrijskih

naočala, imati irido-kornealni kut veći ili jednak 30 stupnjeva, broj stanica endotela u središtu (cECC) veći od 2300 po mm<sup>2</sup>, biti bez anomalija u funkciji zjenice i šarenice te imati veličinu zjenice pri prigušenom svjetlu manju od 5 do 6 mm.

Isključujući kriteriji za zahvat su: u pozadini aktivna bolest prednjeg segmenta oka, ponavljajući ili kronični uveitis, bilo koji oblik klinički uočljive katarakte, prethodna intraokularna operacija ili operacija na rožnici, intraokularni tlak veći od 21 mm Hg ili glaukom, preegzistirajuća degeneracija makule ili druga makularna patologija, abnormalno stanje mrežnice te sustavna bolest (npr. bolesti vezivnog tkiva, autoimuna bolest...).

Danas su najviše u upotrebi dvije vrste fakičnih intraokularnih leća. To su Verisyse (*Poly(methyl methacrylate) Iris-Claw Anterior Chamber pIOL*) i Veriflex/Artiflex (*Foldable Iris-Claw Anterior Chamber pIOL*). Iz samog naziva je vidljivo da se ugrađuju u prednju očnu sobicu i da se učvršćuju za šarenicu.

Verisyse pIOL je jednodjelna leća koja nije sklopiva i posjeduje UV zaštitu. Pogodna je za korekciju kratkovidnosti, dalekovidnosti i astigmatizma. Leća je fiksne duljine 8,5 mm što znači da nisu potrebe prilagodbe njezine veličine. Druga važna prednost je da mogu biti centrirane preko zjenice čak i onda kada zjenica nije u centru što je vrlo često kod ljudi koji imaju visoku ametropiju. Također, sustav fiksacije leće onemogućuje njeno micanje što jamči korekciju astigmatizma i može pomoći u korekciji drugih aberacija u budućnosti. Prije operacije treba izračunati jakost leće pomoću formula koje uključuju veličinu pacijentove refrakcijske greške, keratometriju i prilagođenu ultrazvučno izmjerenu dubinu prednje očne sobice. Ove mjere su neovisne o aksijalnoj duljini i položaj u prednjoj očnoj sobici određuje udaljenost leće od mrežnice. Na temelju ovih podataka i formule softver izračuna potrebnu jakost leće. Za ugradnju ove leće preporučena je peribulbarna ili retrobulbarna anestezija.

Način postavljanja rezova je točno određen što je bitno da bi se smanjile šanse nastanka astigmatizma i kasnijeg što bržeg cjeljenja. Tijekom zahvata bi zjenica trebala biti u konstrikciji kako bi zaštitila prirodnu leću od kontakta s fakičnom ili instrumentima. Nakon što smo leću centralizirali i učvrstili za šarenicu, zahvat je završen.

Veriflex pIOL je sklopiva leća koja se ugrađuje u prednju očnu sobicu i kasnije učvrsti za šarenicu. Ako pacijent zadovoljava kriterije za operaciju potrebno je odrediti jakost leće. To se čini na isti način kao i kod Verisyse intraokularne leće. Ugradnja ove leće zahtjeva rez veličine 3,1 mm i posebno dizajnirane špatule kojima se postavlja na mjesto. (19) (18)

## **ZAHVALE**

Zahvaljujem se svom mentoru doc.dr.sc. Miri Kalauzu na strpljenju, razumijevanju i korisnim savjetima tijekom izrade ovoga rada. Također se zahvaljujem svojoj obitelji što su mi bili podrška tijekom studiranja.



## LITERATURA

1. Cerovski B, Jukić T, Juratovac Z, Juri J, Kalauz M, Katušić D i sur. Oftalmologija: udžbenik za studente medicine B C, ur. Zagreb: Stega tisak; 2012.
2. Anderhuber F, Bade H, Bechmann I, Beck T, Brehmer A, Fanghänel J i sur. Waldeyerova anatomija čovjeka I V, ur. Zagreb: Golden marketing - Tehnička knjiga; 2009.
3. Čupak K, Gabrić N, Cerovski B i sur. Oftalmologija Zagreb: Nakladni zavod Globus; 2004.
4. Junqueira LC, Carneiro J. Osnove histologije: udžbenik i atlas Ž B, ur. Zagreb: Školska knjiga; 2005.
5. C M. Corneal refractive surgery: past to present. Clin Exp Optom. 2012 Srpanj; 95(4):386-98.
6. Sakimoto T, Rosenblatt MI, Azar DT. Laser eye surgery for refractive errors. Lancet. 2006 Travanj; 29;367(9520):1432-47.
7. Šarić D, Čulina K, Mandić Z. Laserska refrakcijska kirurgija - LASIK. Medix: specijalizirani medicinski dvomjesečnik. 2008 Listopad.
8. Bower KS, Weichel ED, Kim TJ. Overview of refractive surgery. American family physician. 2001 Listopad; 1;64(7):1183-90.
9. Huang SC, Chen CJ. Overview of laser refractive surgery. Chang Gung Med J. 2008 Svibanj - Lipanj; 31(3):237-52.
10. Ozulken K, Cabot F, Yoo SH. Applications of femtosecond laser in ophthalmic surgery. Expert Rev Med Devices. 2013 Siječanj; 10(1):115-24.
11. Moshirfar M, McCaughey MV, Reinstein DZ, Shah R, Santiago-Caban L, Fenzl CR. Small-incision lenticule extraction. J Cataract Refract Surg. 2015 Ožujak; 41(3):652-65.
12. Reinstein DZ, Archer TJ, Gobbe M. Small incision lenticule extraction (SMILE) history, fundamentals of a new refractive surgery technique and clinical outcomes. Eye Vis (Lond). 2014 Listopad; 16;1:3.
13. Pallikaris IG, Panagopoulou SI. PresbyLASIK approach for the correction of presbyopia. Curr Opin Ophthalmol. 2015 Lipanj; 26(4):265-72.

14. Vargas-Fragoso V, Alió JL. Corneal compensation of presbyopia: PresbyLASIK: an updated review. *Eye Vis (Lond)*. 2017 Travanj; 13;4:11.
15. Gil-Cazorla R, Shah S, Naroo SA. A review of the surgical options for the correction of presbyopia. *Br J Ophthalmol*. 2016 Siječanj; 100(1):62-70.
16. Papadopoulos PA, Papadopoulos AP. Current management of presbyopia. *Middle East Afr J Ophthalmol*. 2014 Siječanj - Ožujak; 21(1):10-7.
17. Kohnen T, Baumeister M, Kook D, Klaproth OK, Ohrloff C. Cataract surgery with implantation of an artificial lens. *Dtsch Arztebl Int*. 2009 Listopad; 106(43):695-702.
18. Nanavaty MA, Daya SM. Refractive lens exchange versus phakic intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol*. 2012 Siječanj; 23(1):54-61.
19. Güell JD, Morral M, Kook D, Kohnen T. Phakic intraocular lenses part 1: historical overview, current models, selection criteria, and surgical techniques. *J Cataract Refract Surg*. 2011 Studeni; 36(11):1976-93.

## **ŽIVOTOPIS**

Zovem se Mislav Jurinić i rođen sam 12.5.1992. u Požegi. Završio sam OŠ Vladimira Nazora u Đakovu 2007. godine. Nakon toga upisujem Gimnaziju A. G. Matoša Đakovo koju završavam 2011. godine. Iste godine upisao sam Medicinski fakultet u Zagrebu. Tijekom osnovnoškolskog i srednjoškolskog obrazovanja aktivno sam se bavio nogometom. Aktivno se služim engleskim jezikom, a poznajem i osnove njemačkog jezika.