



Názov:

**Refrakčná chirurgia**  
štandardný terapeutický postup

Autori:

**MUDr. Radovan Piovarči**  
**MUDr. Pavol Veselý**  
**MUDr. Vladimír Siska**  
**MUDr. František Dabóczy**

Oponenti:

**MUDr. Peter Žiak, PhD**  
**MUDr. Miriam Záhorcová**  
**MUDr. Denisa Škrovinová**

Špecializačný odbor:

**Oftalmológia**

Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky podľa § 45 ods. 1 písm. c) zákona 576/2004 Z. z. o zdravotnej starostlivosti, službách súvisiacich s poskytovaním zdravotnej starostlivosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov vydáva štandardný postup:

## Refrakčná chirurgia

štandardný terapeutický postup

Číslo ŠP	Dátum predloženia Komisii MZ SR pre ŠDTP	Status	Dátum účinnosti schválenia ministrom zdravotníctva SR
297	24. október 2023	<i>schválené</i>	15. november 2023

## Autori štandardného postupu

### Autorský kolektív:

MUDr. Radovan Piovarči; MUDr. Pavol Veselý; MUDr. Vladimír Siska; MUDr. František Dabóczy

### Odborná podpora tvorby a hodnotenia štandardného postupu

Prispievatelia a hodnotitelia: členovia odborných pracovných skupín pre tvorbu štandardných diagnostických a terapeutických postupov MZ SR; hlavní odborníci MZ SR príslušných špecializačných odborov; hodnotitelia AGREE II; členovia multidisciplinárnych odborných spoločností; odborný projektový tím MZ SR pre ŠDTP a pacientske organizácie zastrešené AOPP v Slovenskej republike; NCZI; Sekcia zdravia MZ SR, Kancelária WHO na Slovensku.

**Odborní koordinátori:** doc. MUDr. Peter Jackuliak, PhD., MPH; doc. MUDr. Alexandra Krištúfková, PhD.; prof. MUDr. Juraj Payer, PhD., MPH, FRCP, FEFIM

### Recenzenti

**členovia Komisie MZ SR pre ŠDTP:** MUDr. Ingrid Dúbravová; PharmDr. Tatiana Foltánová, PhD.; prof. MUDr. Jozef Glasa, CSc, PhD.; MUDr. Darina Haščíková, MPH; prof. MUDr. Jozef Holomáň, CSc.; doc. MUDr. Martin Hrubíško, PhD., mim. prof.; doc. MUDr. Peter Jackuliak, PhD., MPH; MUDr. Jana Kelemenová; MUDr. Branislav Koreň; doc. MUDr. Alexandra Krištúfková, PhD.; prof. MUDr. Ivica Lazúrová, DrSc.; PhDr. Mária Lévyová; MUDr. Boris Mavrodiev; Mgr. Katarína Mažárová; Ing. Jana Netriová, PhD. MPH; prof. MUDr. Juraj Payer, PhD., MPH, FRCP, FEFIM; Mgr. Renáta Popundová; MUDr. Jozef Pribula, PhD., MBA; MUDr. Ladislav Šinkovič, PhD., MBA; PharmDr. Ellen Wiesner, MSc.; MUDr. Andrej Zlatoš

### Technická a administratívna podpora

**Podpora vývoja a administrácia:** Ing. Peter Čvapek, MBA, MPH; Mgr. Barbora Vallová; Mgr. Ludmila Eisnerová; Mgr. Mário Fraňo; Ing. Petra Hullová; JUDr. Ing. Zsolt Mánya, PhD., MHA; Ing. Katarína Krkošková; Mgr. Miroslav Hečko; PhDr. Dominik Procházka; Ing. Martina Šimonovičová

**Podporené grantom z OP Ľudské zdroje MPSVR SR NFP s názvom:** „Tvorba nových a inovovaných štandardných klinických postupov a ich zavedenie do medicínskej praxe” (kód NFP312041J193)

## Kľúčové slová

vnútroočná refrakčná chirurgia, šošovka, laserová refrakčná chirurgia, rohovka, PRELEX, RLE, CLE, LASIK, PRK, LASEK, ReLEx SMILE, fakické šošovky, fakoemulzifikácia, femtosekundový laser, excimerový laser, vnútroočné šošovky, multifokálne šošovky

## Zoznam skratiek

<b>ARK</b>	Autorefraktokeratometria
<b>ASCRS</b>	American Society of Cataract and Refractive Surgery (Americká spoločnosť kataraktovej a refrakčnej chirurgie)
<b>CCT</b>	centrálna hrúbka rohovky
<b>CR</b>	cykloplegická refrakcia
<b>D cyl</b>	dioptria – cylindrická
<b>D sph</b>	dioptria – sférická
<b>epiLASIK</b>	refrakčná laserová operácia s použitím epi-keratómu
<b>FS</b>	femtosekundový (laser)
<b>ICL</b>	implantable collamer lens (collamérová vnútroočná šošovka)
<b>IOL</b>	intraocular lens (skratka pre umelú vnútroočnú šošovku)
<b>KK</b>	Keratokonius
<b>KŠ</b>	kontaktná šošovka
<b>LASEK</b>	Laser Assisted Subepithelial Keratectomy
<b>LASIK</b>	Laser in situ keratomileusis
<b>MPD</b>	marginálna pelucidná degenerácia
<b>MR</b>	manifestná refrakcia
<b>NKZO</b>	najlepšie korigovaná centrálna zraková ostrosť
<b>NZO</b>	nekorigovaná zraková ostrosť
<b>OCT</b>	optická koherenčná tomografia
<b>PPV</b>	pars plana vitrektómia
<b>PRK</b>	fotorefraktívna keratektómia
<b>PTA</b>	percentage tissue altered (percentuálny podiel zmeneného tkaniva)
<b>RelexSMILE</b>	Refractive Lenticule Extraction/Small Incision Lenticule Extraction
<b>RSB</b>	residual stromal bed (zvyškové stromálne lôžko rohovky)
<b>SPK</b>	superficial punctate keratitis
<b>Trans PRK</b>	transepiteliálna fotorefraktívna keratektómia
<b>TS</b>	(Tissue Consumption) – spotreba tkaniva rohovky
<b>VOT</b>	vnútroočný tlak
<b>WTW</b>	white-to-white (horizontálny priemer rohovky)

## Kompetencie

Lekár so špecializáciou v špecializačnom odbore oftalmológia, sestra, optometrista.

## Používatelia štandardných postupov

V procese záchytu, diagnostiky a liečby refrakčných chýb využívajú štandardné postupy všetky zainteresované oftalmologické pracoviská, ktoré sú:

- a) **očná ambulancia** – vykoná základné očné vyšetrenie zahrňujúce: vyšetrenie nekorigovanej zrakovej ostrosti (NZO), najlepšie korigovanej zrakovej ostrosti (NKZO), fokometriu, autokeratorefraktometriu, meranie vnútroočného tlaku (VOT), stanovenie kvality slzného filmu, biomikroskopické vyšetrenie predného segmentu, vyšetrenie očného pozadia. Doplnkovým vyšetrením môže byť podľa vybavenia ambulancie meranie pachymetrie, rohovkovej topografie a zobrazovacie vyšetrenia zadného segmentu oka, ako je optická koherenčná tomografia (OCT), fotografia predného segmentu oka a fotografia očného pozadia.
- b) **očné oddelenie/klinika/centrum jednodňovej chirurgickej zdravotnej starostlivosti** – zabezpečuje zdravotnú starostlivosť pre pacientov, ktorá zahŕňa diagnostiku, liečbu, pooperačnú starostlivosť a pravidelné kontroly.
- Pracovisko vykoná všetky potrebné vyšetrenia na diagnostiku a prípadnú následnú liečbu. Pracovisko vykonáva aj preventívne vyšetrenia zamerané na vyhľadávanie pridružených rizikových faktorov u pacientov s refrakčnou chybou (napr. rizikové degenerácie/dystrofie rohovky, periférne degenerácie sietnice a pod.)

## **Definícia celkového cieľa štandardného postupu**

Cieľom štandardného postupu je skrining, diagnostika, sledovanie a spôsob liečby refrakčných chýb. Refrakčná chirurgia zlepšuje refrakčný stav ametropického oka, a tým odstraňuje alebo znižuje nutnosť korekcie refrakčnej chyby okuliarkou korekciou alebo kontaktnými šošovkami. Refrakčná chirurgia rieši všetky typy refrakčných chýb a presbyopiu zmenou refrakcie zákrokom na rohovke, alebo implantáciou umelej vnútroočnej šošovky. Prínosom je účinná liečba a zachovanie kvality života pacienta v rámci udržateľnej zdravotnej starostlivosti.

## **Refrakčné chyby oka**

### **Definícia**

#### **Krátkozrakosť (myopia)**

Svetelné lúče, ktoré vchádzajú do oka sa stretávajú pred sietnicou a obraz je tak na sietnici rozmazaný. To znamená, že lomivá sila refrakčného systému je väčšia a nezodpovedá dĺžke oka. Axiálna myopia (osová), ktorej príčinou je predĺžená predozadná dĺžka oka je najčastejším typom krátkozrakosti. Je to stav, kedy je predozadná dĺžka očnej gule  $d_0 > 24$  mm, pričom  $\varphi'_0 = 58,64$  D. Vzácnjšie sú myopie systémové. Tu platí, že predozadná dĺžka očného bulbu je  $d_0 = 24$  mm, ale  $\varphi'_0 > 58,64$  D. Do tejto skupiny patrí myopia rádiusová a indexová. Existuje krátkozrakosť ľahkého stupňa (do  $-3,00$  D), krátkozrakosť stredná (od  $-3,25$  do  $-6,00$  D) a krátkozrakosť vysoká (od  $-6,25$  do  $-10,00$  D) kedy neprichádza ku zmenám na očné pozadí. Sprievodným javom vysokej krátkozrakosti (od  $-10,25$  až do  $-30,00$  D) môžu byť aj patologické zmeny na očné pozadí a v sklovci.

#### **Ďalekozrakosť (hypermetropia)**

Svetelné lúče sa stretávajú za sietnicou. Rozlišujeme dve základné formy hypermetropie. Osová – axiálna hypermetropia, ak je predozadná dĺžka očného bulbu skrátená  $d_0 < 24$  mm a  $\varphi'_0 = 58,64$  D. O systémovú, t.j. lomivú hypermetropiu sa jedná, keď  $d_0 = 24$  mm, ale  $\varphi'_0 < 58,64$  D. Systémová hypermetropia sa delí na indexovú a rádiusovú formu.

Ďalekozrakosť sa delí podľa stupňa poruchy na nízku (do +3,00 D), strednú (+3,25 D až +5,00 D) a vysokú (vyššia ako +6,00 D). Môže byť dedičná rovnako ako krátkozrakosť.

### **Astigmatizmus**

Astigmatizmus je refrakčná chyba, pri ktorej zväzok rovnobežných lúčov nevytvorí po prechode optickými prostrediami astigmatického oka ohnisko v jednej, ale v dvoch rôznych rovinách. Vzniká nerovnomerným zakrivením rohovky, ktorá nemá pravidelný pologuľovitý tvar. Astigmatizmus delíme na pravidelný a nepravidelný. Pravidelný astigmatizmus má obe hlavné roviny na seba postavené kolmo a majú maximálne odlišnú lomivosť. Ďalej astigmatizmus delíme na:

- 1) astigmatizmus jednoduchý (simplex), ktorého jeden meridián je emetropický a druhý buď myopický, alebo hypermetropický,
- 2) astigmatizmus zložený (compositus), ktorého oba meridiány sú buď hypermetropické, alebo myopické,
- 3) astigmatizmus zmiešaný (mixtus), kde jeden meridián je myopický a druhý hypermetropický.

Astigmatizmus priamy alebo „podľa pravidla“ má zvislý meridián viac lámavý než horizontálny. Opačne je tomu pri astigmatizme nepriamom („proti pravidlu“).

**Presbyopia** je vekom podmienená progresívna strata akomodácie.

### **Doporučené predoperačné vyšetrenia:**

- anamnéza: očná, osobná, rodinná, lieková, alergická a informácie o hojení rán,
- stanovenie nekorigovanej zrakovej ostrosti na optotype (NZO),
- stanovenie najlepšie korigovanej zrakovej ostrosti na optotype (NKZO),
- autorefraktokeratometria (ARK),
- fokometria,
- manifestná refrakcia (MR) na foropteri,
- cykloplegická refrakcia (CR) na foropteri,
- vyšetrenie binokulárnych funkcií, vyšetrenie fórií, tropií, dominancie očí,
- stanovenie šírky zreníc (pupilometria) a white-to-white ( WTW),
- vyšetrenie kvantity a kvality slzného filmu,
- meranie vnútroočného tlaku,
- rohovková topografia a tomografia predného segmentu oka,
- pachymetria,
- Biometria pri PRELEX, CLE (alebo pre prípad budúcej implantácie vnútroočnej šošovky),
- aberometria (pri rohovkovej refrakčnej chirurgii),
- endotelová biomikroskopia,
- fotografia predného segmentu oka,
- vyšetrenie predného segmentu oka štrbinovou lampou,
- autorefraktokeratometria (ARK) v cykloplégii,

- meranie vnútroočného tlaku v cykloplégii,
- biomikroskopia sietnice v cykloplégii (mydriáze),
- OCT predného segmentu oka,
- OCT vyšetrenie očného pozadia a zrkového nervu,
- farebná fotografia sietnice,
- strabologické vyšetrenie – podmienenčne, v indikovaných prípadoch.

## Refrakcia

Zistenie správnej refrakcie je veľmi dôležité, pretože použitie nesprávnej hodnoty refrakcie vedie primárne k prekorigovaniu, prípadne podkorigovaniu zákroku. Hodnoty korekcie v okuliaroch alebo korekcia v kontaktných šošovkách sú zaťažené chybou vyplývajúcou zo vzdialenosti korekčnej plochy od vrcholu rohovky a subjektívnymi pocitmi pacienta. Porovnaním okuliarovej korekcie a refrakcie získame predstavu o optimálnej chirurgickej korekcii.

Poznáme dve základné jednotky refrakcie:

- **refrakcia manifestná** – dosiahneme ju bez predchádzajúcej prípravy,
- **refrakcia cykloplegická** – prevedená s vylúčením akomodačného úsilia oka.

Obe hodnoty sa môžu významne odlišovať, čo by mohlo v konečnom dôsledku viesť k prekorigovaniu alebo podkorigovaniu zákroku.

Minimálne sedem dní pred predoperačným vyšetrením nesmie pacient nosiť žiadne kontaktné šošovky.

## Rozdelenie refrakčných operačných postupov

### A. Operácie na rohovke

- a) laserové – povrchové,
- b) laserové – hlboké (intraštomálne),
- c) nelaserové – rohovkové incízie (keratotómie),
- d) samostatná skupina – korekcia presbyopie – úprava refrakcie centrálnej zóny rohovky na blízke videnie a strednej periférie rohovky na diaľku – PresbyLASIK, rohovkové implantáty.

### B. Vnútroočné operácie s implantáciou šošovky

- a) **do puzdra** (jednoohniskové, viacohniskové, s predĺženým ohniskom, pseudoakomodatívne) – umelé vnútroočné šošovky nahrádzajúce vlastnú šošovku,
- b) pri ponechaní vlastnej šošovky **do sulcus ciliaris** (a) alebo **s fixáciou na dúhovku** (b) – fakické vnútroočné šošovky,
- c) **do sulcus ciliaris pred implantovanú umelú vnútroočnú šošovku** – prídavné vnútroočné šošovky.

Na laserové operačné odstránenie refrakčných chýb oka /krátkozrakosť, ďalekozrakosť, astigmatizmus/ sa v súčasnosti používajú dva druhy laserov, excimerový a femtosekundový, ktoré menia zakrivenie prednej plochy rohovky.

## **A/ Operácie na rohovke**

### **A.a) Povrchové laserové refrakčné operácie**

V prvom kroku je epitelová vrstva rohovky odstránená mechanicky /PRK/, chemicky /LASEK/, alebo laserom /Trans-PRK/. V druhom kroku je v stromálnej vrstve pomocou laserovej fotoablácie dosiahnutý požadovaný tvar (zakrivenie) rohovky za účelom navodenia ametropie (1). V nasledujúcich cca 3 dňoch dochádza k regenerácii epitelovej vrstvy pod naloženou mäkkou kontaktnou šošovkou.

#### **A.a.a) PRK – fotorefraktívna keratektómia:**

Princípom je prevedenie laserovej povrchovej fotoablácie strómy po prvotnom odstránení epitelovej vrstvy rohovky. Odstránenie epitelu je možné mechanicky /zahnutým inštrumentom tzv. hokejkou, príp. skalpelom/, alebo chemicky /pôsobením 20 % etylalkoholu na povrchu rohovky po dobu 15 sekúnd/ (2).

#### **A.a.b) LASEK – Laser Assisted SubEpitelial Keratectomy:**

Táto technika je založená na odlúčení epitelu použitím alkoholového roztoku, vytvorením epitelového flapu – lamely, ktorý je po laserovej ablácii vrátený na pôvodné miesto. Po niekoľkých dňoch regeneruje, a teda chráni abladovaný rohovkový povrch po celý čas. Táto technika preto eliminuje alebo minimalizuje nevýhody metódy PRK – pooperačnú bolestivosť, pomalé zlepšovanie pooperačného videnia, rohovkový haze, ako aj metódy LASIK – komplikácie týkajúce sa flapu, medzipriestoru. Zároveň kombinuje ich výhody (4).

Separácia epitelu alkoholom je na úrovni bazálnej membrány, a tým zasahuje do jej integrity. Prítomnosť intaktnej bazálnej membrány je dôležitá pre hojenie epiteliálnej rany, minimalizujúcu fibrotickú aktiváciu keratocytov. Napriek tomu alkoholová separácia pri metóde LASEK pri danej koncentrácii a danom expozičnom čase nie je popisovaná ako toxická.

#### **A.a.c) Trans-PRK – transepiteliálna fotorefraktívna keratektómia /No-Touch, Smart-SurfACE/:**

Princípom je fotoablácia – odstránenie epitelu laserom v prvom kroku. Hĺbka ablácie epitelu rohovky je nastavená na konštantnú hrúbku 55  $\mu\text{m}$  v centre a 65  $\mu\text{m}$  v periférii. Ďalší krok, ktorý plynule nadväzuje, je fotoablácia strómy, teda identický s PRK (3).

#### **A.a.d) Epi-LASIK – vytvorenie epiteliálnej lamely mikrokertómom:**

Metóda vznikla ako modifikácia LASEK-u a LASIK-u. Vychádzalo sa z možného toxického efektu alkoholu na epitel a pod ním ležiacej strómy. Použitím špeciálneho prístroja – epikeratómu sa vykoná mechanická separácia epiteliálnej lamely, bez predchádzajúcej preparácie alkoholom. Oddelujúca – štiepna plocha je lokalizovaná pod úroveň bazálnej membrány. Mechanická separácia epitelu má výhodu v hlbšie uloženej štiepnej ploche, čo poskytuje lepšiu kontrolu hojaceho procesu od prvých pooperačných dní. Prístroj tzv. epikeratóm je elektricky ovládaný, operuje pod nízkym saním rovnako ako konvenčný mikrokertóm. Vytvorená epiteliálna lamela má hinge nazálne a jej priemer je 9,5 – 10 mm (5).

### **Epidemiologické limity**

Metódy typu PRK/LASEK sú určené pre dospelých ľudí, u ktorých nie je prítomná dynamická zmena refrakčnej chyby. Minimálny odporúčaný vek je 18 rokov. Horná veková hranica nie je jednoznačne definovaná, nakoľko môže byť ovplyvnená špecifickými potrebami konkrétneho pacienta.

Uskutočnenie zákroku v detskom alebo pubertálnom veku je možné iba v prípade zásadnej anizometropie, poprípade ťažkých zrakové vnímanie deformujúcich dioptrických chýb.

TS (Tissue Consumption) – spotreba tkaniva by nemala presiahnuť 25 % centrálnej hrúbky rohovky CCT (Central Corneal Thickness) alebo viac ako 150um. **RBS** (Residual Bed Stroma) – reziduálna hrúbka lôžka strómy by nemala presiahnuť 60 % CCT.

Limitom pre laserovú korekciu ostáva hrúbka rohovky, neriziková topografia rohovky a vhodnosť korekcie s ohľadom na prítomnosť pooperačných svetelných fenoménov.

### **Indikácie**

- **myopia** od -0,5 Dsph do -10 Dsph, myopia v kombinácii a astigmatizmom alebo čistý myopický astigmatizmus do výšky 5 Dcyl v závislosti od typu laserového prístroja,
- **hypermetropia** od +1,0 Dsph do +5,0 Dsph, hypermetropický astigmatizmus do výšky 5 Dcyl,
- **zmiešaný astigmatizmus.**

Vyššie uvedené dioptrické hodnoty sú výrazne závislé od hrúbky rohovky a šírky zrenice (6). Použitie **mitomycínu C** topikálne pooperačne na zamedzenie tvorby jaziev rohovky /tzv. haze/ je voliteľné. Je vhodné najmä pri dokorekcii po predchádzajúcom excimerovom zákroku a pri vyšších odstraňovaných dioptriách (7).

Dôležitým indikačným kritériom je **CCT** (centrálna hrúbka rohovky), **RBS** (reziduálna hrúbka lôžka strómy), **keratometrické parametre a šírka zrenice**. Na podklade týchto údajov určujeme optimálnu optickú zónu. Optimálna optická zóna by mala byť väčšia ako skotopický priemer zrenice za účelom redukcie tzv. halo a glare efektov pooperačne. Ideálna optická zóna sa pohybuje v rozmedzí 6,0 až 7,5 mm.

**Kontraindikácie** delíme do dvoch skupín na:

- relatívne,
- absolútne.

Ďalšie delenie sa pohybuje v rovine celkového zdravotného stavu pacienta a stavu oftalmologického. Medzi oftalmologické **relatívne kontraindikácie** patrí HSV keratitída v anamnéze, už spomenutá nestabilita refrakčnej chyby a akútne alebo chronické ochorenie kdekoľvek na oku. Ďalej sem patria stavy po predchádzajúcich operáciách, stavy poúrazové predovšetkým s nasledovným nepravidelným astigmatizmom. Samostatnou kapitolou je keratokonus – zatiaľčo klinicky nemá keratokonus diagnostikovaný len na podklade



topografických zmien na rohovke nie je absolútnou kontraindikáciou. Diagnostické možnosti sú dnes na takej úrovni, že už aj iníciaľne štádiá keratokonu sú včas zachytené.

**Absolútnou kontraindikáciou** uskutočnenia zákroku sú klinicky významné zmeny, anamnéza herpes zoster keratitídy alebo syndróm suchého oka. U pacienta hľadáme zmeny celkového zdravotného stavu, ktoré by mohli byť do budúcnosti príčinou zlého hojenia. Sem radíme diabetes mellitus oboch typov. Jednoznačne sa nedoporučuje operovať pacientov so systémovými prejavmi ochorenia. Človek s prejavmi retinopatie, nefropatie, neuropatie a epitelovými defektami hojenia nie je vhodným kandidátom operačného riešenia. Naopak, inak zdravý diabetik môže zákrok podstúpiť. Podobná situácia je v prípade atopického ochorenia. Stupeň kožného postihnutia je väčšinou priamo úmerný komplikáciám pri pooperačnom hojení. Iná situácia nastáva v prípade autoimunitných ochorení typu reumatoidná artritída, lupus erythematosus alebo u pacientov s imunomoduláciou. Všetky tieto prípady sú prísne kontraindikované. Všeobecne platí, že akékoľvek systémové ochorenie, ktoré sa môže prejavovať poruchou hojenia rán je dôvodom neuskutočnenia operačného zákroku.

Ďalšia samostatná kapitola sa týka žien užívajúcich hormonálnu antikoncepciu. Jej užívanie môže meniť hydratačné pomery v rohovke, a tým modifikovať stabilizáciu navodenej refrakcie, ako aj dlhodobý výsledok operácie. Nejde preto o kontraindikáciu v pravom zmysle slova, ale pacientky musia byť upozornené na túto skutočnosť.

Iná situácia nastáva v prípade tehotenstva alebo laktácie. Počas tehotenstva dochádza v rámci hormonálnej dysbalancie k výkyvom v hospodárení s vodou a to samozrejme nielen v rohovke, ale aj opuchmi končatín, tváre a podobne. Situácia je preto obdobná ako pri užívaní hormonálnej antikoncepcie. Závažnejší je ale fakt, že lieky používané v pooperačnej liečbe môžu mať negatívny vplyv na vývoj plodu v tehotenstve a vývoj dieťaťa v prípade laktácie. Preto obe varianty patria medzi absolútne kontraindikácie.

### **Pooperačná starostlivosť**

Na konci operácie sa na oko aplikuje mäkká kontaktná šošovka (8). Lokálne podávame antibiotické kvapky v kombinácii s kortikosteroidmi 4 – 5x denne 5 – 7 dní, umelé slzy 5 – 10x denne. Po vybratí kontaktnej šošovky po 3 – 5 dňoch pridávame umelé slzy vo forme gélu, hlavne na noc. Zmiešané antibiotické kvapky vymeníme za lokálne čisto kortikosteroidné kvapky na 1 – 3 mesiace. Umelé slzy podávame opakovane po dobu 1 – 3 mesiace.

Pooperačné kontroly: odporúčaná prvý pooperačný deň, prvý týždeň ev. pri výbere kontaktnej šošovky do týždňa, následne 2 – 3 mesiace po operácii.

Častejšie ev. dlhobehšie kontroly sa odporúčajú pri sledovaní rizikových očí na monitorovanie zvýšeného vnútroočného tlaku, subjektívnom diskomforte, či problematickom hojení.

V prvých pooperačných dňoch je pri povrchových metódach charakteristické rozmazané, nejasné videnie, spojené s rôznym stupňom okulárneho diskomfortu /rezanie, slzenie, svetloplachosť.../. Po prehojení epitelovej vrstvy uvedené príznaky ustupujú (9).

**Komplikácie** rozdeľujeme do dvoch skupín:

**1. peroperačné** – zriedkavou komplikáciou je decentrácia zóny refrakčnej ablácie. Jej príčinou je vo väčšine prípadov zlá fixácia centračných svetiel pacientom, alebo nepresné nastavenie lasera.

**2. pooperačné skoré:**

- spomalenie hojenia epitelu,
- sterilné rohovkové infiltráty,
- infekčná keratitída.

**pooperačné neskoré:**

- jazvovité rohovkové zmeny,
- syndróm recidivujúcej erózie,
- centrálny ostrovček,
- primárne refrakčné komplikácie,
- strata endotelových buniek,
- komplikácie v dôsledku používania topickej terapie.

Sem patria zjazvenie rohovky /tzv. haze/ prejavujúce sa ako paracentrálne fokálne alebo koncentrické žlté-belavé zafarbené subepiteliálne zákal. Vzniká po korekcii vyšších dioptrií a môže byť sprevádzaný poklesom citlivosti na kontrast. Riziko vzniku nezmáčavej škvŕny. Čiastočný návrat refrakčnej chyby vzniká na podklade regresie epitelu. Zhoršenie nočného videnia /tzv. haló, glare/, dočasne vyšší výskyt suchého oka (10). Dlhodobá pooperačná kortikosteroidná terapia môže mať za následok skorší výskyt katarakty. Laserová dokorekcia pri progresii refrakčnej chyby po procedúre LASEK sa zväčša nedoporučuje pre vyššie riziko jazvenia.

## Literatúra

1. Kuryan J, Cheema A, Chuck RS. Laser-assisted subepithelial keratectomy (LASEK) versus laser-assisted in-situ keratomileusis (LASIK) for correcting myopia. Cochrane Database Syst Rev. 2017 Feb 15;2(2):CD011080. doi: 10.1002/14651858.CD011080.pub2. PMID: 28197998; PMCID: PMC5408355.
2. Gaeckle HC. Early clinical outcomes and comparison between trans-PRK and PRK, regarding refractive outcome, wound healing, pain intensity and visual recovery time in a real-world setup. BMC Ophthalmol. 2021 Apr 16;21(1):181. doi: 10.1186/s12886-021-01941-3. PMID: 33863311; PMCID: PMC8052644.
3. O'Brart DP. Excimer laser surface ablation: a review of recent literature. Clin Exp Optom. 2014 Jan;97(1):12-7. doi: 10.1111/cxo.12061. Epub 2013 May 8. PMID: 23656608.
4. Pniakowska Z, Jurowski P, Wierzbowska J. Clinical Evaluation of Corneal Biomechanics following Laser Refractive Surgery in Myopic Eyes: A Review of the Literature. J Clin Med. 2022 Dec 28;12(1):243. doi: 10.3390/jcm12010243. PMID: 36615041; PMCID: PMC9821300.
5. Shaher A, Al-Gassaly Y, Alansy H, Alkhatib T. Comparison of clinical results between flap-on and flap-off techniques of epithelial-laser in situ keratomileusis in correction of low to moderate myopia in eyes with thin corneas. Saudi J Ophthalmol. 2013 Jan;27(1):31-5. doi: 10.1016/j.sjopt.2012.06.001. Epub 2012 Jun 18. PMID: 23964184; PMCID: PMC3729376.
6. Hashemi H, Miraftab M, Asgari S. Photorefractive keratectomy results in myopic patients with thin cornea eyes. Oman J Ophthalmol. 2015 Jan-Apr;8(1):24-7. doi: 10.4103/0974-620X.149860. PMID: 25709270; PMCID: PMC4333538.
7. Leccisotti A. Mitomycin C in photorefractive keratectomy: effect on epithelialization and predictability. Cornea. 2008 Apr;27(3):288-91. doi: 10.1097/ICO.0b013e31815c5a51. PMID: 18362654.
8. Renesto Ada C, Lipener C. Adaptação de lentes de contato após cirurgia refrativa [Contact lens fitting after refractive surgery]. Arq Bras Oftalmol. 2005 Jan-Feb;68(1):93-7. Portuguese. doi: 10.1590/s0004-27492005000100017. Epub 2005 Mar 30. PMID: 15824811.
9. Philbrick SM, Bennon JL. Intra-Operative Discomfort in Photorefractive Keratectomy. Clin Ophthalmol. 2021 Oct 13;15:4121-4130. doi: 10.2147/OPTH.S327057. PMID: 34675479; PMCID: PMC8520965.
10. Beheshtnejad AH, Hashemian H, Kermanshahani AM, Mahmoudi A, Johari MK. Evaluation of Tear Osmolarity Changes After Photorefractive Keratectomy. Cornea. 2015 Dec;34(12):1541-4. doi: 10.1097/ICO.0000000000000649. PMID: 26488623.

## **A.b) Hlboké (intraštrómálne) refrakčné operácie**

Jedná sa o refrakčné laserové zákroky umožňujúce korekciu dioptrickej chyby pomocou zmeny zakrivenia rohovky v úrovni rohovkovej strómy.

### **A.b.a) LASIK – Laser In Situ Keratomileusis:**

Princípom zmeny zakrivenia rohovky je v prípade myopie jej oploštenie a v prípade hypermetropie jej vyklenutie. Cieľom je zabezpečiť po zákroku zrakovú ostrosť bez okuliarov porovnateľnú so zrakovou ostrosťou pacienta pred operáciou s okuliarmi alebo kontaktnými šošovkami.

Zárok LASIK sa uskutočňuje **v dvoch krokoch**. Prvým krokom je vytvorenie neúplnej rohovkovej lamely tzv. flapu (laloka). Ten je možné vytvoriť dvomi rôznymi postupmi. Prvý, dnes už veľmi nepoužívaný postup, vytvorí flap rohovky pomocou vibračného mikrokeratómu. Druhý postup využíva na vytvorenie flapu rohovky femtosekundový laser. Femtosekundovým laserom asistovaný zárok LASIK (skrátene FemtoLASIK) je dnes považovaný za zlatý štandard. V druhom kroku operácie dochádza ku korekcii – fotoablácii dioptrickej chyby pomocou excimerového laseru (viď chirurgický priebeh).

### **Epidemiologické limity**

LASIK je určený pre dospelých ľudí, u ktorých nie je prítomná dynamická zmena refrakčnej chyby. Minimálny odporúčaný vek je 18 rokov. Väčšina pracovísk indikuje refrakčné laserové zákroky až od 20. roku života. Horná veková hranica nie je jednoznačne definovaná, nakoľko môže byť ovplyvnená špecifickými potrebami konkrétneho pacienta.

Uskutočnenie zákroku LASIK v detskom alebo pubertálnom veku je možné iba v prípade zásadnej anizometropie, ev. ťažkých zrakové vnímanie deformujúcich dioptrických chýb.

Moderné laserové systémy sú schopné uskutočniť korekciu rôznych dioptrických chýb aj s ich rôznym rozsahom. Limitom pre laserovú korekciu ostáva hrúbka rohovky, neriziková topografia rohovky, šírka zrenice a vhodnosť korekcie s ohľadom na prítomnosť pooperačných svetelných fenoménov.

### **Indikácie**

- vek nad 18 rokov a stabilná refrakčná chyba (bez zmeny dioptrického stavu oka väčšej ako 0,5 Dsph v priebehu posledných 12 mesiacov),
- **myopia** od -0,5 Dsph do -9,0 Dsph, myopia aj v kombinácii s astigmatizmom v závislosti od hrúbky rohovky a veľkosti ablačnej zóny, vo výnimočných prípadoch je možné uskutočniť korekciu dioptrickej chyby zákrokom LASIK až do výšky -12,0 dioptrií,
- **hypermetropia** – do výšky sférického ekvivalentu +3,5 Dsph,
- **astigmatizmus a zmiešaný astigmatizmus** do výšky 5 Dcyl.

### **Kontraindikácie**

Relatívne oftalmologické kontraindikácie výkonu:

- nestabilita refrakčnej chyby,
- akútne ochorenie oka,
- chronické/recidivujúce ochorenie oka,
- poúrazové stavy oka, pooperačné stavy oka,
- ľahká porucha slzného filmu,
- výška dioptrickej chyby nad -9,0 Dsph,
- presbyopia.

Absolútne oftalmologické kontraindikácie výkonu:

- keratokonus alebo marginálna pelucidná degenerácia,
- herpes zoster keratitída, resp. iná recidivujúca keratitída,
- závažný syndróm suchého oka, chronická blefaritída,
- nepriehľadné jazvy na rohovke,
- primárna CCT menej ako 460  $\mu\text{m}$  – považovaná za tzv. rizikovú rohovku,
- zvyšková pooperačná CCT menej ako 400  $\mu\text{m}$ ,
- maximálne vykľututie rohovky (keratometria) viac ako 50 D,
- sivý zákal, pokročilý glaukóm, uveitída, amócia sietnice a iné závažné očné ochorenia,
- výška dioptrickej chyby viac ako -12,0 Dsph, resp. sférický ekvivalent nad +3,5 Dsph,
- osobnostné – pacient s nerealistickými očakávaniami.

Relatívne celkové kontraindikácie výkonu:

- cukrovka bez systémových prejavov – kontrolovaný DM,
- atopia (stupeň kožného postihnutia, ev. aj s prejavmi na očiach, býva priamo úmerný komplikáciám pri pooperačnom hojení),
- hormonálna liečba,
- dojčenie.

Absolútne celkové kontraindikácie výkonu:

- cukrovka so systémovými prejavmi (nefropatia, neuropatia, retinopatia),
- autoimunitné a systémové ochorenia znižujúce schopnosť hojenia rán,
- imunodeficientní alebo imunomodulovaní pacienti,
- prebiehajúca chemoterapia pri onkologických ochoreniach,
- tehotenstvo.

### **Štandardný operačný postup**

Minimálne tri dni pred zákrokom nesmie pacient nosiť žiadne kontaktné šošovky. V deň zákroku sa uskutoční kontrolné meranie výšky vnútroočného tlaku, biomikroskopické vyšetrenie očí, aby sa vylúčila prítomnosť akútneho zápalového ochorenia očí.

Pred samotným zákrokom sa do očí aplikujú lokálne anestetiká podľa najlepšej skúsenosti operačného kolektívu. Pri aplikácii lokálnych anestetík treba byť opatrný, nakoľko mnohé pri nadmernom používaní zapríčiňujú vznik edému epitelu rohovky, čo môže spôsobiť ďalšie komplikácie v neskoršom priebehu zákroku.

V predoperačnej príprave je v prípade väčšieho strachu alebo napätia pacienta, možné použiť anxiolytiká alebo sedatíva v tabletkovej forme. Veľmi zriedkavo, až výnimočne sa zákrok LASIK vykonáva v celkovej anestézii.

Laserový zákrok na korekciu dioptrickej chyby sa vykonáva na špeciálnej operačnej sále s vysokým štandardom čistoty a prúdenia vzduchu. Miestnosť má primerané vzduchotechnické vybavenie a je v nej stabilná teplota.

Inštrumenty používané počas zákroku sú dokonalo vyčistené a vysterilizované. Počas zákroku pacient nemusí byť zarúškovaný, avšak na oku a jeho okolí by mala byť nalepená plastová fólia. Jej úlohou je minimalizovať prienik rias a produktov Meibomových žliaz do operačného poľa. Operáciu uskutočňuje vyškolený lekár oboznámený s nálezom a cieľom zákroku. Ruky lekára sú dostatočne umyté a vyčistené. Použitie dezinfekčných prostriedkov na báze prchavých látok nie je vzhľadom k povahe prístrojov nevyhnutné. Odporúča sa zákroky vykonávať v sterilných rukaviciach na jedno použitie.

V prvom kroku dochádza k vytvoreniu lamely rohovky, tzv. flapu. Tento je možné vytvoriť buď pomocou vibrujúceho mikrokeratómu alebo pomocou femtosekundového lasera.

*Vibrujúci mikrokeratóm* pozostáva z niekoľkých častí. Základňu tvorí vákuový prsteneč, ktorý je priložený a prisatý na oko. Zabezpečuje stabilitu a nehybnosť oka a taktiež dostatočne vysoký vnútroočný tlak na to, aby mohol byť rez mikrokeratómom správne uskutočnený. Tlak v oku počas pôsobenia mikrokeratómu dočasne vystúpi až na úroveň okolo 65 mmHg. Na mikrokeratóme musí byť správne nastavená požadovaná hrúbka flapu, a taktiež byť zabezpečený blok pre zastavenie pohybu mikrokeratómu, aby nedošlo k úplnému odrezaniu flapu. Flap po zákroku ostáva spojený s rohovkou malou stopkou, ktorú označujeme ako tzv. hinge. Stopka býva najčastejšie umiestnená pod hornou mihalnicou- pri č. 12. Avšak sú možné aj tzv. bočné umiestnenia. Umiestnenie stopky pri č. 6, sa neodporúča z dôvodu mechanickej dislokácie. Pred naložením mikrokeratómu na oko pacienta je potrebné rohovku označiť tak, aby v prípade, že dôjde k vzniku tzv. free flapu bolo jasné akým spôsobom je potrebné rohovku priložiť na pôvodné miesto.

*Femtosekundový laser*, na rozdiel od vibračného mikrokeratómu vytvára flap na rohovke pomocou laserového lúča. Aj v tomto prípade sa na oko položí tzv. sukčný (vákuový) prsteneč. Následne, po spojení medzičlánku lasera s povrchom oka dochádza k vytvoreniu flapu. V oboch prípadoch platí, že počas zákroku je veľmi dôležité kontrolovať stabilitu a výšku vákua prstenca. Strata vákua znamená vznik komplikácie.

Po úspešnom vytvorení flapu rohovky dochádza k presunu pacienta pod excimerový laser. Po nasadení rozvierača, ktorý zabraňuje žmurkaniu, je flap nadvihnutý, preložený na polovicu a odklopený nad alebo vedľa stopky. Následne sa uskutoční korekcia dioptrickej chyby fotoabláciou tzv. excimerovým laserom. Priebeh bol opísaný pri zákroku PRK. Následne sa lôžko rohovky dokonale očistí a opláchnie. Potom je do lôžka preklopený a na pôvodné miesto uložený flap. Priestor medzi flapom a lôžkom (tzv. interface) sa opätovne niekoľkokrát vypláchnie kanylou so šiestimi otvormi tak, aby sa zabezpečilo dokonalé vypláchnutie tohto priestoru. Flap rohovky je na záver jemnými pohybmi od stopky k protíľahlej strane rohovky, nemrviacou sa špongiou pritláčaný k podkladu. Tak je odstránená všetká nadbytočná tekutina z medzipriestoru rohovky a zabezpečená vysoká pozičná stabilita flapu. Je dôležité dbať na to,

aby okraje flapu dokonale lícovali s okrajmi pôvodného lôžka. Flap musí byť hladký a narovnaný a nesmú na ňom byť prítomné záhyby a nerovnomernosti. Ihneď po zákroku sú na povrch oka aplikované antibiotické kvapky kombinované s kortikosteroidom. Na záver môže byť na oko nasadená kontaktná šošovka.

20 – 30 minút po zákroku je pacient skontrolovaný na štrbinovej lampe. Kontroluje sa poloha flapu a prítomnosť prípadných strií rohovky, či nečistôt v medzirohovkovom priestore. V prípade ich prítomnosti je nevyhnutné bezodkladne nečistoty odstrániť a strie narovnať.

### **Pooperačná starostlivosť**

Lokálne podávame antibiotické kvapky v kombinácii s kortikosteroidmi najskôr každé 2 hodiny, od 1. pooperačného dňa 5x denne 7 – 10 dní, umelé slzy 5 – 10x denne. V prvý pooperačný deň sa uskutoční kontrola, počas ktorej sa odstráni z oka prípadná kontaktná šošovka, skontroluje sa zrková ostrosť a ošetrujúci lekár uskutoční biomikroskopické vyšetrenie oka. Sleduje uloženie flapu, prítomnosť ev. záhybov a čistotu medzirohovkového priestoru. Použitie lokálnej terapie s masťovým alebo gélovým základom sa nedoporučuje.

Lokálne antibiotiká s kortikosteroidom sú po 7 – 10 dňoch vysadené a v pokračujúcej liečbe ostávajú už len umelé slzy dlhodobo. Ďalšie kontroly sú 7 – 14 dní po operácii a v rozpätí 1 – 3 mesiace po operácii. V prípade, že je priebeh hojenia uspokojujúci nie je nevyhnutné žiadať aj kontrolu o tri mesiace. Pre obdobie prvých troch mesiacov platí, že pokiaľ dôjde k akémukoľvek nečakanému zhoršeniu zrakovej ostrosti, je nevyhnutné sa okamžite dostaviť na kontrolné vyšetrenie.

**Komplikácie** sa delia na tri základné kategórie:

- peroperačné,
- pooperačné skoré,
- pooperačné neskoré.

Väčšina komplikácií súvisí s tvorbou a usadením flapu rohovky. Na druhej strane, komplikácie súvisiace s procesom hojenia sú zriedkavejšie. V období vykonávania zákroku LASIK pomocou mikrokeratómu boli komplikácie spojené s flapom rohovky zriedkavé, avšak častejšie ako sú dnes, v období používania femtosekundového laseru. Z forenzných dôvodov uvádzame aj komplikácie spojené s použitím mikrokeratómu.

Ako už bolo spomenuté, najčastejšie komplikácie súvisia s neúplným vytvorením flapu.

#### **1.1. Peroperačné komplikácie súvisiace s použitím mikrokeratómu sú:**

- skrátaný rez,
- totálna lamela (tzv. free flap),
- tenké, perforované alebo nepravidelné lamely,
- perforácia rohovky,
- krvácanie počas operácie,
- decentrovaná fotoablácia.

Skrátený rez (bisekcia lamely) vzniká v dôsledku predčasného ukončenia prvej fázy pohybu mikrokeratómu, t.j. nazálne alebo superiorne. Mostík je príliš široký a rez zvyčajne zasahuje len do centrálnej časti rohovky v optickej zóne do 5 milimetrov. Laserová fotoablácia v tomto prípade zvyčajne nie je možná, pretože po odklopení lamely je k dispozícii len malá oblasť strómy rohovky. Ak by sme pokračovali v laserovom zákroku, hrozilo by riziko vzniku nepravidelného astigmatizmu. *Príčinou tejto komplikácie* môže byť chyba chirurga pri predčasnom uvoľnení pedálu mikrokeratómu, nesprávne nastavenie zarážky mikrokeratómu alebo mechanická prekážka, ktorá bráni pohybu hlavy mikrokeratómu. Takouto prekážkou môže byť nevhodný expandér mihalníc, stlačené mihalnice pacienta, chirurgická fólia a pod.

*Riešenie tejto komplikácie* je pomerne jednoduché. Lamelu opäť pripevníme na pôvodné miesto a liečba sa vykoná, ako keby pacient podstúpil zákrok bez komplikácií. Postup sa potom opakuje s odstupom približne 3 mesiacov.

Free flap (voľná lamela) je buď úplná absencia závesu, alebo je záves taký úzky, že sa flap pri manipulácii neskôr počas operácie odtrhne. Najčastejším *dôvodom tejto komplikácie* je keratektómia na oku pacienta s plochou rohovkou. Za plochú rohovku považujeme rohovku s hodnotou keratometrie pod 41 dioptrií. Ďalšou možnosťou môže byť nesprávne nastavenie mikrokeratómu. Ak sa zarážka vynechá alebo ak je jej nastavenie príliš voľné, lamela sa opäť úplne odreže. Lamela veľmi často zostáva vo vnútri mikrokeratómu. Neopatrná extrakcia by viedla k jej poškodeniu. *Návod na riešenie komplikácie:* Opatrne vyberte lamelu a vložte ju do špeciálneho boxu dodaného s mikrokerátomom. Je miskovitého tvaru a jej konkávny tvar kopíruje zakrivenie rohovky. Do stredu umiestnime kvapku fyziologického roztoku a na ňu položíme rohovkovú lamelu epitelovou stranou nadol. Stromálny povrch lamely sa snažíme udržiavať suchý, aby sme zabránili vzniku edému. Bez väčšieho odkladu dokončíme laserovú časť zákroku a potom navlhčíme oba povrchy – epitelový aj stromálny. Pri reimplantácii lamely sa musíme vyhnúť zámene stromálneho povrchu za epitelový. Značky, ktoré sme na začiatku zákroku vyznačili na povrchu rohovky, uľahčujú správne uloženie lamely. Skúsenejší chirurg ich preto robí asymetricky, pretože sa tým zabezpečí, že sa lamela nestratí. Lamelu uložíme do pôvodného lôžka pomocou navlhčeného sušenia (sugy) alebo pinzety. Aplikácia vzduchu na povrch rohovky tiež urýchľuje prilnutie lamely. Uvoľnená lamela je jednou z indikácií, kedy ešte odporúčame nasadiť kontaktnú šošovku. Lamelu nešijeme, hoci niektorí autori túto techniku odporúčajú. V prípade stehov sa stehy vyberajú veľmi skoro, po niekoľkých dňoch. Podľa našich skúseností sú následky tejto komplikácie pri správnom postupe zanedbateľné.

Vznik tenkej, perforovanej alebo nepravidelnej lamely má spoločné príčiny. Patrí medzi ne zlá kvalita čepele noža, zlyhanie odsávania počas zákroku, zlyhanie mikrokeratómu alebo nesprávne umiestnenie mikrokeratómu v odsávacom prstenci.

Tupý nôž môže okrem rezu rohovkovej lamely vykonať súčasne aj zhrnutie epitelu. Pohyb mikrokeratómu nie je plynulý, a preto má vzniknutá lamela nepravidelnú hrúbku. Týmto mechanizmom môže dôjsť dokonca k jej centrálnej perforácii. Rovnaký defekt je možné vytvoriť ak prísavná sila krúžku nie je dostatočná, alebo sa krúžok odsaje. Podobne môže dôjsť k vzniku nepravidelnej lamely v situácii, keď sa objaví prekážka medzi bulbom a prísavným

krúžkom, napríklad edematózna spojovka. Nedostatočný alebo nestabilný vnútroočný tlak môže tiež viesť k významným nepravidelnostiam hrúbky a tvaru lamely.

Perforácia rohovky je najzávažnejšou možnou peroperačnou komplikáciou, našťastie je zároveň komplikáciou najzriedkavejšou.

Ďalšou komplikáciou je krvácanie pod spojovku počas operácie. Prvou príčinou krvácania je zvýšenie tlaku v cievach po prisatí vákuového prstenca na bulbus. Po jeho odsatí nachádzame subkonjunktívne sufúzie. Nevyžadujú liečbu, len treba na ne pacienta upozorniť. Ich vstrebanie môžeme očakávať asi po dvoch týždňoch.

Druhou príčinou krvácania je prerušenie novotvorených ciev lamelárnym rezom. Neovaskularizácie nachádzame u väčšiny pacientov, ktorí dlhodobo nosili pred operáciu kontaktné šošovky.

Decentrácia fotoablácie a jej príčiny boli prebraté v kapitole komplikácií po PRK. Decentrácia vedie k nepredvídateľnému refrakčnému výsledku, poklesu centrálnej zrakovej ostrosti, vnímaniu asymetrického nočného glare a obrazu s duchmi až monokulárnej diplopii. Riešením je výhradne reoperácia, ktorej výsledok závisí od stupňa decentrácie. Vykonáva sa bez zbytočného odkladu, po predchádzajúcom nadvihnutí lamely. Využíva sa plánovaná individualizácia zákroku, výsledok je však neistý.

## **1.2. Peroperačné komplikácie súvisiace s použitím femtosekundového laseru sú:**

- strata vákua,
- neúplne vytvorený lalok,
- neúplne uvoľnený lalok,
- pretrvávajúce medzirohovkové mostíky,
- lalok s nepravidelnou hrúbkou,
- krvácanie počas operácie,
- decentrovaná fotoablácia.

V priebehu pôsobenia femtosekundového laseru na rohovku je bulbus fixovaný vákuovým prstencom. Ten zabezpečuje pevný kontakt rohovky s laserom a tak umožňuje uskutočnenie rezu v rohovke v dopredu stanovenej hĺbke a priemere, nasledovaný vytvorením bočného rezu. Strata vákua v ktoromkoľvek kroku môže vyústiť do vzniku jednej z vyššie popísaných komplikácií. V niektorých prípadoch je možné v zákroku po úprave stavu pokračovať len s minimálnou zmenou parametrov. Vo všeobecnosti sa odporúča zákrok prerušiť a odložiť jeho pokračovanie na neskoršie obdobie. Nie však skôr ako o 8 týždňov. Najvýraznejšou komplikáciou je strata vákua počas vytvárania horizontálneho rezu. V takom momente je potrebné zákrok okamžite prerušiť, aby nedošlo k vytvoreniu len čiastočného flapu s nepravidelným tvarom a hrúbkou.

V niektorých prípadoch (zákaly, jazvy, depozity rohovky) môže dôjsť k nedostatočnej separácii lamely od lôžka s pretrvávajúcimi mostíkmi. Tieto je možné opatrnou tupou separáciou od seba oddeliť a v zákroku pokračovať.



Aj pri použití FS laseru môže dôjsť ku krvácaniu pod spojovku počas operácie. Prvou príčinou krvácania je zvýšenie tlaku v cievach po prisatí vákuového prstenca na bulbus. Po jeho odsatí nachádzame väčšinou len drobné subkonjunktívne sufúzie tzv. petechie, ktoré nevyžadujú žiadnu liečbu, len treba na ne pacienta upozorniť. Druhou príčinou krvácania je prerušenie novotvorených ciev lamelárnym rezom. Neovaskularizácie nachádzame u väčšiny pacientov, ktorí dlhodobo nosili pred operáciou kontaktné šošovky.

Decentrácia fotoablácie a jej príčiny boli prebraté v texte vyššie.

## **2. Skoré pooperačné komplikácie**

- rezanie, pálenie až bolesť,
- indukovaný syndrom suchého oka,
- SPK – keratitis superficialis punctata,
- dislokácia lamely,
- defect epitelu rohovky,
- difúzna lamelárna keratitída,
- epitelové vrasty,
- infekcia.

Bolesť po operačnom zákroku môže trvať 3 – 4 hodiny a jej intenzita je veľmi individuálna. Záleží okrem iného aj na abúze analgetík v bežnom živote. Popisované ťažkosti spadajú skôr do kategórie pálenia, rezania, pocitu cudzieho telieska a pod. Pri priaznivom priebehu operácie má bolesť ustupujúci charakter.

Indukovaný syndróm suchého oka sa môže objaviť spolu s SPK relatívne skoro po operácii a je spôsobený dočasným narušením povrchovej inervácie rohovky. Jej trvanie zvyčajne nepresiahne 2 – 3 týždne po operácii, zriedkavo 1 – 2 mesiace po operácii a je zväčša plne kompenzovaný aplikáciou umelých slz.

Dislokácia lamely (displaced flap) je komplikácia, ktorá býva sprevádzaná významným poklesom zrakovej ostrosti, bolesťou, fotofóbiou, chemózou spojovky a opuchom mihalníc. Väčšinou je dôsledkom trenia oka rukou, alebo inej nešetrnej manipulácie s mihalnicami. Vyšetrenie býva často možné až po opätovnej aplikácii anestetika. V objektívnom náleze pri vyšetrení na štrbinovej lampe nachádzame posun lamely s jej nariasením (tzv. strie). Lamela môže byť v novej pozícii prichytená, ale aj úplne pohyblivá a voľná. Zriedkavo bola popísaná aj úplná strata lamely, napr. v dôsledku úrazu.

V prípade, že došlo k čiastočnej alebo úplnej dislokácii lamely, treba prikróčiť okamžite k reoperácii. V topickej anestézii vykonáme uvoľnenie lamely a jej úplné nadvihnutie. Používame maximálne zväčšenie mikroskopu a pod ním starostlivo odstránime epitelové vrasty v mieste, kde bola lamela dislokovaná. Pomocou dvoch súg (sušenia) vykonáme napnutie lamely. Tak to funguje iba v prípade včasného zásahu. Ak riešime nariasenie lamely s odstupom času, nezostáva než predtým lamelu zbaviť epitelu abráziou. Bez toho ju nemožno napnúť do pôvodného tvaru a aj tak býva výsledok horší ako pri včasnej reoperácii. Hydratujeme stromálne lôžko a napnutú, vyhladenú lamelu umiestnime do správnej pozície. Ďalší priebeh je

totožný s primárnou operáciou, len s tým rozdielom, že v závere vždy aplikujeme ochrannú kontaktnú šošovku. Na kontrolu strií sa odporúča vyšetrenie rohovky s využitím retroiluminácie na oku s mydriázou.

Defekt epitelu rohovky (tzv. erózia) môže vzniknúť v priebehu operačného zákroku, ako aj neskôr. Jeho včasné rozpoznanie zabráni bolesti u pacienta a prípadným ďalším komplikáciám v dôsledku reaktívneho správania (trenie oka s následnou dislokáciou lamely). Riešením môže byť opäť dočasné nasadenie ochrannej KŠ počas reepitelizácie.

Cudzie telieska pod lamelou (interface particles) môžu zostať v dôsledku nedostatočného výplachu sublamelárneho priestoru v priebehu vlastnej operácie. Materiál, ktorý pod lamelou nachádzame, je možné rozdeliť na dve skupiny. Na *materiál organickej povahy* a na *neorganické cudzie telieska*. Konkrétne môže na jednej strane ísť o krvné elementy, epitelové bunky, bunkovú drť, lipidy zo sekrétu Meibomských žliazok a pod. Na strane druhej medzi cudzie telieska radíme vlákna z odevu a rúškovania, kovové cudzie telieska z nástrojov, púder z rukavíc, či olejové nečistoty z mikrokeratómu. Všetky tieto partikuly môžu byť v budúcnosti príčinou vzniku neinfekčnej zápalovej komplikácie – difúznej lamelárnej keratitídy.

**Difúzna lamelárna keratitída** (diffuse lamellar keratitis – DLK, „sands of Sahara“) vzniká ako reakcia na drobné čiastočky z rôznorodých materiálov, ktoré sa po ukončení operačného zákroku ocitnú v priestore pod priloženou lamelou. Môže ísť o vyššie uvedené materiály organickej i neorganickej povahy, ďalej debris z noža mikrokeratómu, zvyšky čistiacich prostriedkov či dokonca aj endotoxíny z bakteriálnej steny po likvidácii v autokláve. Vyvolávajúce agens môžu byť rôzne, ale klinický obraz je vždy obdobný.

DLK vzniká ako sublamelárny zápalový proces v priebehu prvých 24 – 72 hodín po operácii. Popisovaná frekvencia je asi 1:200 až 1:500 prípadov. Prejavuje sa ako pokles zrakovej ostrosti (často aj s hypermetropizujúcim efektom) s fotofóbiou. Bolesť nemusí byť prítomná, alebo je len malá. Zápalová reakcia býva obmedzená na sublamelárny priestor a do strómy ďalej nepostupuje. Rozlišujeme celkom štyri stupne DLK, ktoré sa líšia nielen klinickým obrazom, ale aj terapeutickým prístupom.

Stupeň I je charakterizovaný fokálnym výskytom belavého až sivobieleho granulárneho materiálu v sublamelárnom priestore, bez poklesu zrakovej ostrosti. Objavuje sa 1 – 7 dní po LASIK. Nie sú žiadne ďalšie známky zápalu na rohovke ani prednom segmente oka.

Terapia je konzervatívna a využíva aplikáciu topického kortikosteroidu po hodine s kontrolami každé 2 – 3 dni do normalizácie nálezu. Prognóza je dobrá, normalizácia nálezu u všetkých prípadov nastáva do týždňa.

Stupeň II sa od prvého stupňa líši iba difúznym výskytom granulárneho materiálu v sublamelárnom priestore, v rovnakom časovom odstupe od operácie, opäť bez významného postihnutia zrakových funkcií.

Terapia je už chirurgická. Spočíva vo výplachu sublamelárneho priestoru roztokom s obsahom kortikosteroidov, s následnou topickou kortikoterapiou ako pri stupni I. Kontroly vykonávame denne do ústupu ťažkostí. Efekt liečby býva okamžitý, stabilizácia trvá približne 2 týždne a dlhodobá prognóza je dobrá.

Stupeň III je charakterizovaný ložiskami granulárneho materiálu, ktoré majú tendenciu k splývaniu, objavujú sa aj príznaky miernej iritácie bulbu, ako je injekcia spojovky. Ďalšie štruktúry predného segmentu oka postihnuté nie sú, avšak dochádza k zhoršeniu zrakovej ostrosti.

Razancia liečby zodpovedá uvedeným ťažkostiam. Je potrebné vykonať bezodkladný výplach sublamelárneho priestoru ako pri stupni II. Efekt býva síce okamžitý, ale zároveň dočasný. Preto sa odporúča výplach opakovať po 1 – 2 dňoch do odoznenia nálezu. Po výplachu sa aplikujú aj lokálne kortikosteroidy resp. aj antibiotiká. Topické kortikosteroidy ostávajú v terapii dlhodobo, výsledný stav sa stabilizuje po niekoľkých týždňoch a spravidla sa zaobíde bez trvalých následkov.

Stupeň IV predstavuje vystupňovanie príznakov zápalu, predovšetkým v centrálnej lokalizácii zápalového ložiska. Novým fenoménom sú strie, ktoré sa v tomto štádiu objavujú spolu so zašednutím centrálnej časti lamely. Zápal je ale stále obmedzený iba na rohovku. Logicky nasleduje významný pokles zrakovej ostrosti. Toto štádium je dôvodom na *hospitalizáciu pacienta*, pretože vyžaduje kontroly stavu v krátkych časových intervaloch. Liečba je v podstate rovnaká ako pri stupni III. Samotný výplach sublamelárneho priestoru býva ale nedostačujúci. Používa sa navyše mechanické očistenie stromálnej časti lamely a stromálneho lôžka pomocou súg (sušenia). Opäť nasleduje aplikácia kortikosteroidu a antibiotika na uvedené plochy. Pokúšame sa tiež o stretching lamely. Oba typy liečiv sa užívajú intenzívne v rámci výplachov, ako aj v topickej forme. Vyššie uvedené procedúry sa opakujú napríklad aj denne, kým nedôjde k rozpusteniu zápalového infiltrátu a zlepšeniu stavu. Aj tak je prognóza neistá. Dochádza často k jazvovitým zmenám a k redukcii rohovkovej masy. To má za následok trvalé zhoršenie zrakovej ostrosti a hyperopizujúci efekt.

Ak poznáme vyvolávajúce príčiny, ponúkajú sa aj *preventívne opatrenia*, ktoré treba prijať. Konštrukčné a technické zmeny použité pri moderných mikrokeratómoch zabránili uvoľňovaniu olejových nečistôt z motorovej jednotky. Ďalším krokom je nielen *dôkladná sterilizácia nástrojov, ale predovšetkým ich predchádzajúce detailné mechanické očistenie*. Tak zabránime prieniku síce sterilných, ale napriek tomu vysoko antigénne účinných biologických čiastočiek prilnavých na inštrumentárium po predchádzajúcich zákrokoch.

**Epitelové vrasty** (epithelial ingrowths) patria podľa početnosti k relatívne častým komplikáciám. Epitelový vrast možno nájsť až u 15 % pacientov po LASIK. Riziko epitelového vrastu v porovnaní s mikrokeratómom výrazne klesá pri femtoLASIK-u. To je zabezpečené tvarom okraja lamely v tvare písmena Z vytvorenom femtosekundovým laserom. Signifikantné postihnutie, vyžadujúce chirurgickú intervenciu je však popisované len u 1 % prípadov. Incidencia epitelových vrastov priamo súvisí aj s učebnou krivkou chirurga. U začínajúcich

operatérov je výskyt vyšší podobne ako pri komplikáciách všeobecne. Prevencia závisí od minimálnej manipulácie s lamelou a jej dokonalej adaptácie.

Klinický obraz nám opäť túto komplikáciu delí do troch stupňov.

- Stupeň I reprezentuje minimálny vrast pozdĺž okrajov lamely maximálne do 2 milimetrov od jej okraja, často je len ťažko detekovateľný. Rohovková lamela je plne transparentná a má pravidelný profil. Táto komplikácia neovplyvňuje nijako kvalitu videnia, ani refrakčný výsledok operácie. Chirurgické riešenie nie je potrebné, ale pacienta ďalej sledujeme, aby neprešiel do ďalšieho štádia.
- Stupeň II sa od predchádzajúceho líši invazívnejším rastom, ktorý presahuje aj 2-milimetrovú hranicu. Epitelová proliferácia nadobúda aj hrúbku, okraj lamely sa môže ohýbať a mať sivý nádych. Vrsty môžu mať ojedinele aj amébovitý splývajúci charakter. Tento typ postihnutia má už progresívny charakter a vyžaduje si preto chirurgické riešenie. Operáciu ale stačí naplánovať až počas 2 – 3 týždňov.
- Stupeň III: Epitelové vrasty označované stupňom III sa dajú zjednodušene označiť ako významne progredujúce a znižujúce zrkovú ostrosť. Vrsty postupujú centrálné a okrem zhlukov epitelii je možné v mikroskopickom obraze pozorovať aj ich nekrozu s prípadnou reakciou v okolí. Táto reakcia vedie k obrazu „roztavenia“ lamely (flap melting). Následná fibrotická prestavba tkaniva vedie k jazvovitým zmenám a vzniku hazy. Prevenciou nenapraviteľných zmien je v tomto prípade okamžitý chirurgický zásah.

Existuje mnoho chirurgických metód na odstránenie epitelových vrastov. Počas nich je lamela znovu nadvihnutá a vrasty sú odstraňované pinzetou, zahnutým nožom (tzv. hokejkou) alebo sušením zo stromálnej plochy lamely aj zo stromálneho lôžka. Veľakrát má odstraňované tkanivo charakter súvislej membrány. Ďalej sa odporúča vykonať vyrovnanie prípadných nerovností okraja lamely a abráziu epitelu aj za hranicou rezu ako prevenciu ďalších vrastov. Lamela je následne priložená na pôvodné miesto a dôkladne je vypláchnutý priestor pod ňou. Hrozí však riziko recidívy vrastu. Niektorí autori odporúčajú vykonanie fototerapeutickej keratektómie (PTK) na očistenej stromálnej ploche do hĺbky 10 mikrometrov. Aplikácia alkoholu, ktorá je tiež odporúčaná, má svoje prísne pravidlá. Alkohol sa totiž prejavuje pri kontakte s rohovkovou strómou toxicky. Na záver operácie je rohovka krytá kontaktnou šošovkou. Ďalšia použitá medikácia je štandardná.

Infekcia pod flapom po operácii technikou LASIK je vzácnou komplikáciou, ktorej početnosť je udávaná okolo 1:1000 prípadov. Prenos infekcie je v tomto prípade väčšinou peroperačný, ale nemožno vylúčiť ani skorý pooperačný prienik. Najčastejšou príčinou infekcie sú kontaminované nástroje a infekčné prostredie. V pooperačnom období je incidencia infekcie prakticky totožná s hodnotami u bežnej neoperovanej populácie. Infekčné agens sú rôznorodé. Opísané prípady obsahovali spektrum od grampozitívnych baktérií po atypické mykobaktérie, plesne, huby a vírusové ochorenia.

V klinickom obraze sa u väčšiny bakteriálnych zápalov stretávame so vznikom prvých ťažkostí počas prvých 72 hodín po zákroku. Zápalové zmeny sa môžu objaviť tak na povrchu rohovky, ako aj v priestore pod lamelou. Zápalový infiltrát býva väčšinou solitárny, neostrých hraníc,

farba sivobiela a priemer okolo 2 milimetrov. Pri infiltrátoch umiestnených v priestore pod lamelou môžeme pozorovať aj jej eleváciu. Ďalší klinický obraz závisí od úspešnosti liečby. *Terapia* musí byť včasná a predovšetkým intenzívna. Väčšinou ukončujeme, alebo aspoň podstatne obmedzujeme liečbu topickými kortikosteroidmi. Na antibiotickú liečbu sa používajú topické fluorchinolóny s aplikáciou po hodine, alebo aj častejšie. V prípade, že sa infiltrát nachádza pod lamelou, odporúča sa začať liečbu a najneskôr do 24 hodín pri nezlepšení nálezu vykonať odklopenie lamely s odberom na kultiváciu a vyčistením sublamelárneho priestoru. Funkčné výsledky sú rôznorodé. Môže dôjsť aj k jazvovitým pozápalovým zmenám rohovky, ktoré majú za následok pokles zrakovej ostrosti. Základom je preto *prevencia*, ktorá spočíva v dôkladnej sterilizácii nástrojov a precíznom ošetrovaní operačného poľa. Pri pacientoch s chronickou formou zápalu okraja mihalníc sa odporúča vykonať razantné lokálne preliečenie, poprípade celkovú liečbu napr. doxycyklínom.

### **3. Neskoré pooperačné komplikácie:**

- neuspokojivý refrakčný výsledok,
- ektázia rohovky (keratoektázia).

Neuspokojivý refrakčný výsledok môžeme rozdeliť na *podkorigovanie, regresiu a progresiu chyby*. Podkorigovanie operačného zákroku sa v prípade metódy LASIK spozná prakticky okamžite. Už refrakčné hodnoty prvý deň po operačnom zákroku nás na to môžu upozorniť a týždeň po operácii máme takmer istotu. Chyba vznikne v dôsledku nedostatočne vykonaného predoperačného vyšetrenia, závadou na excimerovom laseri, alebo v dôsledku excesívnej hydratácie strómy v priebehu zákroku. Na rozdiel od podkorigovania, spoznáme regresiu po zákroku až o niekoľko mesiacov neskôr. Vzniká v dôsledku procesu hojenia rohovkového tkaniva a závisí aj od individuálnej biomechaniky rohovkového tkaniva. Je potrebné kontrolovať parametre oka pacienta, ktoré vylúčia eventualitu, že ide o progresiu refrakčnej chyby. Ideálnym kritériom je porovnávanie hodnôt keratometrie a hrúbky rohovky v čase. Ak dochádza k nárastu myopických dioptrií pri zachovanom zakrivení rohovky a jej hrúbke, dá sa predpokladať, že ide o progresiu chyby. Naopak, ak sú zmenené keratometrické parametre a hrúbka rohovky, ide pravdepodobne o regresiu. V prípade nespokojnosti pacienta sa odporúča vykonať korekčnú reoperáciu. Dočasne možno túto situáciu riešiť pomocou okuliarov alebo kontaktných šošoviek. Predtým je ale treba vždy vylúčiť možnosť pooperačnej ektázie rohovky s následnou myopizáciou oka (viď ďalej).

*Reoperáciu* pri zistenom podkorigovaní neodkladáme a spravidla ju vykonáme do 3 – 6 mesiacov od pôvodnej operácie. Operačná technika spočíva v nadvihnutí pôvodnej lamely, novej fotoablácie a následnom znovupriložení lamely do pôvodnej pozície. Predchádza pochopiteľne dôkladná kalkulácia so zachovaním kritérií bezpečného zákroku (intaktných 250 mikrometrov ponechaných na stromálne lôžko pod lamelou). Kontroverzným riešením je prevedenie zákroku PRK po predchádzajúcom zákroku LASIK.

*Prekorigovanie*, alebo v prípade zákroku na myopickom oku jeho pooperačný hypermetropický výsledok, je vzácnou komplikáciou. Nemyslí sa tým však refraktometrický výsledok počas prvého týždňa po operácii. Včasná pooperačná hypermetropia do +1 Dsph je naopak bežná.

Ektázia rohovky je obávanou komplikáciou nielen po operácii LASIK, ale za určitých okolností aj po metóde PRK. V pooperačnom náleze pozorujeme narušenie štrukturálnej integrity tkaniva rohovky, ktoré vedie k progresívnemu zostrmeniu centrálnej resp. dolnej paracentrálnej časti rohovky. To má za následok myopizáciu a často aj astigmatizáciu oka s poklesom zrakovej ostrosti. Klinický a topografický obraz sa podobá keratokónusu. Zásadnou chybou je tento stav diagnostikovať ako podkorigovanie a vykonať následnú reoperáciu, ktorá by stav len zhoršila.

Ak opomenieme operáciu na oku s nepoznaným keratokónusom, bolo bežne možné sa stretnúť so vznikom pooperačnej keratoektázie v priekopníckych časoch metódy LASIK, kedy prakticky pre tento zákrok neexistovali pravidlá. Dnes vieme, že základom je prevencia, ktorá spočíva v dôslednom predoperačnom vyšetrení a príprave operačného zákroku.

Existujú pravidlá pre „bezpečný LASIK“. Pravidlo I. znie, že operačný zákrok by sa nemal vykonávať na oku s rohovkou tenšou ako 460 mikrometrov. Pravidlo II. nám hovorí, že finálna – cieľová hrúbka rohovky by mala byť väčšia ako 400 mikrometrov. A konečne pravidlo III. vymedzuje hrúbku reziduálneho stromálneho lôžka na 250 mikrometrov. Moderné laserové prístroje ani nepripustia vykonať operačný zákrok mimo uvedenej hranice a donútia zadávateľa zmeniť parametre. Na jednej strane dochádza k významnému indikačnému obmedzeniu vykonania operačnej techniky LASIK, na strane druhej limitujúce parametre robia pri splnení uvedených kritérií zákrok bezpečným.

#### **A.b.b) ReLEx – Refractive Lenticule Extraction:**

Jedná sa o vytvorenie tkanivovej lentikuly v stróme rohovky a jej extrakciu za prítomnosti flapu (ReLEx Flex), alebo cez bočnú rohovkovú incíziu (ReLEx SMILE). V súčasnosti sa takmer výlučne vykonáva metóda SMILE – Small Incision Lenticule Extraction. Cieľom je zabezpečiť po zákroku zrkovú ostrosť bez okuliarov porovnateľnú so zrkovou ostrosťou pacienta pred operáciou s okuliarmi alebo kontaktnými šošovkami.

Zákrok ReLEx SMILE sa uskutočňuje **v dvoch krokoch**. Prvým krokom je vytvorenie rohovkovej lentikuly pomocou femtosekundového laseru, ktorý zároveň vytvorí aj bočnú rohovkovú incíziu. V druhom kroku operácie dochádza k separácii a následnej extrakcii rohovkovej lentikuly cez vytvorenú rohovkovú incíziu.

#### **Epidemiologické limity**

ReLEx SMILE je určený pre dospelých ľudí, u ktorých nie je prítomná dynamická zmena refrakčnej chyby. Minimálny odporúčaný vek je 18 rokov. Horná veková hranica nie je jednoznačne definovaná, nakoľko môže byť ovplyvnená špecifickými potrebami konkrétneho pacienta. Podobne ako u iných refrakčných laserových zákrokov aj ReLEx SMILE v detskom alebo pubertálnom veku je možné vykonať, iba v prípade zásadnej anizometropie, ev. ťažkých zrkovú vnímanie deformujúcich dioptrických chýb.

Moderné laserové systémy sú schopné uskutočniť korekciu rôznych dioptrických chýb aj s ich rôznym rozsahom. Limitom pre laserovú korekciu ostáva hrúbka rohovky, neriziková topografia rohovky, šírka zrenice a vhodnosť korekcie s ohľadom na prítomnosť pooperačných

svetelných fenoménov. Na podklade predoperačných údajov určujeme optimálnu optickú zónu, ktorá by mala byť väčšia ako skotopický priemer zrenice za účelom redukcie tzv. haló a glare efektov pooperačne. Ideálne sa optická zóna pohybuje v rozmedzí 6,0 až 7,5 mm. Pri metóde ReLEx SMILE sú limitáciou k výkonu aj **anatomické pomery oka** – napr. hlboko posadené oči (deep set eyes) alebo úzka očná štrbina sú relatívnou kontraindikáciou z dôvodu možnej straty sukcie pri femtolaserovej fáze operačného výkonu.

### **Indikácie**

- vek nad 18 rokov a stabilná refrakčná chyba (bez zmeny dioptrického stavu oka väčšej ako 0,5 Dsph v priebehu posledných 12 mesiacov),
- **myopia** od -1,5 Dsph do -12,0 Dsph, myopia aj v kombinácii s astigmatizmom v závislosti od hrúbky rohovky, veľkosti ablačnej zóny a šírky skotopickej zrenie,
- **astigmatizmus** do výšky -5 Dcyl.

V súčasnosti metóda ReLEx SMILE nie je určená pre korekciu hypermetropie ani zmiešaného astigmatizmu.

Indikátorom pre SMILE je PTA (percentage tissue altered), ktorý sa vypočíta v percentách podľa vzorca ( $\text{lenticule thickness} + \text{cap thickness} / \text{CCT}$ ), pri hodnotách presahujúcich 40 % narastá potenciálne riziko pooperačnej keratoektázie (1).

Pre porovnanie s metódou LASIK/FemtoLASIK je regenerácia subepiteliálnej inervácie rýchlejšia, preto sú príznaky suchého oka miernejšie s rýchlejšim ústupom. Stredný stupeň suchého oka nie je v tomto prípade kontraindikáciou.

### **Kontraindikácie**

Okrem vyššie uvedených sú kontraindikácie pri operačnej metóde ReLEx SMILE zhodné s kontraindikáciami pri operačnej metóde LASIK resp. FemtoLASIK.

### **Štandardný operačný postup**

Minimálne tri dni pred zákrokom nesmie pacient nosiť žiadne kontaktné šošovky. V deň zákroku sa uskutoční kontrolné biomikroskopické vyšetrenie očí, aby sa vylúčila prítomnosť akútneho zápalového ochorenia očí.

Pred samotným zákrokom sa do očí aplikujú lokálne anestetiká podľa najlepšej skúsenosti operačného kolektívu. Pri aplikácii lokálnych anestetík treba byť opatrný, nakoľko mnohé pri nadmernom používaní zapríčiňujú vznik edému epitelu rohovky, čo môže spôsobiť defekty až stratu epitelu s rizikom poruchy prieniku laserovej energie rohovkovým tkanivom (black spots). V predoperačnej príprave je, v prípade väčšieho strachu alebo napätia pacienta, možné použiť anxiolytiká alebo sedatíva v tabletkovej forme.

Laserový zákrok na korekciu dioptrickej chyby sa vykonáva na špeciálnej operačnej sále s vysokým štandardom čistoty a prúdenia vzduchu. Miestnosť má primerané vzduchotechnické vybavenie a je v nej stabilná teplota.

Inštrumenty používané počas zákroku sú dokonalo vyčistené a vysterilizované. Počas zákroku pacient nemusí byť zarúškovaný, avšak na oku a jeho okolí by mala byť nalepená plastová ochranná fólia. Jej úlohou je minimalizovať prienik rias a produktov Meibomových žliaz do operačného poľa. Operáciu uskutočňuje vyškolený lekár oboznámený s nálezom a cieľom zákroku. Ruky lekára sú dostatočne umyté a vyčistené. Použitie dezinfekčných prostriedkov na báze prchavých látok nie je vzhľadom k povahe prístrojov nevyhnutné. Odporúča sa zákroky vykonávať v sterilných rukaviciach na jedno použitie.

V **prvom kroku** dochádza pomocou femtosekundového laseru k vytvoreniu tkanivovej lentikuly v rohovke. *Operačný postup* pozostáva z fixácie oka miernym podtlakom 35 mmHg (docking), femtolaserovej separácie tkaniva s vytvorením tkanivovej lentikuly a bočnej incízie.

V **druhom kroku** nasleduje manuálna extrakcia rohovkovej lentikuly cez vytvorený bočný rohovkový rez. Na tupú separáciu lentikuly sa používajú adekvátne inštrumenty, extrakcia sa realizuje pomocou pinzety. Štandardne je hrúbka hornej steny rohovky nad lentikulou (tzv. cap) 120  $\mu\text{m}$  (rozsah 100 – 160  $\mu\text{m}$ ) s bočným vstupným rezom v rozsahu od 2 do 5 mm podľa individuálnych preferencií operátora. Minimálna hrúbka okraja lentikuly je 10  $\mu\text{m}$  (rozsah 10 – 30  $\mu\text{m}$ ) a priemer lentikuly sa pohybuje v rozmedzí 6 – 8 mm (2). Priemer stropnej časti je o 1 mm väčší ako priemer lentikuly. Lentikula je separovaná od okolitej strómy natupo cez bočnú incíziu (small side-cut incision), najskôr predná plocha a následne zadná plocha. Po separácii a extrakcii lentikuly je priestor kapsuly je vypláchnutý fyziologickým roztokom (BSS). Hneď po zákroku sú na povrch oka aplikované antibiotické kvapky kombinované s kortikosteroidom. Na záver môže byť na oko nasadená kontaktná šošovka. 20 – 30 minút po zákroku je pacient skontrolovaný na štrbinovej lampe. Kontroluje sa prítomnosť prípadných nečistôt v medzirohovkovom priestore, ktoré je v prípade ich prítomnosti nevyhnutné bezodkladne vypláchnuť.

### **Pooperačná starostlivosť**

Lokálne podávame antibiotické kvapky v kombinácii s kortikosteroidmi najskôr každé 2 hodiny, od 1. pooperačného dňa 5x denne 7 – 10 dní, umelé slzy 5 – 0x denne. V prvý pooperačný deň sa uskutoční kontrola, počas ktorej sa odstráni z oka prípadná kontaktná šošovka, skontroluje sa zraková ostrosť a ošetrujúci lekár uskutoční biomikroskopické vyšetrenie oka. Sleduje celistvosť vstupnej incízie a čistotu medzirohovkového priestoru. Použitie lokálnej terapie s masťovým alebo gélovým základom sa nedoporučuje.

Lokálne antibiotiká s kortikosteroidom sú po 7 – 10 dňoch vysadené a v pokračujúcej liečbe ostávajú už len umelé slzy dlhodobo. Ďalšie kontroly sú 7 – 14 dní po operácii a v rozpätí 1 – 3 mesiace po operácii. V prípade, že je priebeh hojenia uspokojujúci nie je nevyhnutné žiadať aj kontrolu o tri mesiace (3). Pre obdobie prvých troch mesiacov platí, že pokiaľ dôjde k akémukoľvek nečakanému zhoršeniu zrakovaj ostrosti, je nevyhnutné sa okamžite dostaviť na kontrolné vyšetrenie.

**Komplikácie** sa delia na tri základné kategórie:

- pooperačné,



- pooperačné skoré,
- pooperačné neskoré.

Väčšina komplikácií súvisí s tvorbou lentikuly a bočného vstupu. Na druhej strane, komplikácie súvisiace s procesom hojenia sú zriedkavejšie. Najčastejšie komplikácie súvisia s neúplným vytvorením lentikuly a bočnej vstupnej incízie.

### 1. Peroperačné komplikácie

- strata vákua,
- neúplne vytvorený horný alebo dolný rez lentikuly,
- neúplne vytvorený okraj lentikuly,
- neúplne vytvorený bočný vstup (vstupná incízia),
- pretrvávajúce medzirohovkové mostíky,
- krvácanie počas operácie,
- decentrovaná lentikula.

V priebehu pôsobenia femtosekundového lasera na rohovku je bulbus fixovaný vákuovým prstencom. Ten zabezpečuje pevný kontakt rohovky s laserom, a tak umožňuje uskutočnenie rezov v rohovke v dopredu stanovených hĺbkach a priemere, nasledovaný vytvorením bočného vstupu. Strata vákua v ktoromkoľvek kroku môže vyústiť do vzniku jednej z vyššie popísaných komplikácií. V niektorých prípadoch je možné v zákroku po úprave stavu pokračovať len s minimálnou zmenou parametrov. Vo všeobecnosti sa odporúča zákrok prerušiť a odložiť jeho pokračovanie na neskoršie obdobie. Nie však skôr ako o 8 týždňov.

V niektorých prípadoch (zákaly, jazvy, depozity rohovky) môže dôjsť k nedostatočnej separácii lentikuly s pretrvávajúcimi mostíkmi. Tieto je možné opatrnou tupou separáciou od seba oddeliť a v zákroku pokračovať (4).

Ďalšou komplikáciou je už spomínané krvácanie pod spojovku počas operácie. Prvou príčinou krvácania je zvýšenie tlaku v cievach po prisatí vákuového prstenca na bulbus. Po jeho odsatí nachádzame väčšinou drobné subkonjunktiválne sufúzie. Nevyžadujú si liečbu, len treba na ne pacienta upozorniť. Ich vstrebanie môžeme očakávať do dvoch týždňov.

Druhou príčinou krvácania je prerušenie novotvorených ciev vertikálnym rezom. Neovaskularizácie nachádzame u väčšiny pacientov, ktorí dlhodobo nosili pred operáciou kontaktné šošovky.

Decentrácia lentikuly vedie k nepredvídateľnému refrakčnému výsledku, poklesu centrálnej zrakovej ostrosti, vnímaniu asymetrického nočného glare a obrazu s duchmi až monokulárnej diplopii. Riešením je výhradne reoperácia, ktorej výsledok závisí od stupňa decentrácie. Využíva sa plánovaná individualizácia zákroku, výsledok je však neistý (5).

### 2. Skoré pooperačné komplikácie

- rezanie, pálenie až bolesť,

- indukovaný syndróm suchého oka,
- SPK - keratitis superficialis punctata,
- epitelový defekt,
- difúzna lamelárna keratitída,
- epitelové vrasty,
- infekcia.

Bolesť po operačnom zákroku môže trvať 3 – 4 hodiny a jej intenzita je individuálna. Popisované ťažkosti spadajú skôr do kategórie pálenia, rezania, pocitu cudzieho telieska a pod. Pri priaznivom priebehu operácie má bolesť ustupujúci charakter. Jej intenzita je vo všeobecnosti miernejšia ako po operácii LASIK.

Indukovaný syndróm suchého oka a SPK sa vyskytuje zriedkavo. Trvanie príznakov zvyčajne nepresiahne 2 – 3 týždne po operácii a je plne kompenzovaný aplikáciou umelých slz.

Defekt epitelu rohovky (tzv. erózia) môže vzniknúť v priebehu operačného zákroku, ako aj neskôr. Jeho včasné rozpoznanie zabráni bolesti u pacienta a prípadným ďalším komplikáciám v dôsledku reaktívneho správania (trenie oka s následným poškodením vstupnej ranky). Riešením môže byť opäť dočasné nasadenie ochrannej KŠ počas reepitelizácie.

Cudzie telieska v medzirohovkovom priestore (interface particles) môžu zostať v dôsledku nedostatočného výplachu v priebehu vlastnej operácie, väčšinou bývajú indikáciou k opakovanému výplachu rohovkového medzipriestoru.

Difúzna lamelárna keratitída – má indentický klinický obraz aj priebeh ako pri metóde LASIK.

Epitelové vrasty (epithelial ingrowths) sa v porovnaní s metódou LASIK vyskytujú podstatne zriedkavejšie. Riešením je výplach medzipriestoru v stróme rohovky s dôsledným odstránením všetkých prítomných epitelových buniek.

Infekcia je po operácii ReLEx SMILE vzácnou komplikáciou, je podrobne popísaná v kapitole o operačnej metóde LASIK.

### **3. Neskoré pooperačné komplikácie**

- neuspokojivý refrakčný výsledok ,
- ektázie rohovky.

Neuspokojivý refrakčný výsledok môžeme rozdeliť na podkorigovanie a progresiu chyby. V prípade nespokojnosti pacienta sa odporúča vykonať korekčnú reoperáciu. Dočasne možno situáciu riešiť pomocou okuliarov alebo kontaktných šošoviek. Predtým je ale treba vždy vylúčiť možnosť pooperačnej ektázie rohovky s následnou myopizáciou oka (viď ďalej). Spravidla ju vykonávame najskôr 6 mesiacov po primárnej operácii.

Ektázia rohovky po operácii ReLEx SMILE je v porovnaní s metódou LASIK veľmi zriedkavá. Pravdepodobnosť jej vzniku narastá u pacientov s tenkou rohovkou, vysokou refrakčnou chybou, nerozpoznaným degeneratívnym ochorením rohovky a pod. Klinický aj topografický obraz je podobný keratokónusu, následná liečba je rovnaká ako u iných ektatických ochorení rohovky.

**Reoperácia:** Výskyt dosahuje 2,7 % – 4 % prípadov z dôvodu podkorigovania, prekorigovania alebo progresie myopie. Reoperácia je možná cestou LASEK/PRK, alebo metódou „*Circle pattern*“ pomocou femtosekundového lasera Visumax. Tá spočíva v konverzii na FemtoLASIK s odklopením lamely a fotoabláciou zvyškových dioptrií excimerovým laserom.

**Všeobecné informácie pre kandidátov na laserový operačný zákrok typu LASIK, FemtoLasik, ReLEx Smile:**

- každý pacient má byť pred operačným výkonom oboznámený s operačným postupom a má mať vopred prečítaný informovaný súhlas k operácii,
- laserová refrakčná operácia nemôže zabezpečiť dokonalé videnie vždy a pre každého pacienta. Pre väčšinu kandidátov na laserové refrakčné operácie však platí, že operácia zlepši videnie a zníži potrebu okuliarovej korekcie. V skutočnosti prevažná väčšina pacientov s nízkou až strednou krátkozrakosťou dosiahne videnie 20/40 alebo lepšie a mnohí môžu očakávať, že dosiahnu videnie 20/20 alebo lepšie,
- u operovaných pacientov môže byť potrebná opätovná liečba (dokorekcia) na dosiahnutie optimálnych výsledkov. Laserové ošetrenie rohovky je možné zopakovať približne tri mesiace po pôvodnom zákroku. Avšak ani po dokorekcii nemusí byť videnie také dobré, ako bolo s okuliarmi alebo kontaktnými šošovkami pred primárnym operačným zákrokom,
- u pacientov po laserovej refrakčnej operácii sa môžu vyskytnúť zrakové aberácie – najčastejšie tzv. haló a glare efekt pri slabom osvetlení – zvyčajne nie sú výrazné a ustúpia do niekoľkých mesiacov po operácii, len zriedkavo sú závažné natoľko, že prekážajú pri bežných činnostiach,
- laserové refrakčné zákroky, rovnako ako všetky chirurgické zákroky, majú riziko komplikácií.

Našťastie, pravdepodobnosť straty zraku je pri týchto zákrokoch veľmi malá. Z mnohých miliónov prípadov vo svete, u ktorých bol vykonaný laserový operačný zákrok, menej ako jedno percento pacientov zaznamenalo vážne problémy ohrozujúce zrak. Väčšina komplikácií predstavuje len oneskorenie úplného zotavenia a vyriešia sa v priebehu niekoľkých mesiacov od operácie.

**Informovaný súhlas.** Pacient musí byť dostatočne a zrozumiteľne informovaný vyškoleným personálom o spôsobe a technike operácie a o možných operačných a pooperačných komplikáciách. Súhlas k operácii potvrdí svojim podpisom na zvláštnom formulári (Informovaný súhlas). Pacient by mal byť informovaný o alternatívnych chirurgických možnostiach riešenia refrakcie všetkými typmi vnútroočných šošoviek /fakické šošovky,

monofokálne IOL, multifokálne IOL, torické IOL, EDOF IOL/. Je dôležité, aby pacient mal realistické očakávania od operácie a pochopil jej potenciálne výhody a obmedzenia (6).

## Literatúra

1. Sekundo W, Kunert K, Russmann C, et al. First efficacy and safety study of femtosecond lenticule extraction for the correction of myopia: six-month results. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(9):1513–1520.
2. Sekundo W, Kunert KS, Blum M. Small incision corneal refractive surgery using the small incision lenticule extraction (SMILE) procedure for the correction of myopia and myopic astigmatism: results of a 6 month prospective study. *Br J Ophthalmol.* 2011;95(3):335–339.
3. Shah R, Shah S, Sengupta S. Results of small incision lenticule extraction: All-in-one femtosecond laser refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2011;37(1):127–137.
4. VisuMax Femtosecond Laser. Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) procedure for the correction of myopia: professional use information. Available from: [https://www.accessdata.fda.gov/cdrh\\_docs/pdf15/P150040D.pdf](https://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf15/P150040D.pdf). Accessed January 6, 2018.
5. Shen Z, Shi K, Yu Y, et al. Small Incision Lenticule Extraction (SMILE) versus Femtosecond Laser-Assisted In Situ Keratomileusis (FS-LASIK) for Myopia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One.* 2016;11(7):e0158176.
6. Zhang Y, Shen Q, Jia Y, Zhou D, Zhou J. Clinical Outcomes of SMILE and FS-LASIK Used to Treat Myopia: A Meta-analysis. *J Refract Surg.* 2016;32(4):256–265.

### A.c) Nelaserové – incízie rohovky

- **radiálna keratotómia (RK)** – nárezy rohovky na korekciu myopie. V súčasnosti pri rozvoji laserovej refrakčnej chirurgie, ako aj vývoji fakických šošoviek, sa od tejto metódy ustúpilo, nakoľko má nepredikovateľné výsledky.
- **arkuátne keratotómie (AK)** – limbus paralelné nárezy rohovky na korekciu vysokého astigmatizmu, vykonávajú sa v strednej periférii rohovky.
- **limbálne relaxačné incízie (LRI)** – perilimbálne lokalizované nárezy rohovky na korekciu nízkeho astigmatizmu (<2D).
- **intraštomálne rohovkové prstence** – slúžia na korekciu vysokej myopie pri tenkých rohovkách (Intacs).
- **presbyopiu korigujúce rohovkové implantáty** (corneal inlays) – indikáciou je presbyopia, implantované pod rohovkový flap, avšak vzhľadom na vysoký výskyt komplikácií spojených s fibrotickou prestavbou rohovky, sa v súčasnosti od nich ustupuje.

### Operačná technika pri astigmatizmus korigujúcich nárezoch rohovky:

Technikou AK a LRI sa vytvorí hlboká oblúkovitá incízia buď kovovým alebo diamantovým nožom, prípadne femtosekundovým laserom v strednej periférii alebo na limbe rohovky. Incíziou sa rohovka v osi astigmatizmu oploští a astigmatizmus sa eliminuje alebo redukuje. Na zistenie presného rozsahu, lokalizácie a počtu incízií je možné použiť nomogramy od viacerých autorov aktuálne dostupné on-line na internete.

### Indikácie

Eliminácia alebo zmenšenie primárneho astigmatizmu, prípadne pooperačného reziduálneho astigmatizmu, často sa využíva v kombinácii s operáciou katarakty alebo po keratoplastike.

### Kontraindikácie

Chronické progresívne ochorenia rohovky (napr. dystrofiie a degenerácie rohovky, ale aj stav po HSV a VZV keratitíde).

## Komplikácie

- regresia astigmatizmu,
- perforácia rohovky,
- vznik nepravidelného astigmatizmu,
- refrakčné prekvapenie najmä u incízií po keratoplastike.

*Nevýhodou* je nízka prediktabilita u všetkých uvedených nelaserových výkonov.

## B/ Vnútroočné operácie s implantáciou šošovky

- do puzdra** (jednoohniskové, viacohniskové, pseudoakomodatívne, s predĺženou hĺbkou ostroti tzv. EDOF) – umelé vnútroočné šošovky nahrádzajúce vlastnú šošovku,
- pri ponechaní vlastnej šošovky **do sulcus ciliaris** (a) alebo s **fixáciou na dúhovku** (b) – fakické vnútroočné šošovky,
- do sulcus ciliaris pred implantovanú umelú vnútroočnú šošovku** – prídavné vnútroočné šošovky.

## Definícia

Výkony označené ako refrakčné sú tie výkony, ktorých cieľom je zabezpečiť trvalé riešenie refrakcie bez potreby riešiť chorobné poškodenie oka. Vo svojej podstate sú nadštandardné z pohľadu úhrady. Pri týchto výkonoch sa do fakického oka implantuje ďalšia šošovka (fakická vnútroočná šošovka) alebo sa vymení číra šošovka za umelú vnútroočnú šošovku (CLE clear lens extraction/RLE refractive lens extraction). V súčasnosti nie sú presne stanovené podmienky, za ktorých je možné realizovať vnútroočné refrakčné výkony.

## Pacient – kandidát na operáciu

Vnútroočný refrakčný výkon sa realizuje výhradne na žiadosť pacienta, u ktorého nie je žiadne iné očné ochorenie, ktoré by ovplyvnilo celkový výsledok operácie, čo je zabezpečené vyššie uvedenými vyšetreniami po písomnom potvrdení informovaného súhlasu. Výkon sa doporučuje vykonávať u pacientov dospelých, t.j. nad 18 rokov veku.

## Zariadenie, ktoré realizuje operáciu

Vnútroočné refrakčné výkony sa vykonávajú na operačnej sále vybavenej základným vybavením podľa minimálnych technických a personálnych požiadaviek v zmysle jestvujúcej legislatívy.

## B.a) Vnútroočné refrakčné výkony s implantáciou vnútroočnej šošovky do puzdra (jednoohniskové, viacohniskové, s predĺženým ohniskom, pseudoakomodatívne)

Primárnou indikáciou operácie je porucha zrakových funkcií oka a subjektívne ťažkosti pacienta v dôsledku refrakčnej chyby, ktorá zhoršuje kvalitu jeho života. Predoperačná nekorigovaná a korigovaná zraková ostrosť je zásadným kritériom rozhodnutia sa pre chirurgickú intervenciu. Tento typ operácie sa zvyčajne odporúča pacientom s refrakčnou chybou, ktorá vylučuje iné možnosti korekcie, prípadne v kombinácii s prebyopiou. Pacient

prichádza s požiadavkou na nezávislosť od okuliarov alebo kontaktných šošoviek. Výber vnútroočnej šošovky je závislý od viacerých faktorov (1).

### **Indikácie**

- hypermetropia/astigmatizmus stredného až vysokého stupňa,
- myopia/astigmatizmus vysokého stupňa,
- presbyopia s ametropiou, zvyčajne určená pre pacientov nad 40 rokov,
- anizometropia.

### **Kontraindikácie**

- stav, keď nie je nádej na zlepšenie zrakových funkcií,
- pridružené očné ochorenia (degeneratívne ochorenia rohovky, porucha závesného aparátu šošovky, pozápalové stavy, husté sklovcové zákaly, ochorenia makuly, pokročilý glaukomový nález, poškodenie sietnice, diabetická retinopatia, ale aj závažný syndróm suchého oka), ktoré by mohli výsledok operácie negatívne ovplyvniť,
- relatívnu kontraindikáciou je výskyt alebo liečba strabizmu v detstve,
- monokulárna implantácia viacohniskovej vnútroočnej šošovky pri amblyopii stredného až ťažkého stupňa, úplnej absencii jednoduchého binokulárneho videnia (binokulárnych funkcií),
- manifestný a latentný strabizmus (ak nie je refrakčná operácia súčasťou následnej operácie proti strabizmu)

Pacient musí byť dostatočne a zrozumiteľne informovaný vyškoleným personálom o spôsobe a technike operácie a o možných operačných a pooperačných komplikáciách. O možnom výskyte pooperačných vizuálnych fenoménov (halo, glare), o zmene citlivosti na kontrast, o potrebnej neuroadaptácii. Súhlas k operácii potvrdí svojim podpisom na zvláštnom formulári (Informovaný súhlas), v ktorom je potrebné všetky vyššie uvedené okolnosti zaznamenať. Pacient by mal byť informovaný o možnostiach riešenia pooperačnej refrakcie všetkými typmi vnútroočných šošoviek /monofokálna, torická, EDOF a MF IOL/. Je dôležité, aby pacient mal realistické očakávania od operácie a pochopil jej potenciálne výhody a obmedzenia.

### **Celkové vyšetrenie pacienta pred operáciou**

Závisí od celkového stavu pacienta. Postup pri vyšetrení stanovuje odborné usmernenie Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky o vykonávaní ambulantných vyšetrení u dospelých pred plánovanými zdravotnými výkonmi s potrebou anestéziologickej starostlivosti Dňa: 10.6. 2014 Číslo: 12 826/2014-SZ, alebo interné predoperačné vyšetrenie, ak to zdravotný stav pacienta vyžaduje.

### **Predoperačné vyšetrenia: vid'. strana 4. - 5. (Doporučené predoperačné vyšetrenia)**

#### **Biometria a výpočet dioptrickej hodnoty vnútroočnej šošovky**

Výpočet dioptrickej hodnoty vnútroočnej šošovky je spolu s precíznym mikrochirurgickým prevedením operácie najdôležitejšou súčasťou správneho výsledku operácie = plánovanej (cielenej) pooperačnej refrakcie operovaného oka. Výpočet sa robí pomocou aktuálnych

kalkulačných vzorcov (formúl), do ktorých sa vkladajú namerané hodnoty keratometrie a axiálnej dĺžky bulbu, získané z biometrie oka. Biometria oka sa robí ultrazvukom, alebo nekontaktnou optickou biometriou. Výsledky z optických bietrov sú presnejšie. V súčasnosti sa používajú veľmi presné optické biometre, ktoré merajú axiálnu dĺžku oka pomocou „swept source“ OCT a formuly, ktoré pri výpočte IOL berú do úvahy aj zadnú plochu rohovky tzv. totálnu keratometriu (TK), čím je výsledok merania hodnôt plánovanej implantovanej vnútroočnej šošovky ešte presnejší. Špecifickú konštantu (a-konštanta) vnútroočnej šošovky uvádza výrobca. Ďalšie spresnenie výsledkov je možné dosiahnuť personalizáciou chirurgicky indukovaného astigmatizmu (SIA) a personalizáciou konštánt pri vnútroočných šošovkách (IOL).

## **Predoperačná príprava**

### **Profylaxia infekcie**

- a) Účinnosť profylaktickej instilácie ATB kvapiek do spojkového vaku (fluorochinolových antibiotík druhej až štvrtej generácie ofloxacín, levofloxacín, moxifloxacín, aminoglykosidov neomycín, gentamycín, tobramycín, alebo inej kombinácie ATB) 1 – 3 dni pred operáciou nebola preukázaná. V prípade, že sa pred operáciou použije povidon-iodin (PVI) a intrakamerálne cefuroxim na konci operácie, nie je pred operačným zákrokom ATB profylaxia nutná.
- b) Príprava operačného poľa
  - 5 – 10 % povidon-iodin na kožu mihalníc a okolia oka,
  - 3 – 5 % povidon-iodin do spojkového vaku minimálne po dobu 3 minút.
- c) Po uzatvorení rany sa odporúča intrakamerálna aplikácia cefalosporinového ATB – cefuroxime, určeného na intrakamerálne použitie v dávke 1,0 mg v 0,1 ml fyziologického roztoku, zvýšenie profylaxie je možné dosiahnuť aplikáciou 3 – 5 % povidon-iodin do spojkového vaku.
- d) Operácia v aseptickom prostredí s použitím aseptických mikroinštrumentov vysterilizovaných v teplovzdušných alebo plazmových sterilizátoroch s programami na duté mikroinštrumenty podľa noriem EU. Doklady o sterilizácii na konkrétnu operáciu a pacienta je nutné uchovávať v knihe sterilizácií.

Parabulbárna, alebo subkonjunktiválna aplikácia ATB sa ako profylaxia zápalov neodporúča.

### **Anestézia**

Operácia sa vykonáva väčšinou v lokálnej anestézii, len výnimočne v celkovej anestézii najčastejšie u pacientov, u ktorých je vylúčená spolupráca. Typy lokálnej anestézie: retrobulbárna, parabulbárna, periokulárna, sub-konjunktiválna, sub-tenonská, topická a intrakamerálna. Lokálna anestézia môže byť kombinovaná s analgosedatívami. U väčšiny pacientov môže byť operácia vykonaná iba v lokálnej topickej anestézii. Cieľom je čo najmenej invazívne podanie anestetika.

Pre optimálnu stratégiu anestézie a jej vhodný typ sa rozhoduje chirurg na základe potrieb pacienta a svojich vlastných skúseností a preferencií. Operovaný pacient musí byť pred samotným výkonom informovaný, aký spôsob anestézie dostane.

### **Peroperačné riziká**

Zvýšené operačné riziko predstavujú stavy znemožňujúce dosiahnutie adekvátnej mydriázy ako sú poúrazové stavy, pozápalové stavy, diabetes, nikotinizmus a IFIS (Intraoperative floppy iris syndrome) popísaného v r. 2005 Changom a Campbellom v súvislosti s užívaním tamsulosinu (2).

Pri dlhodobom užívaní vysadenie tamsulosinu, alebo iných blokátorov alfa 1 receptorov nemá efekt na elimináciu IFIS. Tieto stavy je možné zvládnuť pomocou intrakamerálne podaných mydriatik, u IFIS vždy hneď na začiatku operácie, po prvom otvorení prednej očnej komory, prípadne instilovaním vhodného viskomateriálu a nastavením prístroja. Pokiaľ to nie je dostatočne účinné, chirurg má možnosť použiť rôzne chirurgické pomôcky na mechanické rozšírenie zrenice počas operácie (retraktory, háčiky, prstence). Každé pracovisko má byť vybavené takýmito špeciálnymi pomôckami na zvládnutie operácií komplikovaných úzkou zrenicou.

Pacientov s antikoagulačnou liečbou nie je nutné prestavovať na nízkomolekulárny heparín pri štandardnej operácii. Je ale dôležité, aby tento údaj chirurg evidoval a rezy volil tak, aby nedošlo ku krvácaniu.

### **Štandardný operačný postup**


Súčasná vedecká poznatky považujú za lege artis operáciu, pri ktorej sú jadro šošovky a šošovkové hmoty odstránené čo najšetrnejšie, a súčasne je zachovaná podstatná časť kapsulárneho vaku (puzdra šošovky) s implantáciou umelej vnútroočnej šošovky do kapsulárneho vaku. Tomuto princípu najvernejšie zodpovedá technika ultrazvukovej fakoemulzifikácie s minimálnym operačným rezom (1,8 – 3,0 mm), otvorením predného puzdra šošovky cirkulárnou kapsulorexou (CCC), s použitím kvalitného viskoelastického materiálu slúžiaceho na ochranu vnútroočných štruktúr (tzv. OVD) a s implantáciou biokompatibilnej vnútroočnej šošovky, spravidla bez použitia stehov. Operačná technika môže byť modifikovaná na základe individuálneho vnútroočného nálezu.

### **Pooperačná starostlivosť**

V pooperačnom období sa odporúča kontrola na 1. pooperačný deň, 1 týždeň a v priebehu 1. – 3. mesiaca po operácii.



**Tabuľka č. 1: Rozsah a frekvencia kontrol po operácii**

 <b>Rozsah a frekvencia kontrol po operácii</b>			
<b>Vyšetrenie</b>	<b>1 . pooperačný deň</b>	<b>1. týždeň po operácii</b>	<b>3. mesiac po operácii</b>
Keratometria	vždy	vždy	vždy
Refraktometria	vždy	vždy	vždy
Pachymetria	vždy	vždy	vždy
Vyšetrenie zrakovej ostrosti bez a s korekciou	vždy	vždy	vždy
Zrkadlová endotelová mikroskopia	V indikovaných prípadoch	V indikovaných prípadoch	V indikovaných prípadoch
Biomikroskopia predného segmentu	vždy	vždy	vždy
Vyšetrenie v mydriáze	podľa potreby	podľa potreby	podľa potreby
Vyšetrenie očného pozadia	podľa potreby	podľa potreby	podľa potreby
Topografia/tomografia rohovky	podľa potreby	podľa potreby	podľa potreby
Prednosegmentové OCT	podľa potreby	podľa potreby	podľa potreby
Zadnosegmentové OCT	podľa potreby	podľa potreby	podľa potreby

**Pooperačná farmakologická starostlivosť**

Pooperačná terapia spočíva v aplikácii antibiotík s nesteroidnými antiflogistikami alebo kortikosteroidmi hlavne u pacientov s predchádzajúcou uveitídou, diabetickou retinopatiou, epiretinálnou membránou, retinitis pigmentosa, po predchádzajúcej pars plana vitrektómii, pooperačným CME na druhom oku, pri pooperačných komplikáciách (hlavne pri porušení zadného puzdra so stratou sklovca) a pri neodstránených fragmentoch šošovky. Dĺžka pooperačnej terapie sa u nekomplikovaných operácií odporúča 3 týždne, inak môže pretrvávajúť až niekoľko mesiacov až do vyriešenia možných komplikácií.

**Vnútroočné šošovky**

Implantácia vnútroočnej šošovky slúži na korekciu odstraňovanej refrakčnej chyby. V súčasnej dobe sú štandardom jednokusové šošovky (single-piece), mäkké skladateľné (foldable), s ostrými hranami (square edge), vyrobené z akrylátov s UV filtrom, ktoré sa implantujú do puzdra pôvodnej šošovky. Ich veľkou prednosťou je možnosť implantácie malým operačným rezom pomocou špeciálnych zavádzacích injektorových systémov, ktoré zaisťujú minimálny kontakt nástrojov a chirurga s umelou šošovkou pred jej implantáciou do oka. Tým sa výrazne znižuje riziko pooperačnej infekcie a prípadné poškodenie šošovky počas manipulácie a skraca sa doba potrebná na rehabilitáciu pacienta.

## Komplikácie

Komplikácie operácie, ktoré vedú ku strate zrakovej ostrosti, sú ojedinelé. Medzi najčastejšie **peroperačné komplikácie** patrí ruptúra zadného puzdra s, alebo bez straty sklovca, krvácanie do prednej komory, plytká predná komora, poškodenie dúhovky, ev. suprachoroidálna hemorágia.

V **skorých pooperačných komplikáciách** sa môžeme stretnúť s prechodným zvýšením vnútroočného tlaku, s opuchom rohovky, zápalovou reakciou predného očného segmentu, krvácaním a ponechanými zbytkami šošovkového materiálu v oku.

K **ďalším pooperačným komplikáciám** patrí infekčná endoftalmitída, suprachoroidálne krvácanie, cystoidný edém makuly, TASS (toxic anterior segment syndrome), odlúpenie sietnice a edém rohovky s následnou bulóznou keratopatiou. Odlúpenie sietnice po operácii nastáva najmä ak v priebehu operácie došlo ku komplikáciám typu otvorenia zadného puzdra s prolapsom sklovca do PK a následnou prednou parciálnou vitrektómiou. Táto komplikácia môže nastať týždne až roky po operácii. Všetci pacienti, u ktorých je zvýšené riziko odlúpenia sietnice, by mali byť poučení, aby pri významnej zmene príznakov ako napr. pri svetelných zábleskoch, výraznom zvýšení počtu sklovcových zákalov, vzniku fotopsie, zmenšení zorného poľa alebo znížení zrakovej ostrosti urýchlene navštívili očného lekára. Ak sú pacienti oboznámení s príznakmi odlúpenia sietnice, je pravdepodobnejšie, že prídu na vyšetrenie k oftalmológovi hneď po ich spozorovaní. To zvyšuje nádej na úspešné chirurgické a zrkové výsledky.

Najzávažnejšou pooperačnou komplikáciou je endoftalmitída (3). Je to vnútroočný zápal, ktorý vzniká vniknutím patogénneho mikroorganizmu najčastejšie baktérie, do vnútra oka počas alebo bezprostredne po operácii. Približne v 1 % môže vzniknúť endogénne, prenesením patogénneho mikroorganizmu z iného infikovaného orgánu v tele krvou. Inkubačná doba je rôzna, podľa patogénneho agens. Príznaky sa spravidla objavia 3. – 4. deň po operácii. Najčastejšie je to bolesť, zhoršenie videnia. V objektívnom náleze vidíme výraznú zápalovú iritáciu bulbu, exsudáciu do prednej komory, hyperémiu dúhovky, hypopyon a skalenie sklovca. Pri takomto náleze je potrebné pacienta čo najskôr odoslať na vitreoretinálne pracovisko s možnosťou akútnej chirurgickej intervencie.

Primárnou liečebnou technikou rozvíjajúcej sa endoftalmitidy je urgentný operačný zákrok s odstránením vyvolávajúceho agens lavážou prednej komory, odstránením zápalových membrán, PPV spolu s odstránením endotoxinov a instiláciou antibiotík do sklovcového priestoru.

Na začiatku PPV je potrebné urobiť odber vzorky cca 0,5 ml – 1 ml, na kultiváciu (bakteriálnu – aeróbnou/anaeróbnou a kultiváciu na plesne. Po odbere na kultiváciu je súčasťou PPV instilácia antibiotík do infúzného roztoku, ktorým je sklovcový priestor plnený (premývaný). Voľba antibiotík závisí na klinickom vzhľade endoftalmitidy. Podľa súčasných poznatkov a výsledkov klinických randomizovaných štúdií najúčinnjšou liečbou s najširším antibakteriálnym spektrom je kombinácia intravitreálne injikovaného vankomycínu a ceftazidimu.

Rýchlosť vývoja ochorenia závisí na type a virulencii agens a veľkosti inokula, preto aj z klinického nálezu vyplýva urgentnosť operačného riešenia. V závislosti na priebehu endoftalmitídy a postihnutia zrakových funkcií je možné zvažovať najskôr diagnostický odber materiálu ku spracovaniu na bakteriológiu, cytológiu a podľa výsledku neskôr indikovať PPV.

Pri prudkom priebehu sa však operačná intervencia pohybuje maximálne do niekoľko hodín. Žiaduci je okamžitý a neodkladný zákrok bezprostredne po zistení diagnózy skôr, ako príde k plnému rozvoju zápalu s toxickým poškodením neuroepitelu sietnice. Prognóza pri včasnom záchyťe ochorenia a včasnej indikácii operácie pars plana vitrektómie (PPV) ešte pred plným rozvojom ochorenia je relatívne dobrá a umožní zachovanie dobrých zrakových funkcií. V opačnom prípade, kedy dôjde k operačnému riešeniu až pri plnom rozvoji zápalu nemožno očakávať v pooperačnom období dosiahnutie uspokojivých zrakových funkcií.

Od endoftalmitídy je nutné odlišiť toxoaergickú reakciu po operácii (toxic anterior segment syndrom – TASS), ktorá je prejavom sterilného zápalu po prieniku toxických látok do oka. Sú to rôzne detergenty, prezervanciá (konzervačné látky), alebo čistiace či iné prídavné komponenty prítomné v infúziách, prípadne cudzorodé látky prítomné ako reziduá na implantátoch, viskomateriále alebo reziduá v nedostatočne očistenom resterilizovateľnom inštrumentáriu. Klinické prejavy môžu byť identické ako u endoftalmitídy, spravidla je však zápalová infiltrácia prítomná len v prednom segmente oka, avšak nie je vylúčená aj sklovcová reakcia. Toxický syndróm TASS možno odlišiť rýchlym nástupom (cca 6 – 24 hodín), pozitívnou reakciou na lokálnu protizápalovú liečbu a neprítomnosťou bakteriálnych kultúr z bioptického materiálu. Prognóza TASS je dobrá, dobre reaguje na lokálnu protizápalovú kortikosteroidnú liečbu formou instilačnou prípadne v kombinácii so subkonjunktívnou injekciou. Pre možnosť hromadného výskytu pooperačného zápalu (napríklad v dôsledku viskomateriálu vyvolávajúceho TASS), odporúčame kontaktovať pracovisko, kde bol pacient operovaný, kvôli rýchlejšej a efektívnejšej koordinácii liečby a zavedeniu príslušných opatrení.

Je tiež nevyhnutné informovať pacienta po operácii, aby sa pri objavení akútnych príznakov (výraznejšie zápalové dráždenie, bolesť a zhoršenie videnia) neodkladne dostavil na najdostupnejšie oftalmologické pracovisko.

Medzi **komplikácie viažuce sa k implantovanej vnútroočnej šošovke** patrí refrakčné prekvapenie (nesprávna dioptrická sila implantovanej vnútroočnej šošovky), decentrácia alebo dislokácia IOL, glistening a kalciové depozitá, pseudofakická dysfotopsia a glare. Všetky vyššie uvedené stavy môžu byť dôvodom na výmenu vnútroočnej šošovky.

Niekedy dochádza k **druhotnému zakaleniu puzdra pôvodnej šošovky – sekundárnej katarakte** (tiež PCO – posterior capsule opacification), ktorá má dve základné formy: proliferáciu a fibróznu. Oba typy môžu znížiť videnie pacienta v rôznej dobe po operácii primárneho sivého zákalu. Na výskyt sekundárnej katarakty má vplyv viacero faktorov. Jedným z nich je typ implantovanej vnútroočnej šošovky (materiál, dizajn). Vo všeobecnosti majú vnútroočné šošovky z PMMA a z hydrofilného materiálu vyšší výskyt sekundárnej katarakty

v porovnaní so šošovkami z hydrofóbných akrylátov. Liečba sekundárneho zákalu závisí od individuálneho nálezu a preferencie chirurga. Vytvára sa otvor v zadnom puzdre pomocou Nd:YAG laseru, alebo chirurgická discízia, prípadne excízia časti zadného puzdra cestou pars plana vitrektómie.

Najčastejšie sa používa **Nd:YAG kapsulotómia**. Indikáciou ku Nd:YAG kapsulotómii je opacifikácia zadného puzdra so zhoršením zraku na úroveň, ktorá nezodpovedá funkčným potrebám pacienta alebo kriticky naruša vizualizáciu očného pozadia. Rozhodnutie vykonať kapsulotómiu by malo brať do úvahy výhody a riziká laserovej chirurgie. Podiel zadnej kapsulotómie môže byť zvýšený u pacientov s multifokálnymi umelými vnútroočnými šošovkami, pravdepodobne preto, že tieto šošovky znižujú kontrastnú citlivosť, a preto je sekundárny zákal horšie tolerovaný pacientom. Nd:YAG kapsulotómia by sa nemala vykonávať profylakticky (t.j. ak je puzdro číre). Bilaterálna Nd:YAG zadná kapsulotómia v ten istý deň môže byť vhodná tiež, ak je indikovaná. Komplikácie Nd:YAG kapsulotómie sú: zvýšený vnútroočný tlak, odlúpenie sietnice, cystoidný edém makuly, poškodenie vnútroočnej šošovky a jej dislokácia. Riziko odlúpenia sietnice po Nd:YAG kapsulotómii zvyšuje axiálna myopia, rovnako ako predchádzajúce vitreoretinálne ochorenia.

V indikovaných prípadoch, hlavne pri regeneratívnom type sekundárnej katarakty (Elschnigove perly) je možné indikovať **operačné pulírovanie zadného puzdra**.

### **Odporúčania – následná starostlivosť**

Povinnosťou chirurga je priviesť pacienta až do konca pooperačnej rehabilitácie. Ak je pacient prenechaný do starostlivosti iného oftalmológa, musí byť o tom dopredu poučený. Chirurg má povinnosť informovať pacienta o riziku komplikácií, ochrane očí v pooperačnom období, limitoch aktivít a postupe v prípade akútneho stavu. Povinnosťou pacienta v pooperačnom období je dodržiavať kľudový a terapeutický režim, dodržiavať rady a pokyny lekára, a v prípade problémov lekára ihneď informovať.

Po operačnom zákroku je pacient kontrolovaný oftalmológom, až kým je jeho stav stabilizovaný. Obvyklá doba pooperačnej konzervatívnej terapie je približne 3 – 4 týždne. Po tejto dobe je už pooperačná refrakcia zväčša stabilizovaná a v prípade potreby je pacientovi predpísaná potrebná okuliarová dokorekcia. Tým je liečebný proces ukončený. Ďalšie kontroly sú doporučené len v prípade ťažkostí. Z dôvodu prípadného refrakčného zbytku je niekedy v indikovaných prípadoch doporučená laserová dokorekcia s odstupom minimálne 6 mesiacov od primárnej vnútroočnej operácie.

### **Typy vnútroočných šošoviek**

Asférické vnútroočné šošovky (jednoohniskové – monofokálne) ponúkajú možnosť zlepšiť funkčné videnie a kvalitu videnia zlepšením kontrastnej citlivosti, obmedzením svetelných kruhov a zlepšením optickej kvality. Klinické dáta u týchto šošoviek preukázali redukciu očných sférických aberácií, lepšiu kontrastnú citlivosť a lepšie nočné videnie. Ich nevýhodou je pretrvávajúca potreba okuliarovej korekcie pri čítaní.

Sférické vnútroočné šošovky sa používajú na korekciu vysokého stupňa refrakčnej chyby mimo štandardne dostupných asférických šošoviek.

Torické vnútroočné šošovky znižujú závislosť na okuliaroch spôsobenú astigmatizmom. Až 15 – 29 % pacientov má astigmatizmus 1,5 Dcyl alebo vyšší. Torické v porovnaní s netorickými vnútroočnými šošovkami znižujú závislosť na okuliaroch. Na zlepšenie kvality života v podobe zníženia závislosti od okuliarov po operácii sa využívajú tieto možnosti: princíp „monovision” (implantácia dioptricky rozdielnych jednoohniskových vnútroočných šošoviek), alebo implantácia vnútroočných šošoviek korigujúcich presbyopiu. Pre každú z týchto stratégií je rozhodujúca indikácia a voľba pacienta. Chirurgovia musia poznať individuálny životný štýl a očakávania pacientov, len tak dokážu zvoliť najlepšiu možnú vnútroočnú šošovku.

**Vnútroočné šošovky korigujúce presbyopiu** môžeme rozdeliť na multifokálne, pseudoakomodatívne a šošovky s predĺženou hĺbkou ostrosti (extended depth of focus).

Multifokálne vnútroočné šošovky (4) dosahujú svoj účinok tak, že rozdeľujú prichádzajúce svetlo do dvoch, či viac ohnísk. Možno ich rozdeliť na refrakčné a difrakčné. Nepriaznivé účinky multifokálnych IOL zahŕňujú zníženú kontrastnú citlivosť, svetelné kruhy okolo bodových svetelných zdrojov – „halo“ a „glare” oslnenie. Presbyopiu korigujúce vnútroočné šošovky, ktoré sa snažia napodobniť ľudskú akomodáciu (akomodačné vnútroočné šošovky) sú navrhnuté tak, aby menili polohu v oku podľa akomodačného úsilia.

Dostupné pseudoakomodatívne vnútroočné šošovky vykazujú obmedzenú „akomodačnú” schopnosť, ale bez straty kontrastnej citlivosti a s absenciou príznakov spojených s multifokálnou technológiou.

Vnútroočné šošovky s predĺženou hĺbkou ostrosti (tzv. EDOF) – umožňujú kvalitné videnie do diaľky a na strednú vzdialenosť, neovplyvňujú kontrastnú citlivosť a majú znížený výskyt optických fenoménov (halo, glare). Na predĺženie fokusu využívajú rôzne fyzikálne princípy, sférickú aberáciu, chromatickú aberáciu, pin hole, predĺženie a posun vlnoplochy. Toto umožňuje kvalitné kontinuálne videnie v rozsahu diaľka až stredná vzdialenosť. Torické varianty týchto šošoviek súčasne korigujú astigmatizmus. EDOF vnútroočné šošovky výrazne znižujú závislosť od okuliarov. Sú indikované u pacientov preferujúcich kvalitu videnia pred rozsahom videnia na jednotlivé vzdialenosti a aj u pacientov po refrakčných operáciách na rohovke.

Pri plánovaní implantácie sa využíva aj stratégia tzv. monovision – do dominantného oka cielená emetropia a do nedominantného oka do -0,5 Dsph, prípadne cielená mierna myopizácia oboch očí do -0,5 Dsph.

### **Operácie na druhom oku**

Indikácia k operácii druhého oka je podobná ako indikácia prvého oka. Interval medzi dvoma výkonmi je v rozsahu 2 – 7 dní. Výsledok operácie prvého oka môže ovplyvniť čas potrebný

na uskutočnenie zákroku na druhom oku. Môže byť ovplyvnený niekoľkými faktormi: subjektívna spokojnosť s videním po operácii prvého oka, centrálna zraková ostrosť a funkčný stav zatiaľ neoperovaného oka, priebeh pooperačného hojenia a refrakčná stabilita už operovaného oka, stupeň anizotropie (rozdiel korekcie a refrakcie na oboch očiach).

V posledných rokoch sa na oftalmologické pracoviská zavádza operácia oboch očí v jednom sedení (5). Tento prístup má svoje výhody (logistické, ekonomické aj medicínske), ale aj nevýhody. Najzávažnejšie riziko (nevýhoda) je vznik pooperačnej endoftalmitídy na oboch očiach, ale napr. aj možné refrakčné prekvapenie. Riziko endoftalmitídy je signifikantne eliminované separátnym použitím operačných setov vrátane fako-koncovky, irigácie/aspirácie, hadicového systému a celého inštrumentária ako u dvoch samostatných operácií.

### **Výsledky a ciele**

#### **Doporučené údaje pre zber dát za účelom vyhodnotenia úspešnosti procesu**

V priebehu liečby sú kontrolované zrakové funkcie pacienta, vnútroočný tlak a lokálny oftalmologický nález: stav hojenia – pooperačný zápal, stav rohovky, dúhovky, púzdra šošovky, centrícia umelej vnútroočnej šošovky a stav sietnice.

#### **Doporučené kritériá a indikátory kvality starostlivosti**

Kritérium kvality starostlivosti je zraková ostrosť 3 mesiace po operácii, priemerný indukovaný astigmatizmus 3 mesiace po operácii, počet chirurgických komplikácií vrátane frekvencie sekundárnej katarakty. Významným kritériom je subjektívne hodnotenie výsledku operácie pacientom.

### **Literatúra**

1. Braga-Mele R, Chang D, Dewey S, et al. Multifocal intraocular lenses: relative indications and contraindications for implantation. J Cataract Refract Surg. 2014;40(2):313–322. doi: 10.1016/j.jcrs.2013.12.011. - DOI - PubMed
2. Chang DF, Campbell JR. Intraoperative floppy iris syndrome associated with tamsulosin. J Cataract Refract Surg 2005;31:664-673.
3. Jiajun Sun 1 2, Zhen Guo 1 2, Honglei Li 1 2, Baoxia Yang 1 2, Xiaoming Wu 1 2 Acute Infectious Endophthalmitis After Cataract Surgery: Epidemiological Characteristics, Risk Factors and Incidence Trends, 2008-2019
4. Haider MA, Khaqan HA, Usman N, Ahmed A, Sattar U, Buksh HM, Ikram R, Sarfaraz S.J Ayub Med Coll Abbottabad. Visual Outcomes With Intraocular Trifocal Lens Implant. 2023 Feb-Mar;35(1):76-79.
5. Hong.S, Park W, Eom Y, Kim HM, Song JS.Sci Rep. 2022 Dec 26;12(1):22382. doi: 10.1038/s41598-022-26851-2.Comparisons of outcomes and complications of immediate sequential bilateral cataract surgery and unilateral cataract surgery in a tertiary hospital in South Korea.Hong

### **B.b) Vnútroočné refrakčné výkony s implantáciou vnútroočnej šošovky pri ponechaní vlastnej šošovky (fakické vnútroočné šošovky)**

Princíp fakických vnútroočných šošoviek spočíva v jednoduchšej myšlienke. Do oka sa vloží šošovka, ktorá svojimi vlastnosťami dopĺňa alebo naopak ochudobňuje dioptrický aparát oka tak, aby sa dosiahla požadovaná emetropia. Zároveň sa zachovávajú vlastnosti prirodzenej kryštalickej šošovky, čo nám dáva možnosť naďalej využívať jej akomodačnú schopnosť. Výsledný efekt je teda optimálny. Implantácia fakickej vnútroočnej šošovky prináša relatívne rýchlu zrakovú rehabilitáciu a výhodou je presnosť a predvídateľnosť jej refrakčného výsledku. Toto riešenie možno navyše považovať za reverzibilné, čo znamená, že šošovku možno

v prípade potreby kedykoľvek explantovať. Medzi nevýhody patrí skutočnosť, že ide o vnútroočný zákrok. Taktiež riziko možných komplikácií je pomerne vysoké.

Implantácii niektorých fakických šošoviek predchádza Nd: YAG laserová iridotómia, ktorá sa vykonáva, aby sa zabránilo pupilárnemu bloku, ktorý by spôsobil zvýšenie vnútroočného tlaku. Iridotómia sa vykonáva približne týždeň pred samotnou implantáciou, pretože zápalová reakcia na poškodenie tkaniva počas tohto obdobia ustupuje. Alternatívou je vytvorenie iridektómie peroperačne pomocou vitrektómu.

### **Rozdelenie**

Rozdelenie fakických vnútroočných šošoviek je založené na ich umiestnení a spôsobe fixácie. Podľa umiestnenia sa šošovky delia na šošovky do prednej komory a do zadnej komory. Šošovky do prednej komory sa ďalej delia na šošovky fixované v uhle komory (už sa nepoužívajú) a šošovky fixované na dúhovke. Tieto šošovky sú zvyčajne vyrobené z rovnakých materiálov ako šošovky používané po operácii katarakty, ale v porovnaní s týmito šošovkami majú upravenú haptickú časť.

Dioptrický rozsah korigovaných sférických dioptrií od +12 DSph do -23,5 DSph a astigmatismus 7 Dcyl (Artisan/Artiflex) alebo +10 DSph do -18 DSph a astigmatizmus 6 Dcyl (ICL Staar) v závislosti od typu a výrobcu šošovky.

### **Predoperačné vyšetrenia: vid'. strana 5.**

Sedem dní pred vyšetrením nesmie pacient nosiť žiadne kontaktné šošovky.

### **Indikácie**

Indikáciami na implantáciu fakickej šošovky sú refrakčné chyby všetkých typov (krátkozrakosť, hypermetropia, astigmatizmus, presbyopia) u relatívne mladých pacientov, u ktorých nie je možná laserová korekcia refrakčnej chyby (najčastejšie z dôvodu nedostatočnej hrúbky rohovky, prípadne výškou presahuje možnosti laserovej refrakčnej chirurgie) a u ktorých si prirodzená šošovka zachovala schopnosť akomodácie, takže je výhodné ponechať ju in situ.

Podmienkou je vek nad 18 rokov a tiež stabilná refrakčná chyba (bez zmeny dioptrického stavu oka väčšej ako 0,5 Dsph v priebehu posledných 12 mesiacov).

### **Kontraindikácie**

- počet endotelových buniek menší ako 2000/mm<sup>2</sup>,
- degeneratívne a dystrofické zmeny rohovky,
- uveitída,
- hĺbka prednej komory menšia ako požaduje výrobca,
- glaukóm,
- sivý zákal,
- ochorenia sklovca a sietnice,
- riziková periférna degenerácia sietnice.

## **Predoperačné vyšetrenie**

Prvým krokom je úvodné vyšetrenie počtu endotelových buniek a ich kvalitatívne zhodnotenie. Ako bude uvedené v ďalších kapitolách, najmä implantáty prednej komory sú sprevádzané pooperačným poklesom počtu endotelových buniek. Preto by sa pacienti s počtom buniek pod 2000/mm<sup>2</sup> mali na základe predoperačného vyšetrenia vylúčiť. Len vtedy môže byť implantácia bezpečná. Ďalším špecifikom je nepochybne biometrické vyšetrenie predného segmentu oka. Musíme určiť parametre prednej komory, jej hĺbku aj dĺžku. Na základe merania hĺbky možno určiť riziko zvýšenej straty endotelu. Najmä v prípade prednej komorovej šošovky s fixáciou v komorovom uhle určuje túto mieru rizika vzdialenosť optickej časti implantátu od endotelu rohovky. Preto je ďalším vylučovacím kritériom hĺbka prednej komory. Za hĺbku prednej komory považujeme vzdialenosť od povrchu endotelu rohovky k prednému povrchu šošovky. Na druhej strane rozmer dĺžky prednej komory určuje odporúčanú dĺžku implantátu. Pôvodné odporúčané meranie vonkajšej časti oka technikou limbus-limbus alebo technikou označovanou ako "biela k bielej" s pripočítaním 1 milimetra k nameranej hodnote sa v súčasnosti javí ako úplne nedostatočné. Chyba v tomto meraní môže viesť k decentralizácii implantátu, ak je príliš malý, alebo naopak k ovalizácii zrenice, ak je šošovka predimenzovaná. Dioptrickú silu implantátu potom zvyčajne určuje výrobca na základe hodnôt refrakcie a parametrov oka.

## **B.b.a) Vnútroočné refrakčné výkony s implantáciou vnútroočnej šošovky do zadnej očnej komory pri ponechaní vlastnej šošovky**

Zadnokomorová fakická šošovka sa implantuje do zadnej komory medzi zadný povrch dúhovky a predný povrch šošovky. Predstaviteľom zadnokomorovej šošovky je vnútroočná kopolymérová šošovka, ktorá podobne ako štandardná kontaktná šošovka kopíruje predný povrch rohovky a je umiestnená v sulcus ciliaris.

Implantát je vyrobený z jedného kusu tenkého, veľmi pružného materiálu, ktorým je kolagén-hydrogélkový kopolymér – tzv. ICL (implantable collamer lens). Haptická platnička je založená v záhybe sulcus ciliaris v pars plicata corpus ciliare. Je skonštruovaná tak, aby sa zabránilo minimálnemu kontaktu so zonulárnym aparátom a predným puzdrom šošovky. Vzdialenosť medzi implantátom a uvedenými štruktúrami je približne 0,2 milimetra a tento priestor je vyplnený komorovou tekutinou.

## **Štandardný operačný postup**

Po lokálnej topickej anestézii sa vytvorí 2,7 až 3 mm veľký hlavný rohovkový rez. Predná komora je vyplnená viskoelastickým materiálom. ICL sa zavedie cez hlavný rez pomocou injekčnej kazety (STAAR Surgical, Švajčiarsko) a umiestni sa do zadnej komory jemným zasunutím nožičiek pod dúhovku. Viskoelastický materiál sa odsaje z prednej komory pomocou irigačno/aspiračnej sondy (IA). V žiadnom prípade sa nevykonáva predoperačná ani intraoperačná periférna iridektómia. Po operácii sa cca 60 minút monitoruje vnútroočný tlak na operovanom oku pacienta, aplikujú sa lokálne protizápalové lieky a antibiotiká. Rôzni chirurgia a rôzne nemocnice majú rôzne režimy lokálnych protizápalových liekov a prevencie infekcií. (1)



Tradičný rez je na temporálnej strane rohovky, ale je možné vykonať zákrok aj rezom zhora. Vzhľadom na to, že mladší pacienti, ktorí vyžadujú operáciu ICL majú zvyčajne astigmatizmus podľa pravidla, môže byť táto chirurgická technika vhodnou možnosťou na zníženie astigmatizmu bez použitia torickej varianty ICL (TICL).

Operácia sa vykonáva v anestézii, ktorej výber je plne v kompetencii chirurga, alebo môže byť ovplyvnený želaním pacienta a očakávanou spoluprácou. Operácia sa vykonáva technikou malého rezu, čo umožňuje mäkký a tenký skladateľný materiál, z ktorého je implantát vyrobený. Na druhej strane to kladie zvýšené nároky na šetrnosť implantácie vnútroočnej šošovky, pretože tie isté vlastnosti spôsobujú aj krehkosť materiálu. Ďalší dôraz sa kladie na správnu orientáciu šošovky, pretože ako už bolo uvedené, implantát svojou zadnou plochou nadväzuje na prednú plochu vlastnej šošovky. Preto sa šošovka zvyčajne implantuje najprv do prednej komory a až v druhej fáze sa definitívne fixuje za dúhovku. Na tento manéver sa používa buď implantačný hák, alebo kompresia viskoelastickým materiálom. Ten sa potom musí odsat' pred ďalším chirurgickým krokom, ktorým je intrakamerálna aplikácia miotika s kontrolou konečnej polohy implantátu po zúžení zrenice

### **Komplikácie**

**1. Peroperačné komplikácie** – počas operačného výkonu akékoľvek poranenie môže viesť k spojovkovému alebo vnútroočnému krvácaniu, defektom epitelu rohovky, edému rohovky, odlúpeniu Descemetovej membrány rohovky, poraneniu uhla prednej komory a traumatickej katarakte, preto sa výučba chirurga považuje za rizikový faktor vzniku pooperačnej katarakty. Traumatická katarakta je najzávažnejším dôsledkom chirurgického poranenia. Pri implantácii ICL bez centrálného otvoru sa pri vykonávaní periférnej iridektómie (PI) môže dúhovka a predné puzdro šošovky pritiahnuť k vitrektómu (2), čo má za následok vznik veľkej PI a poranenie predného puzdra šošovky.

**2. Skoré pooperačné komplikácie** – patrí sem najmä vzostup vnútroočného tlaku bezprostredne po operácii. Vysoký vnútroočný tlak a sekundárny glaukóm predstavujú 4,4 % pooperačných komplikácií po implantácii ICL a medzi ich príčiny patrí reakcia na steroidy, rezidua viskoelastického materiálu, pupilárny blok, pigmentácia dúhovky, zúžený komorový uhol atď. Zvýšenie VOT väčšinou dosiahlo svoj vrchol na konci prvého pooperačného mesiaca a následne došlo k stabilizácii.

**Kortikosteroidná reakcia (pacient je tzv. kortikoidový respondent):** ide o jednu z najčastejších príčin pooperačného vysokého vzostupu vnútroočného tlaku, ktorá predstavuje približne 64 %, vyskytuje sa v prvom až štvrtom týždni po operácii a vo všeobecnosti si nevyžaduje žiadnu liečbu.

Vysoký vnútroočný tlak spôsobený rezíduom viskoelastického materiálu možno pozorovať do 24 hodín po operácii. Ak vnútroočný tlak pacienta naďalej stúpa a prekročí 35 mmHg, alebo príznaky ako nevoľnosť a vracanie, bolesť postihnutého oka a bolesť hlavy pretrvávajú, možno zvážiť ďalšiu operáciu s výplachom viskoelastického materiálu.

Incidencia sekundárneho glaukómu spôsobeného pooperačnou disperziou pigmentu, pupilárnou blokádou a inými príčinami sa pohybuje od 0 do 5 % a čas nástupu je variabilný. Najčastejšou príčinou neskorého sekundárneho glaukómu je syndróm pigmentovej disperzie. Implantácia ICL môže krátkodobo spôsobiť ukladanie pigmentu v trabekulárnej sieťovine a vzostup VOT.

Pupilárny blok sa vyskytuje väčšinou po implantácii ICL bez centrálného otvoru. ICL s centrálnym otvorom znižuje výskyt pupilárneho bloku a udržiava uspokojivý VOT po operácii napriek tomu, že si nevyžaduje vytvorenie laserovej iridektómie pred operáciou. (4) V prípade zlyhania medikamentóznej terapie je potrebné vykonať neodkladnú sekundárnu operáciu s uvoľňujúcou vitrektómiou a odstránením ICL. Peroperačne podané miotiká môžu zvýšiť riziko malígneho glaukómu po operácii.

Urrets-Zavalía syndróm po implantácii fakickej šošovky ICL – ide o zriedkavú komplikáciu zapríčinenú zvýšením vnútroočného tlaku po operácii v dôsledku zadržiavania viskoelastických látok. Tento stav vedie k obštrukcii predného komorového uhla a potenciálne podporuje ischémiu koreňa dúhovky, čo vedie k trvalej a relatívnej paralýze ciliárneho svalu. V prvý pooperačný deň sa objaví zvýšený vnútroočný tlak (VOT) a fixovaná, stredne rozšírená zrenica oka. Zvýšený VOT je možné do 3 dní upraviť medikamentóznou liečbou. Zrenica však zostane stredne rozšírená a nereagujúca na svetlo ani akomodačné úsilie. Na očné kvapky pilokarpínu zrenica nereaguje, dochádza k trvalému poškodeniu.

### **3. Neskoré pooperačné komplikácie:**

Trhlna sietnice a regmatogénne odlúpenie sietnice je jednou z komplikácií implantácie ICL. V procese implantácie ICL môže dôjsť k akútne odlúčeniu zadnej sklovcovej membrány spôsobenej náhlou dekompresiou prednej komory v dôsledku počiatočného vytvorenia rezu rohovky. U mladých pacientov s vysokou krátkozrakosťou sú sklovcové teleso a sietnica relatívne tesne spojené a akútne zadné odlúčenie sklovca môže ľahko vytiahnuť sietnicu, čo má za následok vytrhnutie a následné odlúpenie sietnice.

Skvapalnenie sklovca je u pacientov s vysokou myopiou zjavné a výtrž na sietnici sa s väčšou pravdepodobnosťou môže vyvinúť do regmatogénneho odlúpenia sietnice.

Endoftalmitída po implantácii ICL zahŕňa infekčnú endoftalmitídu a aseptickú endoftalmitídu s výskytom približne 0,0167 %. Infekčná endoftalmitída je jednou z najzávažnejších komplikácií po operácii ICL. Medzi hlásené patogénne baktérie patria *Staphylococcus epidermidis*, *aspergillus*, *pseudomonas aeruginosa* atď. Správa o aseptickú endoftalmitíde po implantácii ICL zahŕňa syndróm toxického predného segmentu (TASS) a akútnu aseptickú prednú uveitídu. TASS je hlavnou príčinou aseptickú endoftalmitídy po implantácii ICL, ktorú vyvoláva materiál znečistenia vnútroočnej tekutiny, mastenec z rukavíc a podobne. (3)

Zhoršenie kvality nočného videnia: 58 % pacientov uviedlo po operácii zhoršenie nočného videnia (väčšinou nešpecifické oslnenie a halo alebo starburst), ale celková miera spokojnosti

bola vysoká. Veľkosť halo sa po implantácii ICL nemení s úrovňou jasu, ale jeho výskyt sa znižuje s pooperačným časom. Okrem toho sa pooperačné oslnenie vyskytlo u malého počtu pacientov z dôvodu laserovej iridotómie.

Abnormalita výšky oblúka (tzv. vault): Medzi príčiny pooperačnej vysokej výšky oblúka (vzdialenosti medzi lens crystalina a ICL) patrí príliš veľká ICL vzhľadom na ciliárny sulkus, mladší vek pacientov a vyššia krátkozrakosť. Príliš veľká vnútroočná šošovka vzhľadom na ciliárny sulkus je hlavným faktorom ovplyvňujúcim vysokú výšku oblúka. Vysoký vzostup šošovky a nízky sférický ekvivalent ICL boli hlavnými rizikovými faktormi u očí s nízkou výškou oblúka. Okrem toho sa výška oblúka znižovala aj s časom a najviac klesala od jedného mesiaca do troch mesiacov po operácii. V literatúre sa však uvádza aj to, že priemerná pooperačná výška oblúka sa výrazne zníži 6 mesiacov po operácii a potom zostane v podstate stabilná. Rôzni chirurgovia majú rôzne predstavy o rozsahu bezpečnej výšky oblúka, ale existujúce správy naznačujú, že minimálna bezpečná výška oblúka je od 52 do 260  $\mu\text{m}$ .

Vzhľadom na znižovanie výšky oblúka v priebehu času, aby sa zachovala dostatočná výška oblúka po dlhú dobu (> 10 rokov), okamžitá výška oblúka po operácii by mala byť väčšia ako 550  $\mu\text{m}$  a pri výške oblúka pod 150  $\mu\text{m}$  by sa malo zväziť okamžité odstránenie a/alebo nahradenie vhodnejšou ICL. Okrem toho môže byť vertikálna rotácia ICL v určitých prípadoch menej invazívnou metódou na liečbu vysokej výšky oblúka.(4)

Strata endotelových buniek rohovky a dekompenzácia rohovky: Priamy kontakt medzi ICL a endotelovými bunkami rohovky a pooperačná remodelácia rohovky sú hlavnými príčinami straty endotelových buniek rohovky. Ďalšia strata môže viesť k dekompenzácii rohovky.

Uvádza sa, že najnižšia miera straty endotelových buniek po ICL bez centrálného otvoru bola 1,1 % a najvyššia 13,4 % v priebehu 5 rokov. Po piatich rokoch od operácie bola najnižšia miera 4,7 % a najvyššia 19,75 %. Najnižšia miera úbytku endotelových buniek do piatich rokov po ICL s centrálnym otvorom (V4c ICL) je 0,41 % a najvyššia 22,0 %. Výška oblúka bola najvýznamnejším faktorom pre zmeny hustoty buniek rohovkového endotelu pri V4c ICL.

Abnormálna poloha ICL: Medzi pooperačné abnormality polohy patrí dislokácia ICL, rotácia ICL a inverzia ICL.

Dislokácia ICL zahŕňa sublúxiu a úplnú dislokáciu, pričom príčiny zahŕňajú nesprávnu výšku oblúka, rezíduá viskoelastického materiálu a nevhodnú veľkosť ICL. Existujú aj niektoré zriedkavé predispozičné faktory, ako napríklad užívanie špecifických liekov a úraz. Spontánna rotácia je častou pooperačnou komplikáciou. U pacientov s TICL viedla k výraznej strate zrakovkej ostrosti. Výskyt spontánnej rotácie TICL bol približne 0,12 %. U 87 % pacientov po implantácii TICL došlo k rotácii o  $<5^\circ$ , čo si nevyžadovalo ďalší zákrok. U približne 9 % pacientov došlo k rotácii o  $10^\circ$  alebo viac stupňov a bola potrebná repozícia.(5) Väčšina rotácií ICL sa vyskytla počas operácie, s výskytom približne 1,8 %

Zúžený komorový uhol (ACA) a hĺbka prednej komory (ACD): Uvádza sa, že ACD a ACA po implantácii ICL/TICL(V4c) boli významne nižšie ako predoperačné hodnoty. ACD a ACA sa významne zúžili bezprostredne po implantácii ICL V4c a ich pokles mal tendenciu byť stabilný po jednom mesiaci. Zmeny periférnej ACD a ACA boli väčšie u očí po implantácii TICL (V4c) v porovnaní s implantáciou ICL (V4c) s identickou veľkosťou a pri implantácii šošoviek väčšej veľkosti ako menšej veľkosti. (6)

Oklúzia laserovej iridotómie: Nd:YAG laserová iridotómia je potrebná na vyrovnanie VOT 1 až 2 týždne pred implantáciou ICL bez centrálneho otvoru, čo je náchylné spôsobiť opakovanú oklúziu laserovej iridotómie po operácii, pravdepodobne v dôsledku chirurgickej traumy alebo reaktivácie statickej prednej uveitídy. (7)

Katarakta (sivý zákal) je jednou z komplikácií po implantácii ICL, pričom včasná katarakta po implantácii ICL súvisí najmä s chirurgickou traumou, zatiaľ čo neskorá katarakta súvisí najmä s kontaktom medzi ICL a samotnou šošovkou. Výskyt sa zvyšuje s plynutím pooperačného času. Uvádza sa, že výskyt katarakty do 10 rokov po implantácii ICL je 12,1 %. Najčastejším typom katarakty súvisiacej s ICL je predná subkapsulárna katarakta. (8)

Edém makuly a diera makuly: Možné mechanizmy zahŕňajú kontinuálne trenie medzi ICL a zadným povrchom dúhovky alebo ciliárnym sulkom, odlúčenie zadného sklovca spôsobené implantáciou ICL a trakciou sietnice. CME po ICL zvyčajne ustúpi sám. (9)

## Literatúra

1. Liu H, Dong D, Chen C, Ye J. A comparative study of two types of implantation surgery methods for implantable collamer lenses. *J Ophthalmol.* 2021;2021:4074773. doi: 10.1155/2021/4074773. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
2. Alshabeeb RS, Alharbi SS. Vitrectom induced lens injury during peripheral iridectomy in implantable collamer lens surgery. *Saudi J Ophthalmol.* 2019;33(4):389–91. doi: 10.1016/j.sjopt.2018.10.006. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
3. Allan BD, Argeles-Sabate I, Mamalis N. Endophthalmitis rates after implantation of the intraocular Collamer lens: Survey of users between 1998 and 2006. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(4):766–9. doi: 10.1016/j.jcrs.2008.12.027. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
4. Kamiya K, Shimizu K, Komatsu M. Factors affecting vaulting after implantable collamer lens implantation. *J Refract Surg.* 2009;25(3):259–64. doi: 10.3928/1081597x-20090301-04. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
5. Kaufner RA, Kaufner GJ. Late subluxation of an ICL. *J Cataract Refract Surg.* 2005;31(6):1254–5. doi: 10.1016/j.jcrs.2005.04.015. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
6. Lim DH, Lee MG, Chung E-S, Chung T-Y. Clinical results of posterior chamber phakic intraocular lens implantation in eyes with low anterior chamber depth. *Am J Ophthalmol.* 2014;158(3):447–54. doi: 10.1016/j.ajo.2014.06.005. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
7. Park IK, Lee JM, Chun YS. Recurrent occlusion of laser iridotomy sites after posterior chamber phakic IOL implantation. *Korean J Ophthalmol.* 2008;22(2):130–2. doi: 10.3341/kjo.2008.22.2.130. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]
8. Kocova H, Vlkova E, Michalcova L, Rybarova N, Motyka O. Incidence of cataract following implantation of a posterior-chamber phakic lens ICL (Implantable Collamer Lens) - long-term results. *Cesk Slov Oftalmol.* 2017;73(3):87–93. [PubMed] [Google Scholar]
9. Akkan JCU, Tuncer K, Elbay A. Postsurgical cystoid macular edema following posterior chamber toric phakic intraocular lens implantation surgery: a case report. *Case Rep Ophthalmol.* 2015;6(2):223–7. doi: 10.1159/000437013. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

## **B.b.b) Vnútroočné refrakčné výkony s implantáciou vnútroočnej šošovky s fixáciou na dúhovku pri ponechaní vlastnej šošovky**

### **Indikácie**

Na dúhovku fixovaná fakická šošovka je implantát, ktorý bol pôvodne navrhnutý na korekciu afakie. Šošovky sú vyrobené z PMMA alebo hydrofilného akrylátu. Rozmery šošovky sú približne 5 x 8,5 milimetra, pričom dlhšia strana tvorí haptickú časť zakončenú "klepetom".

Tieto sú pohyblivou časťou šošovky a fungujú ako štrbina, ktorá v centrálnej periférii zovrie strómu dúhovky, aby sa nemohla dotýkať komorového uhla.

Vývoju šošovky predchádzal výskum dúhovky, pri ktorom sa okrem iného zistilo, že jej okrajová tretina vykazuje zníženú pohyblivosť aj v prípade aplikácie mydriatik. To zabezpečuje stabilitu implantátu (1). Šošovka sa vyrába v jednej veľkosti, implantáty sa líšia len svojou dioptrickou silou a povahou materiálu. Optická časť sa nachádza v strede implantátu a má vonkajší priemer 5 milimetrov.

### **Kontraindikácie**

Sú zhodné s kontraindikáciami pri implantácii fakickej vnútroočnej šošovky do zadnej očnej komory (viď vyššie).

### **Predoperačné vyšetrenia: viď. strana 5.**

Sedem dní pred vyšetrením nesmie pacient nosiť žiadne kontaktné šošovky.

### **Štandardný operačný postup**

Príprava na zákrok si vyžaduje lokálnu alebo topickú anestéziu. Vykonáva sa v sterilnom prostredí na operačnej sále po predchádzajúcej dezinfekcii operačného poľa. Operácia je podobná ako pri iných implantáciách. V prípade PMMA šošoviek s fixáciou na dúhovku je šírka vstupu 5 milimetrov, pretože tento rozmer zodpovedá užšiemu z dvoch rozmerov PMMA implantátu. Šošovka sa vloží do prednej očnej komory a umiestni sa na dúhovku tak, aby sa "klepietka" nachádzala v polohe 3 – 9. Optická časť šošovky sa jemne uchopí špeciálnymi fixačnými kliešťami pri čísle 12 a drží sa v ideálnej polohe. Z pomocnej paracentézy, ktorá sa nachádza nazálne a temporálne, sa pomocou špeciálnej pinzety alebo háčika prichytí dúhovková stróma do štrbiny v haptickej časti šošovky. Tento postup sa nazýva enklavácia. Niekedy je potrebné upraviť polohu šošovky a zopakovať fixáciu k dúhovkovej stróme. Je dôležité, aká veľká časť dúhovky je enklavovaná. Pri malom množstve tkaniva hrozí riziko pooperačného uvoľnenia pri pohyboch dúhovky, zatiaľ čo veľké množstvo tkaniva vedie k decentracii a zneokružleniu zrenice. Okrem aspirácie viskoelastického materiálu zákrok zahŕňa aj vytvorenie dostatočne veľkej bazálnej iridektómie. Rohovkovú ranu je potrebné zašiť.

### **Komplikácie**

**1. Peroperačné** – pravdepodobne najčastejšou a tiež veľmi závažnou komplikáciou môže byť peroperačné akútne zvýšenie vnútroočného tlaku s tendenciou k prolapsu dúhovky do rany. Čiastočne za to môže byť zodpovedný nespolupracujúci pacient, a preto niektorí chirurgovia vykonávajú túto operáciu zásadne v celkovej anestézii. Táto komplikácia sa netýka len tohto typu implantátu, ale aj iných fakických šošoviek. Pri týchto ťažkostiach jemne reponujeme vysunutú dúhovku pomocou chirurgického nástroja alebo viskoexpresie. V ideálnom prípade sa okamžite intravenózne podá diuretikum. Nasleduje relatívne okamžitý pokles vnútroočného tlaku a operácia sa môže dokončiť. V tomto prípade ranu vždy zaistíme stehmi. Neželanou komplikáciou je aj dotyk implantátu s endotelom rohovky a jeho poškodenie. Pri manipulácii s implantátom, alebo jeho ukotvení na dúhovku, môže dôjsť k poškodeniu dúhovky

alebo zasiahnutiu šošovky. Komplikáciou môže byť aj krvácanie do prednej komory a ostatné komplikácie spoločné pre túto skupinu operácií.

## **2. Skoré pooperačné komplikácie**

- pupilárny blok,
- podráždenie a reakcia na implantát.

Pupilárny blok je spôsobený dotykcom optickej časti implantátu so zrenicovým okrajom dúhovky. Dochádza k okamžitému zablokovaniu odtoku komorovej tekutiny do prednej komory, ktorá sa hromadí v zadnej komore, vytláča membránu dúhovky dopredu a vedie k akútnemu glaukómovému záchvatu. Nd:YAG laserová iridotómia je v tomto momente často nedostatočná. Je potrebné zasiahnuť najprv medikamentózne osmoticky účinným prostriedkom (diamox, manitol 20 %) na rýchle zníženie vnútroočného tlaku a potom lokálnym miotikom. Vďaka nemu sa nám môže podariť repozícia zrenicového okraja dúhovky. Ak pacient nereaguje na liečbu, riešením je chirurgická revízia s repozíciou dúhovky a chirurgické vytvorenie dostatočne veľkej bazálnej iridektómie.

Podráždenie dúhovky a reakcia na implantát môže nasledovať niekoľko dní až rádo týždňov po primárnej operácii. Vyskytuje sa zmiešaná injekcia, presakovanie dúhovky so stratou dúhovkovej kresby, rubeóza a kolonizácia povrchu šošovky ako aj endotelu rohovky malými alebo splývajúcimi precipitátmi. V tomto prípade sa môže vyskytnúť aj hypopyon a fibrínová reakcia v prednej komore. Prechodné zvýšenie vnútroočného tlaku nie je zriedkavé. Riešením je okamžitá a energická liečba lokálnymi kortikosteroidmi, doplnená o aplikáciu depotného kortikosteroidu subkonjunktiválne alebo peribulbárne. Vnútroočný tlak je potrebné znížiť antiglaukomatikami.

## **3. Neskoré pooperačné komplikácie:**

- zníženie počtu endotelových buniek,
- nestabilita implantátu,
- progresívna ovalizácia zreničiek,
- disperzia pigmentu (3).

Zníženie počtu endotelových buniek (2) je pravdepodobne najčastejšie spomínanou komplikáciou. Zjednodušené pravidlo hovorí, že čím bližšie je optická časť šošovky k endotelu rohovky, tým väčší úbytok endotelových buniek môžeme očakávať. Strata endotelových buniek sa najčastejšie spája so šošovkami implantovanými do prednej komory a najmä s typom s fixáciou v komorovom uhle. Haptika fakickéj šošovky má iný sklon ako haptika použitá v bežnej afakickéj šošovke. Prítomnosť kryštalickej šošovky a posun membrány dúhovky dopredu by v kombinácii s klasickým sklonom viedli k pupilárnej blokáde. V dôsledku tejto zmeny sklonu sa optická časť posúva dopredu, bližšie k endotelu. Aby sa zabránilo strate endotelových buniek, používa sa relatívne malá optická časť šošovky (s priemerom do 5 milimetrov), čo vedie k zvýšeniu nepríjemne vnímaných vedľajších zrakových účinkov, najmä v noci. Najnebezpečnejšou časťou šošovky je okraj optickej časti. Je najbližšie k endotelu a najmä pri implantátoch s optikou s priemerom 6 milimetrov nemožno vylúčiť

priamy kontakt s endotelom ani pri minimálnom poranení oka. Priemerná strata endotelu počas prvého roka po operácii uvádzaná v rôznych štúdiách sa pohybuje od 6 do 13 %, ale v ďalších rokoch nedochádza k ďalšiemu výraznému nárastu. Peroperačnou komplikáciou je už spomínané uvoľnenie zmenšenej dúhovky z "klepiet" (4). Riešením je okamžitá chirurgická fixácia šošovky na jej pôvodné miesto. Ďalšie komplikácie sú podobné s komplikáciami zadnokomorovej fakickej šošovky a sú uvedené v texte vyššie.

## Literatúra:

1. Castro-Luna G, Sánchez-Liñán N, Alaskar H, Pérez-Rueda A, Nievas-Soriano BJ. Comparison of Iris-Claw Phakic Lens Implant versus Corneal Laser Techniques in High Myopia: A Five-Year Follow-Up Study. *Healthcare (Basel)*. 2022 Sep 28;10(10):1904.
2. Tello A, Amado LJ, Galvis V, Martínez LC. Phakic iris-claw intraocular lens: calculations of power and long-term endothelial cells loss. *Int Ophthalmol*. 2023 Feb;43(2):357-358. doi: 10.1007/s10792-022-02446-8. Epub 2022 Aug 2
3. Galvis V, Carreño NI, Tello A, Laiton AN. Indian Severe pigment dispersion after iris-claw phakic intraocular lens implantation. *J Ophthalmol*. 2017 Dec;65(12):1492-1494. doi: 10.4103/ijo.IJO\_743\_17.
4. Ahadi M, Ebrahimi A. Late Dislocation of Iris-claw Phakic Intraocular Lens after Natural Childbirth: A Case Report. *Korean J Ophthalmol*. 2022 Jun;36(3):285-286.

## B.c) Vnútroočné refrakčné výkony s implantáciou vnútroočnej šošovky pred implantovanú vnútroočnú šošovku (prídavné vnútroočné šošovky)

### Indikácie

Implantácia prídavnej vnútroočnej šošovky sa používa v prípadoch, keď umelá vnútroočná šošovka implantovaná v minulosti počas operácie katarakty alebo predchádzajúcej refrakčnej operácie nezabezpečuje dostatočnú korekciu refrakčných chýb pacienta (ako krátkozrakosť, ďalekozrakosť, astigmatizmus prípadne presbyopia). To znamená, že po operácii výmeny šošovky sa kvalita zraku stále nezlepšila na požadovanú úroveň a NZO nezodpovedá NKZO. V takom prípade je možné vykonať korekčnú procedúru umiestnením ďalšej intraokulárnej šošovky na prednú plochu prvej implantovanej šošovky (1), čo vytvorí efektívnu dvojitú šošovkovú konfiguráciu (2). Na dokorekciu zbytkovej refrakčnej chyby máme k dispozícii monofokálnu myopickú, monofokálnu hypermetropickú, tiež torickú, ale aj trifokálnu a trifokálnu torickú prídavnú vnútroočnú šošovku. Implantácia prídavnej vnútroočnej šošovky môže byť užitočná aj pre pacientov, ktorí majú vysokú alebo zložitú refrakčnú chybu a jeden implantát by túto chybu nebol schopný plne korigovať. Výber vhodnej metódy korekcie závisí od individuálnych potrieb pacienta, vhodných anatomických pomerov, ako aj od odporúčania oftalmológa. Samotnej implantácii predchádza Nd:YAG kapsulotómia a dôkladné predoperačné vyšetrenie.

### Kontraindikácie

- nevyhovujúce anatomické pomery/merané parametre oka,
- pridružené očné ochorenia, ktoré by ovplyvnili výsledok operácie,
- osobnostné – nerealistické očakávania pacienta.

### Predoperačné vyšetrenia: vid'. strana 5.

Sedem dní pred vyšetrením nesmie pacient nosiť žiadne kontaktné šošovky.

### Štandardný operačný postup

Príprava na zákrok si vyžaduje lokálnu topickú anestéziu a maximálnu mydriázu. Vykonáva sa v sterilnom prostredí na operačnej sále po predchádzajúcej dezinfekcii operačného poľa. Šírka

rohovkového vstupu 3,2 mm je dostačujúca na implantáciu foldovanej prídavnej šošovky. Šošovka sa pod ochranou viskoelastického materiálu vloží na prednú plochu už implantovanej šošovky s fixáciou haptík do sulku. Okrem aspirácie viskoelastického materiálu je potrebná správna centrácia v prípade multifokálnej šošovky a rotácia do správnej osi astigmatizmu pri torických šošovkách.

### **Komplikácie**

Implantácia prídavnej vnútroočnej šošovky je chirurgický zákrok, ktorý prináša určité riziká a komplikácie, ktoré sú spoločné pre túto skupinu vnútroočných chirurgických zákrokov. Je dôležité, aby bol pacient o nich vopred informovaný.

### **Literatúra:**

1. Gerten G, Kermani O, Schmiedt K, Farvili E, Foerster A, Oberheide U. Dual intraocular lens implantation: Monofocal lens in the bag and additional diffractive multifocal lens in the sulcus. *J Cataract Refract Surg.* 2009 Dec;35(12):2136-43.
2. Schrecker J, Kroeber S, Eppig T, Langenbucher A. Additional multifocal sulcus-based intraocular lens: alternative to multifocal intraocular lens in the capsular bag. *J Cataract Refract Surg.* 2013 Apr

### **Doplňkové otázky manažmentu pacienta**

Pacient (prípadne jeho zákonný zástupca) podpisuje v súlade so Zákonom č. 576/ 2004 Z. z., § 6 informovaný súhlas.

### **Odporúčania pre revíziu štandardu**

Audit a revízia budú realizované každých 5 rokov. V prípade objavenia sa nových vedeckých informácií, medzinárodných odporúčaní, vývoja diagnostických metód a terapeutických modalít aj skôr vo forme dodatku.

### **Poznámka:**

*Ak klinický stav a osobitné okolnosti vyžadujú iný prístup k prevencii, diagnostike alebo liečbe ako uvádza tento štandardný postup, je možný aj alternatívny postup, ak sa vezmú do úvahy ďalšie vyšetrenia, komorbidity alebo liečba, teda prístup založený na dôkazoch alebo na základe klinickej konzultácie alebo klinického konzília.*

*Takýto klinický postup má byť jasne zaznamenaný v zdravotnej dokumentácii pacienta.*

### **Účinnosť**

Tento štandardný postup nadobúda účinnosť od 15. novembra 2023.

**Zuzana Dolinková**  
ministerka zdravotníctva