

**UNIVERZITA KARLOVA**  
**Lékařská fakulta v Hradci Králové**

**Korekce myopie a myopického astigmatismu implantací zadněkomorové  
fakické nitrooční čočky Implantable collamer lens**

**Tereza Řeháková**

**Autoreferát disertační práce**  
**Doktorský studijní program: Oční lékařství**

**Hradec Králové**  
**2019**



Disertační práce byla vypracována v rámci prezenčního studia doktorského studijního programu Oční lékařství na Oční klinice Lékařské fakulty v Hradci Králové.

Autor: MUDr. Tereza Řeháková  
Oční klinika FN HK  
Sokolská 581, Hradec Králové, 500 05

Školitel: prof. MUDr. Nad' a Jirásková, Ph.D.  
Oční klinika FN HK a LF HK  
Sokolská 581, Hradec Králové, 500 05

Oponenti: doc. MUDr. Jiří Pašta, Csc.  
Oční klinika 1. LF a ÚVN  
U Vojenské nemocnice 1200, Praha 6, 169 02

doc. MUDr. Šárka Skorkovská, Ph.D.  
Oční klinika NeoVize  
Viniční 235, Brno, 615 00

Obhajoba se bude konat před Komisí pro obhajoby OR

S disertační prací je možno se seznámit na studijním oddělení děkanátu Lékařské fakulty v Hradci Králové, Univerzity Karlovy, Šimkova 870, 500 03 Hradec Králové (tel. 495 816 134).

prof. MUDr. Nad' a Jirásková, Ph.D.

Předseda komise pro obhajoby disertačních prací  
v doktorském studijním programu Oční lékařství  
Garant studijního programu

## OBSAH PRÁCE

Seznam použitých zkratk.....	5
1. Souhrn.....	6
2. Summary.....	7
3. Úvod do problematiky.....	8
3.1. Refrakční vady.....	8
3.2. Myopie.....	8
3.3. Korekce myopie.....	9
3.4. Refrakční chirurgie.....	9
3.5. Implantable collamer lens.....	10
4. Cíle disertační práce.....	12
4.1. Soubor pacientů.....	12
4.2. Metodika.....	12
4.3. Statistická analýza.....	14
5. Výsledky.....	15
5.1. Subjektivní refrakce.....	15
5.2. Zraková ostrost.....	15
5.3. Hustota endotelových buněk.....	16
5.4. Nitrooční tlak.....	17
5.5. Vault.....	18
5.6. Komplikace.....	18
6. Diskuze.....	20
7. Závěr.....	24
8. Použitá literatura.....	25
9. Přehled publikační činnosti autora.....	30

## Seznam použitých zkratek

ACD	hloubka přední komory
BSCVA	best spectacle corrected visual acuity (nejlépe korigovaná zraková ostrost)
CLE	clear lens extraction (extrakce čiré čočky)
D	dioptrie
ECD	hustoty endotelových buněk rohovky
F IOL	fakická nitrooční čočka
ICL	Implantable collamer lens
ICH	hypermetropická Implantable collamer lens
ICM	myopická Implantable collamer lens
IOP	intraocular pressure (nitrooční tlak)
KČ	měkké kontaktní čočky
mm	milimetr
mmHg	milimetr rtuťového sloupce
nm	nanometr
NKZO	nejlépe korigovaná zraková ostrost
NOT	nitrooční tlak
NZO	nekorigovaná zraková ostrost
T ICL	torická Implantable collamer lens
UCVA	uncorrected visual acuity (nekorigovaná zraková ostrost)
UV	ultraviolet (ultrafialové)
µm	mikrometr

## 1. SOUHRN

**Cíl:** Zhodnotit dvouleté výsledky u pacientů, kde byla korekce střední a vyšší myopie, resp. myopického astigmatismu řešena implantací fakické zadněkomorové čočky ICL (Implantable Collamer Lens).

**Metodika:** Do retrospektivní studie jsme zahrnuli celkem 63 očí 32 pacientů (3 muži, 29 žen), u kterých byla na Oční klinice Fakultní nemocnice Hradec Králové v letech 2007 - 2016 implantována ICL s cílem korekce střední a vysoké myopie či myopického astigmatismu. Hodnocenými parametry byla nekorigovaná (NZO) a nejlépe korigovaná zraková ostrost (NKZO), subjektivní refrakce, nitrooční tlak (NOT), hustota endoteliálních buněk (ECD) a výskyt komplikací v průběhu 2letého sledovacího období.

**Výsledky:** Věk pacientů v době implantace byl v průměru  $28,14 \pm 5,35$  let (v rozmezí 21 až 36 let). Průměrná předoperační hodnota subjektivní refrakce se zlepšila z  $-7,8 \pm 2,7$  D sf (v rozmezí -14 až -3,25 D sf) a  $-0,65 \pm 0,8$  D cyl (v rozmezí -3,25 až 0 D cyl), na  $-0,01 \pm 0,1$  D sf (v rozmezí -0,75 až 0 D sf) a  $-0,05 \pm 0,16$  D cyl (v rozmezí -0,55 až 0 D cyl). Předoperačně průměrná hodnota ECD byla  $3270,5 \pm 454,7$  buněk/mm<sup>2</sup> (v rozmezí 2155 až 4201 buněk/mm<sup>2</sup>), na konci sledovacího období poklesla na  $2803,4 \pm 441,8$  buněk/mm<sup>2</sup> (v rozmezí 2079 až 4184 buněk/mm<sup>2</sup>). Procentuální ztráta ECD 2 roky po operaci činila 8,57%. NOT před operací byl v průměru  $15,0 \pm 2,9$  mmHg (v rozmezí 10 až 20 mmHg), 2 roky od operace v průměru  $15,2 \pm 2,5$  mmHg (v rozmezí 10 až 20 mmHg). Zvýšení NOT nad 21 mmHg jsme pozorovali v 1. měsíci od operace celkem u 11 očí. U 9 očí hodnoty nepřesáhly 35 mmHg ( $27,7 \pm 3,74$ , v rozmezí 22 až 34 mmHg), u jednoho pacienta nastal excesivní nárůst nad 50 mmHg. Z pooperačních komplikací jsme pozorovali elevaci NOT (11 očí), decentraci ICL s výskytem subkapsulární opacity v periferii lens crystallina (1 oko), disperzi pigmentu bez elevace NOT (1 oko) a vedlejší optické fenomény (4 pacienti). Explantace byla provedena u 2 očí jednoho pacienta.

**Závěr:** Na základě našich zkušeností je korekce střední a vyšší myopie a myopického astigmatismu implantací ICL metodou efektivní, relativně bezpečnou a s předvídatelným refrakčním výsledkem. V moderní refrakční chirurgii má tak své místo zvláště u pacientů s nemožností korekce refrakční vady laserovým zákrokem na rohovce z jakéhokoli důvodu.

**Klíčová slova:** Implantable Collamer Lens, fakická nitrooční čočka, myopie, myopický astigmatismus

## 2. SUMMARY

**Aim:** We analysed two years results in patients with correction of moderate-to-high myopia or myopic astigmatism by implantation of posterior chamber phakic intraocular Implantable collamer lens (ICL).

**Methods:** To the retrospective study were included 63 eyes of 32 patients (3 men, 29 women), who underwent implantation of ICL between 2007 – 2016 in the outpatient Department of Ophthalmology clinic, University Hospital in Hradec Králové, to correction moderate-to-high myopia or myopic astigmatism. We assess uncorrected visual acuity (UCVA) and best spectacle-corrected visual acuity (BSCVA), subjective refraction, intraocular pressure (IOP), endothelial cell density (ECD) and the incidence of complications in the two years follow-up period.

**Results:** At the time of implantation the mean patient's age was  $28,14 \pm 5,35$  years (range 21 to 36 years). The mean preoperative subjective refraction improved from  $-7,8 \pm 2,7$  D sf (range -14 to -3,25 D sf) and  $-0,65 \pm 0,8$  D cyl (range -3,25 to 0 D cyl) to  $-0,01 \pm 0,1$  D sf (range -0,75 to 0 D sf) and  $-0,05 \pm 0,16$  D cyl (range -0,55 až 0 D cyl). The mean ECD value was  $3270,5 \pm 454,7$  cells/mm<sup>2</sup> (range 2155 to 4201 cells/mm<sup>2</sup>) compared to  $2803,4 \pm 441,8$  cells/mm<sup>2</sup> (range 2079 to 4184 cells/mm<sup>2</sup>) at the end of our follow-up period. The percentage loss of ECD two years after the surgery was 8,57%. The mean preoperative value of IOP was  $15,0 \pm 2,9$  mmHg (range 10 to 20 mmHg) and  $15,2 \pm 2,5$  mmHg (range 10 to 20 mmHg) at the end of follow-up period. We observed the elevation of IOP over 21 mmHg 1 month postoperatively in 11 eyes. In 9 eyes was IOP until 35 mmHg ( $27,7 \pm 3,74$ , range 22 to 34 mmHg), in a one case (both eyes of the same patient) over 50 mmHg. Postoperatively we observed following complications: IOP elevation (11 eyes), decentration of ICL with development of subcapsular opacity in the crystallin lens periphery (1 eye), pigment dispersion without elevation of IOP (1 eye) and incidence of optical phenomenon (4 patients). The explantation of ICL was indicated in one patient bilateral.

**Conclusions:** According to our experience the correction of moderate-to-high myopia or myopic astigmatism by implanation of ICL is an effective, relative safe and predictable method. It has an important place in the modern refractive surgery, especially in patients, who are not able to undergo the photorefractive corneal surgery to correct their refractive errors.

**Key words:** Implantable Collamer Lens, phakic intraocular lens, myopia, myopic astigmatism

### 3. ÚVOD DO PROBLEMATIKY

#### 3.1. Refrakční vady

Fyziologicky refrakční systém oka (emetropie) má v rovnováze délku oka, zakřivení lomných prostředí a jejich optickou mohutnost. Paprsky světla paralelní s optickou osou se tak sbíhají přímo na sítnici do oblasti fovey. V případě nesouladu zmíněných parametrů se paprsky protínají mimo sítnici (ohnisko před či za sítnicí) a vzniká refrakční vada (ametropie). Mezi refrakční vady řadíme sférické vady jako myopie (krátkozrakost), hypermetropie (dalekozrakost) a asférické vady jako astigmatismus (20, 45).

#### 3.2. Myopie

Při myopii (krátkozrakosti) se paprsky po průchodu relaxovaným optickým aparátem střetnou ve sklivcovém prostoru a výsledkem je rozostřený sítnicový obraz vzdáleného objektu (45). Nejčastější příčinou myopie je zvětšení předozadního průměru oka (axiální myopie), méně často se setkáváme se zvýšeným zakřivením rohovky či čočky (kurvaturní) nebo poruchou indexu lomu (indexová) (33, 36, 45, 53). Dle počtu dioptrií krátkozrakost rozlišujeme na lehkou (do -3 D), střední (-3,25 až -6 D) a těžkou (nad -6 D). Lehká a střední myopie nejsou provázány degenerativními změnami a považují se za variaci normálního vývoje oka (myopie fyziologická). Pod pojem intermediální myopie je řazena střední myopie s postupným zvětšováním předozadní osy bulbu a progresí vady až do -10 D, jež je zpravidla ukončena nebo výrazně zpomalena po 20. roce věku. Rychle narůstající myopie (až 4 D za rok) dosahující až ke -30 D se stabilizací mezi 20-30. rokem je nazývána patologickou či progresivní myopií pro přítomnost degenerativních změn choroidey a kolikvaci (zkaplnění) sklivce se vznikem sklivcových zákalů. Pokud je krátkozrakost přítomna od narození (-10 D a více) hovoříme o kongenitální myopii, která se obvykle dále nemění a není spojena s těžkou amblyopií díky zachovalé stimulaci korových center pohledem do blízka (20, 33, 45).

Klinicky se myopie projevuje zamlženým viděním do dálky, které se pacienti snaží korigovat mhouřením očí (navození stenopického vidění). Příznakem nově vzniklé vady mohou být astenopické potíže. Naopak výhodou je zachování dobrého naturálního vizu do blízka i v presbyopickém věku. Ke komplikacím myopie patří vyšší incidence rhegmatogenního



odchlípení sítnice v důsledku degenerativních změn v periférii choroidey, rozvoj primárního glaukomu otevřeného úhlu a sekundárního steroidního glaukomu (33, 45).

### **3.3. Korekce myopie**

Možnosti korekce krátkozrakosti zahrnují nechirurgické a chirurgické techniky. Nejužívanější je nechirurgická úprava pomocí optických pomůcek jako je brýlová korekce či měkké kontaktní čočky (KČ). Chirurgické možnosti zahrnují zákroky na rohovce modifikující její tvar a nitrooční zákroky upravující celkový refrakční stav oka cestou implantace fakické nitrooční čočky (F IOL) nebo refrakční lensektomie (CLE).

Současná vysoká úroveň refrakční chirurgie umožňuje korekci většiny ametropických stavů oka (od lehké po těžkou myopii, hypermetropii, včetně kombinace s astigmatismem). U pacientů se zachovalou schopností akomodace a čirou čočkou je první volbou úprava refrakčního stavu oka pomocí laserových fotorefrakčních technik na rohovce. Pokud laserový zákrok není pro pacienta vhodný či je kontraindikován, nejčastěji z důvodu nedostatečné tloušťky rohovky v kombinaci s vyšším stupněm refrakční vady, lze vadu korigovat implantací F IOL. Metodou volby je postup navržený Zaldivarem roku 1996 zvaný bioptika, resp. kombinace implantace F IOL a laserového zákroku na rohovce (34, 45).

### **3.4. Refrakční chirurgie**

Refrakční chirurgie je prudce se rozvíjející samostatné odvětví očního lékařství, jehož cílem je navození emetropického stavu oka bez současné potřeby korekce brýlemi či KČ.

V literatuře se jako první refrakční zákrok (konec 19. století) zmiňuje Fukalova operace, tj. odstranění čiré čočky bez její náhrady u vysoké myopie (45). Na přelomu 19. a 20. století se pozornost přesunula k rohovce, jakožto k jedné z nejvýznamnějších refrakčních struktur oka (rohovka představuje 2/3 z celkové optické mohutnosti optického systému oka). První teoretická práce o chirurgické remodelaci tvaru rohovky (její oploštění či nestrmění) byla publikována nizozemským oftalmologem Leendert Lan Jans roku 1896. Historicky nejstarší jsou zákroky nelaserového typu jako autoplastická myopická keratomileusis, epikeratoplastika a keratomileusis (Barraquer). Vývoj a zavedení laserové technologie do oftalmologické praxe koncem 20. století znamenalo výrazný rozmach refrakční chirurgie. Argon-fluoridový excimerový laser a femtosekundový laser (FSL) umožnili vyšší přesnost i bezpečnost zákroků

(20, 35, 45). Přestože lze modifikací tvaru rohovky řešit velké množství refrakčních vad, u části pacientů zákrok není vhodný nebo je kontraindikován. Těmto pacientům lze nabídnout řešení refrakční vady implantací F IOL (u pacientů s čirou čočkou), či CLE (u pacientů v presbyopickém věku). Myšlenka vložení přídatného optického systému, který by buď oslabil či zesílil dioptrický aparát oka, je známa již od 40. let 20. století. Nedokonalý design, nepoddajné materiály a tehdejší možnosti operačních technik nakonec vedli k odklonu od používání F IOL. Vývoj nových kvalitních materiálům umělých nitroočních čoček (IOL), viskoelastického materiálu, chirurgických mikrotechnik umožnil návrat k principu řešení refrakčních vad implantací F IOL v 80. letech 20. století (11, 24). Historický vývoj F IOL probíhal ve třech směrech - předněkomorové čočky s fixací do komorového úhlu (Baikoff, Kelman), předněkomorové čočky s fixací za duhovku (Worst, Fechner) a zadněkomorové čočky (Fjodorov) (11, 46). V současnosti je v refrakční chirurgii nejvíce implantována fakická zadněkomorová čočka Implantable collamer lens (ICL).

### **3.5. Implantable collamer lens**

Fakická nitrooční čočka Visian® Implantable Collamer® Lens (VICL™, STAAR Surgical AG, Nidau, Švýcarsko) je foldovaná, jednokusová čočka implantovaná do sulcus ciliaris mezi zadní plochu duhovky a přední plochu přirozené čočky. Dostupná je v několika délkách, tak aby byla respektována anatomická variabilita ciliárního sulku (pro nejnovější model VICL™ čtyři délky v rozsahu 12,1 až 13,7 mm). Konstrukce plate-haptik a konkávně-konvexní optické části, jež má různé velikosti dle optické mohutnosti čočky (pro VICL™ průměr 4,8-5,8 mm), zabraňuje kontaktu ICL s dalšími nitroočními strukturami. Zvláště s přední plochou čočky, nad níž vytváří prostor zvaný vault (klenba), který dovoluje akomodační pohyb čočky, výměnu komorové tekutiny mezi čočkami a brání narušení metabolismu čočkového epitelu. Dle výrobce je optimální velikost vaultu 250-1000 µm (15, 35, 41, 51).

Materiál čočky je firmou STAAR patentovaný vysoce biokompatibilní a flexibilní kopolymer (Collamer®), jež je dobře propustný pro plyny a metabolity. Jedná se o sloučeninu 60% hydroxyethylmethakrylátu a 0,2% kolagenu s 33% obsahem vody a 3,4% benzophenonu (46). Doplněn je i filtrem pro ultrafialové záření (UV), jež je schopen absorbovat až 90% UV paprsků o vlnové délce menší než 387 nm (53).

Vývoj Implantable collamer lens započal v první polovině 90. let 20. století na podkladě Fjodorovova konceptu zadněkomorových nitroočních čoček. První modely (IC2020) byly implantovány roku 1993 a na základě zkušeností v následujících 25 letech design ICL prošel mnohými změnami a zdokonalením. Modifikace proběhly v několika generacích a týkaly se zvláště úpravy tloušťky a velikosti samotné ICL, její konfigurace a výšky vaultu. Výraznou inovaci přinesl model V4c s CentraFLOW® technologií uvedený v Evropě roku 2011. V centru optické zóny se nově nachází otvor o velikosti 360  $\mu\text{m}$  - KS AquaPORT® (Visian ICL CentraFLOW® technology) a dále čtyři přídatné otvory v plate-haptik k dalšímu zlepšení odstranění viskoelastického materiálu a proudění komorové tekutiny se snížením rizika pooperační elevace nitroočního tlaku. Novinka umožnila vynechání dříve nezbytného zákroku, předoperační laserové iridotomie nebo pooperační bazální iridektomie, k prevenci pooperačního zvýšení NOT (18, 46, 53). Dnes lze pomocí ICL korigovat krátkozrakost (ICM) v rozsahu -3,0 až -20,0 D a současně i myopický asigmatismus až do +6,0 D. Od roku 1994 i hypermetropii (ICH) v rozsahu +0,5 D až +10,0 D , taktéž i v kombinaci s astigmatismem do +6,0 D (15, 53).

## 4. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Cílem disertační práce je zhodnocení dvouletých výsledků korekce střední a vysoké myopie, resp. myopického astigmatismu u pacientů se zachovalou akomodací, která byla řešena implantací fakické zadněkomorové nitrooční čočky ICL.

### 4.1. Soubor pacientů

Soubor tvoří celkem 63 očí 32 pacientů (3 mužů, 29 žen), u kterých byla na Oční klinice Fakultní nemocnice Hradec Králové v letech 2007-2016 implantována ICL s cílem korekce střední a vysoké myopie či myopického astigmatismu.

Vstupními kritérii pro zařazení pacientů bylo splnění indikačních podmínek daných výrobcem (STAAR Surgical AG, Nidau, Švýcarsko), tj. věk 21-45 let, hloubka přední komory (ACD) alespoň 3,0 mm (měřeno od endotelu k přední ploše přirozené čočky), ECD nad 2000 buněk/mm<sup>2</sup> a stabilní refrakční vada alespoň 2 roky.

Ze souboru byli vyřazeni pacienti s jinými očními patologiemi (onemocnění rohovky s nízkou či abnormální ECD, syndrom nitrooční hypertenze, glaukom otevřeného či uzavřeného úhlu, uveitida, katarakta, onemocnění sítnice), se závažným systémovým onemocněním (diabetes mellitus, autoimunitní onemocnění) a pacienti, kteří v minulosti podstoupili jakýkoli refrakční laserový zákrok na rohovce a dále pacienti, kteří nedocházeli na pravidelné pooperační kontroly. U 31 pacientů proběhla implantace ICL oboustranně, druhé oko bylo operováno vždy následující den. V případě jednoho pacienta byl zákrok proveden pouze jednostranně.

### 4.2. Metodika

Věk pacientů v době implantace byl v průměru  $28,14 \pm 5,35$  let (v rozmezí 21 až 36 let). Při korekci myopie byl u 16 očí implantován model ICM V4, u 23 očí model VICMO a v případě myopického astigmatismu u 2 očí model TICM V4, u 13 očí model VTICMO a u 9 očí VTICM. Průměrná nekorigovaná NZO v decimálních hodnotách před operací byla  $0,04 \pm 0,07$  (v rozmezí 0,004 až 0,6), NKZO  $1,12 \pm 0,25$  D sf (v rozmezí 0,4 až 1,5) a hodnota subjektivní refrakce  $-7,8 \pm 2,7$  D sf (v rozmezí -14 až -3,25 D sf) a  $-0,65 \pm 0,8$  D cyl (v rozmezí -3,25 až 0 D cyl). Předoperačně průměrná hodnota ECD činila  $3270,5 \pm 454,7$

buněk/mm<sup>2</sup> (v rozmezí 2155 až 4201 buněk/mm<sup>2</sup>) a NOT před operací byl v průměru 15,0 ± 2,9 mmHg (v rozmezí 10 až 20 mmHg).

Všichni pacienti před zákrokem podstoupili komplexní oční vyšetření, které zahrnovalo odebrání osobní a rodinné anamnézy, stanovení NZO a NKZO LCD optotypem (NIDEK CP-90), manifestní a cykloplegické refrakce (autorefraktometr, NIDEK AR 310A), hodnoty NOT bezkontaktní tonometrií (NIDEK NT-530), topografie rohovky (Pentacam, Oculus Inc.), biometrie (IOLMaster, Carl Zeiss Meditec AG), endotelometrie (nekontaktní endotelový mikroskop CEM-530, Nidek Japan), kontrastní citlivosti (CSV-1000, Vectorvision) a zhodnocení očního nálezu na předním i zadním segmentu oka na štěrbinové lampě. Kalkulace dioptrické síly ICL a zvolení torické varianty bylo provedeno pomocí online kalkulátoru firmy STAAR Surgical. Délka ICL byla volena dle naměřených hodnot dvou parametrů, horizontální rozměr white-to-white podle IOL-Masteru a ACD podle Pentacamu.

Operace byla provedena ambulantně dvěma chirurgy (P.R. a J.U.) v lokální anestezii standardním, výrobcem doporučeným postupem s provedením 3 mm temporálního řezu se dvěma servisními paracentézami. U modelů ICL bez technologie CentraFLOW™, tj. celkem u 27 očí (16 očí model ICM V4, 2 očí model T ICM V4 a 9 očí model VTICM) byla peroperačně provedena jedna bazální iridektomie, obvykle u č.12. Rotace T ICL do správné osy byla do roku 2015 prováděná dle nákresu, od tohoto roku na našem pracovišti již využíváme navigační systém Verion pro maximální přesnost polohy implantované IOL.

Pravidelné pooperační kontroly probíhaly 1. den, 1. týden, 1., 3. a 6. měsíc a dále v ročních intervalech po dobu dvou let. Při každé návštěvě byla hodnocena subjektivní refrakce, NKO, NKZO, hodnoty NOT bezkontaktní tonometrií a bylo provedeno vyšetření předního segmentu a očního pozadí na štěrbinové lampě. Standardně jsme při očekávaném, přiměřeném pooperačním nálezu kontrolovali stav sítnice bez navození arteficiální mydriázy. Dále jsme sledovali výskyt komplikací ve sledovaném období a od 3. měsíce i hodnotu ECD a velikost vaultu pomocí Scheimpflugovy kamery. Subjektivní spokojenost jsme zjišťovali dotazem na výskyt obtíží a kvalitu vidění.

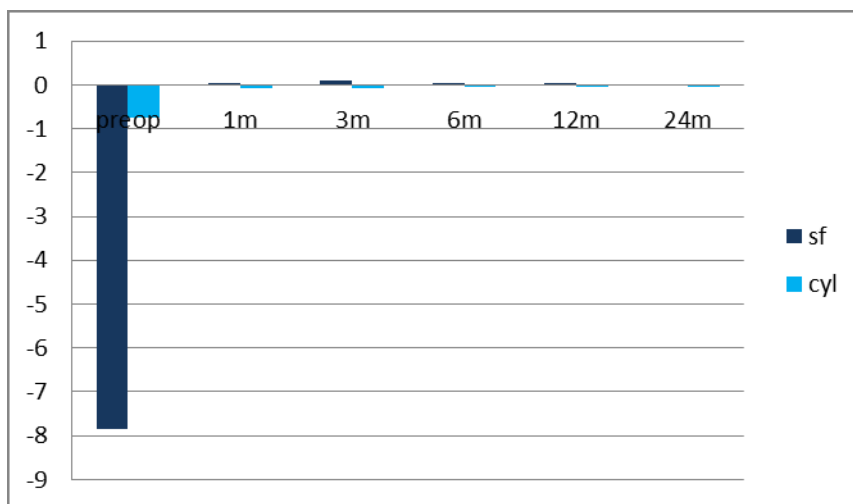
## 4.2. Statistická analýza

Naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány programem SYSTAT 8.0. Ke zjištění významnosti rozdílů mezi jednotlivými měřeními v čase byl použit neparametrický Wilcoxonův párový test, který udává najednou vzájemné pravděpodobnosti všech zadaných měření. Tento test byl použit i z důvodu, že většina analyzovaných dat nepodléhala normálnímu rozdělení. Změny v parametru ECD nebyly statisticky hodnoceny vzhledem ke skutečnosti, že část měření byla provedena na modernějším bezkontaktním endotelovém mikroskopu s odlišným softwarem pro výpočet ECD. Za statisticky signifikantní byly považovány rozdíly při hodnotě pravděpodobnosti menší než 0,05.

## 5. VÝSLEDKY

### 5.1 Subjektivní refrakce

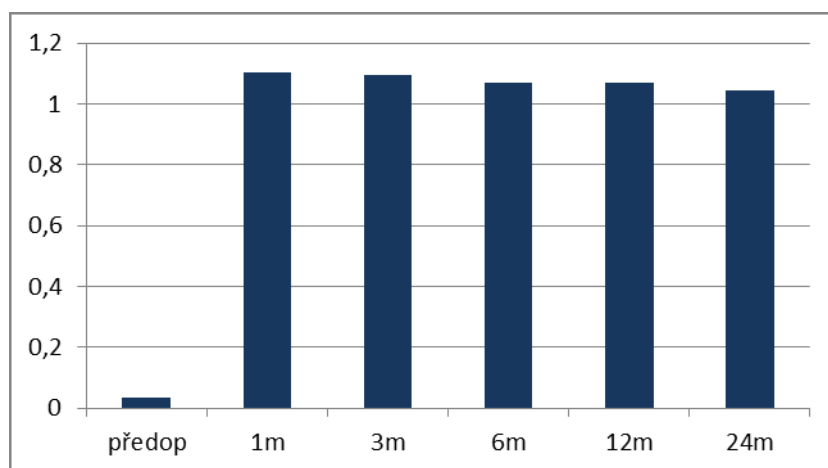
Průměrná předoperační hodnota subjektivní refrakce byla  $-7,8 \pm 2,7$  D sf (v rozmezí -14 až -3,25 D sf) a  $-0,65 \pm 0,8$  D cyl (v rozmezí -3,25 až 0 D cyl), měsíc od operace  $0,06 \pm 0,28$  D sf (v rozmezí -0,5 až 1,5 D sf) a  $-0,08 \pm 0,2$  D cyl (v rozmezí -0,75 až 0 D cyl), po roce  $0,01 \pm 0,1$  D sf (v rozmezí 0 až 0,75 D sf) a  $-0,04 \pm 0,14$  D cyl (v rozmezí -0,55 až 0 D cyl) a na konci sledovacího období po 2 letech  $-0,01 \pm 0,1$  D sf (v rozmezí -0,75 až 0 D sf) a  $-0,05 \pm 0,16$  D cyl (v rozmezí -0,55 až 0 D cyl). Průměrné hodnoty subjektivní refrakce ze všech pooperačních kontrol jsou znázorněny v grafu 1. Rozdíl vstupních a pooperačních hodnot byl statisticky signifikantní ( $P < 0,0001$ ). V průběhu sledování byla subjektivní refrakce stabilní. Při porovnání dat mezi prvním měsícem a prvním rokem nedošlo ke statisticky signifikantnímu rozdílu ( $P = 0,426$ ), stejně tak nebyl rozdíl mezi prvním měsícem a druhým rokem ( $P = 0,425$ ). Po dvou letech bylo v rozmezí  $\pm 1,0$  D 100 % očí a v rozmezí  $\pm 0,5$  D 96,8 % očí.



Graf 1: Vývoj subjektivní refrakce ve sledovacím období

## 5.2. Zraková ostrost

Průměrná NZO (decimální hodnoty) se z předoperačních hodnot  $0,04 \pm 0,07$  (v rozmezí 0,004 až 0,6) zlepšila na  $1,1 \pm 0,25$  (v rozmezí 0,5 až 1,5) v prvním měsíci, po roce sledování  $1,06 \pm 0,18$  (v rozmezí 0,7 až 1,5) a při poslední kontrole  $1,05 \pm 0,16$  (v rozmezí 0,7 až 1,5). Rozdíl předoperačních a prvních pooperačních hodnot v 1. měsíci byl statisticky signifikantní ( $P < 0,0001$ ) a zlepšení parametru bylo dále v průběhu sledování stabilní (graf 2). Rozdíl mezi daty v prvním měsíci v porovnání s hodnotami v prvním a druhém roce nebyl statisticky významný ( $P = 0,261$ , resp.  $P = 0,064$ ).



Graf 2: Vývoj nekorigované zrakové ostrosti ve sledovacím období

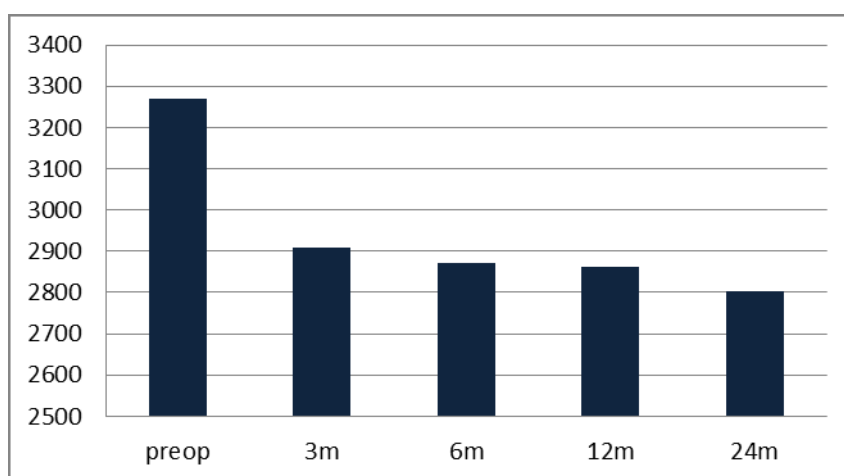
U NKZO (decimální hodnoty) byla vstupní průměrná hodnota  $1,11 \pm 0,25$  (v rozmezí 0,4 až 1,5), po měsíci sledování  $1,18 \pm 0,25$  (v rozmezí 0,8 až 1,5), po roce  $1,09 \pm 0,16$  (v rozmezí 0,9 až 1,5) a na konci sledovacího období  $1,07 \pm 0,14$  (v rozmezí 0,9 až 1,5). V případě NKZO nedošlo ke statisticky signifikantnímu rozdílu mezi předoperačními a pooperačními hodnotami ( $P < 0,0001$ ).

Index efektivity (poměr pooperační NZO a předoperační NKZO) je v našem souboru 0,95 a index bezpečnosti (poměr pooperační NKZO a předoperační NKZO) dosáhl hodnoty 0,97.



### 5.3. Hustota endotelových buněk

Předoperačně průměrná hodnota ECD byla  $3270,45 \pm 454,72$  buněk/mm<sup>2</sup> (v rozmezí 2155 až 4201 buněk/mm<sup>2</sup>), po 3 měsících  $2908 \pm 496,99$  buněk/mm<sup>2</sup> (v rozmezí 1412 až 4237 buněk/mm<sup>2</sup>), po roce  $2862,13 \pm 423,42$  buněk/mm<sup>2</sup> (v rozmezí 1519 až 4048 buněk/mm<sup>2</sup>) a na konci sledovacího období poklesla na  $2803,4 \pm 441,8$  buněk/mm<sup>2</sup> (v rozmezí 2079 až 4184 buněk/mm<sup>2</sup>). Procentuální ztráta ECD 2 roky po operaci činila 8,57 %. Dynamika v průběhu sledovací doby je znázorněna v grafu 3.



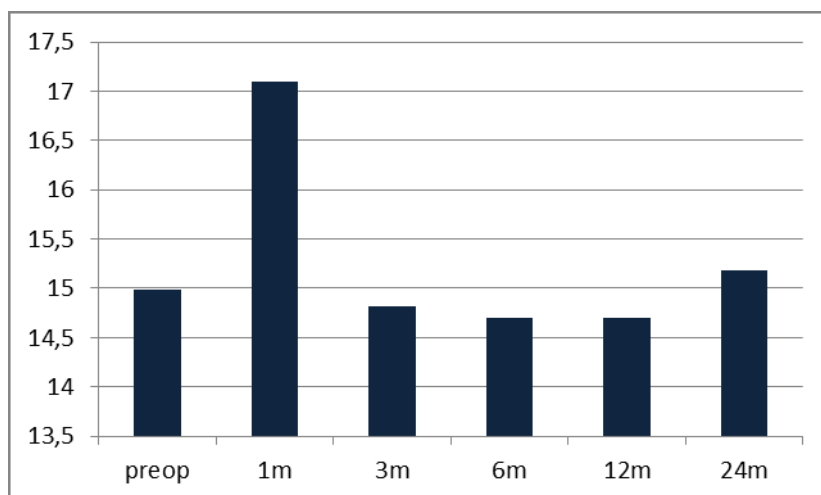
Graf 3: Úbytek endotelových buněk ve sledovacím období

### 5.4 Nitrooční tlak

Nitrooční tlak před operací byl v průměru  $15,0 \pm 2,9$  mmHg (v rozmezí 10 až 20 mmHg), po měsíci  $17,1 \pm 5,38$  mmHg (v rozmezí 10 až 34 mmHg), ve 3. měsíci  $14,81 \pm 2,65$  mmHg (v rozmezí 10 až 21 mmHg), v prvním roce  $14,7 \pm 2,71$  mmHg (v rozmezí 9 až 21 mmHg) a po dvou letech od operace v průměru  $15,2 \pm 2,5$  mmHg (v rozmezí 10 až 20 mmHg).

Zvýšení NOT nad 21 mmHg jsme pozorovali v 1. měsíci od operace celkem u 9 očí a ve 2. měsíci u 2 očí téhož pacienta. U 9 očí hodnoty nepřesáhly 35 mmHg (průměrná hodnota  $27,7 \pm 3,74$ , v rozmezí 22 až 34 mmHg). U jednoho pacienta došlo oboustranně k excesivnímu nárůstu NOT nad 50 mmHg (graf 4). Při porovnání vstupních a konečných průměrných

hodnot NOT nedošlo ke statisticky signifikantnímu rozdílu ( $P < 0,0001$ ). Statisticky významný rozdíl jsme pozorovali při srovnání průměrných hodnot mezi prvním měsícem od operace a hodnotami před operací, rok a dva roky od výkonu ( $P = 0,002$ ,  $P = 0,001$  a  $P = 0,024$ ).



Graf 4: Vývoj hodnot nitroočního tlaku ve sledovacím období

### 5.5. Vault

Velikost vaultu byla u většiny pacientů ( $n = 20$ , tj. 62,5 %) hodnocena na štěrbinové lampě, u zbylého počtu pacientů ( $n = 12$ , tj. 37,5 %) jsme již velikost vaultu hodnotili pomocí zobrazovací metody, resp. Pentacamu. Vzhledem k malému souboru jsme data statisticky nehodnotili. Dle doporučení výrobce je optimální velikost vaultu 500  $\mu\text{m}$  a jako bezpečné rozmezí uvádí 125 – 1000  $\mu\text{m}$ . Z dostupných dat jsme zaznamenali na konci sledovaného období průměrnou hodnotu 405  $\mu\text{m}$  v rozmezí 170 až 980  $\mu\text{m}$  a všechna měření se pohybovala v mezích normy.

### 5.6. Komplikace

Nejčastější pozorovanou pooperační komplikací byla elevace NOT (celkem u 11 očí). V případě 9 očí 8 pacientů došlo k vzestupu měsíc od operace v průměru na hodnotu  $27,7 \pm 3,74$  (v rozmezí 22 až 34 mmHg). U žádného z těchto pacientů stav nevyžadoval jakoukoli chirurgickou intervenci. U jednoho pacienta (model ICM 125 V4) došlo ve druhém

pooperačním měsíci oboustranně k excesivnímu nárůstu NOT nad 50 mmHg. U pacienta byla následně provedena explantace ICL oboustranně.

Z dalších pooperačních komplikací jsme zaznamenali decentraci ICL s výskytem subkapsulární opacity v periferii čočky u 1 oka při pooperačním nárůstu NOT, disperzi pigmentu na 1 oku bez elevace NOT po roce od implantace a 4 pacienti udávali rušivý výskyt vedlejších optických fenoménů (glare, halo), jež ale nesnižovaly celkovou kvalitu vidění. Explantace byla provedena u 2 očí jednoho pacienta pro decentraci ICL a rozvoj akutního glaukomového záchvatu s nedostatečným efektem na konzervativní i chirurgické řešení stavu.

## 6. DISKUZE

Hlavním cílem moderní refrakční chirurgie je zlepšení kvality života pacientů s refrakční vadou spojenou s vysokou mírou závislosti na brýlové korekci či KČ. S příchodem excimer laseru před více než 25 lety se fotorefrakční zákroky na rohovce staly mnohem přesnějšími stran předvídatelnosti pooperačního refrakčního výsledku a také bezpečnějšími ve srovnání s do té doby používanou technikou radiální keratektomie a ketatomileusis. Přestože lze modifikací tvaru rohovky řešit velké množství refrakčních vad, u části pacientů zákrok není vhodný. Pokud na základě předoperačního vyšetření nelze provést laserovou korekci, pak při vhodných očních poměrech volíme implantaci F IOL, resp. ICL. Naše výsledky jsme porovnali se zahraničními publikovanými soubory, které hodnotily refrakční výsledky u myopů a měly podobnou velikost souboru a délku sledování.

Cao a kol. hodnotili obdobný soubor 63 očí 32 pacientů se 6 měsíčním sledovacím obdobím. Subjektivní refrakce byla předoperačně  $-12,81 \pm 3,11$  D sf a  $-0,91 \pm 0,65$  D cyl a po 12 měsících získali manifestní sférický ekvivalent  $-0,05 \pm 0,27$  D. Všech 63 očí (100 %) se nacházelo v rozmezí  $\pm 1,0$  D a 96,8 % očí v rozmezí  $\pm 0,5$  D stejně jako v našem souboru. Index efektivity uvádí 1,1 a index bezpečnosti 1,42 (9). Ju a kol. publikovali data souboru o 82 očí 43 pacientů s průměrnou sledovací dobou 6,54 měsíců (rozmezí 3-12 měsíců). Autoři dosáhli zlepšení subjektivní refrakce z předoperačních hodnot  $-15,56 \pm 4,35$  D sf a  $-1,25 \pm 0,52$  D cyl na konečnou hodnotu manifestní sférické refrakce  $-1,85 \pm 0,72$  D. Celkově 88 % očí bylo v rozmezí  $\pm 1,0$  D a 72,5 % očí v rozmezí  $\pm 0,5$  D (24). Pjano a kol. prezentovali výsledky u 28 očí 16 pacientů s ročním sledováním. Subjektivní refrakce se v jejich souboru zlepšila z  $-8,08 \pm 3,8$  D sf a  $-2,89 \pm 1,37$  D cyl na konečnou hodnotu  $-0,12 \pm 0,36$  D sf a  $-0,26 \pm 0,50$  D cyl. Autoři dosáhli obdobných výsledků a stejně jako naše hodnoty byly i jejich v průběhu sledování stabilní (43). Hassaballa a kol. měli soubor 26 očí, u nichž se subjektivní refrakce signifikantně snížila z peroperačních hodnot  $-11,41 \pm 2,0$  D sf a  $-1,87 \pm 2,2$  D cyl na  $-0,24 \pm 0,30$  D sf a  $-0,84 \pm 0,4$  D cyl po roce sledování (19). Kamiya a kol. publikovali práci hodnotící 50 očí 28 pacientů se sledovací dobou 3 roky. Vstupních hodnoty souboru  $-9,47 \pm 2,91$  D sf a  $-2,23 \pm 1,09$  D cyl se snížily po 2 letech sledování na  $-0,13 \pm 0,30$  D sf a  $-0,58 \pm 0,70$  D cyl, což opět koreluje s našimi výsledky. Naše výsledky byly mírně lepší v oblasti prediktability. Autoři po třech letech uvádí, že 94 % očí bylo v rozmezí  $\pm 1,0$  D a 92 % očí v rozmezí  $\pm 0,5$  D (27).

Hodnocení vzdálenosti mezi zadní plochou ICL a přední plochou přirozené čočky (vault) je esenciální v prevenci vzniku pooperačních komplikací. Dle doporučení výrobce je optimální velikost vaultu 500  $\mu\text{m}$  a jako bezpečné rozmezí uvádí 125 – 1000  $\mu\text{m}$ . Komplikace nízkého vaultu vychází z narušení dynamiky proudění komorové tekutiny v zadní komoře s poškozením metabolismu čočkového epitelu a následnou indukci zejména subkapsulárních opacit. Dalším mechanismem je přímý kontakt čoček s traumatizací kapsuly přirozené čočky a narušením stability ICL. Řada prací dokládá postupné snižování vaultu v čase vlivem narůstající tloušťky přirozené čočky při jejím stárnutí (4, 47, 54). Současně nebyl pozorován rozdíl v poklesu vaultu u jednotlivých modelů ICL (25, 51). Komplikace z nízkého vaultu lze očekávat při hodnotách 200  $\mu\text{m}$  a méně (4, 7, 17, 26, 38, 51). Při excesivním vaultu dochází ke kontaktu ICL se zadní plochou duhovky a její iritaci, která může vyústit v syndrom pigmentové disperze s rizikem přechodu do sekundárního pigmentového glaukomu. Nejzávažnějšími komplikacemi je uzávěr komorového úhlu a vznik pupilárního bloku (51). V našem souboru jsme zaznamenali na konci dvouletého sledovaného období průměrnou hodnotu 405  $\mu\text{m}$  v rozmezí 170 až 980  $\mu\text{m}$  a všechna měření se pohybovala v mezích normy.

Jako každý chirurgický zákrok i implantace ICL má svá potenciální rizika. Výskyt nejčastějších komplikací spojených s implantací ICL popisuje v meta-analýze (soubor 2592 očí) Fernandes a kol. (15): rozvoj předních subkapsulárních opacit až katarakty u 136 očí (5,2 %), relativně častý je i časný pooperační vzestup NOT a vznik pupilárního bloku je jednou z nejobávanějších komplikací (8, 39, 52), který byl již popsán i u V4c s KS AquaPORT® (18), dále syndrom pigmentové disperze s rizikem přechodu k sekundárnímu pigmentovému glaukomu, úbytek ECD (9,9 % po 2 letech) a v neposlední řadě obecná rizika chirurgického nitroočního výkonu jako jsou endoftalmitida, nitrooční krvácení do komorového systému, sklivce či sítnice a vitreoretinální komplikace. Nutnost provedení explantace ICL při rozvoji zrak ohrožujících komplikací se uvádí v 1,62 %, nejčastěji z důvodu rozvoje katarakty a elevace NOT (23). Al Sabaani a kol. v souboru 787 očí udávají explantaci celkem u 30 očí (3,8 %). Jako nejčastější příčina je uváděna volba nesprávné velikosti ICL (22 očí), následuje katarakta (4 očí), vysoký reziduální astigmatismus (2 očí), odchlípení sítnice (1 oko) a netolerovatelný výskyt glare (1 oko) (1).

V našem souboru jsme pozorovali elevaci NOT celkem u 11 očí při pooperační kontrole v 1. měsíci. U 9 očí 6 pacientů s elevací NOT do 35 mmHg si zvýšení vysvětlujeme efektem lokálních kortikosteroidů v kombinaci s předoperačními hodnotami při horní hranici normy

(do 21 mmHg), průměrné hodnoty u této skupiny pacientů byly vstupně  $17,22 \pm 3,74$  mmHg (v rozmezí 10-20 mmHg). Zvýšení NOT v 1. měsíci do 30 mmHg (model V4c) s dobrou reakcí na konzervativní terapii publikovali i další autoři (14, 24, 44). Nejčastěji dochází k elevaci NOT < 30 mmHg v prvním měsíci po operaci vlivem nedostatečné velikosti preoperační laserové iridotomie či peroperační iridektomie u modelů bez technologie CentraFLOW®, nekompletního odstranění viskoelastického materiálu, účinku lokální kortikosteroidní terapie a disperze pigmentu (3, 10, 12, 24, 30, 37, 53, 54). Excesivní nárůst NOT nad 50 mmHg po operaci jsme pozorovali u jednoho pacienta oboustranně (V4b) ve druhém pooperačním měsíci, který byl podmíněn implantací nesprávné velikosti ICL. Časně pooperačně vlivem neadekvátní délky ICL došlo k jejímu nadměrnému vyklenutí a rozvoji akutního pupilárního bloku refrakterního na léčbu s nutností čočky oboustranně explantovat. Obdobný pooperační průběh při implantaci ICL většího rozměru uvádí ve svém sdělení i další autoři (19, 39).

Subkapsulární zákal v periferii čočky jsme zaznamenali u 1 oka, který byl podmíněn spontánní decentrací ICL nahoru a neměl vliv na zrakovou ostrost. Časný vznik v pooperačním období během několika dní či týdnů je podmíněn peroperačním traumatem, resp. kontaktem ICL s čočkou při jejím umístění do sulku. Fernandes a kol. ve své meta-analýze uvádí tuto příčinu vzniku opacit u 15,4 % očí (15). Lackner a kol. dále zmiňují i efekt prolongovaného operačního výkonu u starších pacientů s mělkou přední komorou a úzkou zornicí (6, 54). Jako rizikový faktor je popisována i zkušenost chirurga. Sanchez-Galeana a kol. ve své práci publikovali, že až 79 % opacit vzniklo při první či druhé implantaci zaškolujícího se chirurga a že s narůstající zkušeností incidence poklesla prakticky na nulou hodnotu (47, 49). Příčina rozvoje opacit rok a déle od operace je nejčastěji vysvětlována neadekvátní vzdáleností zadní plochy ICL od přední části čočkového pouzdra, resp. nízký vault. Dalšími zmíněnými rizikovými faktory jsou vyšší věk pacienta (38). Gonvers a kol. (16) uvádí formaci katarakty u 37 % pacientů ve věkovém rozpeží 41-50 let v porovnání k 14 % u pacientů mezi 10-40 lety, Lackner a kol. (6) 14,5 % u pacientů nad 50 let. Vyšší výskyt je popisován i u vyšších stupňů myopie nad -10 D a více, nižší ACD a neadekvátní velikost implantované ICL (10, 47, 48). Řada autorů také poukazuje i na odlišnou incidenci u jednotlivých modelů ICL s vyšší incidencí u starších typů. Sanders a kol. uvádí u ICL V3 12,6 % a u ICL V4 2,9 %. Rozdíl u těchto dvou modelů si vysvětlují vylepšením designu ICL V4 o zvýšení vaultu z 0,13 mm u ICL V3 na 0,21 mm u ICL V4 (49). Práce s ročním sledováním dokládají rozvoj katarakty v rozmezí 2,1 - 9,6 % (1, 12, 37) a práce s tříletou sledovací dobou

v rozmezí 1,6 – 14,5 % (2, 6, 27, 50). Sanders a kol. (48) uvádí četnost 6-7 % po 7 letech, Kocová a kol. (32) publikovali výskyt katarakty s poklesem zrakové ostrosti u 16,1 % při průměrné sledovací době 10,5 let a Schmidinger a kol. 17 % po 10ti letech sledování (51).

Pokles ECD v našem souboru byl při poslední kontrole 8,57 %. Data ukazují na nejvýraznější pokles při porovnání průměrů předoperačních a prvních pooperačních hodnot. V dalším sledovacím období byl již pokles mírný, statisticky nevýznamný. V literatuře je také popisován nejrazantnější úbytek při porovnání předoperační a prvních pooperačních hodnot a dále v průběhu prvních dvou let sledování, poté je již ztráta ECD minimální nebo k ní nedochází (13, 43). Práce s jednoletou sledovací dobou uvádí míru poklesu v rozmezí 5,5 – 6,5 % (1, 40, 43), při dvouleté sledovací době pokles v rozsahu od 6,57 % do 9,9 % (5, 15, 23, 30). Alfonso a kol. popsali pokles o 7,5 % po 5ti letech (2). Dlouhodobé výsledky publikoval Igarashi a kol., kde po 8 letech došlo k poklesu o 6,2 % (22) a Kitahara a kol., v jejichž souboru s 10letou sledovací dobou pozorovali úbytek ECD 3,3 % (31).

Subjektivní spokojenost jsme hodnotili dotazem na výskyt obtíží a kvalitu vidění. Ohledně možného pooperačního výskytu vedlejších optických fenoménů (glare, halo) byli pacienti informováni v rámci předoperačního vyšetření. V pooperačním období jsme již aktivně přítomnost fenoménů nezjišťovali s cílem minimalizovat vnímání těchto subjektivních a terapeuticky neovlivnitelných stesků. V našem souboru jejich přítomnost spontánně udávali 4 pacienti (ve všech případech V4c), přičemž negovali snížení kvality vidění a celková spokojenost se zákrokem byla vysoká. Výrobce uvádí subjektivní spokojenost po 3 letech od implantace následovně: velmi spokojeno 92,1 %, spíše spokojeno 7,3 % a nespokojeno 0,6 % pacientů a zlepšení kvality vidění při porovnání před operací a po 3 letech od operace z 55 % na 77 %. Výskyt nepříjemných zrakových vjemů jako přítomnost jasného světla (glare), zrakové potíže v noci a zejména během řízení motorového vozidla, vnímání záře či prstenců kolem bodového zdroje světla (halo) a dvojitě vidění objektů se u většiny pacientů po operaci nezměnilo, resp. v případě glare změnu nepozorovalo 78,3 % (zlepšení 12,0 %, zhoršení 9,7 %), zrakové potíže v noci 76,0 % (zlepšení 12,0 %, zhoršení 12,0 %) a během řízení 76,1 % (zlepšení 13,7 %, zhoršení 10,1 %), u halo 79,4 % (zlepšení 9,1 %, zhoršení 11,4 %) a dvojitě vidění 97,2 % (zlepšení 1,1 %, zhoršení 1,7 %) (53). V literatuře se autoři k výskytu optických fenoménů vyjadřují zvláště formou porovnání četnosti u V4c s KS AquaPORT® a V4b. S příchodem V4c modelu zpočátku panovaly obavy, že centrální otvor bude způsobovat výraznější rozptyl světelných paprsků uvnitř oka a bude tak více podmiňovat vznik rušivých

vedlejších optických fenoménů oproti konvenčnímu V4b bez centrálního otvoru. Bhandaria a kol. popsal optické fenomény u 23 % pacientů s V4b a 25 % s V4c (6), i další studie srovnávající kvalitu vidění u těchto dvou modelů vč. míry rozptylu světla v oku neuvádí statisticky signifikantní rozdíl (21, 25, 28, 29, 42).

## **7. ZÁVĚR**

Cílem dizertační práce bylo zhodnotit dvouleté refrakční výsledky a výskyt komplikací u pacientů, u nichž byla myopie a myopický astigmatismus korigovány implantací zadněkomorové fakické nitrooční čočky ICL.

Na základě našich zkušeností je korekce střední a vyšší myopie, vč. myopického astigmatismu implantací ICL metodou efektivní, relativně bezpečnou a s předvídatelným refrakčním výsledkem. Základním předpokladem pro dosažení dobrých pooperačních výsledků je důkladné a komplexní předoperační vyšetření, respektování indikačních kritérií, určení správné velikosti ICL a pravidelné dlouhodobé pooperační sledování.

V moderní refrakční chirurgii má ICL své místo zvláště u pacientů s nemožností korekce refrakční vady laserovým zákrokem na rohovce z jakéhokoli důvodu. U této skupiny pacientů je korekce pomocí ICL prakticky jedinou možností řešení (za předpokladu zachování akomodace) a poskytuje výrazné zlepšení kvality života.



## 8. POUŽITÁ LITERATURA

1. Al Sabaani, NA., Behrens, A., Jastanieah, S. et al.: Causes of Phakic Implantable Collamer Lens Explantation/Exchange at King Khaled Eye Specialist Hospital. *Middle east Afr J Ophthalmol*, 2016; 23(4); 293-295.
2. Alfonso, JF., Baamonde, B., Fernandez-Vega, L. et al.: Posterior chamber collagen copolymer phakic intraocular lenses to correct myopia: Five-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*. 2011; 37: 873-880.
3. Alfonso, JF., Fernandez-Vega, L., Fernandes, P. et al.: Collagen copolymer toric posterior chamber phakic intraocular lens for myopic astigmatism: One-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*. 2010; 36: 568-576.
4. Alfonso, JF., Lisa, C., Abdelhamid, A. et al.: Three-year follow-up of subjective vault following myopic implantable collamer lens implantation. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2010; 248(12): 1227-1835.
5. Alfonso, JF., Lisa, C., Abdelhamid, A. et al.: Posterior chamber phakic intraocular lenses after penetrating keratoplasty. *J Cataract Refract Surg*. 2009; 35(7): 1166-1173.
6. Bhandari, V., Karandikar, S., Reddy, JK. et al.: Implantable collamer lens V4b and V4c for correction of high myopia. *J Curr Ophthalmol*, 2015; 27(3-4): 76-81.
7. Bleckmann, H., Keuch, RJ.: Result of cataract extraction after implantable contAct lens removal. *J Curr Ophthalmol*, 2005; 32(12): 2329-2333.
8. Bylsma, SS., Zalta, AH., Foley, E. et al.: Phakic posterior chamber intraocular lens pupillary block. *J Cataract Refract Surg*, 2002; 28(12): 2222-2228.
9. Cao, X., Wu, W., Wang, Y. et al.: Posterior chamber collagen copolymer phakic intraocular lens with central hole for moderate-to-high myopia: First experience in China. *Medicine (Baltimore)*, 2016; 95 (36): e4641.
10. Chang, JS., Meau, AY.: Visian Collamer phakic intraocular lens in high myopic Asian eyes. *J Refract Surg*, 2007; 23(1): 17-25.
11. Chaudhry, IA., El Danasoury, MA.: Phakic intraocular lenses. *Saudi J Ophthalmol*, 2013; 24(4): 231-233.

12. Chen, LJ., Chang, YJ., Kuo, JC. et al.: Meta-analysis of cataract development after phakic intraocular lens surgery. *J Cataract Refract Surg*, 2008; 34(7): 1181-1200.
13. Edelhauser, HF., Sanders, DR., Azar, R.: Anterior chamber angle evaluation following phakic posterior chamber collamer lens with CentraFLOW and its correlation with ICL vault and intraocular pressure. *J Ophthalmol*, 2016: 1383289.
14. Eissa, SA., Sadek, AH., El-Deeb, MW. et al.; ICL in Treatment of Myopia Study Group. Corneal endothelial assessment after ICL implantation. *J Cataract Refract Surg*, 2004; 30(3): 576-583.
15. Fernandes, P., González-Méijome, JM., Madrid-Costa, D. et al.: Implantable collamer posterior chamber intraocular lenses: a review of potential complications. *J Refract Surg*, 2011; 27 (10): 765-776.
16. Gonvers, M., Bornet, C., Othenin-Girard, P.: Implantable contact lens for moderate to high myopia: relationship of vaulting to cataract formation. *J Cataract Refract Surg*, 2003; 29(5): 918-924.
17. Gonvers, M., Othenin-Girard, P., Bornet, C. et al.: Implantable contact lens for moderate to high myopia: short-term follow-up of 2 models. *J Cataract Refract Surg*, 2001; 27(3): 380-388.
18. Güell, JL., Morral, M., Kook, D. et al.: Phakic intraocular lenses part 1: historical overview, current models, selection criteria and surgical techniques. *J Cataract Refract Surg*, 2010; 36(11): 1976-93.
19. Hassaball, MA., Macky, TA.: Phakic intraocular lenses outcomes and complications: Artisan vs Visian ICL. *Eye (Lond)*, 2011; 25(10): 1365-1370.
20. Heissigerová, J. A kol.: *Oftalmologie*. Praha, Maxdorf, 2018, 56-57s.
21. Huseynova, T., Ozaki, S., Ishizuka, T. et al.: Comparative study of 2 types of implantable collamer lenses, 1 with and 1 without a central arteficial hole. *Am J Ophthalmol*, 2014; 157 (6): 1136-43.
22. Igarashi, A., Shimizu, K., Kamiya, K. et al.: Eight-year follow-up of posterior chamber phakic intraocular lens implantation for moderate to high myopia. *Am J Ophthalmol*, 2014; 157(3): 532-539.

23. Jiménez-Alfaro, I., Gomez-Telleria, G., Bueno, JL. et al: Contrast sensitivity after posterior chamber phakic intraocular lens implantation for high myopia. *J Refract Surg*, 2001; 17 (6): 641-5.
24. Ju, Y., Gao, XW., Ren, B. et al.: Posterior chamber phakic intraocular lens implantation for high myopia. *Int J of Ophthalmol*, 2013; 6(6): 831-835.
25. Kamiya, K., Shimizu, K., Ando, W. et al.: Comparison of vault after implantation of posterior chamber phakic intraocular lens with and without a central hole. *J Cataract Refract Surg*, 2015; 41(1): 67-72.
26. Kamiya, K., Shimizu, K., Kobashi, H. et al.: Four-year follow-up of posterior chamber phakic intraocular lens implantation for moderate to high myopia. *Arch Ophthalmol*. 2009; 127(7): 845-850.
27. Kamiya, K., Shimizu, K., Kobashi, H. et al.: Three-Year Follow-Up of Posterior Chamber Toric Phakic Intraocular Lens Implantation for Moderate to High Myopic Astigmatism. *PloS One*, 2013; 8(2): e56453.
28. Kamiya, K., Shimizu, K., Saito, A. et al.: Comparison of optical quality and intraocular scattering after posterior chamber phakic intraocular lens with and without a central hole (hole ICL and conventional ICL) implantation using the double-pass instrument. *PloS One*, 2013; 8(6): e66846.
29. Karandikar, S., Bhandari, V., Reddy, J.: Outcomes of implantable collamer lens V4 and V4c for correction of high myopia - a case series. *Nepal J Ophthalmol*, 2015; 7(14): 164-172.
30. Karimian, F., Baradaran-Rafii, A., Hashemian, SJ. et al.: Comparison of three phakic intraocular lenses for correction of myopia. *J Ophthalmic Vis Res*. 2014; 9(4): 427-433.
31. Kitahara, M., Kamiya, K., Igarashi, A. et al.: Long-term safety outcomes of posterior chamber phakic intraocular lens implantation for high myopia. *Kitasato Med J*. 2012; 42: 111-119.
32. Kocová, H., Vlková E., Michalcová, L. et al.: Incidence of cataract following implantation of a posterior - chamber phakic lens ICL (Implantable Collamer Lens) – long-term results. *Cesk a Slov Oftalmol*, 2017; 73(3): 87-93.
33. Kraus, H. A kol.: *Kompedium očního lékařství*. Praha, Grada Publishing, 1997, 290-294s.

34. Krohnen, T., Strengen, A., Klaproth, OK. et al.: Basic Knowledge of Refractive Surgery. *Dtsch Arzteblt Int*, 2008; 105(9): 163-172.
35. Kuchynka, P. a kol.: *Oční lékařství*. Praha, Grada Publishing, 2016, 218-234s.
36. Kurz, J. a kol.: *Základy očního lékařství*. Praha, Státní zdravotnické nakladatelství, 1958, 87-91s.
37. Lisa, C., Alfonso, JF., Alfonso-Bartolozzi, B. et al.: Collagen copolymer posterior chamber phakic intraocular lens supported by the ciliary sulcus to treat myopia: One-year follow-up. *J Cataract Refract Surg*. 2015; 41(11): 98-104.
38. Maeng, HS., Chung, TY., Lee, DH. et al.: Risk factor evaluation for cataract development in patients with low vaulting after phakic intraocular lens implantation. *J Cataract Refract Surg*, 2011; 37: 881-885.
39. McCaughey, MV., Mifflin, T., Fenzl, CR. et al.: Pseudophacomorphic glaucoma along with pupillary block after Visian Implantable Collamer Lens Implantation for High Myopia. *Open J Ophthalmol*, 2014; 4(4): 107-111.
40. Muslubas, IBS., Cabi, C., Oral, AYA et al.: Comparison of outcomes of posterior chamber and iris claw anterior chamber phakic intraocular lens implantation for moderate to high myopia. *Arsan J Clin Exp Ophthalmol*, 2013; 4: 263.
41. Packer, M.: Meta-analysis and review: effectiveness, safety, and central port design of the intraocular collamer lens. *Clin Ophthalmol*, 2016; 10: 1059-1077.
42. Pérez-Vives, C., Ferrer-Blasco, T., Madrid-Costa, D. et al.: Visual quality comparison of conventional and Hole-Visian implantable collamer lens at different degrees of decentering. *Br J Ophthalmol*, 2014; 98: 59-64.
43. Pjano, MA., Pidro, A., Biscevic, A. et al.: Refractive Outcomes of Chamber Phakic Intraocular Lens Implantation for Correction of Myopia and Myopic Astigmatism. *Medical Archives*, 2017; 71(2): 93-93.
44. Repplinger, B., Kohnen, T.: Intraocular pressure after implantation of an ICL with aquaport: Development of intraocular pressure after implantation of an ICL (model V4c) with aquaport without iridotomy. *Ophthalmolog*, 2018; 115(1): 29-33.
45. Rozsival, P. a kol.: *Oční lékařství*. Praha, Galén, 2006, 121-124s.

46. Rozsival P. a kol.: Trendy soudobé oftalmologie, svazek 5, Galén 2008, str. 105
47. Sanchez-Galeana, CA., Smith, RJ., Sanders, DR. et al: Lens opacities after posterior chamber phakic intraocular lens implantation. *Ophthalmology*, 2003; 110(4): 781-785.
48. Sanders, DR.: Anterior subcapsular opacities and cataracts 5 years after surgery in the visian implantable collamer lens FDA trial. *J Refract Surg*, 2008, 24(6); 566-70.
49. Sanders, DR., Vukich JA.: ICL in Treatment of Myopia (ITM) Study Group. Incidence of lens opacities and clinically significant cataracts with the implantable contact lens: comparison of two lens designs. *J Refract Surg*, 2002; 18(6): 673-682.
50. Sari, ES., Pinero DP., Kubaloglu, A. et al.: Toric implantable collamer lens for moderate to high myopic astigmatism: 3-year follow-up. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2013; 251(5): 1413-22.
51. Schmidinger, G., Lackner B., Pieh, S. et al.: Long-term changes in posterior chamber phakic intraocular collamer lens vaulting in myopic patients. *Ophthalmology*. 2010; 117(8): 1506-1511.
52. Smallman, DS., Probst, L., Rafuse, PE. et al.: Pupillary block glaucoma secondary to posterior chamber phakic intraocular lens implantation for high myopia. *J Cataract Refract Surg*, 2004; 30(4): 905-907.
53. STAAR Surgical Company: Visian ICL Patient Information Booklet 2017 [Internet]. Dostupné z: <https://staar.com/file/Patient-Information-Booklet-MKT-0125-Rev-2-9.7.17.pdf>
54. Wang X, Zhou X.: Update on Treating High Myopia With Implantable Collamer Lenses. *Asia Pac J Ophthalmol*. 2016; 5(6): 445-449.
55. Zeng, Q., Xie, X, Chen, Q.: Prevention and management of collagen copolymer phakic intraocular lens exchange: causes and surgical techniques. *J Cataract Refract Surg*. 2015; 41: 576-584.

## **9. PŘEHLED PUBLIKAČNÍ ČINNOSTI AUTORA**

### **Původní vědecké práce v impaktovaném časopise**

Hejsek L., Stepanov A., Dohnalova A., Rehakova T., Jiraskova N.. The natural evolution of idiopathic epimacular membrane.: Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub. 2017; 161(1): 100-106.

Sinová I., Rehak J., Nekolova J., Jiraskova N., Haluzova P., Rehaková T., Babkova K., Hejsek L., Sin M.: Correlation between ischemic index of retinal vein occlusion and oxygen saturation in retinal vessels. Am J Ophthalmol, 2018; 161(1): 100-106.

### **Původní vědecké práce v recenzovaném neimpaktovaném časopise**

Rehakova T., Velika V., Rozsival P., Jiraskova N.: Correction of Myopia and Myopic Astigmatism by Implantation of a Phakic Posterior Chamber Implantable Collamer Lens. Cesk Slov Oftalmol, 2019; 74(4):147-152.

Rehakova T., Velika V, Jiraskova N.: Correction of Myopia and Myopic Astigmatism by Femtosecond Laser in situ Keratomileusis, Cesk Slov Oftalmol. 2019; 75(2): 9-15.

### **Ostatní práce v recenzovaném neimpaktovaném časopise**

Rehakova T., Stepanov A, Jiraskova N.: Steroid-Induced Glaucoma as a Complication of Atopic Eczema Local Treatment. Cesk Slov Oftalmol, 2017; 73(2): 64-68.

Rehakova T., Stepanov A, Jiraskova N.: Persistent hyaloid artery – perform a surgery or not? Cesk Slov Oftalmol, 2017; 73(5-6): 178-182.

Stepanov A., Machackova M., Rehakova T., Jiraskova N., Lestak J.: Migration of emboli in the retinal artery: case report. Clin Case Rep., 2017; 5(12): 2138-2142.

### **Přednášky na odborných setkáních**

1. Řeháková, T., Veliká, V.: Steroidní glaukom jako komplikace lokální léčby atopického ekzému (přednáška). FUTURUM OPHTHALMOLOGICUM 2017, 21. - 22. dubna 2017, Lázně Bělohrad.

2. Řeháková, T., Veliká, V.: Korekce vysokých refrakčních vad – Implantable Collamer Lens (přednáška). 8. KRAJSKÝ SEMINÁŘ, 11. září 2017, Hradec Králové.

3. Řeháková, T., Veliká, V.: Implantace fakické nitrooční čočky ICL jako metoda korekce vyšších refrakčních vad (přednáška). FUTURUM OPHTHALMOLOGICUM 2018, 20. - 21. dubna 2018, Pec pod Sněžkou.

4. Řeháková, T., Veliká, V.: Correction of moderate to high myopia by implantation of phakic posterior chamber Implantable Collamer Lens (přednáška). KONFERENCE STUDENTŮ DOKTORSKÝCH STUDIJNÍCH PROGRAMŮ, 22. říjen 2018, Hradec Králové.

5. Řeháková, T., Veliká, V.: Kontrastní citlivost a citlivost k oslnění po implantaci multifokální nitrooční čočky (přednáška). 12. KRAJSKÝ SEMINÁŘ, 10. prosince 2018, Hradec Králové.

6. Řeháková, T., Marák, J., Hejsek, L.: Fatal complication in young woman with diabetes type 1 (přednáška). SALZBURSKÝ SEMINÁŘ, 30. března - 6. dubna 2019, Salzburg.