

Klinické výsledky po implantaci nové torické nitrooční čočky EDOF

Jančárová Simona¹, Němcová Marie¹, Rozsival Pavel^{1,2},
Nováček Ladislav Viktor¹

¹Oční oddělení, Ústav leteckého zdravotnictví Praha

²Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové, Katedra očního lékařství, Oční klinika Fakultní nemocnice Hradec Králové



MUDr. Simona Jančárová

Do redakce doručeno dne: 11. 2. 2025

Přijato k publikaci dne: 17. 3. 2025

Publikováno on-line: 6. 6. 2025

Auři práce prohlašují, že vznik i téma odborného sdělení a jeho zveřejnění není ve střetu zájmů a není podpořeno žádnou farmaceutickou firmou. Práce nebyla zadána jinému časopisu ani jinde otištěna.

Korespondenční adresa:

Ústav leteckého zdravotnictví Praha
Generála Píky 1

160 00 Praha

Česká republika

E-mail: js.simona@gmail.com

SOUHRN

Cíl: Vyhodnocení klinických výsledků po implantaci nové torické nitrooční čočky (TIOL) s prodlouženým ohniskem Bi-Flex ELON Toric POB-MA 877PETY (Elon[®], Medicontur Medical Engineering Ltd., Zsámbék, Maďarsko), zahrnující analýzu rotační stability čočky a posouzení subjektivní spokojenosti pacientů.

Materiál a metodika: V retrospektivní, monocentrické klinické studii bylo hodnoceno 29 očí 18 pacientů (11 mužů a 7 žen), s presbyopií, katarakty a rohovkovým astigmatismem, kteří podstoupili nekomplikovanou operaci katarakty s implantací TIOL Bi-Flex ELON Toric. Pooperační hodnocení zahrnovalo měření monokulární nekorigované i korigované zrakové ostrosti do dálky (UDVA, CDVA) a do blízka (UNVA, CNVA), rotační stabilitu TIOL a subjektivní hodnocení kvality vidění pomocí dotazníku. Kontrolní vyšetření probíhalo 6 měsíců po operaci (rozmezí 3 až 9 měsíců).

Výsledky: Pooperačně se průměrná monokulární UDVA zlepšila z $0,4 \pm 0,2$ na $0,90 \pm 0,1$ ($p < 0,0001$). CDVA dosáhla průměrné hodnoty $1,0 \pm 0,2$. Všichni pacienti dosáhli monokulární UDVA $\geq 0,6$ a CDVA $\geq 0,8$. Průměrná pooperační monokulární UNVA byla na úrovni Jaegerova čísla 4 a CNVA dosáhla Jaegerova čísla 1 u všech pacientů. Průměrná hodnota reziduální astigmatické refrakce byla $-0,6 \pm 0,4$ Dcyl ($p = 0,0003$). Průměrná absolutní hodnota rotační odchylky byla $1,93 \pm 2,65^\circ$. Subjektivní spokojenost pacientů byla hodnocena na škále známek 1–5, průměrná známka byla 1,4. Na základě cíleného dotazu byly dysfotopsie typu halo zaznamenány u 52 % očí, typu glare u 17 % a u 31 % nebyly přítomny žádné dysfotopsie.

Závěr: Implantace Bi-Flex ELON Toric TIOL pro korekci astigmatismu a presbyopie vedla k signifikantnímu zlepšení zrakové ostrosti na dálku i na blízko. Rotační stabilita čočky byla vysoká a většina pacientů dosáhla nezávislosti na brýlích.

Klíčová slova: torická nitrooční čočka, prodloužené ohnisko, rotace IOL, katarakta

SUMMARY

Clinical Results Following the Implantation of a New Toric Intraocular Lens with Extended Depth of Focus

Purpose: To evaluate the clinical outcomes following the implantation of a new toric intraocular lens (TIOL) with extended depth of focus (EDOF) Bi-Flex ELON Toric POB-MA 877PETY (Elon[®], Medicontur Medical Engineering Ltd., Zsámbék, Hungary), including analysis of lens rotational stability and assessment of patient satisfaction.

Material and methods: In a retrospective, monocentric clinical study, 29 eyes of 18 patients (11 men and 7 women) with presbyopia, cataracts, and corneal astigmatism were evaluated. These patients underwent uncomplicated cataract surgery with Bi-Flex ELON Toric TIOL implantation. Postoperative assessments included measurements of monocular uncorrected and corrected distance visual acuity (UDVA, CDVA) and near visual acuity (UNVA, CNVA), rotational stability of the TIOL, and subjective evaluation of visual quality using a questionnaire. Follow-up examinations were conducted 6 months postoperatively (ranging from 3 to 9 months).

Results: The mean postoperative monocular UDVA improved from 0.4 ± 0.2 to 0.90 ± 0.1 ($p < 0.0001$). Average CDVA was 1.0 ± 0.2 . All patients achieved monocular UDVA ≥ 0.6 and CDVA ≥ 0.8 . The average postoperative monocular UNVA was at Jaeger chart level 4, and CNVA reached Jaeger level 1 in all patients. The mean residual astigmatic refraction was -0.6 ± 0.4 Dcyl ($p = 0.0003$), and the mean absolute rotational deviation was $1.9 \pm 2.65^\circ$. Patient satisfaction was assessed on a scale of 1 to 5, with an average score of 1.4. Targeted questioning revealed that halo-type dysphotopsia was reported in 52 % of eyes, glare-type in 17%, and no dysphotopsia in 31%.

Conclusion: Implantation of a Bi-Flex ELON Toric TIOL for correcting astigmatism and presbyopia significantly improved both distance and near visual acuity. The rotational stability of the lens was high, and the majority of patients achieved independence from wearing spectacles.

Key words: toric intraocular lens, extended depth of focus, IOL rotation, cataract

Čes. a slov. Oftal., 81, 2025, No. x, p.

Implantace umělé nitrooční čočky (IOL) se u pacientů s kataraktou stala standardním řešením, přičemž současné IOL umožňují nejen řešení katarakty, ale i korekci refrakčních vad [1]. Pokroky v optické biometrii umožňují přesnou predikci hodnoty IOL pro korekci krátkozrakosti i dalekozrakosti. Rohovkový astigmatismus, který se vyskytuje až u 87 % populace pacientů s kataraktou [2], může být korigován implantací torické IOL (TIOL) [3]. Pro pacienty, kteří si v presbyopickém věku přejí být nezávislí na brýlích, je dnes k dispozici refrakční výměna čočky s využitím IOL korigujících presbyopii.

IOL jsou k dispozici v různých optických designech. Monofokální IOL jsou navrženy tak, že dosahují optimální nekorigovanou zrakovou ostrost na fixní vzdálenost, ale pro zajištění ostrého vidění na ostatní vzdálenosti vyžadují brýle [4]. Implantace multifokální IOL zajišťuje ostré vidění na všechny vzdálenosti [5], což zvyšuje nezávislost na brýlích [6,7]. Tyto výhody však přicházejí s určitými kompromisy [8], včetně problémů s neuroadaptací [9], dysfotopsiemi a ztrátou kontrastní citlivosti [7–9].

Nejnovější inovací v technologii nitroočních čoček jsou IOL s rozšířenou hloubkou ostrosti (EDOF) [10], jejichž principem je vytvoření jediného, kontinuálního, prodlouženého ohniskového pásma [6,11], čímž zlepšují hloubku ostrosti čočky. Cílem těchto čoček je dosáhnout vyváženého kompromisu mezi monofokálními a multifokálními IOL, přičemž zajišťují lepší zrakovou ostrost na střední vzdálenost ve srovnání s monofokálními IOL, a zároveň snižují výskyt a intenzitu vedlejších optických fenoménů a mají menší vliv na kontrastní citlivost ve srovnání s multifokálními IOL [10].

Na základě posledních aktualizovaných údajů jsou EDOF IOL rozděleny do pěti typů podle jejich optického designu: typ 1 využívá sférických aberací k prodloužení hloubky ostrosti (DOF); typ 2 využívá pinhole efekt; typ 3 je multifokální IOL s nízkým přírůstkem pro vidění do blízka; typ 4 je hybridní IOL, která kombinuje sférické aberace s nízkým přírůstkem pro vidění do blízka; a typ 5 využívá speciální geometrii jejich centrální optické oblasti [11].

IOL Bi-Flex ELON POB-MA 877PEY (Elon[®], Medcontur Medical Engineering Ltd., Zsámbék, Maďarsko) využívá patentovanou technologii wavefront linking a je zařazena do kategorie 5. Její nedávno uvedená torická varianta Bi-Flex ELON Toric POB-MA 877PETY umožňuje díky korekci astigmatismu dosáhnout nejlepšího možného vizuálního výsledku a tím plně využít výhod technologie EDOF.

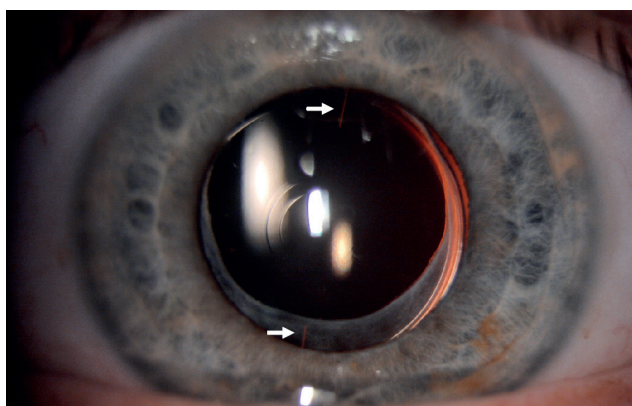
Podle našich dostupných informací dosud nebyla zveřejněna žádná recenzovaná studie, zaměřená na hodnocení klinických výsledků torické varianty výše uvedené IOL. Vzhledem k těmto skutečnostem jsme se rozhodli provést hodnocení klinických výsledků v rámci pilotní retrospektivní studie, která zahrnuje analýzu rotační stability a subjektivní spokojenosti pacientů.

V retrospektivní klinické studii byly hodnoceny předoperační a pooperační výsledky pacientů s presbyopií a kataraktou. Všichni pacienti vykazovali předoperační rohovkový astigmatismus $\geq 0,75$ D (hodnota keratometrie z přístroje TRK-2P, Topcon Corporation, Tokyo, Japonsko) a projevíli požadavek na částečnou nezávislost na brýlích. Celkový soubor zahrnoval 18 pacientů, u nichž v 11 případech byla torická EDOF IOL implantována do obou očí a v 7 případech do jednoho oka, přičemž do druhého oka byla implantována netorická varianta čočky. Všechny operace provedl jeden zkušený chirurg (NLV) v období od ledna do září 2024. Pacienti byli pečlivě vybráni na základě předem stanovených kritérií. Do analýzy nebyli zařazeni pacienti s nepravidelným astigmatismem, onemocněním rohovky, vrozenými očními vadami, amblyopií, uveitidou, glaukomem, očními traumaty, předchozími laserovými refrakčními operacemi rohovky nebo s jinými očními patologiemi, které by mohli ovlivnit výsledek operace. Hodnocení bylo omezeno na dospělé pacienty starší 18 let. Všichni pacienti byli řádně informováni o průběhu operace a implantované TIOL a podepsali informovaný souhlas v souladu s Helsinskou deklarací.

Předoperační a pooperační vyšetření

Před operací bylo provedeno komplexní oční vyšetření zahrnující refraktometrii, keratometrii, bezkontaktní tonometrii (TRK-2P, Topcon Corporation, Tokyo, Japonsko), optickou biometrii měřící axiální délku oka (AXL), hloubku přední komory (ACD) a hodnoty keratometrie (K1, K2; IOL Master 700, Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Německo), topografii rohovky (Oculus Pentacam 70700, OCULUS Optikgeräte GmbH, Wetzlar, Německo) a vyšetření předního a zadního segmentu oka v arteficiální mydriáze pomocí šterbinové lampy (SL-D4, Topcon, Topcon Corporation, Tokyo, Japonsko). K vyloučení patologie sítnice bylo provedeno vyšetření pomocí Spectralis OCT (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Německo). Monokulární nekorigovaná zraková ostrost (UDVA) a korigovaná zraková ostrost (CDVA) na dálku (při 4 m) a na blízko (UNVA, CNVA při 40 cm) byla měřena pomocí optotypů SC-1600 Snellen Chart (Nidek Co., Ltd., Tokyo, Japonsko) a Jaegerových tabulek. (Výsledky jsou uvedeny v decimálních hodnotách Snellenových optotypů). Diagnóza katarakty byla stanovena na základě vyšetření šterbinovou lampou a subjektivního zhoršení zrakové ostrosti pacientů. Kontrolní měření byla prováděna v období 3 až 9 měsíců po operaci.

Rotační stabilita TIOL byla hodnocena porovnáním její polohy při pooperační kontrole s původní plánovanou chirurgickou pozicí. Úhel rotace byl měřen pomocí naklonění paprsku na šterbinové lampě po navození arteficiální mydriázy (Obrázek 1 a 2). Výsledná hodnota rotace (v rotačních stupních) byla vyjádřena jak v absolutní hodnotě, tak s ohledem na směr, přičemž rotace ve směru hodinových ručiček byla považována za negativní a proti směru hodinových ručiček za pozitivní.



Obrázek 1. Pooperační snímek EDOF TIOL, kde šipky označují markery toricity. V centrální oblasti čočky je patrná 2 mm široká refrakční zóna

EDOF TIOL – torická nitrooční čočka s prodlouženým ohniskem

Vizuální funkce, kvalita vidění a spokojenost pacientů po implantaci TIOL byly posuzovány pomocí dotazníku, který obsahoval pět otázek. Metodika dotazníku byla převzata z hodnocení publikovaného Paškovou et al. [12]. Otázky se zaměřovaly na přítomnost fotických fenoménů a spokojenost s viděním na různé vzdálenosti bez korekce. Odpovědi byly zaznamenávány na škále známek 1–5, přičemž jednotlivé známky znamenají následující:

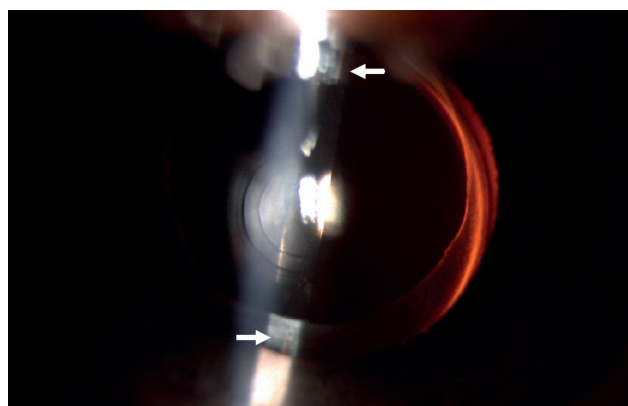
- 1 – spokojen, nemám žádné obtíže;
- 2 – spokojen, mám mírné potíže, které mě neobtěžují;
- 3 – nespokojen, mám obtíže, které mě obtěžují;
- 4 – nespokojen, mám obtíže, které nelze akceptovat;
- 5 – pro nespokojenost provedena explantace.

Nitrooční čočka

Bi-Flex ELON Toric POB-MA je jednodukusová asférická TIOL vyrobená z hydrofobního akrylátu. Má celkový průměr 13 mm a optickou část o průměru 6 mm. V centru optické části se nachází refrakční zóna o průměru 1,6–2,0 mm se speciálním geometrickým uspořádáním. Tato zóna obsahuje sérii koncentrických refrakčních zón s různými zakřiveními, propojených speciálně navrženými přechodovými zónami (tzv. wavefront-linking), které umožňují rovnoměrné rozložení světelné energie podél optické osy. Ohniskové body jsou propojeny, čímž vzniká kontinuální prodloužené ohnisko, které optimalizuje vidění na střední a blízké vzdálenosti.

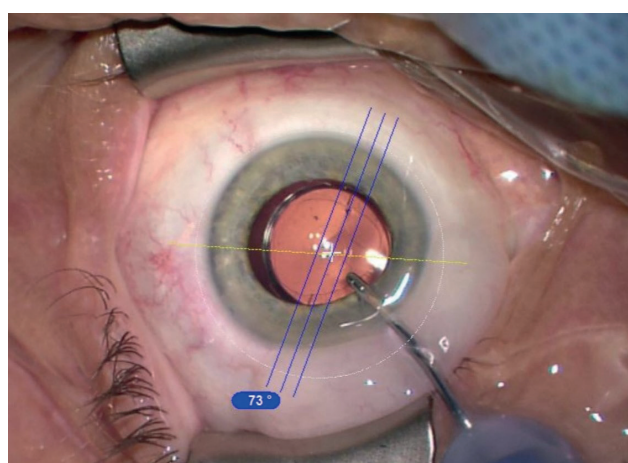
Na okraji optické části jsou umístěny dvě torické značky indikující osu TIOL. Haptiky čočky mají nulovou angulaci (0°). Patentovaná technologie 360° square edge zabraňuje vzniku opacit zadního pouzdra (PCO). Materiál čočky má refrakční index 1,47 a Abbeho číslo 58. Čočka je vybavená UV blokátorem a filtrem modrého světla a je dodávána jako součást preloádaného injektorového systému.

Pro výpočet vhodné TIOL byl použit online kalkulátor výrobce (www.toriccalculator.net). Cílová refrakce byla stanovena na emetrii, přičemž byla vždy zohledněna hodnota chirurgicky indukovaného rohovkového astigmatismu (0,25 D) a umístění operačního řezu. Optimální



Obrázek 2. Posouzení výsledné osy implantace TIOL pomocí štěrbinové lampy

TIOL – torická nitrooční čočka



Obrázek 3. Rotace TIOL do finální pozice za použití navigačního systému Callisto Eye

TIOL – torická nitrooční čočka

sférický ekvivalent (SEQ) a cylindrická síla (CYL) TIOL byly stanoveny pomocí Haigisovy formule. Při optické biometrii prováděné přístrojem IOL Master 700 byl rovněž zohledněn astigmatismus zadní plochy rohovky.

Operační technika

Po aplikaci lokální anestezie a dilataci zornice byla provedena rohovková incize 2,2 mm v ose 135°. Přední komora byla vyplněna viskoelastickým materiálem a následně byla provedena kontinuální cirkulární kapsulorhexe. Opacifikovaná čočka byla odstraněna fakoemulzifikací. Po irigaci a aspiraci byly TIOL implantovány pomocí preloádaného injektorového systému POB-MA (Medi-contur Ltd.). Implantace probíhala „in-the-bag“ ve všech případech. Po odstranění OVD (ophthalmic viscosurgical device) byla TIOL rotována do finální pozice a torická referenční značka byla zarovnána pomocí navigačního systému Callisto Eye (Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Německo) (Obrázek 3). Ve všech případech byla operační incize uzavřena hydratací stromatu rohovky bez použití stehu. Na konci operace byly aplikované antibiotika (Aprokam,

Thea Laboratories) do přední komory. Po operaci byly podávány antibiotické (Maxitrol, Novartis Pharmaceuticals) a protizánětlivé (Indocolllyre, Bausch + Lomb) kapky.

Statistická analýza

Statistické analýzy byly provedeny pomocí on-line statistického kalkulátoru Statisticskingdom (<https://www.statskingdom.com/correlation-calculator.html>). Nejprve byl proveden test normality pomocí Shapiro-Wilkova testu. Data byla ve všech případech hodnocena jako neparametrická, a proto byly k jejich porovnání použity neparametrické testy. K porovnání dvou nezávislých skupin byl použit Mann-Whitney test. Korelační analýza byla provedena pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Data jsou prezentována jako průměr \pm směrodatná odchylka (pokud není uvedeno jinak), přičemž rozdíl s hodnotou $P < 0,05$ byl považován za statisticky významný.

VÝSLEDKY

Předoperační a demografická data pacientů shrnuje Tabulka 1. Předoperační monokulární UDVA se z průměrné hodnoty $0,4 \pm 0,2$ (vyjádřeno v decimálních hodnotách) po operaci zlepšila na $0,90 \pm 0,1$. Došlo ke statisticky významnému zlepšení pooperační UDVA ($p < 0,0001$). Pooperační monokulární CDVA dosahovala průměrnou hodnotu $1,0 \pm 0,2$. Dle kumulativního histogramu (Graf 1) je patrné, že 100 % očí po operaci dosáhlo monokulární UDVA $\geq 0,6$ a CDVA $\geq 0,8$. Průměrná hodnota SE pooperační subjektivní refrakce byla $-0,4 \pm 0,4$ D. Průměrná hodnota pooperační monokulár-

Tabulka 1. Demografická a předoperační data pacientů

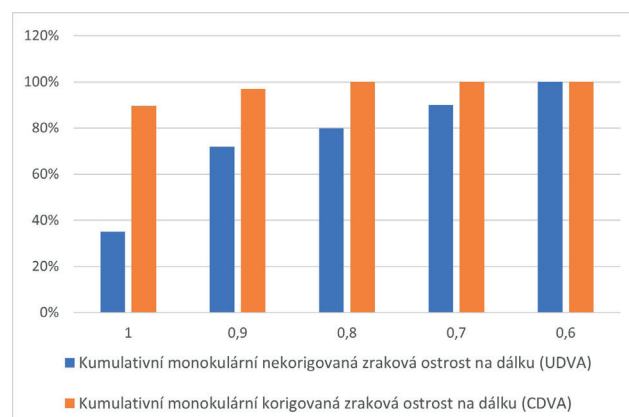
Parametr	Průměr \pm SD	Min	Max
Počet očí (pacientů)	29 (18)		
muži/ženy (n)	11/7		
Věk (roky)	62 ± 8	50	77
UDVA (decim.)	$0,4 \pm 0,2$	0,1	0,8
SPH (D)	$+1,4 \pm 1,4$	-1,75	3,5
CYL (D)	$-1,03 \pm 0,3$	-0,75	-1,75
SE (D)	$+1,2 \pm 1,6$	-2,25	3,25
AXL (mm)	$23,7 \pm 0,8$	21,7	24,8
K1 (mm)	$42,2 \pm 1,2$	39,7	44,1
K2 (mm)	$43,2 \pm 1,4$	40,7	46
Sférická síla IOL (D)	22 ± 2	19	27,5
Cylindrická síla IOL (D)	$1,1 \pm 0,2$	1	1,5

UDVA – nekorigovaná zraková ostrost na dálku (decimální hodnota), SPH – předoperační hodnota sférické refrakce, CYL – předoperační hodnota cylindrické refrakce, SE – sférický ekvivalent, AXL – z angl. Axial length, axiální délka oka, K1 – plochý meridián keratometrie, K2 – strmý meridián keratometrie, IOL – nitrooční čočka, D – dioptrie, SD – směrodatná odchylka, Min – minimum, Max – maximum

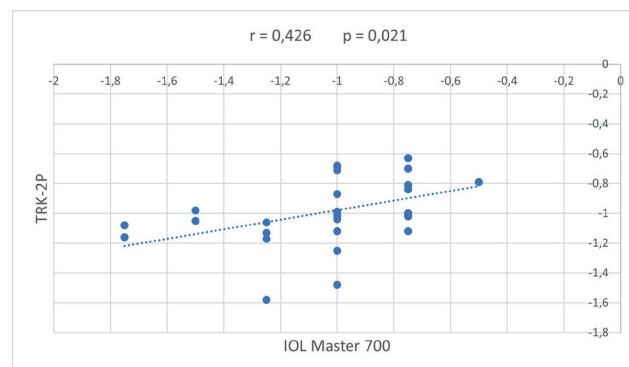
ní UNVA hodnocena pomocí Jaegerových tabulek při vzdálenosti 40 cm dosahovala Jaegerovo číslo (J. č.) 4. Všichni pacienti byli pooperačně schopni přečíst J. č. 1 s brýlovou korekcí. Průměrná hodnota nejlepší korekce byla $+1,3 \pm 0,4$ Dsf.

Při porovnání průměrné hodnoty předoperačního rohovkového astigmatismu $-1,03 \pm 0,3$ Dcyl a pooperační reziduální astigmatické refrakce $-0,6 \pm 0,4$ Dcyl (měřeno stejným přístrojem TRK-2P) došlo k signifikantnímu snížení hodnoty astigmatismu ($p = 0,0003$). Mezi průměrnou hodnotou předoperační rohovkové keratometrie měřenou autorefraktometrem (TRK-2P) $-1,03 \pm 0,3$ Dcyl a optickým biometrem (IOL Master 700) $-1,0 \pm 0,2$ Dcyl nebyl prokázán signifikantní rozdíl ($p = 0,894$). Hodnota Spearmanova korelačního koeficientu $r = 0,426$ vypovídá o korelaci hodnot měřených pomocí dvou různých přístrojů ($p = 0,021$) (Graf 2).

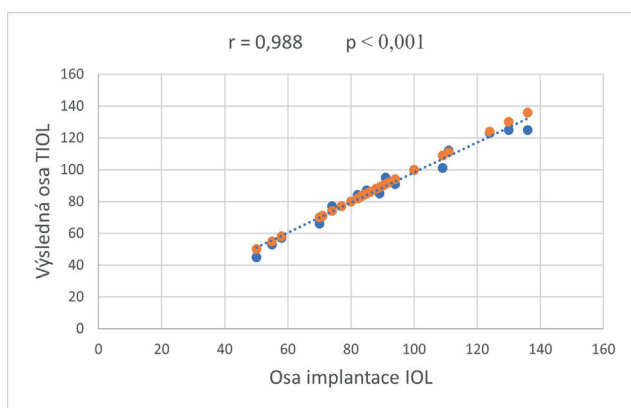
Průměrná absolutní hodnota rotační odchylky od osy implantace byla v našem souboru $1,93 \pm 2,65^\circ$ (minimum 0° , maximum 11°). V 10 případech se TIOL rotovala po směru hodinových ručiček (průměr $4,4 \pm 3^\circ$), v 5 případech proti směru (průměr $2,4 \pm 1^\circ$) a ve 14 případech byla přesně v plánované ose. Spearmanův korelační koeficient $r = 0,992$ pro korelaci mezi výslednou osou a osou



Graf 1. Kumulativní monokulární nekorigovaná a korigovaná zraková ostrost na dálku (UDVA, CDVA)



Graf 2. Korelace mezi měřeními keratometrie na přístrojích TRK-2P (Topcon) a IOL Master (Zeiss) (r – Spearmanův korelační koeficient, p – hodnota pravděpodobnosti)



Graf 3. Porovnání osy implantace a výsledné osy EDOF TIOL (r – Spearmanův korelační koeficient, p – hodnota pravděpodobnosti)

EDOF TIOL – torická nitrooční čočka s prodlouženým ohniskem

implantace potvrzuje vysokou prediktabilitu výsledné osy (Graf 3).

Subjektivní spokojenost byla hodnocena na škále známek 1–5. Průměrná známka byla 1,4. U 18 očí (62 %) byla uvedena známka 1 a u 11 očí (38 %) známka 2. Při cíleném dotazu na pseudofakické dysfotopsie bylo v 15 případech (52 %) zaznamenáno halo, v 5 případech (17 %) glare a u 9 očí (31 %) nebyly zaznamenány žádné dysfotopsie. Žádný z pacientů nehodnotil dysfotopsie jako obtěžující. Brýlová korekce na blízko byla využívána v 7 případech (24 %), brýlová korekce na dálku v 1 případě (3 %) a ve 22 případech (76 %) v našem souboru byla dosažena úplná nezávislost na brýlích.

DISKUZE

Implantace torických EDOF IOL představuje významný pokrok v chirurgickém řešení katarakty a presbyopie, zejména u pacientů s přítomností rohovkového astigmatismu. Naše studie prokázala, že použití modelu Bi-Flex ELON Toric POB-MA, vedlo ke snížení reziduálního astigmatismu a signifikantnímu zlepšení vizuálních funkcí, včetně UDVA, CDVA a UNVA.

Jedním z klíčových parametrů při výpočtu vhodné IOL je předoperační hodnota rohovkového astigmatismu. Podle literárních doporučení je korekce astigmatismu vhodná při hodnotách ≥ 1 Dcyl [13,14]. S cílem maximalizovat nezávislost pacientů na brýlích po operaci se na našem pracovišti zaměřujeme na korekci astigmatismu již při hodnotách $\geq 0,75$ Dcyl. Pro dosažení přesných pooperačních výsledků se doporučuje provést měření keratometrie na dvou různých přístrojích. V našem sledování jsme k měření použili automatický keratometr TRK-2P a optický biometr IOL Master 700. Mezi naměřenými hodnotami nebyl prokázán signifikantní rozdíl, přičemž hodnota Spearmanova korelačního koeficientu ($r = 0,426$) potvrdila korelaci mezi měřeními. V našem souboru pacientů jsme korigovali převážně nízké hodnoty astigma-

tismu (průměr předoperačního rohovkového astigmatismu byl $-1,03 \pm 0,3$ Dcyl a cylindrické síly implantovaných TIOL byly ve všech případech 1,0 nebo 1,5 Dcyl). Při korekci vyšších hodnot astigmatismu je korelace mezi měřeními na dvou přístrojích vyšší. Tento nález je v souladu s výsledky studie Paškové et al. (2024), která na podobném vzorku pacientů (s vyšší průměrnou hodnotou předoperačního rohovkového astigmatismu $-2,4 \pm 0,7$ Dcyl) prokázala vyšší korelaci ($r = 0,873$) mezi hodnotami keratometrie získanými dvěma přístroji (Nidek ARK-1a a IOL Master).

Podobně jako u jiných TIOL, i v našem souboru pacientů s torickou EDOF IOL došlo k výskytu rotace čočky. Nesprávné osově umístění TIOL může být důsledkem nepřesné axiální implantace během operace nebo nežádoucí rotace čočky v pooperačním období [15,16] a může mít negativní vliv na kvalitu vidění. Rotace TIOL o 1° mimo osu znamená snížení korekce astigmatismu přibližně o 3,3 % její síly. Bylo prokázáno, že rotace TIOL o více než 10° vede ke snížení korekce astigmatismu o jednu třetinu a po otočení o 30° je korekční účinek TIOL nulový [17]. Vychýlení o více než 30° může vést k převrácení osy bez redukce původní astigmatické korekce [17,18]. Rotace TIOL je běžným jevem, který však není obvykle klinicky významný, pokud je rotace menší než 5° [15]. V naší studii byla průměrná absolutní hodnota rotační odchylky $1,93 \pm 2,65^\circ$. Pouze 2 oči (7 %) vykazovaly rotaci přesahující 5° , což potvrzuje vysokou prediktabilitu osy implantace. Tyto výsledky jsou v souladu s našimi nedávnými studiemi po implantaci TIOL se stejným designem (Bi-Flex, double-loop haptics), kdy průměrná absolutní hodnota rotační odchylky měřená 1 rok po implantaci byla $2,96 \pm 2,42^\circ$ [19] a ve druhé studii činila $1,42 \pm 1,89^\circ$, přičemž rotace větší než 5° v jakémkoli směru nebyla pozorována v žádném z případů [20]. Stabilita Bi-Flex IOL je zajištěna jejím speciálním tvarem haptického systému (double loop), který má velký kontaktní úhel ($2 \times 88,8^\circ$) s vnitřní stěnou kapsulárního vaku, což zajišťuje lepší fixaci čočky v kapsule a minimalizuje riziko její rotace nebo posunu po implantaci. V 10 případech došlo k rotaci TIOL po směru hodinových ručiček (rozmezí -1° až -11°), v 5 případech proti směru (rozmezí 1° až 4°) a ve 14 případech byla čočka umístěna přesně v plánované ose. Častější rotace ve směru hodinových ručiček může být podle našeho názoru způsobena tvarem haptické části čočky, avšak tento jev dosud nebyl v žádné studii jednoznačně prokázán [21]. Hranice pro indikaci chirurgické revize je stanovena na odchýlení $\geq 10^\circ$ [16]. V naší studii došlo u jednoho oka k rotaci o 11° po směru hodinových ručiček. Vzhledem k výborné monokulární UDVA 1,0 a subjektivní spokojenosti pacienta jsme v tomto případě neprováděli chirurgickou rotaci čočky. Předpokládáme, že zvýšená tolerance rotační nestability TIOL u pacientů s nižšími hodnotami astigmatismu může představovat jedno z možných vysvětlení tohoto pozorovaného jevu. Cylindrická síla implantované TIOL v tomto případě byla 1,0 Dcyl, což představuje relativně nízkou hodnotu astigmatismu.

Subjektivní hodnocení spokojenosti pacientů ukázalo vysoký stupeň spokojenosti s výsledky operace, přičemž

76 % pacientů bylo plně nezávislých na brýlích. V případě dysfotopsií, zejména haló efektu a glare, byly symptomy většinou mírné a neobtěžující, což je v souladu s očekáváním u EDOF IOL. Výsledky naší studie potvrzují, že torické EDOF IOL poskytují vynikající kompromis mezi zrakovou ostrostí na všech vzdálenostech a minimalizováním nežádoucích optických fenoménů. I když byly v některých případech zaznamenány dysfotopsie, jejich intenzita byla nízká a většina pacientů je označila za akceptovatelné.

Jedním z hlavních přínosů této technologie je její schopnost kombinovat výhody monofokálních a multifokálních IOL. Výsledky naší studie ukazují, že torická EDOF IOL je bezpečnou volbou pro pacienty s presbyopií a rohovkovým astigmatismem, kteří si přejí dosáhnout nezávislosti na brýlích pro běžné vzdálenosti.

Limitace naší studie spočívá v její retrospektivní povaze a malém počtu pacientů. Další studie s větším vzorkem

pacientů a delším sledováním by mohly přinést více informací o dlouhodobé stabilitě výsledků a výskytu případných komplikací. Navíc, ačkoli naše výsledky ukazují pozitivní trend, dlouhodobý vývoj dysfotopsií a pacientská spokojenost mohou být závislé na individuálních faktorech, jako jsou rychlost adaptace na nové vidění, životní styl pacienta, psychologické faktory, kvalita rohovky a přítomnost dalších očních onemocnění.

ZÁVĚR

Závěrem lze říci, že implantace torické EDOF IOL je bezpečnou a účinnou metodou pro korekci presbyopie a astigmatismu u pacientů s kataraktou, která přináší dobré vizuální výsledky, odpovídající míru spokojenosti pacientů a minimální riziko nežádoucích komplikací.

LITERATURA

1. Georgiev S, Palkovits S, Hirnschall N, Döller B, Draschl P, Findl O. Visual performance after bilateral toric extended depth-of-focus IOL exchange targeted for micromonovision. *J Cataract Refract Surg.* 2020 Oct;46(10):1346-1352. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000000290
2. Ferrer-Blasco T, Montés-Micó R, Peixoto-De-Matos SC, González-Méijome JM, Cerviño A. Prevalence of corneal astigmatism before cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2009;35(1):70-75.
3. Goggin M. Toric intraocular lenses: evidence-based use. *Clin Exp Ophthalmol.* 2022 Jul;50(5):481-489.
4. Kohnen T. Current and future nomenclature and categorization of intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2024 Aug;50(8):787-788. doi: 10.1097/j.jcrs.0000000000001510
5. Rosen E, Alió JL, Dick HB, Dell S, Slade S. Efficacy and safety of multifocal intraocular lenses following cataract and refractive lens exchange: Meta-analysis of peer-reviewed publications. *J Cataract Refract Surg.* 2016 Feb;42(2):310-328. doi: 10.1016/j.jcrs.2016.01.014. PMID: 27026457
6. Zhong Y, Yu X, Wang Z, et al. Comparison of trifocal or hybrid multifocal-extended depth of focus intraocular lenses: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep.* 2021;11(1):6699.
7. Kohnen T, Suryakumar R. Extended depth-of-focus technology in intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2020;46(2):298-304.
8. Cao K, Friedman DS, Jin S, et al. Multifocal versus monofocal intraocular lenses for age-related cataract patients: a systematic review and meta-analysis based on randomized controlled trials. *Surv Ophthalmol.* 2019;64(5):647-658.
9. Alió JL, Plaza-Puche AB, Fernández-Buenaga R, Píkel J, Maldonado M. Multifocal intraocular lenses: An overview. *Surv Ophthalmol.* 2017;62(5):611-634.
10. Ferrando Gil J, Churrua Irazola A, Reparaz I, Lauzirika G, Martínez-Soraa I, Mendicute J. Visual, refractive, functional, and patient satisfaction outcomes after implantation of a new extended depth-of-focus intraocular lens. *Clin Ophthalmol.* 2024 Dec 17;18:3801-13. doi: 10.2147/OPTH.S499911
11. Megiddo-Barnir E, Alió JL. Latest development in extended depth-of-focus intraocular lenses: an update. *Asia Pac J Ophthalmol.* 2023;12(1):58-79.
12. Pašková B, Marešová K, Schreiberová Z, Malušková M, Karhanová M. Evaluation of Clinical Results of Implantation of Toric Intraocular Lenses Including their Rotational Stability. *Cesk Slov Oftalmol.* 2024;80(3):146-153.
13. Mendicute J, Irigoyen C, Aramberri J, Ondarra A, Montés-Micó R. Foldable toric intraocular lens for astigmatism correction in cataract patients. *J Cataract Refract Surg.* 2008;34(4):601-607.
14. Statham M, Apel A, Stephensen D. Comparison of the AcrySof SA60 spherical intraocular lens and the AcrySof Toric SN60T3 intraocular lens outcomes in patients with low amounts of corneal astigmatism. *Clin Exp Ophthalmol.* 2009;37(8):775-779.
15. Holland E, Lane S, Horn JD, Ernest P, Arleo R, Miller KM. The AcrySof Toric intraocular lens in subjects with cataracts and corneal astigmatism: a randomized, subject-masked, parallel-group, 1-year study. *Ophthalmology.* 2010;117(11):2104-2111.
16. Jin H, Limberger IJ, Ehmer A, et al. Impact of axis misalignment of toric intraocular lenses on refractive outcomes after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg.* 2010; 36: 2061-2072.
17. Novis C. Astigmatism and toric intraocular lenses. *Curr Opin Ophthalmol.* 2000 Feb;11(1):47-50. doi: 10.1097/00055735-200002000-00007
18. Vlková E, Došková H, Vícha I. První zkušenosti s torickými IOL [Initial experience with toric intraocular lenses]. *Cesk Slov Oftalmol.* 2001 May;57(3): 161-164. Czech.
19. Nováček LV, Němcová M, Sičová K, et al. Simultaneous presbyopia and astigmatism correction with a novel trifocal toric intraocular lens—a one-year follow-up. *J Clin Med.* 2022 Jul 19;11(14):4194. doi: 10.3390/jcm11144194. PMID: 35887960; PMCID: PMC9322991.
20. Nováček LV, Němcová M, Tyx K, et al. Evaluation of astigmatism-correcting efficiency and rotational stability after cataract surgery with a double-loop haptic toric intraocular lens: A 1-year follow-up. *Biomed Hub.* 2021 Feb 17;6(1):30-41. doi: 10.1159/000513894
21. Singh A, Kapoor G, Baranwal VK, Kalra N. Rotational stability of Toric intraocular lenses. *Med J Armed Forces India.* 2022 Jan;78(1):68-73. Epub 2020 Jul 9. doi: 10.1016/j.mjafi.2020.03.014