proLékaře.cz | 19.11.2026



# ZMENY CHIRURGICKY INDUKOVANÉHO ASTIGMATIZMU ROHOVKY A POLOHY UMELEJ VNÚTROOČNEJ ŠOŠOVKY V ČASE

**Popov I., Juhas J., Kopálová K., Krásnik V.**

**Klinika oftalmológie LF UK a UN Bratislava**

*Práca nebola zadaná inému časopisu ani inde publikovaná. Autori práce prehlasujú, že vznik aj téma odbornej práce a jej zverejnenie nie je v strete záujmov a nie je podporené žiadnou farmaceutickou firmou.*

Do redakce doručeno dne: 8. 11. 2022
Přijato k publikaci dne: 23. 1. 2023



MUDr. Mgr. Ivajlo Popov Ph.D, MPH, FEBO
Klinika oftalmológie LF UK a UN Bratislava
Ružinovská 6
82101 Bratislava
E-mail: ivajlo.popov@gmail.com

## SÚHRN

**Ciele:** Sledovať zmeny chirurgicky indukovaného astigmatizmu rohovky a stability umelej vnútroočnej šošovky (IOL) v čase po operácii katarakty. Porovnať zameniteľnosť meraní medzi automatickým keratorefraktometrom (AKRM) a biometrom.
**Materiál a metodika:** Prospektívna observačná štúdia, v ktorej sme sledovali dané parametre na 25 očiach (25 pacientov) v prvom dni, prvom týždni, prvom a v treťom mesiaci po nekomplikovanej operácii katarakty. Ako nepriamy ukazovateľ zmeny stability IOL sme použili astigmatizmus indukovaný IOL (rozdiel medzi refraktometriou a keratometriou). Na analýzu zhody medzi prístrojmi sme použili Blant-Altmanovú metódu.
**Výsledky:** V horeuvedených časových bodoch klesal chirurgicky indukovaný astigmatizmus nasledovne: 0,65 D; 0,62 D; 0,60 D a 0,41 D (v prvom dni, týždni, mesiaci a treťom mesiaci). Astigmatizmus indukovaný zmenou polohy umelej vnútroočnej šošovky sa menil nasledovne: 0,88 D; 0,59 D; 0,44 D a 0,49 D. Zmeny v oboch parametroch boli štatisticky signifikantné ($p < 0,05$). Merania hodnoty astigmatizmu aj uhla astigmatizmu nevykazovali štatisticky signifikantný rozdiel medzi prístrojmi ($p > 0,05$).
**Záver:** Chirurgicky indukovaný astigmatizmus aj astigmatizmu indukovaný IOL signifikantne klesal v čase ($p < 0,05$). Pokles chirurgicky indukovaného astigmatizmu rohovky bol najvýraznejší medzi prvým a tretím mesiacom po operácii. U astigmatizmu indukovaného IOL bol najväčší pokles do prvého mesiaca po operácii. Rozdiely v meraní medzi biometrom a AKRM boli štatisticky nesignifikantné, avšak klinická zameniteľnosť medzi danými metódami je otázna, obzvlášť u merania uhlu astigmatizmu.
**Kľúčové slová:** chirurgicky indukovaný astigmatizmus, poloha umelej vnútroočnej šošovky, zmena astigmatizmu v čase

## SUMMARY
## CHANGE OF SURGICALLY INDUCED CORNEAL ASTIGMATISM AND POSITION OF ARTIFICIAL INTRAOCULAR LENS OVER TIME

**Aims:** To analyze changes in surgically induced corneal astigmatism and artificial intraocular lens (IOL) stability over time following cataract surgery. To compare the interchangeability of measurements between an automatic keratorefractometer (AKRM) and a biometer.
**Material and methods:** In this prospective observational study, the above-mentioned parameters were collected from 25 eyes (25 subjects) on the first day, first week, first and third month after uncomplicated cataract surgery. We used IOL-induced astigmatism (difference between refractometry and keratometry) as an indirect indicator of IOL stability change. We used the Blant-Altman method to analyze consistency between devices.
**Results:** At the above time points, surgically induced astigmatism (SIA) decreased as follows: 0.65 D; 0.62 D; 0.60 D and 0.41 D (in the first day, week, month and third month respectively). Astigmatism induced by changes of the position of the IOL varied as follows: 0.88 D; 0.59 D; 0.44 D and 0.49 D. Changes in both parameters were statistically significant ($p < 0.05$). Neither the measurements of the astigmatism value nor the astigmatism angle showed a statistically significant difference between the devices ($p > 0.05$).
**Conclusion:** Both surgically induced astigmatism and astigmatism induced by IOL decreased over time, in which both changes were statistically significant. The decrease in SIA was most pronounced between the first and third month after surgery. For IOL-induced astigmatism, the greatest decrease was within the first month after surgery. The differences in measurement between the biometer and AKRM were statistically insignificant, but the clinical interchangeability between the given methods is questionable, especially with regard to measurement of the astigmatism angle.
**Key words:** surgically induced astigmatism, intraocular lens position, astigmatism change over time

*Čes. a slov. Oftal., 79, 2023, No. 2, p. 88–93*

proLékaře.cz | 19.11.2026

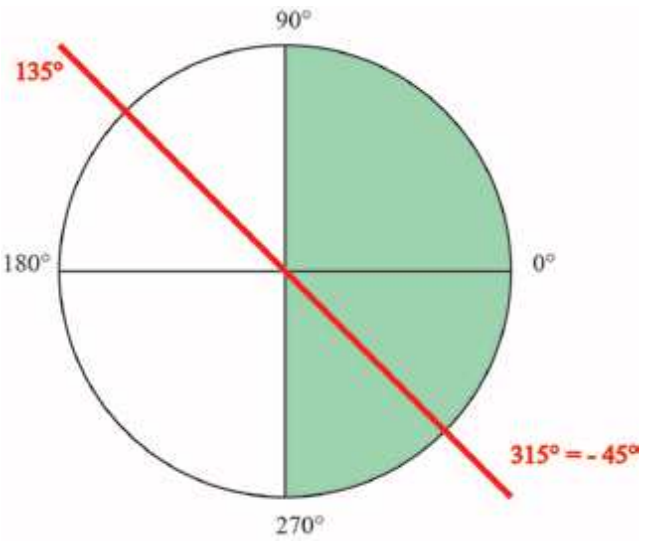
## ÚVOD

Rohovka tvorí približne dve tretiny [1] z celkovej optickej mohutnosti oka a má u kaukazskej populácie horizontálny priemer 11,96 mm („white to white"), pričom vertikálne je tento rozmer menší. Jej priemerná dioptrická sila je 44,3 D a priemerný astigmatizmus je 0,91 D [2].

Tieto parametre však môžu byť ovplyvnené zásahom do integrity rohovky, napríklad rezom pri operácii katarakty, ktorý môže spôsobiť zmeny v zakrivení rohovky. Kvantifikácia týchto zmien je vyjadrená pod názvom chirugicky indukovaný astigmatizmus (SIA, z angličtiny Surgical induced astigmatism). Je definovaný ako rozdiel medzi pooperačným a predoperačným astigmatizmom a možno ho merať buď pomocou manifestnej refrakcie alebo analýzou zakrivenia rohovky [1]. Operácia katarakty je najčastejšie vykonávanou operáciou v oftalmológii [3]. Chirurgicky indukovaný astigmatizmus spôsobený rohovkovými incíziami je veľmi dôležitý faktor vplývajúci na pooperačný výsledok a spokojnosť pacienta. Predpokladá sa, že temporálne incízie spôsobujú menší SIA ako superiórne incízie a na veľkosť SIA môže vplývať aj dĺžka, tvar a šírka rezu [4]. S veľkosťou SIA je nutné rátať už pri biometrii a výpočte umelej vnútroočnej šošovky (IOL, z ang. Intraocular lens) pri biometrii. Hojenie rohovky je dynamický proces [5]. S tým súvisí aj zmena SIA v čase. Vedieť stabilizáciu pooperačného astigmatizmu je dôležité, či už pre správne načasovanie finálnej pooperačnej korekcie alebo aj pri ďalšom plánovaní liečby a diagnostiky ochorení oka. Na pooperačný astigmatizmus okrem rohovky vplýva aj astigmatizmus indukovaný umelou vnútroočnou šošovkou. Aj monofokálne netorické šošovky môžu indukovať astigmatizmus ich naklonením (takzvaný „tilt") alebo decentráciou. Tilt sa najviac prejavuje pri nestabilite IOL v puzdre, čo môže nastať v skorom pooperačnom období, dokiaľ nie je IOL stabilizovaná adhéziou puzdra. V našej práci sme sa preto rozhodli sledovať zmenu SIA a astigmatizmu indukovaného IOL v čase po štandardnej operácii katarakty s implantáciou monofokálnej IOL. V pooperačnom období je často pri pooperačných kontrolách používaný automatický keratorefraktometer (AKRM) na meranie refrakcie a rohovkového astigmatizmu. Občas sa tiež vyskytnú situácie (napríklad nepriehľadnosť optických médií), keď sa biometrom nedarí zmerať rohovkový astigmatizmus a je nutné údaje doplniť z AKRM. Preto sme sa rozhodli porovnať aj presnosť zhody keratometrie medzi biometrom a automatickým keratometrom.

## MATERIÁL A METODIKA

V našej prospektívnej štúdii sme sledovali vývoj astigmatizmu vo forme SIA a astigmatizmu indukovaného IOL v čase u pacientov, ktorí boli plánovaný na štandardnú operáciu katarakty s implatáciou IOL do puzdra. Pred operáciou bola vykonaná biometria u každého pacienta pomocou optického biometra Lenstar LS900 (Haag-Streit AG, Koeniz, Switzerland). Do súboru boli zaradení iba pacienti bez nepravidelného astigmatizmu, bez predošlých očných operácii a bez známeho alebo zisteného ochorenia rohovky, akým je napríklad keratokonus, jazvy rohovky, syndróm suchého oka a iné. Ako bezpečnú hranicu na vylúčenie ektatických ochorení rohovky sme zvolili hodnotu astigmatizmu pod 2,0 D a najstrmšiu hodnotu keratometrie (Steep K) pod 47,0 D. Pacienti s náznakmi pterýgia boli tiež vylúčení zo sledovania. Pacienti boli operovaní tým istým chirurgom uniformnou technikou. Hlavný 2-stupňový rohovkový rez o šírky 2,75 mm bol umiestnený na č.12. Dve paracentézy o šírky 1 mm boli umiestnené na čísle 10 a 2. Umelá vnútroočná šošovka bola umiestnená do puzdra po nekomplikovanej operácii katarakty pomocou fakoemulzifikácie a bimanuálnej irigácie a aspirácie. Implantovaná bola jednokusová IOL MD Tech I-stream hybrid, ktorá je štvorcového tvaru („quadrilateral") z hybridného (hydrofóbny a hydrofilný) akrylového materiálu. Na konci operácie boli paracentézy utesnené hydratáciou. Hlavný rez nebolo nutné hydratovať ani u jedného pacienta. Na ďalší pooperačný deň boli pacienti vyšetrení za štrbinovou lampou aj v mydriáze. Decentrácia IOL sa hodnotila vizuálne. U žiadneho pacienta sme nepozorovali výraznú decentráciu IOL a všetci mali cirkulárne prekrytý okraj optickej časti IOL kapsulorexou. Ak bola rohovka bez viditeľných známok edému, pacienti boli zaradený do ďalších analýz. Do analýzy bolo zaradené iba pravé oko pacienta ak boli operované obidve oči a ak spĺňalo inklúzne kritéria. Všetci pacienti boli vyšetrovaní prvý deň, prvý týždeň, prvý mesiac a tretí mesiac po operácii. Na čo najpresnejšiu analýzu bola zmena astigmatizmu sledovaná pomocou toho istého optického biometra Lenstar LS900 aj v pooperačnom období. Pacienti počas kontrol absolvovali aj vyšetrenie AKRM (Nidek AKR-1a). Chirurgicky indukovaný astigmatizmu sme vypočítali pomocou vektorovej analýzy podľa




**Obrázok 1.** Príklad konverzie hodnôt astigmatizmu pri kalkulácii

proLékaře.cz | 19.11.2026

vzorca spomenutého v článku Sáncheza-Tabernera [6]. Na kvantifikáciu vplyvu astigmatizmu indukovaného IOL sme použili absolútne hodnoty rozdielu refraktometrie a keratometrie z AKRM. Výsledky sme zobrazili ako priemery sledovaných veličín, s minimálnymi a maximálnymi hodnotami. Dáta v hodnotách SIA aj šošovkou indukovaného astigmatizmu vykazovali odchýlky od normálnej distribúcie, preto sme na porovnanie priemerov z opakovaných meraní použili Friedmanov neparametrický test. Na Post-hoc analýzu sme použili Bonferroniho korekciu. Na hodnotenie zhody výsledkov keratometrie medzi biometrom a AKRM z tretieho mesiaca po operácii sme použili Blant-Altmanovú metódu [7]. Hladinu významnosti alfa sme stanovili na 0,05. Astigmatizmy z keratometrie sme prekonvertovali na hodnoty kompatibilné so zobrazením astigmatizmu v biometri a pri kalkulácii sme hodnoty zobrazili v rozpätí od 270° do 90°, pričom sme dané hodnoty označili od -90°po +90° (Obrázok 1). Na vylúčenie metodickej chyby sme rozdiely väčšie ako 90° manuálne skontrolovali a opravili adekvátne. Napríklad, pri uhle 80°a 100°, sme po konverzii dostali 80° a -80°, čo robí rozdiel 160° pričom reálny rozdiel je iba 20°.V našom výskume sa držali princípov Helsinskej deklarácie.

## VÝSLEDKY:

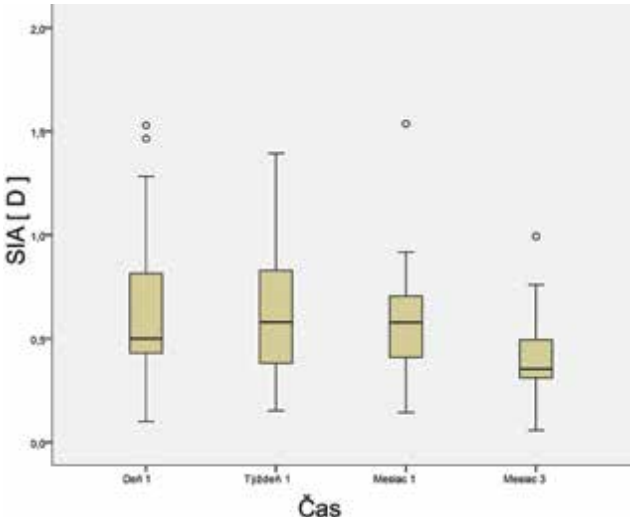
Analyzované boli dáta 25 z celkovo 30 pacientov. Piati pacient nedokončili sledovanie pre ochorenie COVID-19, alebo z iných zdravotných dôvodov. V analyzovanom súbore bolo 6 mužov a 19 žien. Popisná štatistika súboru a vývoj SIA v čase je zobrazená v Tabuľke 1.

SIA v jednotlivých časových obdobiach medzi sebou. Rozdiely medzi jednotlivými časovými bodmi boli štatisticky signifikantné ($p < 0,05$). Bol pozorovaný finálny pokles o 0,23 D, ktorý môže byť v niektorých prípadoch klinický signifikantný. Chirurgicky indukovaný astigmatizmus klesal v čase, pričom najvýraznejší pokles nastal medzi prvým a tretím mesiacom. Zmenu SIA v čase je zobrazená v Grafe 1.

Realizovali sme aj post hoc analýzu Wilcoxonovým testom s Bonferroniho korekciou. Štatisticky signifikantný rozdiel v SIA bol v post hoc analýze medzi prvým dňom a tretím mesiacom ($p < 0,05$) a medzi prvým a tretím mesiacom ($p < 0,05$). Hodnoty významnosti sú uvedené po aplikácii Bonferroniho korekcie. Ostatné rozdiely boli štatisticky nesignifikantné.

Vývoj hodnoty pooperačnej refraktometrie uvedenej v sférickom ekvivalente je zobrazený v Tabuľke 2.

Refraktometria spočiatku vykazovala mierny myopický posun do prvého pooperačného týždňa, až medzi prvým a tretím pooperačným mesiacom sa objavuje opačný trend. Tieto zmeny súvisia so zmenou v SIA aj so zmenou v polohe IOL, pričom efekt oboch javov nemožno iba




**Graf 1.** Krabicový graf zobrazujúci zmenu hodnoty SIA v čase s označením kvartilov

*SIA – chirurgicky indukovaný astigmatizmus*

**Tabuľka 1.** Popisná štatistika súboru a vývoj SIA

| | Minimum | Maximum | Priemer | SD |
|---|---|---|---|---|
| Vek [roky] | 60,0 | 88,0 | 73,8 | 7,9 |
| Axiálna dĺžka [mm] | 22,2 | 24,8 | 23,1 | 0,7 |
| Predoperačný astigmatizmus [D] * | 0,0 | 1,1 | 0,6 | 0,3 |
| Pooperačný astigmatizmus v 3. mesiaci [D] * | 0,1 | 1,3 | 0,7 | 0,3 |
| Steep K [D] | 42,3 | 46,6 | 44,5 | 1,2 |
| Uhol Steep K [°] | 0 | 173 | 79 | 52 |
| SIA po 1 dni [D] | 0,1 | 1,5 | 0,7 | 0,4 |
| SIA po 1 týždni [D] | 0,2 | 1,4 | 0,6 | 0,3 |
| SIA po 1 mesiaci [D] | 0,1 | 1,5 | 0,6 | 0,3 |
| SIA po 3 mesiacoch [D] | 0,1 | 1,0 | 0,4 | 0,2 |

*Steep K – najstrmšie zakrivenie rohovky*
*SIA – chirurgicky indukovaný astigmatizmus*
*SD – smerodajná odchýlka*
** rohovkový astigmatizmus meraný pomocou Lenstar LS900*

proLékaře.cz | 19.11.2026

na základe týchto hodnôt odlíšiť. Vývoj zmeny refraktometrie nebol štatisticky signifikantný (Friedmanov test, $p > 0,05$).

Vplyv IOL na celkovú hodnotu astigmatizmu sme zobrazili ako rozdiel celkového a rohovkového astigmatizmu. Vývoj jeho hodnoty je zobrazený v Tabuľke 3. Rozdiel vo vývoji astigmatizmu bol štatisticky signifikantný (Friedmanov test, $p < 0,05$), konkrétne medzi prvým dňom a prvým mesiacom ($p = 0,018$, post hoc analýza s Bonferroniho korekciou).

Zameniteľnosť hodnôt z keratometrie z biometru a AKRM sme analyzovali pomocou Blant-Altmanovej me-

**Tabuľka 2.** Vývoj hodnoty refraktometrie v čase

| | Minimum | Maximum | Priemer SE [D] | SD |
|---|---|---|---|---|
| 1. deň | -3,5 | 1,5 | -0,4 | 1,0 |
| 1. týždeň | -3,1 | 0,4 | -0,6 | 0,8 |
| 1. mesiac | -3,1 | 0,4 | -0,6 | 0,8 |
| 3. mesiac | -3,5 | 1,0 | -0,3 | 0,8 |

*SE – sférický ekvivalent*
*SD – smerodajná odchýlka*

**Tabuľka 3.** Vývoj astigmatizmu indukovaného IOL v čase

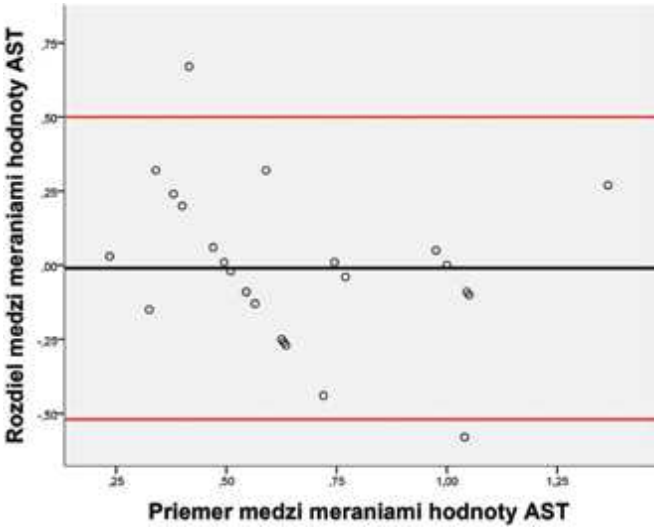
| | Minimum | Maximum | Priemer [D] | SD |
|---|---|---|---|---|
| 1. deň | 0,3 | 2,3 | 0,9 | 0,6 |
| 1. týždeň | 0,0 | 1,5 | 0,6 | 0,4 |
| 1. mesiac | 0,0 | 1,8 | 0,4 | 0,5 |
| 3. mesiac | 0,0 | 1,8 | 0,5 | 0,5 |

*SD – smerodajná odchýlka*

**Tabuľka 4.** Rozdiely v meraniach medzi jednotlivými prístrojmi a ich limity zhody

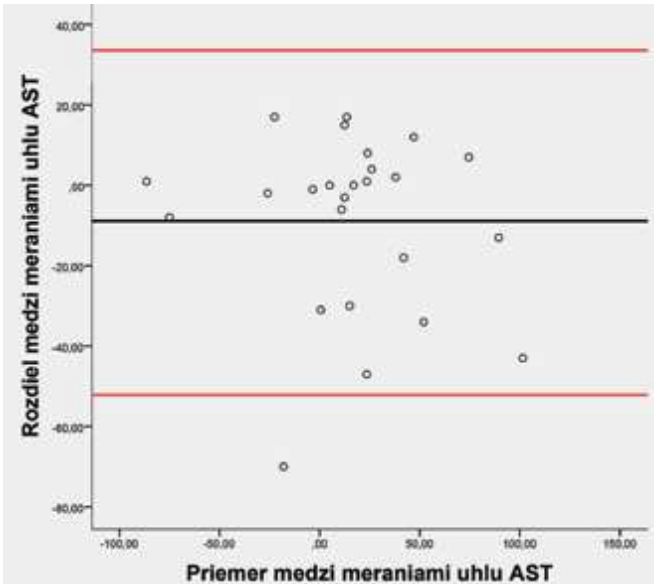
| | | | Limity 95% zhody | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Priemer | SD | Horný | Dolný | Jednovýberový t-test |
| Rozdiely medzi meraniami AST | 0,0 | 0,3 | 0,5 | -0,5 | 0,8 |
| Rozdiely medzi meraniami uhlu | -9 | 22 | 34 | -52 | 0,06 |

*AST – astigmatizmus*
*SD – smerodajná odchýlka*




**Graf 2.** Blant-Altmanov graf zhody pri meraní hodnoty astigmatizmu

*AST – astigmatizmus*




**Graf 3.** Blant-Altmanov graf zhody pri meraní hodnoty uhla astigmatizmu

*AST – astigmatizmus*

proLékaře.cz | 19.11.2026

tódy. Analyzovali sme zvlášť hodnoty výšky astigmatizmu a jeho uhol. Priemery rozdielov v meraniach a limity zhody medzi nimi sú zobrazené v Tabuľke 4.

Hodnoty výšky astigmatizmu vykazovali štatisticky nesignifikantný rozdiel medzi meraniami (p = 0,80). Priemerný rozdiel hodnôt astigmatizmu medzi prístrojmi bol veľmi malý (0,0 ±0,3 D). Lenstar nadhodnocoval hodnotu uhla o 9 ±22°. Zameniteľnosť meraní je znázornená v Grafe 2, kde vidíme že dve hodnoty sa nachádzajú mimo 95% interval zhody. Pri uhle astigmatizmu bol rozdiel medzi meraniami tiež štatisticky nesignifikantný (p = 0,06). Koreláciu meraní vidíme v Grafe 3. Rozsah limitu zhody medzi meraniami uhlu astigmatizmu (86°) sme považovali za veľmi široký, preto sme analyzovali, či nedochádza u vyšších astigmatizmov k väčším nepresnostiam v meraniach. Nenašli sme signifikantnú koreláciu medzi veľkosťou astigmatizmu a rozdielom v meraniach jeho uhlu ( p = 0,43; Pearsonov korelačný koeficient r = 0,16).

## DISKUSIA

V našej práci sme sledovali niekoľko veličín súvisiacich anatomickou prestavbou operačných rán a iných očných štruktúr po nekomplikovanej operácii katarakty. Hlavné zameranie bolo na sledovanie zmien v zakrivení rohovky po operačných rezoch v čase vo forme SIA. Z výsledkov vyplýva, že proces hojenia z refrakčného hľadiska nemôžme považovať za ukončený ani mesiac po operácii. Qin He v svojej štúdii pozoroval štatisticky nesignifikantný pokles SIA medzi prvým a šiestym mesiacom o 0,1 D [8]. V našej štúdií sme pozorovali signifikantný pokles SIA, a aj veľkosť poklesu bola u nás medzi prvým a tretím mesiacom väčšia (0,2 D). Aj keď v Qinovej štúdii bol použitý 2,2 mm rez, čo mohlo spôsobiť celkovo nižší SIA a aj jeho nižší pokles. Na základe Qin Heho štúdie možno predpokladať, že pokles SIA medzi 3. a 6. mesiacom je zanedbateľný a neočakávali by sme ďalší významný pokles ani v našom súbore. V Theodoulidouovej štúdii pozorovali pokles v SIA medzi 1. a 6. mesiacom od 0,3 do 0,12 D [9]. Podobný časový horizont sledovania zvolil Rainer vo svojej štúdii [10], kde však sledovali temporálny a supero-temporálny rez so šírkou 3 mm. Pri temporálnom reze pozorovali pokles SIA medzi 1. týždňom a 3. mesiacom o 0,3 D, čo je viac ako v našom pozorovaní (my sme zaznamenali pokles o 0,21 D). Avšak pri supero-temporálnom reze dokonca zaznamenali nárast o 0,1 v danom časovom období. V našej štúdii sme pozorovali najväčší pokles medzi 1. a 3. mesiacom. Do prvého mesiaca bol vývoj astigmatizmu takmer bez zmeny. Podobný jav odsledoval Liang pri 2,2 aj pri 3,0 mm reze, kde tiež došlo k tretiemu mesiacu k výraznejšiemu poklesu SIA, a to o 0,08 D pri 2,2 mm reze a o 0,2 D pri 3,0 mm reze [11].

Zmena polohy IOL môže spôsobovať rôzne aberácie ako defokus, astigmatizmus, komu a iné aberácie vyššieho rádu. Tilt do 2–3° a decentrácia do 0,2–0,3 mm sú klinicky nesignifikantné takmer u všetkých typov IOL [12]. Menší vplyv na tieto aberácie pri zmene polohy IOL majú monofokálne sférické IOL v porovnaní s asférickými, torickými alebo multifokálnymi IOL [13]. Tilt a decentrácia IOL vznikajú na podklade rôznych faktorov. Patrí sem napríklad prirodzený tilt vlastnej pôvodnej šošovky [14], asymetrická fixácia IOL v puzdre (časť v puzdre, časť v sulkuse) a trhlina kapsuly [12]. Zatiaľ čo veľká axiálna dĺžka, hrubá šošovka a veľká alebo decentrovaná kapsulorexa spôsobujú hlavne decentráciu, predošlá pars plana vitrektómia, krátka axiálna dĺžka, nekompletné prekrytie optiky IOL kapsulou a kapsulárna fibrotizácia spôsobujú hlavne tilt [15-17]. Napríklad u asférickej monofokálnej IOL, horizontálny tilt spôsobuje astigmatizmus proti pravidlu. Pri 5° tilte spôsobuje 0,14 D a pri 10° je to 0,56 D u 28 D IOL [18]. V našej štúdií sme sa snažili faktory súvisiace s kapsulorexou eliminovať výberom pacientov, kde sme vylúčili decentrované kapsulorexy a kapsulorexy bez kompletného prekrytia optiky. Keďže sme vplyv šošovky počítali iba na základe rozdielu medzi celkovou refrakciou a keratometriou, nemožno odlíšiť vplyv tiltu od decentrácie a taktiež sme iba posudzovali vplyv na astigmatizmus, keďže aberácie vyššieho rádu neboli analyzované. Z výsledkov vidno (Tabuľka 3), že najväčší pokles astigmatizmu indukovaného IOL nastáva medzi prvým dňom a týždňom, a následný pokles do tretieho mesiace je pozvoľný. Tento výraznejší pokles je signifikantný medzi prvým ňom a prvým mesiacom (p = 0,018). Pravdepodobne to súvisí s vytvorením adhézií IOL s puzdrom v skorom pooperačnom období, čo je súlade s teóriou, že kompletná kapsulárna adhézia nastáva u akrylických IOL už v 11. pooperačnom dni [19]. U vysoko myopických očí je tento čas predĺžený [20], avšak v našom súbore sa nenachádzal takýto typ očí.

Pri porovnaní zhody v meraniach veľkosti astigmatizmu pomocou AKM a biometra sme pozorovali štatisticky nesignifikatné rozdiely (p = 0,8). Medzi prístrojmi pri meraní uhla astigmatizmu boli rozdiely tiež štatisticky nesignifikantné, ak keď iba naznačene (p = 0,06). Hashemi v svojom sledovaní pozorovali pomerne dobrú zhodu v meraní veľkosti astigmatizmu AKM s Lenstarom, čo je v súlade s našimi pozorovaniami. Zhoda medzi prístrojmi sa však v ich štúdií zlepšila až pri aplikácii korekcie z regresného vzorca z ich analýzy [21]. Naše výsledky sa však nezhodujú s Altınelovou štúdiou aj s druhou Hashemiho štúdiou, ktorá však bola realizovaná na deťoch [22,23]. Napriek nášmu pozorovaniu štatisticky nesignifikantého rozdielu medzi prístrojmi pri meraní veľkosti astigmatizmu, je otázne, či je rozsah zhody (1,0 D) klinicky akceptovateľný. Akceptovateľnosť môže byť posudzovaná iba individuálne. Ani v jednej z uvedených štúdií neporovnávali zhodu v uhle astigmatizmu, aj keď v Hashemiho štúdií na deťoch bola analýza robená na vektorovom zápise astigmatizmu, ktorý už v sebe zahŕňa informácie o sile aj uhle astigmatizmu. Tým pádom sú obe veličiny ťažko oddeliteľné pri analýze. V našej štúdii sme pozorovali z klinického hľadiska široký interval limitov zhody pri porovnaní meraní uhlu astigmatizmu (86°). Tu je tiež otázne, či takto široký interval zhody je klinicky akceptovateľný, keďže sa už blíži 90°, čo kompletne mení astigmatizmus. Veľkosť

proLékaře.cz | 19.11.2026

rozdielov v meraniach uhlu nekorelovali a výškou astigmatizmu (p = 0,43; r = 0,16).

Naša štúdia poukázala na vývoj rohovkového astigmatizmu pri hojení rezov po operácii katarakty v čase. Taktiež sledovala nepriamo stabilizáciu IOL v puzdre šošovky. Výhodou je homogénny súbor pacientov, operovaných jedným operatérom s jedným typom IOL a rovnakou technikou. Možnými nedostatkami štúdie je, že pri hodnotení vývoja astigmatizmu nebola meraná dĺžka rezu, ktorá môže ovplyvňovať hojenie a SIA. Taktiež pri zmenách polohy IOL neboli merané aberácia vyššieho rádu a reálna zmena polohy IOL.

## LITERATÚRA


1. Azar D. Refractive Surgery. Elsevier, 2019.
2. Popov I, Waczulikova I, Stefanickova J, et al. Analysis of biometric parameters of 2340 eyes measured with optical biometer Lenstar LS900 in a Caucasian population. Eur J Ophthalmol. 2021; 1120672121998920.
3. Acosta R, Hoffmeister L, Román R, Comas M, Castilla M, Castells X. Systematic review of population-based studies of the prevalence of cataracts. Arch Soc Espanola Oftalmol. 2006;81:509-516.
4. Marek R, Kluś A, Pawlik R. Comparison of surgically induced astigmatism of temporal versus superior clear corneal incisions. Klin Oczna. 2006;108:392-396.
5. Kamil S, Mohan RR. Corneal stromal wound healing: Major regulators and therapeutic targets. Ocul Surf. 2021;19:290-306.
6. Sánchez-Tabernero S. SIA-formula: an easy way to calculate surgically induced astigmatism. Eye. 2018;32:659-660.
7. Bland JM, Altman DG. Measuring agreement in method comparison studies. Stat Methods Med Res. 1999;8:135-160.
8. He Q, Huang J, He X, Yu W, Yap M, Han W. Effect of corneal incision features on anterior and posterior corneal astigmatism and higher-order aberrations after cataract surgery. Acta Ophthalmol (Copenh). 2021;99:e1027-e1040.
9. Theodoulidou S, Asproudis I, Kalogeropoulos C, Athanasiadis A, Aspiotis M. The role of sideport incision in astigmatism change after cataract surgery. Clin Ophthalmol Auckl NZ. 2015;9:1421-1428.
10. Rainer G, Menapace R, Vass C, Annen D, Findl O, Schmetterer K. Corneal shape changes after temporal and superolateral 3.0 mm clear corneal incisions. J Cataract Refract Surg. 1999;25:1121-1126.
11. Liang JL, Xing XL, Yang XT, Jiang YF, Zhang H. [Clinical comparison analysis in surgically induced astigmatism of the total, anterior and posterior cornea after 2.2-mm versus 3.0-mm clear corneal incision cataract surgery]. Zhonghua Yan Ke Za Zhi Chin J Ophthalmol. 2019;55:495-501.
12. Ale JB. Intraocular lens tilt and decentration: a concern for contemporary IOL designs. Nepal J Ophthalmol Biannu Peer-Rev Acad J Nepal Ophthalmic Soc NEPJOPH. 2011;3:68-77.
13. Ashena Z, Maqsood S, Ahmed SN, Nanavaty MA. Effect of Intraocular Lens Tilt and Decentration on Visual Acuity, Dysphotopsia and Wavefront Aberrations. Vision. 2020;4:41.
14. Kimura S, Morizane Y, Shiode Y, et al. Assessment of tilt and decentration of crystalline lens and intraocular lens relative to the corneal topographic axis using anterior segment optical coherence tomography. PloS One. 2017;12:e0184066.
15. Chen X, Gu X, Wang W, et al. Characteristics and factors associated with intraocular lens tilt and decentration after cataract surgery. J Cataract Refract Surg. 2020;46:1126-1131.
16. Uzel MM, Ozates S, Koc M, Taslipinar Uzel AG, Yılmazbaş P. Decentration and Tilt of Intraocular Lens after Posterior Capsulotomy. Semin Ophthalmol. 2018;33:766-771.
17. Ding X, Wang Q, Xiang L, Chang P, Huang S, Zhao Y-E. Three-Dimensional Assessments of Intraocular Lens Stability With High--Speed Swept-Source Optical Coherence Tomography. J Refract Surg Thorofare NJ. 1995 2020;36:388-394.
18. Weikert MP, Golla A, Wang L. Astigmatism induced by intraocular lens tilt evaluated via ray tracing. J Cataract Refract Surg 2018;44:745-749.
19. Hayashi H, Hayashi K, Nakao F, Hayashi F. Elapsed time for capsular apposition to intraocular lens after cataract surgery. Ophthalmology. 2002;109:1427-1431.
20. Zhao Y, Li J, Lu W, et al. Capsular adhesion to intraocular lens in highly myopic eyes evaluated in vivo using ultralong-scan-depth optical coherence tomography. Am J Ophthalmol. 2013;155:484-491.e1.
21. Hashemi H, Asgari S, Miraftab M, Emamian MH, Shariati M, Fotouhi A. Agreement study of keratometric values measured by Biograph/LENSTAR, auto-kerato-refractometer and Pentacam: decision for IOL calculation. Clin Exp Optom. 2014; 97:450-455.
22. Altınel MG, Uslu H. Agreement of keratometric readings measured using rotating Scheimpflug imaging, auto-refractokeratometer, and biograph in eyes with keratoconus. Int Ophthalmol. 2021;41:1659-1669.
23. Hashemi H, Heydarian S, Khabazkhoob M, Yekta A, Emamian MH, Fotouhi A. Keratometry in children: Comparison between auto--refractokeratometer, rotating scheimpflug imaging, and biograph. J Optom. 2019;12:99-110.