

LIETUVOS SVEIKATOS MOKSLŲ UNIVERSITETAS
MEDICINOS AKADEMIJA
MEDICINOS FAKULTETAS
AKIŲ LIGŲ KLINIKA

Almina Stramkauskaitė

Torinių intraokulinių lęšių efektyvumo vertinimas

Vientisosios studijų programos „Medicina“

Baigiamasis magistro darbas

Darbo vadovė prof. dr. Reda Žemaitienė

Kaunas, 2023

TURINYS

1. SANTRAUKA.....	4
2. SUMMARY.....	6
3. PADĖKA.....	8
4. INTERESŲ KONFLIKTAS.....	8
5. ETIKOS KOMITETO LEIDIMAS.....	8
6. SANTRUMPOS.....	9
7. SAŲVOKOS.....	11
8. ĮVADAS.....	12
9. DARBO TIKSLAS.....	14
10. DARBO UŽDAVINIAI.....	14
11. LITERATŪROS APŽVALGA.....	15
11.1. Katarakta.....	15
11.2. Kataraktos etiologija.....	15
11.3. Kataraktos gydymas.....	15
11.4. Kataraktos chirurginio gydymo epidemiologija.....	16
11.5. Astigmatizmas.....	16
11.6. Priešoperacinis pacientų ištyrimas.....	17
11.7. Astigmatizmo koregavimas.....	18
11.7.1. Akinių lęšiai ir kontaktiniai lęšiai.....	18
11.7.2. Lazerių atliekamos refrakcinės operacijos.....	19
11.7.3. Rageną atpalaiduojantys ir kataraktos pjūviai.....	20
11.7.4. Operacijos sukkelto astigmatizmo analizė.....	21
11.7.5. Toriniai intraokuliniai lęšiai.....	21
11.7.5.1. Torinio intraokulinio lęšio pasisukimo priežastys, pasekmės ir tikslinės torinio intraokulinio lęšio ašies padėties pasižymėjimas.....	22

11.8. Apibendrinimas.....	24
12. TYRIMO METODIKA.....	25
12.1. Tyrimo organizavimas.....	25
12.2. Tyrimo metodika.....	25
12.3. Statistinė analizė.....	30
13. REZULTATAI.....	31
13.1. Tiriamųjų demografiniai, biometriniai, keratometriniai ir refraktometriniai duomenys iki operacijos bei implantuotų torinių intraokulinių lęšių charakteristikos.....	31
13.2. Regos aštrumo į tolį, pooperacinio bendrojo (refrakcinio) ir rageninio (keratometrinio) astigmatizmo, torinio intraokulinio lęšio ašies padėties duomenys bei jų tarpusavio ryšio analizė.....	36
13.3. Astigmatizmo vektorinė analizė.....	43
13.4. Tiriamųjų gyvenimo kokybės po operacijos, susijusios su regėjimu, ryšys su pooperaciniu regos aštrumu, likusiu bendroju (refrakciniu) astigmatizmu ir intraokulinio lęšio ašies deviacija.....	44
14. REZULTATŲ APTARIMAS.....	49
15. IŠVADOS.....	53
16. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS.....	54
17. LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	55

1. SANTRAUKA

Autorius: Almina Stramkauskaitė

Darbo pavadinimas: Torinių intraokulinių lęšių efektyvumo vertinimas

Tyrimo tikslas: Įvertinti torinių intraokulinių lęšių (IOL) efektyvumą, atsižvelgiant į regos aštrumą, ikioperacinio rageninio (keratometrinio) astigmatizmo koregavimą ir gyvenimo kokybę ilgalaikės stebėsenos laikotarpiu po kataraktos operacijos.

Uždaviniai: Įvertinti pacientų demografinius, biometrinius, keratometrijos ir refraktometrijos duomenis iki operacijos ir implantuotų torinių IOL charakteristikas. Nustatyti tirtų pacientų regos aštrumą į tolį prieš ir po operacijos, pooperacinį bendrąjį (refrakcinį) ir rageninį (keratometrinį) astigmatizmą, torinio IOL padėties duomenis bei jų tarpusavio ryšį. Įvertinti ikioperacinio rageninio (keratometrinio) astigmatizmo koregavimą vektorinės analizės metodu. Įvertinti tiriamųjų po operacijos gyvenimo kokybę, susijusią su regėjimu, bei ryšį su pooperaciniu regos aštrumu, likusiu bendruoju (refrakciniu) astigmatizmu ir IOL ašies deviacija.

Metodai ir tyrimo dalyviai: Tyrimas atliktas Lietuvos sveikatos mokslų universiteto ligoninėje Kauno klinikose (LSMUL KK) Akių ligų klinikoje. Į prospektyvų tyrimą įtraukti 27 tiriamieji (37 akys), kuriems nuo 2017 m. iki 2021 m. buvo atlikta kataraktos fakoemulfisikacija ir implantuotas torinis IOL ragenos astigmatizmo koregavimui (*Alcon AcrySof® IQ SN6Atx*). Tiriamiesiems atlikta autorefraktometrija bei optinė biometrija, vertintas regos aštrumas. Plyšine lempa, retroiliuminacijos apšvietimo sąlygomis, vertinta IOL ašis (laipsn.) ir nuokrypis nuo planuotos IOL ašies prieš operaciją. Tiriamieji pildė regos funkcijos klausimyną (VFQ–25).

Rezultatai: Tiriamųjų amžiaus vidurkis $68,78 \pm 12,08$ m. Prieš operaciją rageninio (keratometrinio) astigmatizmo vidurkis – $2,27 \pm 0,94$ D, po operacijos – $2,15 \pm 1,16$ D ($p=0,12$), vidutinis bendrasis (refrakcinis) astigmatizmas prieš operaciją $2,09 \pm 1,19$ D, po operacijos – $0,99 \pm 0,60$ D ($p=0,001$). Nekoreguoto regos aštrumo (NRA) vidurkis prieš ir po operacijos $0,21 \pm 0,16$ ir $0,80 \pm 0,24$, atitinkamai ($p=0,001$), o geriausio koreguoto regos aštrumo (GKRA) – $0,32 \pm 0,23$ ir $0,91 \pm 0,16$, atitinkamai ($p=0,001$). Vidutinis torinio IOL ašies nuokrypis $2,54 \pm 2,06$ laipsniai. Nustatytas reikšmingas ryšys tarp IOL ašies

nuokrypio ir NRA po operacijos ($r=-0,54$, $p=0,001$). Astigmatizmo korekcijos indeksas – $1,06\pm 0,93$ D. Rasta reikšminga koreliacija tarp gyvenimo kokybės, susijusios su regėjimu, po operacijos ir NRA į tolį ($r=0,52$, $p=0,001$).

Išvados: NRA ir GKRA į tolį po kataraktos operacijos ir torinio IOL implantacijos reikšmingai padidėjo. Bendrasis (refrakcinis) astigmatizmas po operacijos reikšmingai sumažėjo, o rageninis (keratometrinis) beveik nekito. Apskaičiuotas rageninio astigmatizmo korekcijos indekso vidurkis artimas idealiam. Nustatytas atvirkštinis ryšys tarp IOL ašies nuokrypio ir NRA į tolį bei tiesioginis ryšys tarp tiriamųjų gyvenimo kokybės, susijusios su regėjimu, po operacijos ir NRA į tolį.

2. SUMMARY

Author: Almina Stramkauskaitė

Title: Efficacy of Toric Intraocular Lenses

Aim of the study: To assess the long-term efficiency of toric intraocular lenses (IOLs) following cataract surgery, by evaluating the visual acuity, correction of the preoperative corneal (keratometric) astigmatism, and vision-related quality of life.

Objectives: To evaluate preoperative demographic, biometry, keratometry and refractometry data, and characteristics of implanted toric IOLs. To determine preoperative and postoperative visual acuity, postoperative total (refractive) and corneal (keratometric) astigmatism, toric IOLs axis deviation, and their interrelationships. To assess preoperative corneal (keratometric) astigmatism correction using a vector analysis method. To evaluate the correlation between the vision-related quality of life, postoperative visual acuity, residual refractive astigmatism, and toric IOLs deviation.

Material and methods: The prospective study included 27 subjects (37 eyes) who underwent cataract phacoemulsification with toric IOLs (*Alcon AcrySof® IQ SN6Atx*) implantation for corneal astigmatism correction between 2017 and 2021, at The Department of Ophthalmology in the Hospital of Lithuanian University of Health Sciences Kaunas Clinics. The participants underwent autorefractometry, optical biometry, and the visual acuity test. Slit-lamp examination under retro illumination lighting conditions was used to assess the axis of the toric IOL and the deviation from the intended axis. The participants completed a Visual Function Questionnaire 25 (VFQ-25).

Results: The average age of the participants was 68.78 ± 12.08 years. The mean preoperative corneal (keratometric) astigmatism was 2.27 ± 0.94 D, and 2.15 ± 1.16 D postoperatively ($p=0.12$), while total (refractive) astigmatism was 2.09 ± 1.19 D, and 0.99 ± 0.60 D, respectively ($p=0.001$). The average uncorrected visual acuity (UCVA) before and after surgery was 0.21 ± 0.16 and 0.80 ± 0.24 ($p=0.001$), whereas best corrected visual acuity (BCVA) was 0.32 ± 0.23 and 0.91 ± 0.16 , respectively ($p=0.001$). The difference between the toric IOLs axis and the target axis was 2.54 ± 2.06 degrees, and a significant correlation was found between the IOL axis deviation and UCVA after surgery ($r=-0.54$, $p=0.001$). The

astigmatism correction index was 1.06 ± 0.93 D. A significant correlation was found between postoperative vision-related quality of life and UCVA ($r=0.52$, $p=0.001$).

Conclusions: UCVA and BCVA after cataract surgery and toric IOL implantation significantly improved. Postoperatively, total (refractive) astigmatism decreased, while corneal (keratometric) astigmatism remained unchanged. The mean of corneal (keratometric) astigmatism correction index was found close to ideal. There was a negative correlation between the deviation of the toric IOLs axis and the UCVA after surgery, whereas the postoperative vision-related quality of life correlated positively with postoperative UCVA.

3. PADĖKA

Nuoširdžiai dėkoju baigiamojo magistro darbo vadovei Profesorei Redai Žemaitienei už skirtą laiką ir pagalbą ruošiant baigiamąjį magistro darbą. Taip pat noriu padėkoti vyresniajai gydytojai rezidentei Laurai Kapitanovaitei už pagalbą tiriant pacientus.

4. INTERESŲ KONFLIKTAS

Autorei interesų konflikto nebuvo.

5. ETIKOS KOMITETO LEIDIMAS

2021 m. liepos mėn. 8 d. Lietuvos Sveikatos Mokslų Universiteto Bioetikos centras pritarė mokslinio–tiriamąjo darbo vykdymui (Leidimo Nr. BE-2-76).

6. SANTRUMPOS

AI – akies ašies ilgis

Cyl – cilindras

D – dioptrijos

GKRA – geriausias koreguotas regos aštrumas

IOL – intraokulinis lęšis

KI – korekcijos indeksas (angl. *correction index*)

KL – kontaktiniai lęšiai

Laipsn. – laipsniai

LASIK – lazerinė *in situ* keratomilezė (angl. *laser in situ keratomileusis*)

LSMUL KK – Lietuvos sveikatos mokslų universiteto ligoninė Kauno klinikos

N – tiriamųjų skaičius

NRA – nekoreguotas regos aštrumas

OSA – operacijos sukeltas astigmatizmas

OSRA – operacijos sukeltas rageninis (keratometrinis) astigmatizmas

Proc. – procentai

PRK – fotorefrakcinė keratektomija (angl. *photorefractive keratectomy*)

r – koreliacijos koeficientas

SE – sferinis ekvivalentas

SMILE – minimaliai invazyvi refrakcinė operacija, kurios metu, naudojant femtosekundinį lazerį, ragenos stromos centrinėje dalyje išpjaunamas stromos diskas, kuris pašalinamas pro mažą 3-4 mm ragenos pjūvį (angl. *small manual incision lenticule extraction*)

SN – standartinis nuokrypis

Sph – sfera

TIA – tikslinis astigmatizmas (angl. *target-induced astigmatism*)

VFQ-25 – Nacionalinio akių instituto Regos funkcijos klausimynas-25 (angl. *The National Eye Institute 25-Item Visual Function Questionnaire (VFQ-25)*)

7. SAŲOKOS

1. Asferinis lęšis – laužia šviesos spindulius per visą lęšio plotį, kad židiniame nuotolyje šviesos spinduliai susikirstų viename taške. Tai pagerina regėjimo kokybę, ypač kontrastinį jautrumą [1,2].
2. Vienžidinis IOL – lęšis, kurio optinė dalis turi vieną fiksuotą židinio nuotolį. Vienžidiniai IOL koreguojama afakija (gali būti abipusiai iškili IOL), toliaregystė (įgaubtai iškili IOL) ir trumparegystė (iškilai įgaubti IOL). Implantavus vienžidinius IOL – be papildomo koregavimo matoma į tam tikrą atstumą (pvz., į tolį) [3–5].
3. Daugiažidinis IOL – lęšis, kurio optinė dalis turi kelis fiksuotus židinio nuotolius [4].

8. ĮVADAS

Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, 94 mln. pacientų aklumo ir silpnaregystės priežastis katarakta [6]. Katarakta – lęšiuko kapsulėje, žievėje ar branduolyje esančios drumstys [7]. Vienintelis efektyvus kataraktos gydymas – kataraktos chirurgija. Operacijos metu atliekama kataraktos fakoemulsifikacija ir implantuojamas IOL [8]. Kataraktos operacija yra ir refrakcinė operacija, kadangi operacijos metu koreguojant afakiją, gali būti iškoreguojama ir bet kuri refrakcijos yda. [7,9].

Astigmatizmas – refrakcijos yda, kai skirtinguose meridianuose nustatoma skirtingo laipsnio arba ženklo klinikinė refrakcija. Dažniausiai astigmatizmą lemia asferiška ragena, tačiau taip pat gali lemti netaisyklingai išgaubtas lęšiukas ar tinklainės pokyčiai. Esant astigmatizmui, į akį patekę šviesos spinduliai nėra sufokusuojami viename bendrame taške, o tai lemia neryškų matymą [10].

Rageninis astigmatizmas gali būti koreguojamas keičiant ragenos formą, pavyzdžiui, limbą atpalaiduojančiais pjūviais, femtosekundiniu lazeriu, arba kataraktos operacijos metu atliekant pjūvį stipriausiam meridiane, tokiu būdu pjūvio meridiane ragena plokštėja, o statmenai (90 laipsn.) pjūviui esančiame meridiane gaubtumas padidėja. Astigmatizmas gali būti koreguojamas akinių lęšiais, kontaktiniais lęšiais (KL) ar kataraktos operacijos metu, implantuojant torinius IOL [11,12]. Dažniausiai toriniai IOL rekomenduojami pacientams, turintiems $\geq 0,75$ dioptrijų (D) rageninį astigmatizmą [11].

Toriniai IOL – asferiniai, vienžidiniai arba daugiažidiniai lęšiai, implantuojami kataraktos operacijos metu vietoje pašalinto natūralaus lęšiuko. Toriniai IOL yra pranašesni už kitus astigmatizmą koreguojančius metodus, nes kataraktos operacijos metu gali būti koreguojamas astigmatizmas iki 8 D [11]. Visgi pooperaciniams rezultatams gali turėti įtakos netikslus IOL implantavimas, IOL ašies pasisukimas akyje po operacijos ir pilnai neiškoreguotas astigmatizmas [11]. Maksimalaus rezultato pasiekimui reikalingi tikslūs biometriniai išmatavimai prieš operaciją, tikslus implantuojamo IOL stiprumo (sferinio ir cilindrinio komponentų) apskaičiavimas, preciziškas implantuojamo IOL ašies pasižymėjimas, tikslus IOL implantavimas operacijos metu bei stebėjimas pooperaciniu laikotarpiu. Siekiant tiksliai įvertinti IOL padėties stabilumą arba pasisukimą, reikalingas IOL padėties dokumentavimas 1–ą parą po operacijos ir sekimas dinamikoje. Naujų technologijų kūrimas ir įdiegimas

reikalingas tobulinant torinių IOL implantavimą. Todėl torinių IOL efektyvumas plačiai analizuojamas [13]. Šiuo tyrimu siekiame įvertinti torinių IOL, implantuotų kataraktos operacijos metu, efektyvumą ilgalaikės stebėsenos po operacijos laikotarpiu.

9. DARBO TIKSLAS

Įvertinti torinių intraokulinių lęšių efektyvumą, atsižvelgiant į regos aštrumą, ikioperacinio rageninio (keratometrinio) astigmatizmo koregavimą ir gyvenimo kokybę ilgalaikės stebėsenos laikotarpiu po kataraktos operacijos.

10. DARBO UŽDAVINIAI

1. Įvertinti pacientų demografinius, biometrinius, keratometrijos ir refraktometrijos duomenis iki operacijos ir implantuotų torinių IOL charakteristikas.
2. Nustatyti tirtų pacientų regos aštrumą į tolį prieš ir po operacijos, pooperacinį bendrąjį (refrakcinį) ir rageninį (keratetrinį) astigmatizmą, torinio IOL ašies padėties duomenis bei jų tarpusavio ryšį.
3. Įvertinti ikioperacinio rageninio (keratometrinio) astigmatizmo koregavimą vektorinės analizės metodu.
4. Įvertinti tiriamųjų po operacijos gyvenimo kokybę, susijusią su regėjimu, bei ryšį su pooperaciniu regos aštrumu, likusiu bendruoju (refrakciniu) astigmatizmu ir IOL ašies deviacija.

11. LITERATŪROS APŽVALGA

11.1. Katarakta

Lęšiukas – skaidri, abipus išgaubta, neturinti kraujagyslių ir inervacijos struktūra, kuri į akį praleidžia šviesos spindulius. Katarakta – drumstys, esančios lęšiuko kapsulėje, žievėje arba branduolyje. Vystantis kataraktai, lęšiukas drumstėja, todėl palaipsniui pradeda blogėti matymas, keičiasi akies klinikinė refrakcija, gali būti dvejinimasis žiūrint viena akimi, o ryški šviesa gali akinti. Pasaulio sveikatos organizacijos duomenimis, 94 mln. žmonių siplnaregystės ar aklumo priežastis – katarakta [6,14,15].

11.2. Kataraktos etiologija

Katarakta skirstoma į du tipus: įgimtą ir įgytą. Įgyta katarakta – dažniausiai susijusi su didėjančiu amžiumi, tačiau gali būti susijusi ir su sisteminėmis ligomis, moteriška lytimi, hipokalcemija, ultravioletine spinduliuote, rūkymu ar alkoholio vartojimu [14,16]. Didėjant amžiui, kataraktos paplitimas didėja nuo 3–9 proc. 55–64 m. amžiuje iki 92–96 proc. 80 m. ir vyresniems. Pagal morfologinius požymius įgyta katarakta skirstoma į žievinę, branduolinę ir pokapsulinę. Įgimta katarakta nustatoma ką tik gimusiam naujagimiui, ir siejama su paveldėjimu, motinos persirgtomis infekcijomis, metaboliniais sutrikimais ar nėštumo metu vartotais vaistais [14].

11.3. Kataraktos gydymas

Šiuo metu vienintelis efektyvus kataraktos gydymas – chirurginis. Pagrindinė indikacija kataraktos operacijai – matymo pablogėjimas, trukdantis paciento gyvenimo kokybei. Kataraktos

operacija – refrakcinė operacija, kurios metu, atliekant fakoemulsifikaciją, pro mažą pjūvį, pašalinamas sudrumstėjęs lęšiukas, o į jo vietą implantuojamas IOL [14–16]. Pirmieji IOL buvo iš polimetilmetakrilato, tačiau šie lęšiai buvo kieti ir reikalaujantys didelio pjūvio ragenoje. Dabar dažniausiai naudojami minkštieji sulankstomi akriliniai hidrofobiniai ar hidrofiliniai IOL, kuriems reikalingas mažesnis pjūvis, todėl operacinis žaizdos gijimas ir regos aštrumo atkūrimas yra greitesnis [16–19].

11.4. Kataraktos chirurginio gydymo epidemiologija

Kataraktos operacija laikoma saugiausia ir yra dažniausiai atliekama chirurginė intervencija [16]. Kasmet pasaulyje atliekama daugiau nei 9,5 mln. kataraktos operacijų. 2020 m. Vokietijoje buvo atliktos 1032,0 kataraktos operacijos 100 000 gyventojų, o 2021 m. Lietuvoje atliktos 532,09 kataraktos operacijos 100 000 gyventojų [20,21]. Švedijos nacionalinio kataraktos registro duomenimis (angl. *Swedish National Cataract Register*) kataraktos operacijų skaičius nuo 1992 m. iki 2000 m. padidėjo nuo 447/100 000 gyventojų iki 726/100 000 gyventojų, o dėl kataraktos operuojamų pacientų vidutinis amžius padidėjo nuo 75,2 iki 76,1 m. [22].

11.5. Astigmatizmas

Astigmatizmas – akies būklė, kai skirtinguose meridianuose nustatoma skirtinga laužiamoji geba. Astigmatizmas dažniausiai susijęs su netolygiu ragenos paviršiaus gaubtumu, tačiau taip pat gali būti susijęs ir su netaisyklingai išgaubtu lęšiuku ar jo netaisyklinga padėtimi bei tinklainės pokyčiais [23–25].

Stipriojo ragenos meridiano gaubtumas yra didžiausias ir jis turi stipriausią laužiamąją gebą, o silpnąjo ragenos meridiano – atvirkščiai – tai pagrindiniai meridianai. Astigmatizmas skiriamas į

taisyklingą, kai tarp pagrindinių meridianų yra 90 laipsnių, o laužiamoji geba visame meridiane tolygi, ir netaisyklingą, kai neįvykdomos taisyklingo atsigmatizmo sąlygos [26].

Astigmatizmas dar skirstomas į tiesioginį tiesųjį (kai pagrindinių meridianų padėtis tiesi, stipriau laužia vertikalusis meridianas ir yra ≥ 60 laipsnių ir ≤ 120 laipsnių plokštumoje), atvirkščią tiesųjį (kai pagrindinių meridianų padėtis tiesi, stipriau laužia horizontalusis meridianas ir yra > 0 laipsnių ir ≤ 30 laipsnių arba ≥ 150 laipsnių ir ≤ 180 laipsnių plokštumoje), ir įstrižą (kai pagrindinių meridianų padėtis įstriža ir yra > 30 laipsnių ir < 60 laipsnių arba > 120 laipsnių ir < 150 laipsnių plokštumoje) [27]. Literatūroje aprašomas astigmatizmo ašies pasikeitimas didėjant žmogaus amžiui [23,28]. Dominavęs tiesioginis astigmatizmas, kuris būdingas jaunesniems nei 40 m. suaugusiems, keičiasi į atvirkščią astigmatizmą, kuris dažniau būdingas vyresniems nei 40 m. suaugusiems [11,23,29]. Vokietijoje atlikto tyrimo duomenimis, vidutiniam pacientų amžiui esant 70,8 m., 53 proc. pacientų turėjo tiesioginį astigmatizmą, 34 proc. – atvirkščią astigmatizmą, o 13 proc. – įstrižą astigmatizmą [30].

Astigmatizmas gali būti: 1) paprastas, kai viename iš pagrindinių meridianų nustatoma emetropija (taisyklinga klinikinė refrakcija), o kitame pagrindiniame meridiane – miopija (trumparegystė) arba hipermetropija (toliaregystė); 2) sudėtinis – abiejuose pagrindiniuose meridianuose nustatoma to paties ženklo (miopija arba hipermetropija), bet skirtingo dydžio refrakcijos yda; 3) mišrus, kai pagrindiniuose meridianuose nustatomos skirtingo ženklo refrakcijos ydos (miopija ir hipermetropija) [26].

11.6. Priešoperacinis pacientų ištyrimas

Rageninis astigmatizmas – refrakcijos yda, neigiamai veikianti nekoreguotą regos aštrumą į tolį (NRA). Literatūros duomenimis beveik 60 proc. pacientų, kuriems reikalingas kataraktos chirurginis gydymas turi bent 0,75 D rageninį (keratometrinį) astigmatizmą. [16,31] Behndig nustatė, kad Švedijoje 89,6 proc. pacientų su katarakta turėjo $< 1,5$ D, 8,1 proc. $\geq 1,5$ D – $< 2,5$ D, o 2,3 proc. $\geq 2,5$ D

astigmatizmą [27]. Literatūros duomenimis, geresnis NRA į tolį susijęs su tiesioginiu astigmatizmu, lyginant su vienodo laipsnio atvirkščiu ir įstrižu astigmatizmu [32].

Norint pasiekti gerus pooperacinius rezultatus, reikalinga ne tik sklandi operacijos eiga, bet svarbu ir tiksliai įvertinta ragenos laužiamoji geba, akies ašies ilgis (AI) ir tinkamai parinktas IOL stiprumas. AI (mm) gali būti matuojamas ultragarsu arba optiniu biometru. Ragenos laužiamoji geba matuojama D ir dažniausiai nustatoma atliekant keratometriją autorefraktokeratometru. IOL stiprumui apskaičiuoti naudojamos formulės, kurioms reikalingi AI, ragenos laužiamosios gebos ir priekinės kameros gylio duomenys. Dažniausiai naudojamos formulės: Holladay, Barrett ir Hoffer ir kitos [11,33–35].

11.7. Astigmatizmo koregavimas

Fiziologinis astigmatizmas – $\leq 0,5$ D tiesioginis astigmatizmas, kuriam chirurginis koregavimas nėra būtinas [26,36,37]. Visgi $\geq 0,75$ D astigmatizmas dažniausiai jau koreguojamas [11,34,38].

11.7.1. Akinių lęšiai ir kontaktiniai lęšiai

Taisyklingam astigmatizmui koreguoti yra naudojami cilindriniai lęšiai, kurių ašis turi atitikti koreguojamą meridianą ir turėti priešingo ženklo laužiamąją gebą (vietoje plusinės minusinė ir atvirkščiai) [24].

Astigmatizmo koregavimas akinių lęšiais turi pranašumą, nes neliečiamas akies paviršius ir nėra infekcijos pavojaus, tačiau lęšis yra nutolęs nuo akies, o tai padidina optinių iškraipymų tikimybę [39].

Astigmatizmą koreguojantys KL, tiksliai atkartoja akies paviršiaus formą, todėl vaizdo iškraipymo tikimybė mažesnė. Visgi KL sunkiau įsidėti ir išsiimti, svarbi mėnesinių KL tinkama priežiūra [39–41]. Didelį astigmatizmą turintiems pacientams tinkami minkšti ar kieti KL. Tačiau

netaisyklingam astigmatizmui, atsiradusiam po akies traumos, toli pažengusio keratokonuso ar kitų ligų, naudojami tik kieti KL [24,42,43].

11.7.2. Lazeriui atliekamos refrakcinės operacijos

Ragenos astigmatizmą koreguojant lazeriu, keičiamas ragenos gaubtumai, o kartu ir ragenos laužiamoji geba [11,16].

Lazerinė *in situ* keratomilezė (LASIK) ar fotorefrakcinė keratektomija (PRK) yra efektyvios chirurginės intervencijos astigmatizmui koreguoti [44]. Abiejų operacijų metu eksimeriniu lazeriu nugarinamas ragenos audinio sluoksnis (PRK – paviršinis, LASIK – stroma po lopeliu (angl. *corneal flap*)), taip pakeičiama ragenos forma ir laužiamoji geba. PRK operacijos metu, ragenos epitelis visiškai pašalinamas lazeriu, mechaniškai ar alkoholio tirpalu. Šios operacijos metu suformuojamas platus epitelio defektas sukelia stiprų pooperacinį diskomfortą pacientui, todėl 3–5 dienoms epitelio metu dedamas gydomasis KL. LASIK operacijos metu ragenos lopelis yra suformuojamas femtosekundiniu lazeriu arba mikrokeratomu, atverčiamas, o po ragenos stromos gydymo eksimeriniu lazeriu grąžinamas atgal [42]. Dėl mažesnio epitelio pažeidimo LASIK pasižymi greitesniu regos atsistatymu ir komfortiškesniu pooperaciniu laikotarpiu, tačiau ilgalaikėje perspektyvoje regos aštrumo ir klinikinės refrakcijos rezultatai abiejų operacijų yra panašūs, be to LASIK operacijos gali būti lydimos papildomų, su ragenos lopo formavimu susijusių komplikacijų, pavyzdžiui lopelio dislokacijos net ir po daugelio metų. Šios refrakcinės operacijos yra tinkamos žemo ar vidutinio laipsnio miopiniam astigmatizmui koreguoti (iki 4 D), tačiau tokios intervencijos kontraindikuotinos sergant stipriai išreikštu sausų akių sindromu, sisteminėmis ligomis, trikdančiomis gijimą, persirgus herpetine akių infekcija [17,39,42].

SMILE (angl. *Small manual incision lenticule extraction*) – minimaliai invazyvi refrakcinė operacija, kurios metu, naudojant femtosekundinį lazerį, ragenos stromos centrinėje dalyje išpjaunamas disko formos gabalėlis, kuris pašalinamas pro mažą 3–4 mm ragenos pjūvį. Šios operacijos metu atliekamas mažesnis pjūvis, lyginant su standartiniu 8–9 mm skersmens pjūviu, formuojamu LASIK

operacijos metu. Todėl SMILE operacijos metu išvengiama galimų ragenos lopelio komplikacijų. Taip pat, šios operacijos metu mažiau pažeidžiamos nervinės galūnės, todėl sausų akių sindromas, dažnai pablogėjantis po LASIK ir PRK refrakcinių operacijų, po SMILE operacijos pasitaiko rečiau. Reliatyviai nauja lazeriu atliekama refrakcinė SMILE operacija, tinkama ir miopiniam astigmatizmui iki 3 D koreguoti [45,46].

11.7.3. Rageną atpalaiduojantys ir kataraktos pjūviai

Du koncentriški limbui (lankiniai) pjūviai atliekami priešingose stipriojo meridiano pusėse. Pjūvis stipriajame meridiane nulemia ragenos suplokštėjimą, o silpnajame meridiane – gaubtumo padidėjimą, tokiu būdu sumažinamas rageninis astigmatizmas. Rageną atpalaiduojančių pjūvių poveikis priklauso nuo įpjovų gylio ir pločio [11,16,47,48]. Tačiau tokie pjūviai gali komplikotis keratitu, o refrakcijos rezultatai gali keistis, gyjant ragenos pjūviams [24]. Rageną atpalaiduojančiais pjūviais galima koreguoti iki 3 D atsigmatizmą [11]. Taigi, periferiniai rageną atpalaiduojantys pjūviai yra saugus ir nebrangus metodas nedidelio laipsnio astigmatizmo korekcijai, tačiau šie rezultatai gali būti nenuspėjami, ir neigiamai veikiantys regos aštrumą [47].

Operacijos sukeltas rageninis astigmatizmas (OSRA) – kataraktos operacijos metu ragenos pjūvio sukeltas ragenos gaubtumo (sferiškumo) pokytis [35]. OSRA priklauso nuo pjūvio pločio, ilgio, vietos ir pjūvio hermetizavimo [35,49]. Atliktų studijų duomenimis, viršutinis 9,0 mm ilgio pjūvis sukėlė 1,0 D astigmatizmą, o viršutinis 5,5 mm pjūvis sukėlė 0,71 D astigmatizmą [35]. Literatūros duomenimis, svarbiausias veiksnys, turintis įtakos OSRA – pjūvio plotis. Kuo platesnis ragenos pjūvis, tuo didesnis ragenos gaubtumo pokytis. 2,2 mm pločio pjūvis ragenoje sukelia mažesnę astigmatizmą, lyginant su 3,0 mm pločio pjūviu ragenoje. Kai kurių studijų duomenimis, temporalinis ragenos pjūvis turi mažiausiai įtakos ragenos gaubtumui, nes horizontalusis ragenos skersmuo yra didesnis už vertikalų meridiano skersmenį, o atliekant pjūvį horizontaliajame meridiane, piūvis būna toliau nuo regos ašies [49,50]. Literatūroje rašoma, kad vienodo laipsnio, bet skirtingos krypties astigmatizmas gali būti

sukeltas, atlikus pjūvį skirtingose vietose. Dėl ragenos pjūvio, suplokštėja ragena pjūvio meridiane, o gaubtumas padidėja statmenai atlikto pjūvio meridianui – tai vadinama poriniu efektu. Viršutinėje ragenos dalyje atliekamas pjūvis lemia ragenos suplokštėjimą vertikaliame meridiane, o gaubtumo padidėjimą horizontaliame meridiane. Temporalinis pjūvis lemia ragenos suplokštėjimą horizontaliame meridiane, o gaubtumo padidėjimą vertikaliame meridiane [23,50,51]. Taigi, pjūvio lemiami ragenos pokyčiai leidžia koreguoti, bet tik nedidelio laipsnio ragenos astigmatizmą kataraktos operacijos metu, o operacijos sukulto astigmatizmo kontroliavimas – lemia gerus pooperacinius regos aštrumo rezultatus [49].

11.7.3.1. Operacijos sukulto astigmatizmo analizė

Operacijos sukulto astigmatizmo (OSA) analizei atlikti yra keletas skirtingų metodų [44,49].

1. Atimties metodas. OSA apskaičiuojamas kaip skirtumas tarp pooperacinio astigmatizmo ir iki operacijos buvusio astigmatizmo, ir yra vertinamas D. Atimties metodu galima įvertinti tik astigmatizmo laipsnį, bet ne kryptį [52].

2. Vektorinė analizė. Dažniausios vektorinės analizės metodikos: Alpino, Naeser ir kt. [35,49]. Alpino vektorinės analizės metodas vertina ne tik astigmatizmo laipsnį, bet ir kryptį. Pagrindiniai Alpino vektorinės analizės vektoriai:

- a. OSA
- b. Tikslinis astigmatizmas (TIA)
- c. Korekcijos indeksas (KI) (angl. *the correction index*) (OSA/TIA) [52].

11.7.4. Toriniai intraokuliniai lęšiai

Torinis IOL – lęšis, kuris naudojamas rageninio (keratometrinio) astigmatizmo koregavimui

[17,18,35,53]. Torinis IOL gali būti vienžidinis, kai praėję šviesos spinduliai fokusuojami į vieną tam tikrą židinio nuotolį, todėl koreguojamas matymas tik į vieną atstumą. Daugiažidinis lęšis, turi kelis skirtingus židinio nuotolius, todėl gerai matoma ir iš arti, ir iš toli [54]. Rageninio astigmatizmo korekcijai naudojamuose toriniuose IOL randasi cilindro ašies žymės, kurios operacijos metu sutapatinamos su didžiausią laužiamąją gebą turinčiu ragenos meridianu [19]. Toriniai IOL gali būti tvirtinami priekiniame kameros kampe, prie rainelės arba implantuojami į užpakalinę kamerą: 1) tarp rainelės ir lęšiuo kapsulės maišelio (vagalės srityje), 2) kapsulę įstrigdinant IOL (angl. *bag-in-the-lens*), 3) fiksuojant per odoną (transskleraliai) ir 4) kapsulės maišelyje (endokapsulinė fiksacija) [55]. Fiksacija torinių IOL kapsulės maišelyje, kaip ir kitų IOL atvejais, yra populiariausia nekomplikuotos kataraktos operacijos metu.

Implantuojant torinį IOL, prieš operaciją apskaičiuojama ir sferinio, ir cilindrinio IOL komponentų laužiamoji geba (stiprumas) bei cilindro ašis, atlikus biometrinius išmatavimus (optiniu biometru ar ultragarsiniu aparatu) ir keratometriją. Cilindrinio komponento laužiamoji geba ir ašis apskaičiuojami specialiomis torinių IOL skaičiuoklėmis, prieinamomis internete [17,18,35,54].

Toriniai IOL yra pranašesni už kitus astigmatizmą koreguojančius metodus, nes koreguojamas didelio laipsnio astigmatizmas (iki 8 D), kai tuo tarpu periferiniais rageną ar limbą atpalaiduojančiais pjūviais koreguojamas iki 3 D astigmatizmas [11]. Taip pat, torinių IOL implantavimas kataraktos operacijos metu yra patogesnis būdas koreguoti astigmatizmą, nes toriniai IOL nekeičia ragenos gaubtumo. Nepasiekus norimų rezultatų, torinis IOL visuomet gali būti pašalinamas ar pasukamas [16,44].

11.7.4.1. Torinio IOL pasisukimo priežastys, pasekmės ir tikslinės torinio IOL ašies padėties pasižymėjimas

Literatūros duomenimis, implantuotas torinis IOL gali pasisukti akyje dėl nepilnai išplautos iš kapsulės maišelio viskoelastinės medžiagos ar dėl ankstyvuojų pooperacinių laikotarpiu atsiradusio intraokulinio spaudimo svyravimų [16,17]. Dažniausiai torinis IOL pasisuka akyje per pirmąsias 10

dienų po operacijos [11,16]. Pasisukant IOL keičiasi cilindro koreguojamas poveikis. Priekinei ir užpakalinei lęšiuko kapsulei sulipus ir užfiksavus IOL kapsulės maišelyje, IOL pasisukimas akyje yra retesnis [16].

Maži torinio IOL ašies pasikeitimai neturi įtakos astigmatizmui, tačiau didesni pasisukimai mažina torinio IOL cilindrinio komponento laužiamąją gebą. Cilindrinė geba sumažėja beveik 3 proc., IOL pasisukus 1 laipsniu nuo numatytos ašies. Dažniausiai toleruojamas iki 10 laipsnių nuokrypis nuo numatytos ašies [16]. Jei torinis IOL pasisuka iki 30 laipsnių – astigmatizmą koreguojantis poveikis, nors ir išlieka, bet yra sumažėjęs. Toriniui IOL pasisukus daugiau kaip 30 laipsnių – astigmatizmas didėja [11]. Dalis pacientų padidėjus astigmatizmui papildomų simptomų nepatiria, tačiau kai kurie skundžiasi susiliejusiu vaizdu, galvos skausmu, padidėjusiu nuovargiu ir akių diskomfortu. Tokiais atvejais būtinas torinio IOL padėties koregavimas [16,26].

Tiksli torinių IOL implantavimo padėtis operacijos metu yra svarbi, norint pasiekti numatomą refrakcinį rezultatą [34]. Pirmiausia, atlikus biometrinius išmatavimus (optiniu biometru ar ultragarsiniu aparatu) ir keratometriją, apskaičiuojama implantuojamo IOL sferinio komponento laužiamoji geba. Po to, internetine torinių IOL skaičiuokle apskaičiuojama tikslinė lęšio ašis. Svarbus tikslinės ašies padėties pasižymėjimas, kuris atliekamas skirtingomis metodikomis. Viena iš jų yra, kai tinkamam torinio IOL ašies padėties nustatymui daromos žymės ragenos limbo srityje, naudojant specialius žymeklius. Norint tiksliai atlikti žymėjimą ir turėti gerus pooperacinius regos aštrumo rezultatus, paciento padėtis turi būti sėdima, nes atsigulus akis pasisuka (angl. *cyclorotation*) iki 28 laipsnių 68 proc. atvejų. Limbo srityje ties 3 val., 6 val. ir 9 val. rankiniu žymekliu pažymimi atskaitos taškai. Vėliau jau operacinėje, pagal atliktus pirminius žymėjimus, kitu žymekliu pažymima IOL ašis, pagal kurią bus sutapatintos implantuoto torinio IOL cilindro žymės [34,56]. Rankiniai žymėjimo metodai gali būti netikslūs dėl nelygiai atliktų žymių, ar dėl rašalo ryškumo sumažėjimo operacijos metu, o naudojant šiuos žymėjimo įrenginius gali būti pažeistas ragenos epitelis [34]. Be to, ši procedūra dažnai sukelia pacientui diskomfortą ir nerimą prieš operaciją. Tiksliam torinių IOL ašies padėties nustatymui gali būti naudojami bekontakčiu būdu registruoti rainelės, limbo ir junginės kraujagyslių vaizdai, kurie operacijos metu, naudojant mikroskopą su papildoma funkcija, sulyginami su numatoma torinio IOL ašimi [44]. Ši

metodika yra inovatyvesnė, tačiau jos taikymui reikalinga papildoma brangi įranga. Tikslus astigmatizmo ašies nustatymas yra labai svarbus, norint pasiekti gerus pooperacinius regos aštrumo rezultatus.

11.8. Apibendrinimas

Toriniai IOL – efektyvus rageninio astigmatizmo koregavimo būdas, leidžiantis pasiekti po operacijos aukštą regos aštrumą be papildomos cilindrinės korekcijos, ir užtikrinantis aukštą gyvenimo kokybę po operacijos [57].

Visgi – optimalūs pooperacinio regos aštrumo ir liekamojo pooperacinio astigmatizmo rezultatai, implantuojant torinius IOL kataraktos operacijos metu, priklauso nuo daugelio veiksnių: tiksliai atlikto ikioperacinio paciento ištyrimo, tinkamai parinkto torinio IOL sferinio ir cilindrinio komponentų laužiamosios gebos, torinio IOL implantavimo tikslumo, padėties akyje ir stabilumo akyje. Todėl torinių IOL efektyvumas plačiai analizuojamas klinikiniuose tyrimuose [11,33–35,58].

12. TYRIMO METODIKA

12.1. Tyrimo organizavimas

Tyrimas atliktas gavus bioetikos leidimą Nr. BE-2-76. Į tyrimą įtraukti pacientai, kuriems nuo 2017 m. iki 2021 m. buvo atlikta kataraktos fakoemulfisikacija ir implantuotas torinis IOL ragenos astigmatizmo koregavimui. Visi pacientai operuoti vieno patyrusio chirurgo Lietuvos sveikatos mokslų universiteto ligoninėje Kauno klinikose (LSMUL KK) Akių ligų klinikoje.

Telefoninio skambučio metu tiriamieji supažindinti su informacija apie tyrimą (tyrimo atlikimo priežastys, tikslas, nauda ir kita svarbi informacija) ir pakviesti dalyvauti tyrime, atvykstant į LSMUL KK Akių ligų kliniką. Pacientams atvykus, gautas jų raštiškas sutikimas dalyvauti tyrime. Į tyrimą neįtraukti atsisakę dalyvauti pacientai.

Tyrimas atliktas 2022 m. sausio – birželio mėn. LSMUL KK Akių ligų klinikoje. Jei pacientui abiejose akyse buvo implantuotas torinis IOL, abi akys įtrauktos į tyrimą ir kiekviena iš jų laikyta atskiru tiriamuoju. Tyrime dalyvavo 27 pacientai (37 akys).

12.2. Tyrimo metodika

- **Ikioperaciniai tiriamųjų duomenys surinkti iš medicininės dokumentacijos:**
 1. Tiriamųjų lytis (moteris/vyras).
 2. Tiriamųjų gimimo data.
 3. Tiriamųjų amžius operacijos metu.
 4. Tiriamųjų gretutinės ligos.
 5. NRA į tolį (dešimtainis regos aštrumas).
 6. Geriausias koreguotas regos aštrumas į tolį (GKRA) (dešimtainis regos aštrumas).

7. Kataraktos subrendimo laipsnis (lot. *incipiens, nondum matura, fere matura, matura, hypermatura*).
8. Operuota akis (dešinė, kairė).
9. Klinikinės refrakcijos duomenys (sfera (sph), cilindras (cyl), ašis) – autorefraktokeratometru (*Nidek TONOREF II*).
10. Optinės biometrijos tyrimo duomenys *IOLMaster700* arba *Aladdin Topcon* aparatais:
 - a) AI (mm)
 - b) akies priekinės kameros gylis (mm)
 - c) keratometrija (D)
 - d) implantuojamo IOL laužiamoji geba (D) ir siektina pooperacinė klinikinė refrakcija (D)
 - e) torinio IOL cilindro laužiamoji geba (D) ir IOL siektina ašis (laipsn.) apskaičiuoti naudojantis internetine torinių IOL skaičiuokle <https://www.myalcon-toriccalc.com/#/calculator>.
11. Astigmatizmo kryptis vertinta pagal pagrindinio meridiano ašį:
 - 1) tiesioginis astigmatizmas (kai pagrindinių meridianų padėtis tiesi, stipriau laužia vertikalusis meridianas ir yra ≥ 60 laipsnių ir ≤ 120 laipsnių plokštumoje)
 - 2) atvirkščias astigmatizmas (kai pagrindinių meridianų padėtis tiesi, stipriau laužia horizontalusis meridianas ir yra > 0 laipsnių ir ≤ 30 laipsnių arba ≥ 150 laipsnių ir ≤ 180 laipsnių plokštumoje)
 - 3) įstrižas astigmatizmas (kai pagrindinių meridianų padėtis įstriža ir yra > 30 laipsnių ir < 60 laipsnių arba > 120 laipsnių ir < 150 laipsnių plokštumoje).

- **Pooperaciniai tiriamųjų duomenys:**

1. NRA į tolį (dešimtainis regos aštrumas).
2. GKRA į tolį (dešimtainis regos aštrumas).

3. Autorefraktokeratometru (*Nidek TONOREF II*) vertinta klinikinė refrakcija (refrakcijos sferinis (D) ir cilindrinis (D) komponentai bei ašis (laipsn.)), keratometrija (D), sferinis ekvivalentas (SE) (D), apskaičiuotas sudedant sferą ir $\frac{1}{2}$ cilindro).
4. Keratometrijos duomenys gauti atliekant optinės biometrijos tyrimą, naudojant *IOLMaster700* arba *Aladdin Topcon* aparatus.
5. Įlašinus vyzdį plečiančių medikamentų (*sol. Mydriacyli 1 proc.*) po 30 min., plyšine lempa, retroiluminacijos apšvietimo sąlygomis, vertinta IOL ašis (laipsn.). IOL ašies nuokrypis – skirtumas tarp planuotos IOL ašies prieš operaciją (duomenys iš IOL internetinės skaičiuoklės) ir po operacijos plyšine lempa nustatytos IOL ašies.

Gyvenimo kokybės vertinimas. Visi pacientai užpildė Nacionalinio akių instituto Regos funkcijos klausimyną – 25 (*angl. The National Eye Institute 25-Item Visual Function Questionnaire (VFQ-25)*), kuris sudarytas iš 25 klausimų, suskirstytų į 3 dalis: bendra sveikatos ir regos būklė (4 klausimai), sunkumai užsiimant veikla (12 klausimų) ir reakcija į regėjimo problemas (9 klausimai). Klausimai, susiję su rega buvo suskirstyti į 11 kategorijų, o pirmas klausimas apie bendrą sveikatos būklę priskirtas atskirai kategorijai. Kiekvienas klausimas vertintas nuo 0 iki 100 balų. Bendras VSQ–25 balas apskaičiuojamas sudėjus visų klausimų balų sumą ir padalinus iš klausimų skaičiaus. Maksimalus klausimyno įvertinimas yra 100, minimalus – 0.

Pooperacinio astigmatizmo vertinimas. OSA vertintas atimties ir Alpino vektoriaus analizės metodais [52,59].

Skaičiuojant atimties metodu, OSA nustatomas iš pooperacinio bendrojo (refrakcinio) astigmatizmo atėmus pooperacinį rageninį (keratometrinių) astigmatizmą, o OSRA – apskaičiuojant skirtumą tarp pooperacinio ir priešoperacinio rageninio (keratometrinių) astigmatizmo.

OSA detalesnei analizei (torinio IOL ir pjūvio) naudojama Alpino vektorinės analizės skaičiuoklė, kuri pateikta Elkadim ir bendraautorių atliktame tyrime. Nuoroda į skaičiuoklę: <https://www.mediafire.com/file/bw5zxkxsf34usq9/Sheet+to+submit.xlsx/file> [60]. Vertinti dydžiai:

1. OSA – skirtumas tarp rageninio (keratometrinio) astigmatizmo ir jo ašies po operacijos ir bendrojo (refrakcinio) astigmatizmo ir jo ašies po operacijos.
2. TIA – cilindro stiprumas ragenos plokštumoje nurodomas gamintojo. *Acrysof*® *IQ SN6ATx* torinių IOL astigmatizmo koregavimo galimybės pateikiamos 1 paveiksle. TIA ašis – astigmatizmo ašis, kuri sutampa su implantuojamo IOL ašimi, nustatoma internetine skaičiuokle – <https://www.myalcon-toriccalc.com/#/calculator>.

Acrysof Model	Cylinder Power (D)	
	At IOL Plane	At Corneal Plane
T2	1.00	0.67
T3	1.50	1.03
T4	2.25	1.55
T5	3.00	2.06
T6	3.75	2.57
T7	4.50	3.08
T8	5.25	3.60
T9	6.00	4.11

IOL = intraocular lens

1 pav. Torinių intraokulinių lęšių astigmatizmo korekcija [61].

- a. KI – OSA ir TIA santykis. Idealus KI lygus 1. Jei KI didesnis nei 1 – astigmatizmas perkoreguotas, jei mažesnis nei 1 – astigmatizmas koreguotas nepakankamai [60].

Operacijos metodika. Pacientą pasodinus prie plyšinės lempos priešoperacinėje, į junginės maišą įlašinta proksimetakaino hidrochlorido 0,5 proc. ir joduoto povidono 5 proc. tirpalo Plyšinės lempos kontrolėje, tiriamajam žiūrint tiesiai, ragenoje specialiu žymekliu pažymėti 0 laipsn., 180 laipsn. ir 270

laipsn. meridianai, 0 laipsn. ir 180 laipsn. meridianus sulyginant su horizontaliu plyšio pavidalo šviesos pluoštu.

Pacientas paguldytas operacinėje ant operacinio stalo. Operacinis laukas paruoštas 2 kartus nuvalant vokų ir aplinkinių sričių veido odą joduoto povidono 10 proc. tirpalu (ekspozicija minimaliai 3 min.). Jei pacientas alergiškas jodui, į junginės maišą lašinta chlorheksidino digliukonato 0,05 proc. tirpalo, o operacinis laukas paruoštas nuvalant jį 2 kartus chlorheksidino digliukonato 0,05 proc. tirpalu (ekspozicija 5 min.). Paciento veidą uždengus vienkartinė sterilia plėvele, chirurginėmis žirkklėmis prakirpta plėvelė operuojamos akies vokų plyšio srityje, įstatytas blefarostatas. Naudojantis matuokle, pažymėta torinio IOL ašis, atitinkanti astigmatizmo stiprųjį meridianą. Pakaratotinai junginės maišas iriguotas joduoto povidono 5 proc. tirpalu. Įprastine fakoemulsifikacijos metodika atlikta kataraktos operacija su IOL implantacija: atliktas pagrindinis 2,2 mm pločio pjūvis skaidrioje ragenos dalyje ties 110 laipsn. ir 2 paracentezės ties 0 laipsn. ir 180 laipsn. Viskoelastine medžiaga (į sudėtį įeina 1 proc. natrio hialuronatas) palaikant priekinę akies kamerą, atliktas priekinis kapsuloreksis. Suleidžiant balansuotą druskų tirpalą kaniule po priekine kapsule, atlikta hidrodisekacija. Fakoemulsifikatoriumi ir lęšiuko manipulatoriumi padalintas ir pašalintas lęšiuko branduolys. Žieviniai lęšiuko sluoksniai pašalinti irigacijos-aspiracijos metodu. Suleidus viskoelastinę medžiagą į priekinę akies kamerą ir kapsulės maišelį, į kapsulės maišelį implantuotas IOL ir pasuktas į padėtį, kad torinio IOL žymės (ašis) sutaptų su operacijos pradžioje pasižymėta ašimi, t.y. stipriuoju ragenos astigmatizmo meridianu. Viskoelastinė medžiaga kruopščiai pašalinta irigacijos-aspiracijos metodu iš priekinės akies kameros ir tarpo tarp IOL ir užpakalinės lęšiuko kapsulės. Pjūviai užsandarinti į ragenos stromą suleidžiant balansuoto druskų tirpalo. Į priekinę akies kamerą suleista *sol. Cefuroximi* 2 mg. Po jungine suleista *sol. Dexamethasoni* 2 mg. Į junginės maišą įlašinta *sol. Levofloxacini*, užklijuotas sterilus tvarstis su apsauginiu kaušeliu. Visiems pacientams buvo implantuoti toriniai, asferiniai, akriliniai hidrofobiniai, vienos dalies, statų optinės dalies kraštą turintys IOL (*Alcon AcrySof® IQ SN6ATx*), IOL optinės dalies skermuo 6 mm, bendras ilgis 13 mm, atraminiai elementai C formos. Visas operacijas atliko mokslinio darbo vadovė prof. Reda Žemaitienė.

12.3. Statistinė analizė

Surinkti anketinės apklausos duomenys susisteminti naudojant *Microsoft® Excel (Microsoft Co., Redmon, Jungtinės Amerikos Valstijos)* programą. Statistinė duomenų analizė atlikta naudojant IBM SPSS statistinę programą 23,0 versiją. Normaliojo skirstinio sąlygas tenkinę kiekybiniai dydžiai aprašyti pateikiant jų vidurkį ir standartinę nuokrypį (vidurkis \pm SN), o normaliojo skirstinio sąlygų netenkinę kiekybiniai kintamieji aprašyti pateikiant medianą (minimalią (min.) ir maksimalią (maks.)) reikšmes. Šapiro–Vilko (angl. *Shapiro–Wilk*) testu patikrintas kiekybinių dydžių normalusis skirstinys. Kai skirstinys normalusis, dviejų priklausomų grupių vidurkis lygintas taikant porinį Studento (t) kriterijų, o esant neparametriniams dydžiams – Wilksono (angl. *Wilcoxon*) priklausomų imčių kriterijus. Kiekybinių kintamųjų reikšmės, kai normalumo sąlygos tenkintos, tarp dviejų nepriklausomų imčių lygintos naudojant Studento (t) kriterijų, o kai normalumo sąlygos netenkintos – Mann–Whitney kriterijų. Kai intervalinių kintamųjų reikšmės pasiskirsčiusios pagal Gauso dėsnį, ryšio stiprumas vertintas naudojantis parametriniu Pearsono koreliacijos koeficientu (r), o kai normalumo kriterijus netenkintas – neparametriniu Spearmano koreliacijos koeficientu (r). Ryšys buvo laikomas silpnu, kai $r=0-0,3$, vidutiniu, kai $r=0,3-0,5$, stipriu, kai $r=0,5-0,75$, labai stipriu, kai $r=0,75-1$. Rezultatai laikyti statistiškai reikšmingi, kai paklaidos tikimybė $<0,05$.

13. REZULTATAI

13.1. Tiriamųjų demografiniai, biometriniai, keratometriniai ir refraktometriniai duomenys iki operacijos bei implantuotų torinių IOL charakteristikos

Tyrime dalyvavo 27 pacientai (37 akys), kurie buvo operuoti ir ištirti LSMUL KK Akių ligų klinikoje. Vidutiniškai pacientai tirti praėjus 26,11±17,53 mėnesiams po operacijos. Išanalizuota 17 (62,96 proc.) moterų ir 10 (37,04 proc.) vyrų akių duomenys. Vyrų ir moterų amžiaus vidurkiai reikšmingai nesiskyrė ($p=0,76$). Tiriamųjų demografiniai duomenys pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Tiriamųjų demografiniai duomenys

Grupė/požymis	Reikšmė	
Lytis:		
Moterys (n, proc.)	17 (62,96 proc.)	
Vyrai (n, proc.)	10 (37,04 proc.)	
Akių skaičius (n)	37	
Dešinių akių skaičius (n, proc.)	21 (56,76 proc.)	
Kairių akių skaičius (n, proc.)	16 (43,24 proc.)	
Amžius (metais), vidurkis±SN; mediana (min.–maks.)	p–reikšmė	
Visų tiriamųjų	68,78±12,08; 72,00 (35,00–87,00)	
Moterų amžiaus vidurkis	70,18±11,49; 72,00 (35,00–83,00)	
Vyrų amžiaus vidurkis	66,40±13,30; 72,00 (49,00–87,00)	
	0,76 ¹	

¹Stjudento t kriterijus

17 tiriamųjų (62,96 proc.) turėjo gretutines akių ligas, iš kurių 2 (11,76 proc.) – keratokonusą, 2 (11,76 proc.) – paveldimas tinklainės distrofijas, 8 (47,06 proc.) – glaukomą, 4 (23,53 proc.) geltonosios dėmės užpakalinio poliaus degeneraciją ir 1 (5,88 proc.) periferinę tinklainės degeneraciją. Prieš

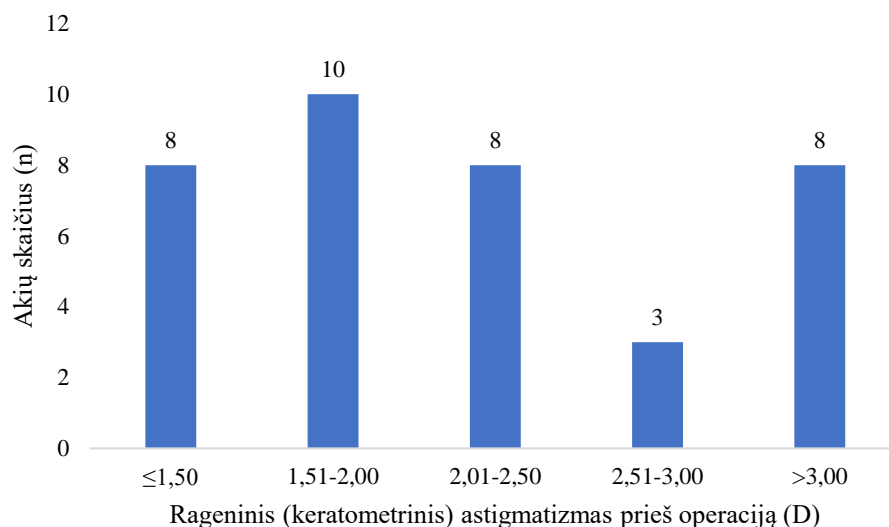
operaciją 35 tiriamiesiems (94,59 proc.) nustatytas kataraktos tipas – *nondum matura*, o 2 (5,41 proc.) – *fere matura*.

2 lentelėje pateikiami prieš operaciją optiniu biometru (*IOLMaster700* arba *Aladdin Topcon*) išmatuoti biometriniai ir keratometriniai duomenys.

2 lentelė. Akių optinės biometrijos ir keratometrijos duomenys iki operacijos

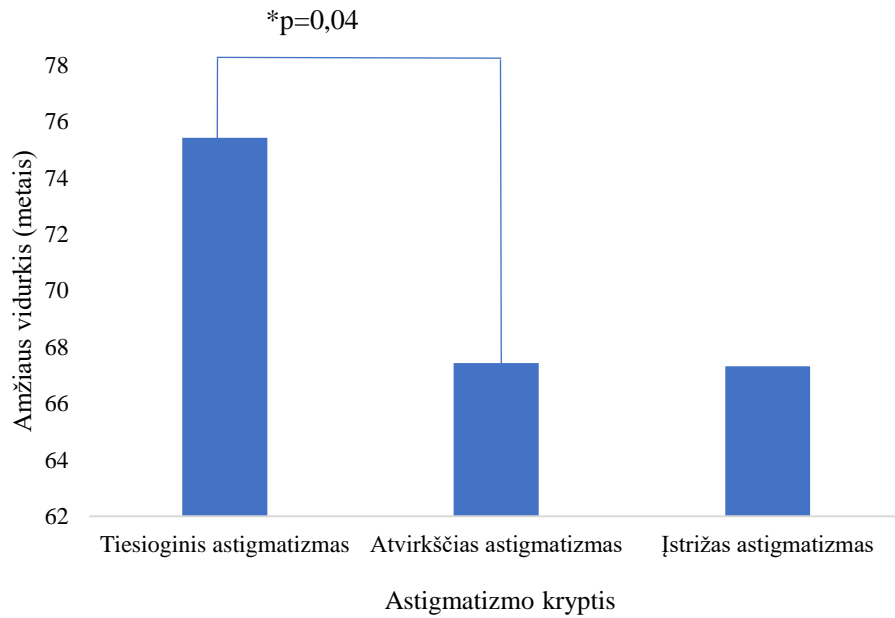
Požymis	Vidurkis±SN	Mediana (min.–maks.)
Keratometrija (D)	43,25±1,92	43,22 (39,87–47,51)
K1	45,53±2,04	45,25 (42,38–50,85)
K2		
Cyl dydis	2,27±0,94	2,03 (1,05–4,67)
Akies ašies ilgis (mm)	23,64±1,56	23,63 (20,43–28,15)
Priekinės kameros gylis (mm)	3,15±0,38	3,11 (2,47–3,97)

21,62 proc. (n=8) tiriamųjų prieš operaciją nustatytas 1,00–1,50 D rageninis (keratometrinis) astigmatizmas, 56,76 proc. (n=21) 1,51-3,00 D, o 21,62 proc. (n=8) – didesnis nei 3,00 D astigmatizmas (2 pav.).



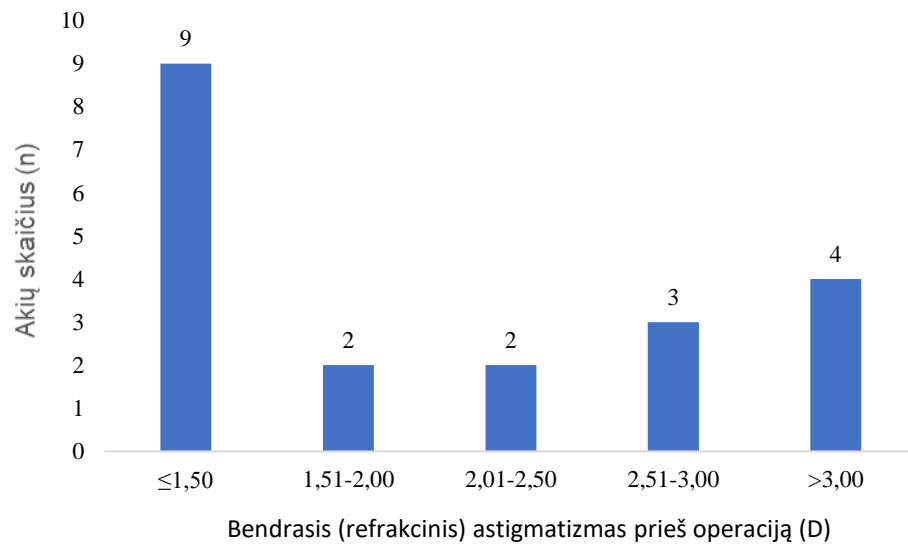
2 pav. Tiriamųjų rageninio (keratometrinio) astigmatizmo pasiskirstymas prieš operaciją

Tiesioginis rageninis astigmatizmas iki operacijos nustatytas 7 (18,92 proc.) tiriamiesiems, 27 (72,97 proc.) – atvirkščias, o 3 (8,11 proc.) – įstrižas. Tiriamųjų, kuriems prieš operaciją nustatytas tiesioginis astigmatizmas amžiaus vidurkis – $75,43 \pm 6,27$ m., kuriems atvirkščias astigmatizmas – $67,44 \pm 12,13$ m., kuriems įstrižas astigmatizmas – $67,33 \pm 9,02$ m. Amžiaus vidurkiai tarp atvirkščio ir įstrižo bei tarp įstrižo ir tiesioginio astigmatizmų statistiškai reikšmingai nesiskyrė ($p > 0,05$). Atvirkščio ir tiesioginio astigmatizmo amžiaus vidurkiai statistiškai reikšmingai skyrėsi ($p = 0,04$) (3 pav.).



3 pav. Tiriamųjų amžiaus vidurkių palyginimas atsižvelgiant į astigmatizmo kryptį

Bendrojo (refrakcinio) astigmatizmo (n=20) pasiskirstymas prieš operaciją pateikiamas 4 paveiksle.

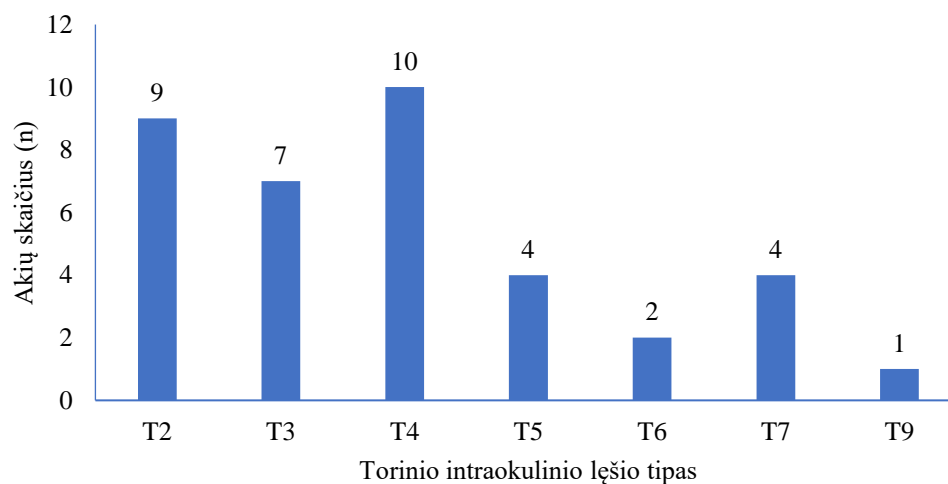


4 pav. Tiriamųjų bendrojo (refrakcinio) astigmatizmo pasiskirstymas prieš operaciją

3 lentelėje pateikiama torinių IOL charakteristikos. Kataraktos operacijos metu 10 atvejų (27,03 proc.) implantuotas torinis IOL T4 tipas, kuris ragenos plokštumoje koreguoja 1,55 D astigmatizmą (5 pav.).

3 lentelė. Implantuotų torinių intraokulinių lęšių charakteristikos

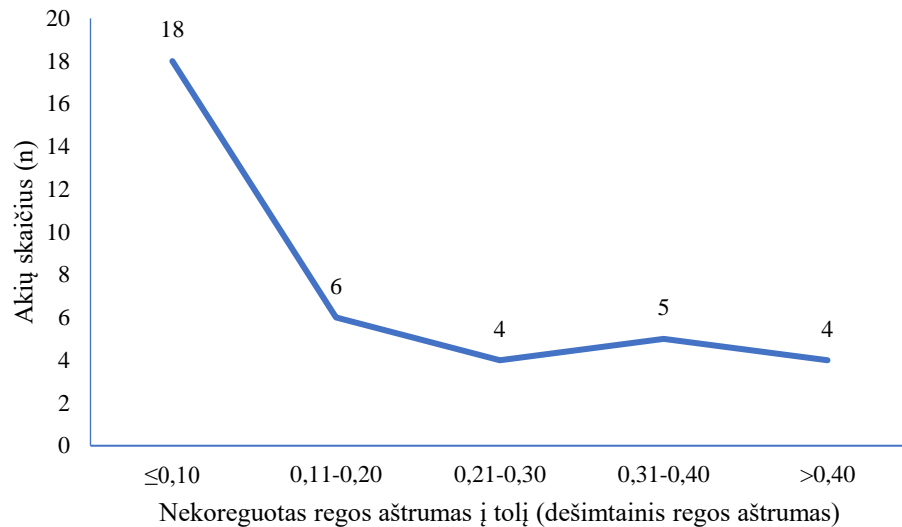
IOL charakteristika	Vidurkis±SN	Mediana (min.–maks.)
IOL laužiamoji geba (D)	20,82±5,75	22,25 (6,00–32,00)
IOL cilindro laužiamoji geba ragenos plokštumoje (D)	1,58±0,87	1,55 (0,67–4,11)



5 pav. Torinių intraokulinių lęšių tipų pasiskirstymas

13.2. Regos aštrumo į tolį, pooperacinio bendrojo (refrakcinio) ir rageninio (keratometrinio) astigmatizmo, torinio IOL ašies padėties duomenys bei jų tarpusavio ryšio analizė

Prieš operaciją 18 (48,65 proc.) atvejų NRA į tolį buvo $\leq 0,1$, 10 (27,03 proc.) – 0,11–0,30, 9 (24,32 proc.) – $> 0,31$ (6 pav.).



6 pav. Nekoreguoto regos aštrumo į tolį pasiskirstymas prieš operaciją

Pooperacinio NRA vidurkis – $0,80 \pm 0,24$, o pooperacinio GKRA vidurkis – $0,91 \pm 0,16$. NRA ($p=0,001$) ir GKRA ($p=0,001$) į tolį po operacijos reikšmingai padidėjo (4 lentelė).

4 lentelė. Nekoreguoto ir geriausio koreguoto regos aštrumo į tolį palyginimas prieš ir po operacijos

Požymis	Prieš operaciją	Po operacijos	p-reiškėmė
Nekoreguotas regos aštrumas į tolį*			
Vidurkis±SN	0,21±0,16	0,80±0,24	0,001¹
Mediana (min.–maks.)	0,20 (0,01–0,60)	1,00 (0,30–1,00)	
Geriausias koreguotas regos aštrumas į tolį*			
Vidurkis±SN	0,32±0,23	0,91±0,16	0,001¹
Mediana (min.–maks.)	0,30 (0,10–0,90)	1,00 (0,50–1,00)	

*Dešimtainis regos aštrumas, ¹Porinis Studento t kriterijus

NRA 24 tiriamųjų (64,86 proc.) po operacijos nesiskyrė nuo GKRA (vidurkis 0,97±0,09, mediana 1,00 (min. 0,60, maks. 1,00)). 13 atvejų (35,14 proc.) (NRA vidurkis 0,52±0,14, mediana 0,50 (min. 0,30, maks. 0,80), GKRA vidurkis 0,79±0,18, mediana 0,80 (min. 0,50, maks. 1,00)). GKRA į tolį didino papildoma korekcija koreguojančiais lęšiais, iš kurių vienam tiriamajam GKRA į tolį didino papildoma korekcija tik cilindrinio koreguojančiu lęšiu (-1,00 D), o kitiems – papildoma korekcija sferiniu ir cilindrinio koreguojančiais lęšiais (sph vidurkis -0,25±1,20 D, mediana 0,25 (min. -3,00, maks. 1,5) D ir cyl vidurkis 1,16±0,53 D, mediana 1,00 (min. 0,50, maks. 2,25 D)).

Rageninis (keratometrinis) astigmatizmas, bendrasis (refrakcinis) astigmatizmas ir SE pateikiami 5 lentelėje.

OSRA vidurkis – 0,34±0,30 D, mediana 0,28 (min. 0,00, maks. 1,12) D. Rageninis (keratometrinis) astigmatizmas statistiškai reikšmingai po operacijos nepakito (p=0,12). Bendrasis (refrakcinis) astigmatizmas po operacijos statistiškai reikšmingai sumažėjo (p=0,001) (5 lentelė).

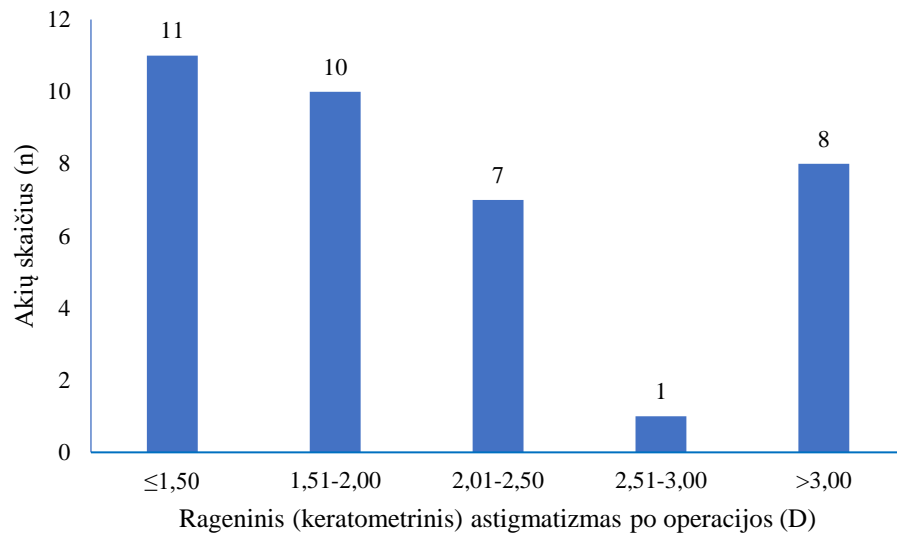
Siektinos klinikinės refrakcijos vidurkis -0,42±0,45, mediana -0,33 (min. -2,40, maks. -0,01) (D), o gautos po operacijos (SE) – -0,59±0,76, mediana -0,54 (min. -2,63, maks. 0,88) (D) (p=0,08).

5 lentelė. Rageninio (keratometrinio) astigmatizmo, bendrojo (refrakcinio) astigmatizmo ir sferinio ekvivalento palyginimas prieš ir po operacijos

Požymis	Prieš operaciją	Po operacijos	p-reikšmė
Rageninis (keratometrinis) astigmatizmas (D)			
Vidurkis±SN	2,27±0,94	2,15±1,16	0,12 ¹
Mediana (min.–maks.)	2,03 (1,05–4,67)	1,83 (0,75–5,23)	
Refrakcinis (bendras) astigmatizmas (D)			
Vidurkis±SN	2,09±1,19	0,99±0,60	0,001 ²
Mediana (min.–maks.)	1,88 (0,75–4,50)**	1,00 (0,25–2,25)	
Sferinis ekvivalentas			
Vidurkis±SN	-0,30±3,89	-0,59±0,76	0,89 ²
Mediana (min.–maks.)	-0,31 (-9,38–6,25)**	-0,54 (-2,63–0,88)	

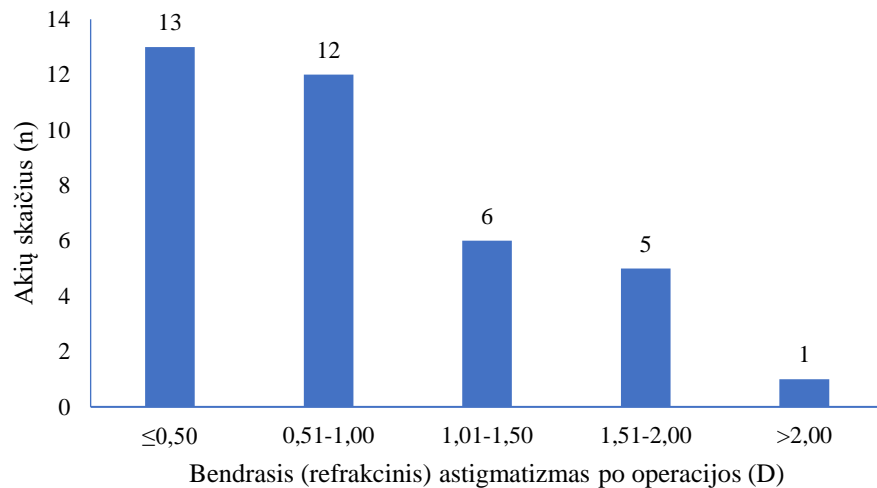
**matavimai atlikti 20 atvejų, ¹ Porinis Studento t kriterijus, ²Mann–Whitney kriterijus.

Po operacijos tiriamųjų, kurių rageninis (keratometrinis) astigmatizmas – 2,01–2,50 D ir 2,51–3,00 D sumažėjo (prieš operaciją – 8 ir 3, po operacijos – 7 ir 1, atitinkamai), kurių – ≤1,50 D padidėjo (prieš operaciją 8, po operacijos 11), kurių 1,51–2,00 ir >3,00 – nekito (prieš ir po operacijos – 10 ir 8, atitinkamai (2, 7 pav.).



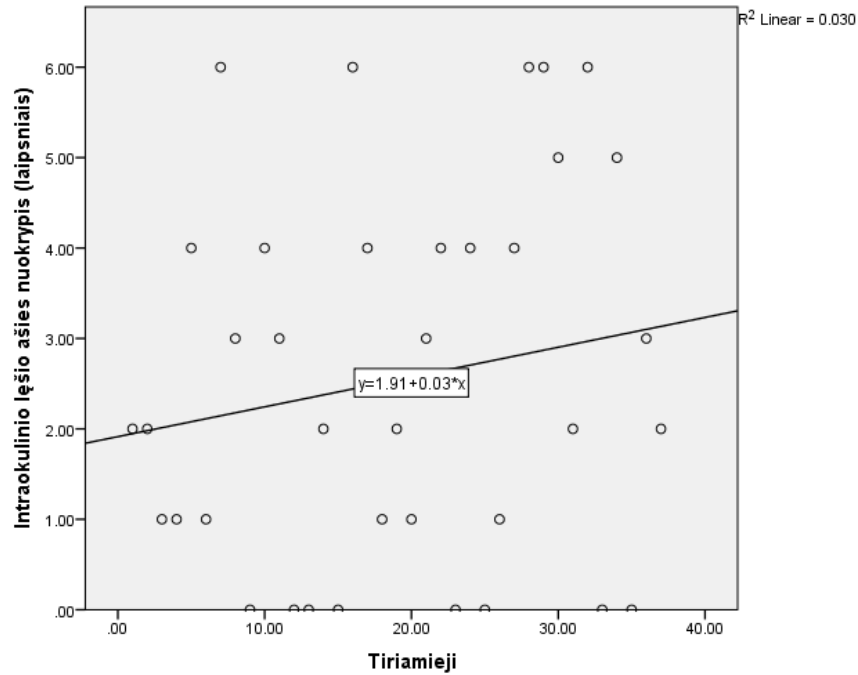
7 pav. Tiriamųjų rageninio (keratometrinio) astigmatizmo pasiskirstymas po operacijos

Po operacijos 0,5 D ar mažesnis ir 0,51–1 D bendrasis (refrakcinis) astigmatizmas nustatytas 35,14 proc. (n=13) ir 32,43 proc. (n=12), atitinkamai, t.y. 67,57 proc. tiriamųjų pooperacinis astigmatizmas buvo 1 D arba mažesnis. (8 pav.).



8 pav. Tiriamųjų bendrojo (refrakcinio) astigmatizmo pasiskirstymas po operacijos

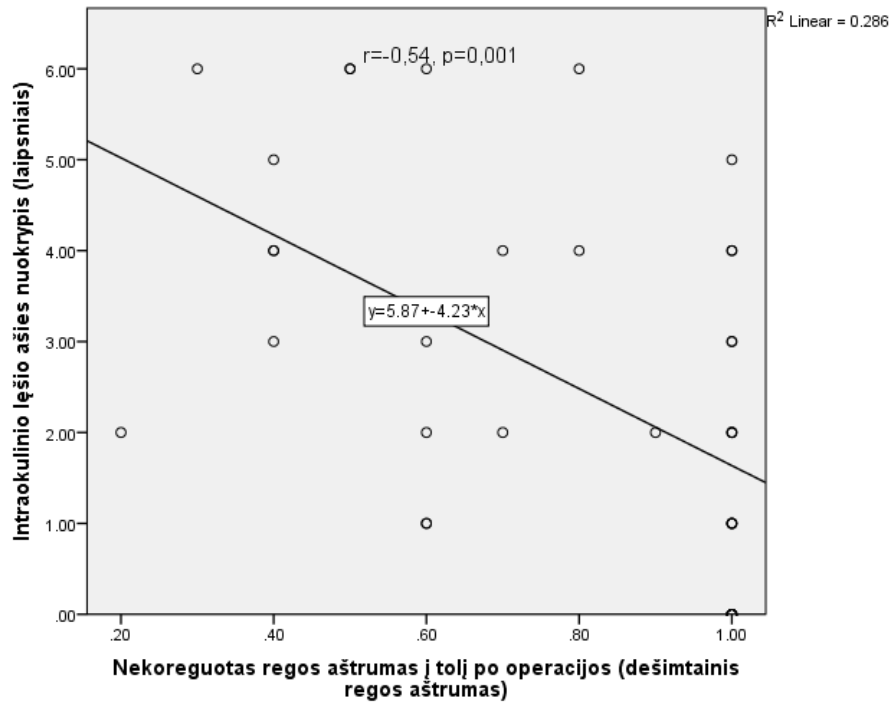
IOL ašies nuokrypis – skirtumas tarp planuotos IOL ašies prieš operaciją (duomenys iš IOL internetinės skaičiuoklės) ir po operacijos plyšine lempa nustatytos IOL ašies. Vidutinis IOL ašies nuokrypis $2,54 \pm 2,06$ laipsn., mediana 2,00 (min. 0,00, maks. 6,00) laipsn. IOL ašies nuokrypio (laipsn.) pasiskirstymas pateikiamas 9 paveikle.



9 pav. Intraokulinio lęšio ašies nuokrypio pasiskirstymas tiriamųjų grupėje

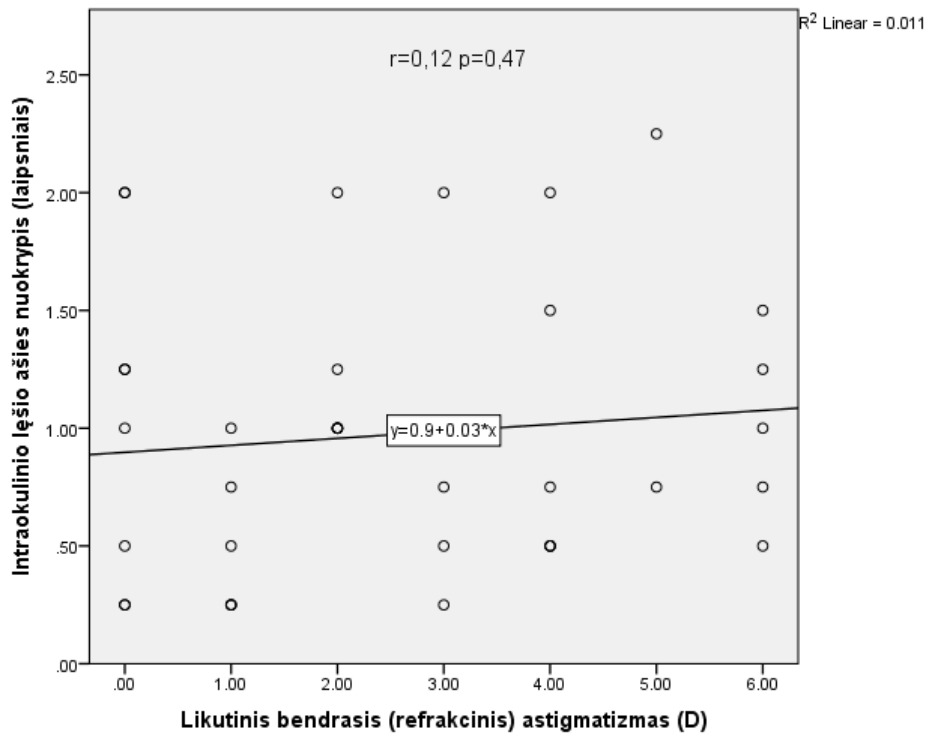
Esant tiesioginiam astigmatizmui vidutinis IOL ašies nuokrypis $2,43 \pm 2,37$ laipsn., mediana 2,00 (min. 0,00, maks. 6,00) laipsn., esant atvirkščiam astigmatizmui $2,70 \pm 2,07$ laipsn., mediana 3,00 (min. 0,00, maks. 6,00) laipsn., o esant įstrižam astigmatizmui $1,33 \pm 1,15$ laipsn., mediana 2,00 (min. 0,00, maks. 2,00) laipsn. Statistiškai reikšmingų skirtumų tarp astigmatizmo krypčių ir IOL ašies nuokrypio nenustatyta ($p > 0,05$).

Nustatytas stiprus neigiamas ir statistiškai reikšmingas ryšys tarp IOL ašies nuokrypio ir NRA ($r=-0,54$, $p=0,001$) ($n=37$ atvejų) (10 pav.).



10 pav. Nekoreguoto regos aštrumo po operacijos ryšys su intraokulinio lęšio ašies nuokrypiu

Tarp likutinio bendrojo (refrakcinio) astigmatizmo ir IOL ašies nuokrypio ryšio nerasta ($r=0,12$, $p=0,47$) (11 pav.).



11 pav. Intraokulinio lęšio ašies nuokrypio ryšys su likutiniu bendruoju (refrakciniu) astigmatizmu

IOL ašies nuokrypis reikšmingai skyrėsi ($p=0,001$) tiriamųjų, kurių NRA sutapo su GKRA į tolį, ir tiriamųjų, kurių NRA skyrėsi nuo GKRA į tolį, tačiau likutinis bendrasis (refrakcinis) astigmatizmas nesiskyrė ($p=0,30$) (6 lentelė).

6 lentelė. Pooperacinis nekoreguotas regos aštrumas ir geriausias koreguotas regos aštrumas į tolį atsižvelgiant į intraokulinio lęšio ašies nuokrypį ir likutinį bendrąjį (refrakcinį) astigmatizmą

	Tiriamųjų duomenys, kai NRA=GKRA į tolį* Vidurkis±SN Mediana (min.–maks.) (n=24)	Tiriamųjų duomenys, kai GKRA>NRA* Vidurkis±SN Mediana (min.–maks.) (n=13)	p–reikšmė
Intraokulinio lęšio ašies nuokrypis (laipsn.)	1,65±1,77 1,00 (0,00–6,00)	4,00±1,66 4,00 (1,00–6,00)	0,001¹
Likutinis bendrasis (refrakcinis) astigmatizmas (D)	0,86±0,58 0,75 (0,25–2,00)	1,16±0,58 1,00 (0,50–2,25)	0,30 ¹

GKRA – geriausias koreguotas regos aštrumas į tolį, NRA – nekoreguotas regos aštrumas į tolį,

*Dešimtainis regos aštrumas; ¹Mann–Whitney kriterijus

13.3. Astigmatizmo vektorinė analizė

Astigmatizmo vektorinė analizė atlikta remiantis Alpino vektoriaus analizės skaičiuokle.

OSA vidurkis – 2,36±1,27 D, TIA – vidurkis 2,77±1,55 D, o astigmatizmo KI – 1,06±0,93 D (7 lentelė). 24 akyse (64,86 proc.) astigmatizmo KI lygus 1, 5 akyse (13,51 proc.) KI didesnis nei 1, o 8 akyse (21, 62 proc.) astigmatizmo KI mažesnis nei 1. Taigi galime teigti, kad rageninio astigmatizmo korekcijos indekso vidurkis beveik atitinka idealų.

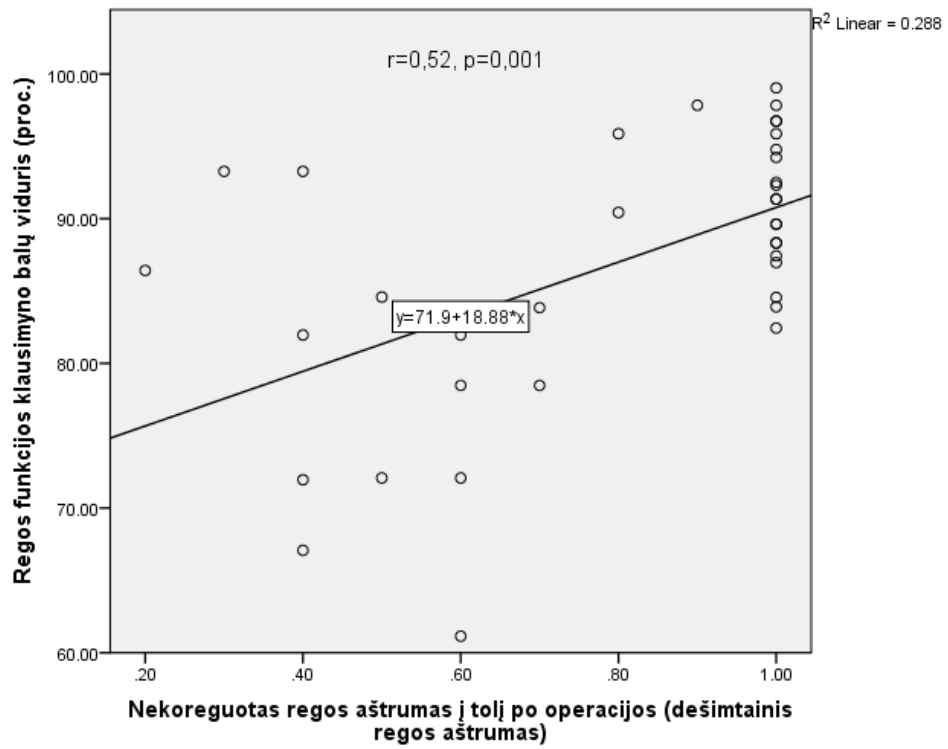
7 lentelė. Astigmatizmo koregavimo toriniais intraokuliniais lęšiais Alpino vektoriaus analizė

Požymis	Reikšmė (vidurkis±SN)
Operacijos sukkelto astigmatizmo vektorius (OSA) (D)	2,36±1,27
Tikslinio astigmatizmo vektorius (TIA) (D)	2,77±1,55
Astigmatizmo korekcijos indeksas (KI) (OSA/TIA)	1,06±0,93

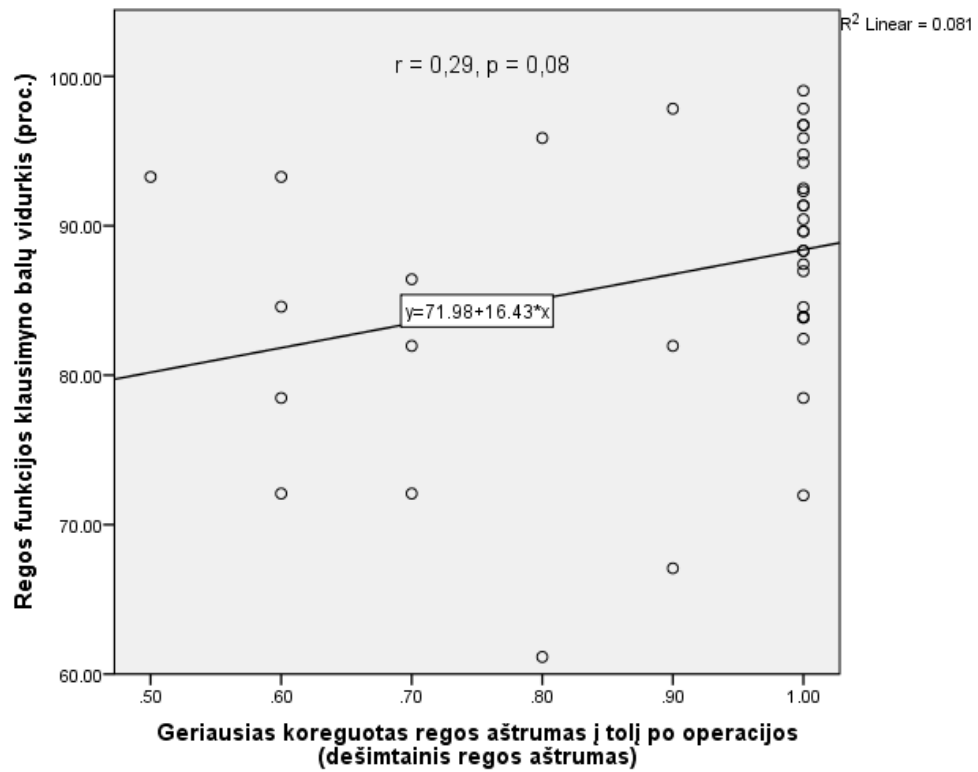
13.4. Tiriamųjų po operacijos gyvenimo kokybės, susijusios su regėjimu, ryšys su pooperaciniu regos aštrumu, likusiu bendruoju (refrakciniu) astigmatizmu ir IOL ašies deviacija

Regos funkcijos klausimyno rezultatų mediana 88,32 proc., minimali reikšmė 61,15 proc., o maksimali – 99,04 proc. Palyginus klausimyno rezultatus vyrams ir moterims, klausimyno balų vidurkiai statistiškai reikšmingai nesiskyrė, 85,24±9,65 ir 87,91±8,64, atitinkamai ($p>0,05$).

Rasta stipri ir statistiškai reikšminga tiesioginė koreliacija tarp gyvenimo kokybės po operacijos ir NRA į tolį ($r=0,52$, $p=0,001$) (12 pav.), o tarp gyvenimo kokybės po operacijos ir GKRA į tolį po operacijos – silpna ir statistiškai nereikšminga ($r=0,29$, $p=0,08$) (13 pav.).

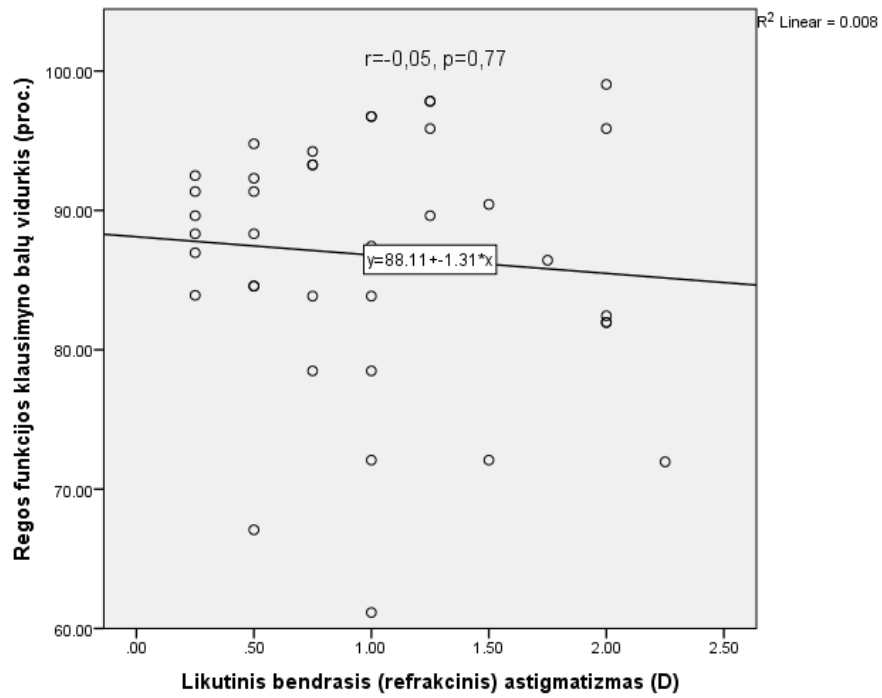


12 pav. Nekoreguoto regos aštrumo į tolį ryšys su pacientų gyvenimo kokybe po operacijos



13 pav. Geriausio koreguoto regos aštrumo į tolį ryšys su pacientų gyvenimo kokybe po operacijos

Koreliacijos tarp gyvenimo kokybės po operacijos ir likutinio bendrojo (refrakcinio) astigmatizmo nenustatyta ($r = -0,05$, $p = 0,77$) (14 pav.).



14 pav. Likutinio bendrojo (refrakcinio) astigmatizmo ryšys su gyvenimo kokybe po operacijos

Stebėta tendencija, kad gyvenimo kokybė blogėja, didėjant IOL ašies deviacijai ($r=-0,31$, $p=0,05$) (15 pav.).

14. REZULTATŲ APTARIMAS

Mūsų atliktame tyrime, kaip ir kitų tyrėjų, didžioji dalis tiriamųjų, kuriems implantuoti toriniai IOL, buvo 65–70 metų amžiaus grupėje, daugiau operuota moterų. [17,62,63]. Oshika ir bendraautorai atliko retrospektyvinį tyrimą, kuriame vertino torinių IOL efektyvumą, praėjus 1 mėnesiui, 1 metams, 3 metams, 5 metams ir 8 metams po kataraktos operacijos [64]. Miyake ir bendraautorai, vertindami torinių IOL efektyvumą po kataraktos operacijos, tiriamųjų stebėjimą po kataraktos operacijos atliko po 1 savaitės, po 3 mėnesių, po 1 metų ir po 2 metų [59]. Mūsų tyrime tiriamieji vidutiniškai tirti praėjus $26,11 \pm 17,53$ mėnesiams po operacijos. Oshika ir bendraautorai į tyrimą neįtraukė pacientų su gretutinėmis ligomis (ragenos, tinklainės ligos, glaukoma ir kt.) bei pacientų, kuriems atliktos kitos akies operacijos [64]. Kiti tyrėjai į tyrimą įtraukė pacientus tik 60 m. ar vyresnius, kurių rageninis (keratometrinis) astigmatizmas 1 D ar didesnis [30]. Tuo tarpu į mūsų tyrimą buvo įtraukti visi pacientai, kuriems implantuoti toriniai IOL, neatsižvelgiant į gretutines ligas, amžių ar rageninio (keratometrinio) astigmatizmo laipsnį.

Mūsų atliktame tyrime AI vidurkis ($23,64 \pm 1,56$ mm) buvo panašus kaip ir Khan ir bendraautorių atliktame tyrime ($23,91 \pm 1,86$ mm) [65]. Mūsų tyrime dažniausiai implantuoti T2–T4 torinių IOL tipai. Miyake ir bendraautorių atliktame tyrime dažniau implantuota torinių IOL T4–T6 tipai, o Zhu ir bendraautorių atliktame tyrime dažniausiai implantuoti T3–T4 torinių IOL tipai [59,66]

Didžioji dalis pacientų, kuriems nustatoma katarakta, turi ir rageninį astigmatizmą, kuris gali būti koreguojamas kataraktos operacijos metu [67]. Ferrer–Blasco ir bendraautorių atliktame tyrime vertinta 4540 akių (2415 pacientų) prieš kataraktos operaciją, iš kurių 13,2 proc. nebuvo nustatyta rageninio astigmatizmo, 64,6 proc. rageninis astigmatizmas – 0,25–1,25 D, o 22,2 proc. – 1,5 D ar didesnis [68]. Wakefield ir bendraautorai atliko retrospektyvinį vienmomentinį skerspjūvio tyrimą (angl. *cross-sectional study*), kuriame analizavo 2247 dešiniąsias akis tiriamųjų, kuriems suplanuota kataraktos operacija. Mažesnis arba lygus 0,5 D astigmatizmas nustatytas 20,4 proc. tiriamųjų, 0,51–1,50 D – 55,2 proc., 2,01–3,00 D – 7,09 proc., o didesnis nei 3,00 D – 3,7 proc. tiriamųjų [69]. Mūsų atlikto tyrimo duomenimis prieš operaciją mažesnę arba lygų 1,50 D rageninį astigmatizmą turėjo 21,62 proc., 1,51–3,00

D – 56,76 proc., o didesni nei 3,00 D – 21,62 proc. tiriamųjų, tačiau mes į tyrimą įtraukėme tik tuos pacientus, kuriems dėl rageninio astigmatizmo buvo implantuoti toriniai IOL.

Labuz ir kiti bendraautoriai atliko retrospektyvinį tyrimą, kuriame analizavo 641 akių (641 tiriamųjų) ragenos topografijos duomenis nuo 2004 m. spalio mėnesio iki 2019 m. birželio mėnesio. Tyrime aprašomas astigmatizmo paplitimas Vokietijoje, kai tiesioginis astigmatizmas nustatytas 53 proc., atvirkščias 34 proc., o įstrižas astigmatizmas 13 proc. pacientų, kuriems buvo reikalinga kataraktos operacija [30]. Mūsų tiriamųjų grupėje rageninis (keratometrinis) tiesioginis astigmatizmas sudarė 18,92 proc., atvirkščias –72,97 proc., o įstrižas – 8,11 proc. Mūsų tyrime dominuoja atvirkščias astigmatizmas, o tai gali nurodyti vyresni operuojamų pacientų amžių Lietuvoje lyginant su operuojamų pacientų amžiumi Vokietijoje, tačiau tai taip gali būti susiję su maža tiriamųjų imtimi.

Literatūroje nurodoma, kad didėjant amžiui, dominavęs tiesioginis astigmatizmas keičiasi į atvirkščią astigmatizmą [70]. Mūsų atliktame tyrime duomenys prieštaringi. Pacientai, kuriems koreguotas tiesioginis astigmatizmas – vyresni ($75,43 \pm 6,27$ m. ir $67,44 \pm 12,13$ m., atitinkamai). Tačiau tiesioginio astigmatizmo grupėje buvo tik 7 tiriamieji, o atvirkščio – 27 tiriamieji. Taip pat mūsų tyrimas yra mažos imties, todėl tai gali lemti duomenų nesutapimą su kitais tyrimais.

Literatūros duomenimis, implantavus torinius IOL, pasiekiamas didesnis regos aštrumas į tolį [17]. Mūsų atliktame tyrime, implantavus torinius IOL, NRA į tolį padidėjo nuo $0,21 \pm 0,16$ iki $0,80 \pm 0,24$ ($p < 0,05$), panašiai kaip ir Torio ir bendraautorių atliktame tyrime, kuriame NRA padidėjo nuo $0,13 \pm 0,80$ iki $0,80 \pm 0,80$ ($p = 0,00$) [71]. Mūsų tiriamųjų GKRA į tolį po operacijos reikšmingai padidėjo nuo $0,32 \pm 0,23$ iki $0,91 \pm 0,16$ ($p < 0,05$), o Torio ir bendraautorių atliktame tyrime GKRA į tolį reikšmingai padidėjo nuo $0,8 \pm 0,11$ iki $1,0 \pm 0,11$ ($p = 0,00$). Į šį tyrimą buvo įtraukti 40 m. ir vyresni pacientai su 0,75 D ir didesniu rageniniu (keratometriniu) astigmatizmu ir po kataraktos operacijos praėjus ne mažiau kaip 3 mėnesiams. Toks aukštas GKRA iki operacijos ($0,8 \pm 0,11$, kai mūsų tiriamųjų $0,32 \pm 0,23$) rodo, kad kitose šalyse pacientai operuojami gerokai anksčiau [71].

Literatūros duomenimis, bendrojo (refrakcinio) astigmatizmo laipsnis sumažėja, implantavus torinius IOL [58]. Mūsų atliktame tyrime bendrasis (refrakcinis) astigmatizmas statistiškai reikšmingai sumažėjo nuo $2,09 \pm 1,19$ D prieš operaciją iki $0,99 \pm 0,60$ D po operacijos ($p < 0,05$). Razmjoo ir

bendraautorių atliktame tyrime bendrasis (refrakcinis) astigmatizmas sumažėjo nuo $-2,27\pm 1,41$ prieš operaciją iki $-0,84\pm 0,63$ D po operacijos [16], o Torio ir bendraautorių tyrime nuo $-1,37\pm 0,70$ D iki $-0,74\pm 0,43$ D ($p=0,00$), atitinkamai (AcrySof torinių IOL grupė) [71]. Mūsų atliktame tyrime rageninis (keratometrinis) astigmatizmas ($2,26\pm 0,94$ D) prieš operaciją yra panašus su Zhu ir bendraautorių atliktame ($2,08\pm 0,71$ D). Likutinis bendrasis (refrakcinis) astigmatizmas po operacijos mūsų tyrime $0,99\pm 0,60$ D, o Zhu ir bendraautorių tyrime $-0,76\pm 0,47$ D [66]. Apibendrinus, galime daryti išvadą, kad mūsų tyrimo esminiai rezultatai panašūs į kitų tyrėjų.

Mūsų atliktame tyrime SE prieš operaciją $-0,30\pm 3,89$ D, po operacijos $-0,59\pm 0,76$ D. Khan ir bendraautorių atliktame tyrime SE reikšmė prieš operaciją buvo $-0,32\pm 0,15$, po operacijos $-0,29\pm 0,72$ [65].

Mūsų tyrimo duomenimis, vidutinis IOL ašies nuokrypis $2,54\pm 2,06$ laipsn., OSA vidurkis – $2,36\pm 1,27$ D, TIA – $2,77\pm 1,55$ D, o KI – $1,06\pm 0,93$. Miyake ir bendraautorių atliktame tyrime vidutinis IOL ašies nuokrypis – $4,8\pm 4,4$ laipsn., Zhu ir bendraautorių atliktame tyrime – $8,83\pm 5,26$, t.y. didesnis nei mūsų tyrime [59,66]. Miyake ir bendraautorių atliktame tyrime OSA – $2,24\pm 1,14$ D, TIA – $2,15\pm 1,10$ D, o KI – $1,02\pm 0,36$ [59], t.y. rezultatai labai panašūs į mūsų tyrimo rezultatus. Nors mūsų tyrime KI beveik atitinka idealų (lygų 1), tačiau 35,64 proc. tiriamųjų pooperacinį regos aštrumą gerino papildoma optinė korekcija. Literatūros duomenimis, IOL pasisukus 1 laipsn. nuo numatytos ašies, cilindrinė geoba sumažėja 3 proc., o nekoreguotas cilindras yra susijęs su mažesniu NRA [72]. Mūsų atlikto tyrimo duomenimis IOL pasisukimas (nuokrypis) atvirkščiai koreliavo su NRA po operacijos ir buvo didesnis tiriamųjų, kuriems NRA didino papildoma optinė korekcija. Taigi mūsų tyrimo rezultatai dar kartą patvirtina, kad ir nedidelis IOL ašies pasisukimas gali mažinti pooperacinį regos aštrumą. Tuo tarpu mūsų tyrime likutinis bendrasis (refrakcinis) astigmatizmas nekoreliavo su NRA ir nors ir buvo didesnis, bet reikšmingai nesiskyrė tiriamųjų, kuriems NRA gerino papildoma optinė korekcija ir tiriamiesiems, kurių NRA papildoma optinė korekcija negerino. Tokie rezultatai galimai gauti dėl mažos tiriamųjų imties (tiriamųjų, kuriems regos aštrumą gerino papildoma optinė korekcija tebuvo 13 atvejų). Taigi ištyrus daugiau pacientų, galimai bus patvirtinta hipotezė, kad torinio IOL nuokrypis, liekamasis refrakcinis astigmatizmas ir pooperacinis regos aštrumas turi tiesioginį ryšį. Be to, mūsų tyrime galimai neišvengta tiek ikioperacinio, tiek pooperacinio vertinimo netikslumų, kuriuos nurodo ir kiti autoriai [52], tokių kaip refrakcijos nustatymo, keratometrijos

(K reikšmių) kintančių reikšmių skirtingų matavimų metu, matavimo skirtingais aparatais, akies paviršiaus (ašarų plėvelės) būklės, ragenos vidinio (užpakalinio) astigmatizmo neįvertinimo ir kitų. Visi šie veiksniai ir galbūt daugelis kitų, dar nežinomų, yra reikšmingi kataraktos operacijos rezultatams, ypač kuomet implantuojami toriniai IOL.

Regos funkcijos klausimyno (VFQ–25) duomenys parodė, kad pacientai gyvenimo kokybę, implantavus torinius IOL vertino labai gerai. Lubinski ir bendraautorių atliktame tyrime pacientų gyvenimo kokybė dėl padidėjusio regos aštrumo, implantavus torinius IOL buvo puiki [73]. Mes nustatėme teigiamą ryšį tarp NRA į tolį ir gyvenimo kokybės po operacijos. Apibendrinant galima būtų teigti, kad torinių IOL implantavimas kataraktos operacijos metu, efektyviai koreguoja rageninį astigmatizmą, didina regos funkcijas ir užtikrina gyvenimo kokybę.

15. IŠVADOS

1. Tirtųjų grupėje 62,96 proc. buvo moterys, 37,04 proc. vyrai. Amžiaus vidurkis – $68,78 \pm 12,08$. Moterų ir vyrų amžiaus vidurkiai nesiskyrė. Prieš operaciją rageninio (keratometrinio) astigmatizmo vidurkis – $2,27 \pm 0,94$ D. Tiesioginis astigmatizmas nustatytas 18,92 proc. atvejų, atvirkščias – 72,97 proc. ir įstrižas – 8,11 proc. Vidutinis implantuoto torinio IOL cilindro stiprumas ragenos plokštumoje – $1,58 \pm 0,87$ D.
2. Implantavus torinius intraokulinius lęšius operuojant kataraktą, pasiektas nekoreguoto ir geriausiai koreguoto regos aštrumo į tolį reikšmingas padidėjimas. Nekoreguoto regos aštrumo į tolį vidurkis po operacijos $0,80 \pm 0,24$, o geriausio koreguoto – $0,91 \pm 0,16$. Bendrasis (refrakcinis) astigmatizmas po operacijos sumažėjo, o rageninis (keratometrinis) beveik nekito. 64,86 proc. tiriamųjų geriausias koreguotas regos aštrumas pasiektas be papildomos optinės korekcijos. Nustatytas vidutinis torinio IOL ašies nuokrypis $2,54 \pm 2,06$ laipsniai, kuris atvirkščiai koreliavo su nekoreguotu regos aštrumu į tolį.
3. Operacijos sukulto astigmatizmo vektoriaus vidurkis – $2,36 \pm 1,27$ D, kai tikslinio astigmatizmo, tai yra toriniu IOL iškoreguoto – $2,77 \pm 1,55$ D, o astigmatizmo korekcijos indeksas – $1,06 \pm 0,93$ D. Taigi implantavus torinius intraokulinius lęšius, rageninio astigmatizmo korekcijos indekso vidurkis artimas idealiam.
4. Gyvenimo kokybę, susijusią su regėjimu, tiriamieji vertino labai gerai. Gyvenimo kokybė, implantavus torinius intraokulinius lęšius, tiesiogiai koreliavo su nekoreguotu regos aštrumu į tolį, kuris mažėja, didėjant intraokulinio lęšio ašies nuokrypiui.

16. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

Toriniai intraokuliniai lęšiai – efektyvus rageninio astigmatizmo koregavimo būdas, leidžiantis pasiekti po operacijos aukštą regos aštrumą be papildomos cilindrinės korekcijos ir užtikrinti aukštą gyvenimo kokybę po kataraktos operacijos. Maksimalaus rezultato pasiekimui reikalingi tikslūs biometriniai išmatavimai prieš operaciją, preciziškas implantuojamo lęšio ašies pasižymėjimas ir tikslus IOL implantavimas (pasukimas) operacijos metu. Siekiant tiksliai įvertinti IOL stabilumą arba pasisukimą, reikalingas IOL padėties dokumentavimas 1-ą parą po operacijos ir sekimas dinamikoje. Naujų technologijų įdiegimas ir kūrimas reikalingas tobulinant torinių IOL implantavimą.

Visgi gautų rezultatų statistinį reikšmingumą sunku vertinti dėl mažo tiriamųjų skaičiaus. Ateityje reikėtų atlikti didesnės imties tyrimą tikslesniam torinių intraokulinių lęšių efektyvumo vertinimui. O siekiant įvertinti torinio IOL stabilumą ar pasisukimą, dokumentuoti ir pirmosios pooperacinės dienos duomenis.

Darbo trūkumai:

1. Į tyrimą įtraukti tiriamieji neatsižvelgiant į gretutines ligas, turinčias įtakos pooperaciniam regos aštrumui.
2. Biometriniai matavimai atlikti prieš operaciją dviem skirtingais biometrais.
3. Ne visiems pacientams prieš operaciją atliktas refrakcijos–keratometrijos tyrimas.
4. Nebuvo fiksuojami IOL padėties duomenys 1-ą pooperacinę dieną, todėl darbo metu negalėjome nustatyti ašies deviacijos priežasties – IOL rotacijos ar nevisiškai tikslaus IOL implantavimo.
5. Nebuvo fotografuojamos akys t.y. IOL padėtis, kas leistų tiksliau įvertinti IOL padėtį ir ašį.

17. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Franchini A. Comparative assessment of contrast with spherical and aspherical intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2006;32(8):1307-19.
2. Borkenstein AF, Borkenstein E-M, Luedtke H, Schmid R, Borkenstein B, Luedtke et al. Impact of Decentration and Tilt on Spherical, Aberration Correcting, and Specific Aspherical Intraocular Lenses: An Optical Bench Analysis. *Ophthalmic Res.* 2022;65(4):425–36.
3. Sridhar U, Tripathy K. Monofocal Intraocular Lenses. *StatPearls.* 2023 Feb 22; Prieiga internete: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK580484/>
4. Yoo SH, Zein M. Vision Restoration: Cataract Surgery and Surgical Correction of Myopia, Hyperopia, and Presbyopia. *Med Clin North Am.* 2021;105(3):445–54.
5. Alfonso JF, Fernández-Vega L, Lisa C, Fernandes P, Jorge J, Montés Micó R. Central vault after phakic intraocular lens implantation: Correlation with anterior chamber depth, white-to-white distance, spherical equivalent, and patient age. *J Cataract Refract Surg.* 2012;38(1):46–53.
6. Bourne RRA, Steinmetz JD, Saylan M, Mersha AM, Weldemariam AH, Wondmeneh TG, et al. Causes of blindness and vision impairment in 2020 and trends over 30 years, and prevalence of avoidable blindness in relation to VISION 2020: The Right to Sight: An analysis for the Global Burden of Disease Study. *Lancet Glob Heal.* 2021;9(2):e144–60.
7. Watkinson S, Seewoodhary R. Cataract management: effect on patients' quality of life. *Nurs Stand.* 2015;29(21):42–8.
8. Lam D, Rao SK, Ratra V, Liu Y, Mitchell P, King J, et al. Cataract. *Nat Rev Dis Prim* 2015 11. 2015;1(1):1–15.
9. Mohammadi M, Naderan M, Pahlevani R, Jahanrad A. Prevalence of corneal astigmatism before

- cataract surgery. *Int Ophthalmol*. 2016 Dec 1;36(6):807–17.
10. Rozema JJ, Hershko S, Tassignon MJ, Lorenz K, von Trentini M, Sala Pomares E, et al. The components of adult astigmatism and their age-related changes. *Ophthalmic Physiol Opt*. 2019;39(3):183–93.
 11. Kessel L, Adresen J, Tendal B, Erngaard D, Flesner P, Hjortdal J. Toric Intraocular Lenses in the Correction of Astigmatism During Cataract Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ophthalmology*. 2016;123(2):81–114.
 12. Mohammad-Rabei H, Mohammad-Rabei E, Espandar G, Javadi MA, Jafarinasab MR, Hashemian SJ, et al. Three Methods for Correction of Astigmatism during Phacoemulsification. *J Ophthalmic Vis Res*. 2016;11(2):162.
 13. Qiu X, Shi Y, Han X, Hua Z, Lu Y, Yang J. Toric Intraocular Lens Implantation in the Correction of Moderate-To-High Corneal Astigmatism in Cataract Patients: Clinical Efficacy and Safety. *J Ophthalmol*. 2021;2021.
 14. Liu YC, Wilkins M, Kim T, Malyugin B, Mehta JS. Cataracts. *Lancet (London, England)*. 2017;390(10094):600–12.
 15. Thompson J, Lakhani N. Cataracts. *Prim Care*. 2015;42(3):409–23.
 16. Razmjoo H, Ghoreishi M, Milasi A, Peyman A, Jafarzadeh Z, Mohammadinia M, et al. Toric Intraocular Lens for Astigmatism Correction in Cataract Patients. *Adv Biomed Res*. 2017;6(1):123.
 17. Yang J-J, Qin Y-Z, Qin L, Li J-M. Comparison of the clinical efficacy of AcrySof® IQ and TECNIS® toric intraocular lenses: A real-world study. *Exp Ther Med*. 2020;20(5):1–1.
 18. Ferrer-Blasco T, Domínguez-Vicent A, García-Lázaro S, Diez MA, Alfonso JF, Esteve-Taboada JJ. In vitro optical quality of monofocal aspheric toric intraocular lenses: effect of cylindrical power. *Int Ophthalmol*. 2018;38(3):933–41.

19. Sridhar U, Tripathy K. Monofocal Intraocular Lenses. StatPearls. 2023 Feb 22; Prieiga internete: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK580484/>
20. Surgical operations and procedures statistics - Statistics Explained. Prieiga internete: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Surgical_operations_and_procedures_statistics#Number_of_surgical_operations_and_procedures
21. Higienos institutas. Kai kurių chirurginių operacijų ir procedūrų skaičius (Eurostato trumpasis sąrašas), 2022. Prieiga internete: https://stat.hi.lt/default.aspx?report_id=261
22. Lundström M, Stenevi U, Thorburn W. The Swedish National Cataract Register: A 9-year review. *Acta Ophthalmol Scand.* 2002;80(3):248–57.
23. Read SA, Collins MJ, Carney LG. A review of astigmatism and its possible genesis. *Clin Exp Optom.* 2007;90(1):5–19.
24. Schiefer U, Kraus C, Baumbach P, Ungewiß J, Michels R. Refractive errors: Epidemiology, Effects and Treatment Options. *Dtsch Arztebl Int.* 2016;113(41):693.
25. Sigireddi RR, Weikert MP. How much astigmatism to treat in cataract surgery. *Curr Opin Ophthalmol.* 2020;31(1):10–4.
26. Gurnani B, Kaur K. Astigmatism. StatPearls. 2022; Prieiga internete: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK582142/>
27. Harvey EM, Dobson V, Miller JM. Prevalence of high astigmatism, eyeglass wear, and poor visual acuity among Native American grade school children. *Optom Vis Sci.* 2006;83(4):206–12.
28. Ostri C, Falck L, Boberg-Ans G, Kessel L. The need for toric intra-ocular lens implantation in public ophthalmology departments. *Acta Ophthalmol.* 2015;93(5):e396–7.
29. Sharma A, Phulke S, Agrawal A, Kapoor I, Bansal RK. Prevalence of Astigmatism in Patients

- Undergoing Cataract Surgery at a Tertiary Care Center in North India. *Clin Ophthalmol*. 2021;15:617–22.
30. Łabuz G, Varadi D, Khoramnia R, Auffarth GU. Central and mid-peripheral corneal astigmatism in an elderly population: a retrospective analysis of Scheimpflug topography results. *Sci Rep*. 2021;11(1).
 31. 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):601–7.
 32. Hasegawa Y, Honbo M, Miyata K, Oshika T. Type of residual astigmatism and uncorrected visual acuity in pseudophakic eyes. *Sci Reports*. 123AD;12:1225.
 33. Savini G, Taroni L, Hoffer KJ. Recent developments in intraocular lens power calculation methods-update 2020. *Ann Transl Med*. 2020;8(22):1553–1553.
 34. Keshav V, Henderson BA. Astigmatism Management with Intraocular Lens Surgery. *Ophthalmology*. 2021;128(11):e153–63.
 35. García-López V, García-López C, de Juan V, Martin R. Analysis of cataract surgery induced astigmatism: Two polar methods comparison. *J Optom*. 2017;10(4):252.
 36. Gudmundsdottir E, Jonasson F, Jonsson V, Stefánsson E, Sasaki H, Sasaki K. “With the rule” astigmatism is not the rule in the elderly. Reykjavik Eye Study: a population based study of refraction and visual acuity in citizens of Reykjavik 50 years and older. Iceland-Japan Co-Working Study Groups. *Acta Ophthalmol Scand*. 2000;78(6):642–6.
 37. Youssoufou Souley AS, Oumarou Sambou KF, Adam ND, Lucrece Joanelle E, Abdou A. Case series about physiological astigmatism and the impact of pterygium surgery. *Ann Med Surg*. 2022;81.
 38. Villegas EA, Alcón E, Artal P. Minimum amount of astigmatism that should be corrected. *J*

Cataract Refract Surg. 2014;40(1):13–9.

39. Read SA, Vincent SJ, Collins MJ. The visual and functional impacts of astigmatism and its clinical management. *Ophthalmic Physiol Opt.* 2014;34(3):267–94.
40. Lievens CW, Cilimberg KC, Moore A. Contact lens care tips for patients: An optometrist's perspective. *Clin Optom.* 2017;9:113–21.
41. Holden BA. The Principles and Practice of Correcting Astigmatism with soft Contact Lenses*. *Aust J Optom.* 1975;58(8):279–99.
42. Jacobs DS, Carrasquillo KG, Cottrell PD, Fernández-Velázquez FJ, Gil-Cazorla R, Jalbert I, et al. CLEAR - Medical use of contact lenses. *Cont Lens Anterior Eye.* 2021;44(2):289–329.
43. Tan QQ, Wen BW, Liao X, Tian J, Lin J, Lan CJ. Optical quality in low astigmatic eyes with or without cylindrical correction. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2020;258(2):451–8.
44. Mozayan E, Lee JK. Update on astigmatism management. *Curr Opin Ophthalmol.* 2014;25(4):286–90.
45. Huang G, Melki S. Small Incision Lenticule Extraction (SMILE): Myths and Realities. *Semin Ophthalmol.* 2021;36(4):140–8.
46. Chow SSW, Chow LLW, Lee CZ, Chan TCY. Astigmatism Correction Using SMILE. *Asia-Pacific J Ophthalmol (Philadelphia, Pa).* 2019;8(5):391.
47. Rigi M, Al-Mohtaseb Z, Weikert MP. Astigmatism Correction in Cataract Surgery: Toric Intraocular Lens Placement Versus Peripheral Corneal Relaxing Incisions. *Int Ophthalmol Clin.* 2016;56(3):39–47.
48. Lake JC, Victor G, Clare G, Porfírio GJM, Kernohan A, Evans JR. Toric intraocular lens versus limbal relaxing incisions for corneal astigmatism after phacoemulsification. *Cochrane database Syst Rev.* 2019;12(12).

49. Yang J, Wang X, Zhang H, Pang Y, Wei RH. Clinical evaluation of surgery-induced astigmatism in cataract surgery using 2.2 mm or 1.8 mm clear corneal micro-incisions. *Int J Ophthalmol.* 2017;10(1):68.
50. Chiam PJ. Effect of Paired Opposite Clear Corneal Incisions on With-the-Rule Versus Against-the-Rule Astigmatism. *Cornea.* 2015;34(8):901–5.
51. Arthur E, Sadik AA, Kumah D Ben, Osae EA, Mireku FA, Asiedu FY, et al. Postoperative Corneal and Surgically Induced Astigmatism following Superior Approach Manual Small Incision Cataract Surgery in Patients with Preoperative Against-the-Rule Astigmatism. *J Ophthalmol.* 2016;2016.
52. Kawahara A, Takayanagi Y. Vector analysis investigation of toric intraocular lens with no deviation from the intended axis. *Clin Ophthalmol.* 2016;10:2199–203.
53. Mol IEMA, Van Dooren BTH. Toric intraocular lenses for correction of astigmatism in keratoconus and after corneal surgery. *Clin Ophthalmol.* 2016;10:1153–9.
54. Sudhir RR, Dey A, Bhattacharrya S, Bahulayan A. AcrySof IQ PanOptix Intraocular Lens Versus Extended Depth of Focus Intraocular Lens and Trifocal Intraocular Lens: A Clinical Overview. *Asia-Pacific J Ophthalmol (Philadelphia, Pa).* 2019;8(4):335.
55. Park SY, Eom Y, Lee YJ, Choi Y, Kim SJ, Song JS, et al. Scleral fixation of subluxated or dislocated multifocal and multifocal toric intraocular lenses. *Graefe’s Arch Clin Exp Ophthalmol.* 2022;260(4):1195–203.
56. Kose B, Erdogan H. Comparison of Toric Intraocular Lens Alignment Using Image-Guided System and Manual Marking Technique. *Beyoglu Eye J.* 2020;5(2):108.
57. Mencucci R, Giordano C, Favuzza E, Gicquel JJ, Spadea L, Menchini U. Astigmatism correction with toric intraocular lenses: wavefront aberrometry and quality of life. *Br J Ophthalmol.* 2013;97(5):578–82.

58. Kramer BA, Berdahl JP, Hardten DR, Potvin R. Residual astigmatism after toric intraocular lens implantation: Analysis of data from an online toric intraocular lens back-calculator. *J Cataract Refract Surg.* 2016;42(11):1595–601.
59. Miyake T, Kamiya K, Amano R, Iida Y, Tsunehiro S, Shimizu K. Long-term clinical outcomes of toric intraocular lens implantation in cataract cases with preexisting astigmatism. *J Cataract Refract Surg.* 2014;40(10):1654–60.
60. Alpíns NA, Goggin M. Practical astigmatism analysis for refractive outcomes in cataract and refractive surgery. *Surv Ophthalmol.* 2004;49(1):109–22.
61. Savini G, Hoffer KJ, Carbonelli M, Ducoli P, Barboni P. Influence of axial length and corneal power on the astigmatic power of toric intraocular lenses. *J Cataract Refract Surg.* 2013;39(12):1900–3.
62. Swampillai AJ, Khanan Kaabneh A, Habib NE, Hamer C, Buckhurst PJ. Efficacy of toric intraocular lens implantation with high corneal astigmatism within the United Kingdom’s National Health Service. *Eye* 2019 346. 2019;34(6):1142–8.
63. He W, Zhu X, Du Y, Yang J, Lu Y. Clinical efficacy of implantation of toric intraocular lenses with different incision positions: A comparative study of steep-axis incision and non-steep-axis incision. *BMC Ophthalmol.* 2017;17(1):1–6.
64. Oshika T, Nakano S, Fujita Y, Nomura Y, Inoue Y, Takehara H, et al. Long-term outcomes of cataract surgery with toric intraocular lens implantation by the type of preoperative astigmatism. *123AD; 2022; 12(1):8547.*
65. Khan M, Ch’ng S, Muhtaseb M. The use of toric intraocular lens to correct astigmatism at the time of cataract surgery. *Oman J Ophthalmol.* 2015;8(1):38.
66. Zhu X, He W, Zhang K, Lu Y. Factors influencing 1-year rotational stability of AcrySof Toric intraocular lenses. *Br J Ophthalmol.* 2016;100(2):263–8.

67. Najafi A, Ojaghi H, Zahirian Moghadam T, Sharghi A. Prevalence of Types of Corneal Astigmatism before Cataract Surgery. 303| Int J Pharm Res.;12(2).
68. 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):70–5.
69. Collier Wakefield O, Annoh R, Nanavaty MA. Relationship between age, corneal astigmatism, and ocular dimensions with reference to astigmatism in eyes undergoing routine cataract surgery. Eye (Lond). 2016;30(4):562–9.
70. Namba H, Sugano A, Murakami T, Utsunomiya H, Nishitsuka K, Ishizawa K, et al. Age-Related Changes in Astigmatism and Potential Causes. Cornea. 2020;39:S34–8.
71. Torio KC, Edward Ang RT, Henna Martinez GA, Therese Remo JM. Comparison of the Rotational Stability of Different Toric Intraocular Lens Implants. Philipp J Ophthalmol Orig Artic Philipp J Ophthalmol. 39:67–72.
72. Waltz KL, Featherstone K, Tsai L, Trentacost D. Clinical Outcomes of TECNIS Toric Intraocular Lens Implantation after Cataract Removal in Patients with Corneal Astigmatism. Ophthalmology. 2015;122(1):39–47.
73. Lubiński W, Kaźmierczak B, Gronkowska-Serafin J, Podboraczyńska-Jodko K. Clinical outcomes after uncomplicated cataract surgery with implantation of the tecnis toric intraocular lens. J Ophthalmol. 2016;2016.