



RĪGAS STRADIŅA
UNIVERSITĀTE

Juris Vanags

ORCID 0000-0001-8282-8685

Acs lēcas priekšējās kapsulas atveres izmaiņas
pēc kataraktas operācijas pacientiem ar
subluksētu lēcu

Promocijas darba kopsavilkums zinātniskā doktora grāda
“zinātnes doktors (*Ph.D.*)” iegūšanai

Nozare – klīniskā medicīna
Apakšnozare – oftalmoloģija

Rīga, 2021

Promocijas darbs izstrādāts Rīgas Stradiņa universitātē, Latvijā.

Promocijas darba vadītāja:

Dr. med. profesore **Guna Laganovska**, Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Oficiālie recenzenti:

Dr. med., Dr. habil. med. profesors **Indulis Vanags**,
Rīgas Stradiņa universitāte, Latvija

Dr. med., PhD asociētais profesors **Rimvydas Ašoklis**, Viļņas Universitāte,
Lietuva

PhD asociētais profesors **Kuldar Kaljurand**, Tartu Universitāte, Igaunija

Promocijas darbs tiks aizstāvēts Rīgas Stradiņa universitātes Klīniskās
medicīnas promocijas padomes atklātā sēdē 2021. gada 7. aprīlī plkst. 14.00
attālināti Zoom tiešsaistes platformā.

Ar promocijas darbu var iepazīties RSU bibliotēkā un RSU tīmekļa vietnē:
[https://www.rsu.lv/promocijas darbi](https://www.rsu.lv/promocijas-darbi)

Promocijas padomes sekretāre:

Dr. med. docente **Gunta Sumeraga**

Saturs

Saturs	3
Saīsinājumi	5
Ievads.....	6
1. Materiāls un metodes	10
1.1. Pētījuma izlases raksturojums	10
1.2. Pētījuma dizains	10
1.3. Pacienti, iekļaušanas un izslēgšanas kritēriji, veiktie izmeklējumi	10
1.4. Kontroles grupa	13
1.5. Subluksētu lēcu ķirurģija.....	13
1.5.1. Pētījuma pacientu subluksētu lēcu operācija.....	13
1.5.2. Kontroles grupas pacientu kataraktas operācija	16
1.6. Priekšējās kapsulas mērījumi	17
1.7. Statistiskā analīze	19
2. Rezultāti.....	21
2.1. Pētījuma izlases raksturojums	21
2.2. Kapsulorekša izmaiņu analīze	23
2.3. Kapsulorekša laukuma 1 mēnesi pēc operācijas starpības analīze pētījuma grupai salīdzinājumā ar kontroles grupu.....	30
2.4. Kapsulorekša laukuma 3 mēnešu starpības analīze pēcoperācijas periodā pētījuma grupas pacientiem	33
2.5. Kapsulorekša laukuma 3 mēnešu pēcoperācijas perioda starpības prognozēšanas modeļi pētījuma grupas pacientiem	36
2.6. Operācijas ilguma analīze.....	39
2.7. Vēlīno IOL-CTR-kapsulas maisa dislokāciju pacientu raksturojums ...	43
3. Diskusija	46
Secinājumi	66
Praktiskās rekomendācijas	67

Turpmāko pētījumu virzieni	68
Publikācijas un ziņojumi par darba tēmu	69
Izmantotā literatūra	72
Pateicības.....	84

Saīsinājumi

BCVA	labākais koriģētais redzes asums (<i>Best Corrected Visual Acuity</i>)
CTR	kapsulas tensijas riņķis (<i>Capsular Tension Ring</i>)
DALK	slāņainā priekšējā dziļā radzenes pārstādīšana (<i>Deep Anterior Lamellar Keratoplasty</i>)
IL	interleikīns (<i>Interleukin</i>)
IOL	intraokulārā lēca (<i>Intraocular Lens</i>)
IQR	starpkvartīļu izkliedes intervāls (<i>Interquartile Range</i>)
LEC	lēcas epitēlija šūnas (<i>Lens Epithelial Cells</i>)MCP1 monocītu hemoatraktantu proteīns 1 (<i>Monocyte Chemoattractant Protein 1</i>)
mCTR	modificētais kapsulas tensijas (<i>Cionni</i>) riņķis (<i>Modified Capsular Tension Ring (Cionni)</i>)
MMP	matricas metaloproteināzes (<i>Matrix Metalloproteinases</i>)
MS	Marfāna sindroms
Nd:YAG	neodīma pastiprinātais itrija alumīnija kristāls (<i>Neodymium-doped Yttrium Aluminium Garnet</i>)
n.s.	nav statistiski nozīmīgs (<i>Not significant</i>)
PEX sindroms	pseidoeksfoliāciju sindroms (<i>Pseudoexfoliation Syndrome</i>)
P. Stradiņa KUS	Paula Stradiņa Klīniskā universitātes slimnīca
TGF	transformējošais augšanas faktors (<i>Transforming Growth Factor</i>)
TGFβ2	transformējošais augšanas faktors beta 2 (<i>Transforming Growth Factor Beta 2</i>)
VEGF	vaskulārais endoteliālais augšanas faktors (<i>Vascular Endothelial Growth Factor</i>)

Ievads

Darba izpildes vieta

Paula Stradiņa Klīniskā universitātes slimnīca (P. Stradiņa KUS), Acu slimību klīnika, Rīgas Stradiņa universitātes Oftalmoloģijas katedra.

Darba aktualitāte

Subluksētu lēcu biežums iedzimtu patoloģiju gadījumā ir aptuveni 6,4 gadījumi uz 100 000 iedzīvotāju (Fuchs & Rosenberg, 1998). Citu iemeslu, to skaitā traumatisku un ar pseidoeksfoliāciju (PEX) sindromu saistītā lēcas saišu vājuma, biežums variē no 0,7% pacientu, kuriem veikta kataraktas operācija (Tribus et al., 2007), līdz 0,94% (Celik et al., 2015). Ņemot vērā pakāpenisku vidējā dzīves ilguma pieaugumu Latvijā, kas pēdējo 19 gadu laikā ir pieaudzis par 5 gadiem (Centrālā Statistikas pārvalde, 2019), gaidāma arī subluksētu lēcu gadījumu skaita pieaugums, galvenokārt uz PEX sindroma pacientu rēķina, jo PEX sindroma biežums pieaug, palielinoties pacientu vecumam (Astrom & Linden, 2007).

Subluksētu lēcu operācijas ir vienas no sarežģītākajām acs priekšējo daļu ķirurģiju veidiem, kuras ir raksturīgas ar ilgāku operācijas laiku, individuālu operācijas taktiku ar lielu iespēju to piespiedu kārtā mainīt komplikētas norises rezultātā, palielinātu intraoperatīvo un postoperatīvo komplikāciju biežumu, potenciāli sliktākiem postoperatīviem rezultātiem, ja salīdzina ar parastu kataraktas operāciju (Bayraktar et al., 2001; Blecher & Kirk, 2008; Clark et al., 2011; Hoffman et al., 2013; Vasavada et al., 2012a). Lai gan fakoemulsifikācijas metode redzes asuma un pēcoperācijas komplikāciju ziņā neatšķiras no citām mūsdienīgām subluksētu lēcu ķirurģijas

metodēm (piemēram, *pars plana* lentektomija ar intraokulārās lēcas (IOL) sklerālo fiksāciju) (Thapa et al., 2016), tomēr tā sevī ietver daudz priekšrocību – ir vairāk ķirurģu (kataraktas ķirurģijā, līdz ar to lielāka iespēja, ka spēs veikt subluksētas lēcas operāciju), kas pazīstami ar metodi, vairāk fakoemulsifikācijas iekārtu, īsāks metodes apguves laiks, vienkāršāka un līdz ar to ātrāk apgūstama papildu instrumentu un palīgierīču (kapsulas un varavīksnenes āķi, kapsulas tensijas riņķi (CTR), segmenti) izmantošana, ātrāka operācijas norise (Thapa et al., 2016), kā arī zemākas operācijas izmaksas, salīdzinot ar citām metodēm. Jāatzīmē arī papildu instrumentu un palīgierīču ieviešana subluksētu lēcu operācijās, sākot ar kapsulas tensijas riņķi, kas parādījās 1991. gadā (Hara et al., 1991; Nagamoto & Bissen-Miyajima, 1994), līdz tā evolucionēšanai līdz mūsdienās izmantotai CTR koncepcijai (Legler et al., 1993), dizaina variācijām 2007. gadā (Hendersones riņķis) (Henderson & Kim, 2007), modificētā CTR (*Cionni* riņķis, mCTR) pielietošanu no 1998. gada (Cionni & Osher, 1998), ar Maļugina veikto dizaina uzlabošanu 2012. gadā (Malyugin, 2012), varavīksnenes retraktoru lietošana subluksētu lēcu ķirurģijā no 1997. gada (Novak, 1997) ar to pakāpenisku attīstību nākamajās desmitgadēs (Yaguchi et al., 2011, 2019).

Priekšējās kapsulas atveres samazināšanās pacientiem ar subluksētu lēcu vai vājām lēcas saitēm pēc kataraktas operācijas ar mazu sākotnējo kapsulorekša izmēru un šo rādītāju ietekme uz pēcoperācijas iznākumu iepriekš atsevišķi nav pētīta vai apskatīta tikai daļēji.

Pētījuma mērķis

Analizēt priekšējās kapsulas atveres (kapsulorekša) izmaiņas pēc kataraktas operācijas pacientiem ar subluksētu lēcu un pierādīt tās saistību ar lēcas saišu vājumu/trūkumu, kā arī izmantotās ķirurģijas metodes efektivitāti.

Darba uzdevumi

1. Novērtēt priekšējās kapsulas atveres izmērus operācijas laikā, tā izmaiņas dažādos novērošanas posmos dinamikā un atkarībā no dažādiem faktoriem.
2. Izveidot kapsulorekša laukuma pēcoperācijas 3 mēnešu vērtības prognozes modeli.
3. Identificēt subluksētu lēcu pacientu grupas ar lielāku postoperatīvo un vēlīno komplikāciju risku.
4. Identificēt iespējamās lēcas saišu vājuma pakāpes netiešos parametrus.
5. Novērtēt subluksētu lēcu operāciju palīgīdzekļu efektivitāti un adaptēt tos lietošanai Latvijā, lai subluksētas lēcas operāciju maksimāli varētu pietuvināt ikdienišķai kataraktas operācijai.
6. Izstrādāt rekomendācijas subluksētu lēcu ārstēšanas ķirurģiskajai taktikai, kā arī postoperatīvu un vēlīno komplikāciju risku samazināšanai un risināšanai.

Zinātniskā darba hipotēzes

1. Priekšējās kapsulas atvere samazinās strauji novājināto vai neesošo zonulu dēļ.
2. Izmantotie ķirurģiskie palīgīdzekļi palīdz saglabāt esošās zonulas ilgtermiņa rezultāta nodrošināšanai un vēlīno komplikāciju efektīvai risināšanai.

Pētniecības darba zinātniskā novitāte

1. Darbā atrasti statistiski nozīmīgi kapsulorekša samazināšanās rādītāji, kas ļauj prognozēt iespējamās operācijas rezultātus ilgtermiņā.
2. Izpētīts priekšējās kapsulas atveres samazināšanās laukums un samazināšanās ātrums pēc kataraktas operācijas pacientiem ar subluksētu lēcu un to saistība ar dažādiem faktoriem.
3. Iegūti pirmie vēlīno pēcoperācijas komplikāciju rezultāti pēc kataraktas operācijas pacientiem ar subluksētu lēcu.
4. Iegūti papildu dati par izmantoto palīgīdzekļu efektivitāti subluksētu lēcu kataraktas operācijā.
5. Zinātnisko novitāti apliecina 5 starptautiskas publikācijas. Par darba rezultātiem ziņots 10 starptautiskās un 5 vietējās konferencēs.

1. Materiāls un metodes

1.1. Pētījuma izlases raksturojums

Analizējamā izlasē iekļāva 53 pacientus, kuriem diagnosticēta lēcas subluksācija un nepieciešama subluksētas lēcas operācija. Pacienti tika operēti laikā no 2011. gada 1. janvāra līdz 2015. gada 31. decembrim.

1.2. Pētījuma dizains

Prospektīvs viena centra (P. Stradiņa KUS) novērojuma pētījums par pacientiem ar klīniski diagnosticētu subluksētu lēcu, kas definēta kā iridodonēze un fakodonēze un/vai klīniski apstiprināts zonulu defekts.

Pacientu novērošanā paredzēta aktīvā novērošana 6 mēnešus pēc operācijas un datu uzkrāšana un analīze, un pasīvā novērošana – pacients tiek izmeklēts jaunu sūdzību gadījumā periodā, kas ir vairāk nekā 6 mēneši pēc operācijas, vēlīno komplikāciju identificēšanai.

Pētījums veikts darba “Dislocētu lēcu optimāla fiksācijas veida izstrāde” ietvaros ar P. Stradiņa KUS Attīstības biedrības klīniskās izpētes ētikas komisijas atļauju (atzinums Nr. 080110-7L).

1.3. Pacienti, iekļaušanas un izslēgšanas kritēriji, veiktie izmeklējumi

Laika posmā no 2011. līdz 2015. gadam tika konsultēti 130 pacienti ar subluksētas lēcas diagnozi, kuriem sākotnējo diagnozi bija noteicis: 1) ārstējošais acu ārsts, 2) dežurējošais oftalmologs P. Stradiņa KUS Neatliekamās medicīnas centrā, 3) operējošais ķirurgs primārās konsultācijas

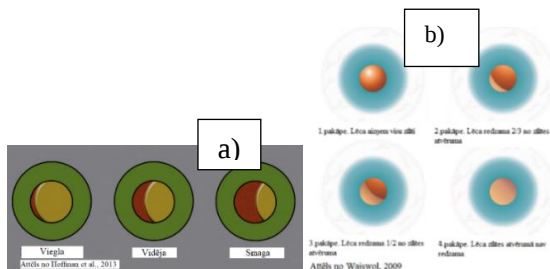
laikā, 4) ārsts oftalmoloģiskā dienas stacionārā pirmreizējās pacientu apskates laikā – pacientiem, kas ieradušies uz plānveida kataraktas operāciju.

Pacientu nosūtīšanas kritēriji uz konsultāciju bija:

1. Klīniski diagnosticējama iridodonēze;
2. Fakodonēze;
3. Zonulu defekts;
4. Citu kataraktas ķirurģu atteikums pacientu operēt, ja ir aizdomas par subluksētu lēcu.

Veicot 130 pacientu apskati un konsultēšanu, tika atlasīti 74 pacienti iekļaušanai pētījumā. Subluksācijas pakāpe tika noteikta pēc *Waisvol et al.* klasifikācijas (Waiswol & Kasahara, 2009), kas atbilst arī *Hoffman et al.* klasifikācijai (Hoffman et al., 2013).

Pirmās pakāpes (pēc *Waisvol*) jeb minimālas subluksācijas gadījumā (pēc *Hoffman*) lēca oftalmoskopiski atrodas zīlītes iecirknī, lēcas mala nav redzama, ir konstatējama tikai iridodonēze un fakodonēze, kā arī var būt asimetriska un dziļa priekšējā kamera; 2. pakāpes (*Waisvol*) jeb mērenas (*Hoffman*) subluksācijas gadījumā zīlītes iecirknī ir redzama lēcas mala, lēca aizņem vismaz $\frac{2}{3}$ no zīlītes laukuma; 3. pakāpes jeb smagas subluksācijas gadījumā lēca aizņem vismaz $\frac{1}{2}$ no zīlītes laukuma; 4. pakāpes gadījumā lēca ir dislocējusies pilnībā un zīlītes iecirknī nav redzama (skat. 1.1. attēlu).



1.1. att. Subluksācijas pakāpe: a) pēc Hofmana (*Hoffman*), b) pēc Vaisvola (*Waisvol*)

Kritēriji iekļaušanai pētījumā:

1. Pacienta vecums > 18 gadi.
2. Fakodonēze.
3. Iridodonēze.
4. Lēcas subluksācijas pakāpe I, II vai III.
5. Redzes asuma pasliktināšanās, lēcas apduļķošanās.
6. Adekvāta zīlītes paplašināšanās.
7. Pacients piekrīt operācijai un dalībai pētījumā.

Izslēgšanas kritēriji:

1. Lēcas subluksācijas IV pakāpe (dislokācija stiklveida ķermenī).
2. Anamnēzē vitrektomijas operācija.
3. Priekšējās kapsulas ruptūra operācijas laikā.
4. Mugurējās kapsulas ruptūra operācijas laikā.
5. Vitrektomijas nepieciešamība operācijas laikā.
6. Nekompensēta glaukoma, aktīvs iridociklīts, tīklenes atslāņošanās, hemoftalms, izteikts blefarīts, dakriocistīts.
7. Pacients nav ieradies uz novērošanu dinamikā.

Gala analīzei pētījumā tika iekļauti 53 pacienti.

Pacientiem tika veikti šādi izmeklējumi:

- 1) Ievākta standarta oftalmoloģiskā anamnēze.
- 2) Veikta redzes asuma pārbaude (nepieciešamības gadījumā to koriģējot ar optiskajām lēcām) (BCVA), izmantojot Snellena ekvivalenta tabulu, redzes asums izteikts decimālos.
- 3) Bezkontakta tonometrija.
- 4) Biomikroskopija.
- 5) Biometrija ar keratometriju un IOL aprēķins ar *Carl Zeiss IOL master* (*Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany*).
- 6) Acs ābola ultrasonogrāfija.

- 7) *Fundus oculi* apskate.
- 8) Acs priekšējo daļu fotodokumentācija, pirms tam medikamentozī paplašinot zīlīti.
- 9) Operācijas laikā – ķirurģiskā procesa videoreģistrācija.
- 10) Vizītes tika sagrupētas šādi:
 - a) V0 – pirmā vizīte – pirms operācijas;
 - b) V1 – 1 dienu pēc operācijas;
 - c) V2 – 1 nedēļu pēc operācijas;
 - d) V3 – 1 mēnesi pēc operācijas;
 - e) V4 – 3 mēnešus pēc operācijas;
 - f) V5 – 6 mēnešus pēc operācijas.

1.4. Kontroles grupa

Kontroles grupā tika iekļauts 31 pacients ar mākulas plīsumu vai epiretinālu membrānu, kuriem tika veikta kataraktas operācija mēnesi pirms vitreoretinālās operācijas. Priekšējās kapsulas atveres samazināšanās analīze tika veikta, izvērtējot viena mēneša rezultātus.

1.5. Subluksētu lēcu ķirurģija

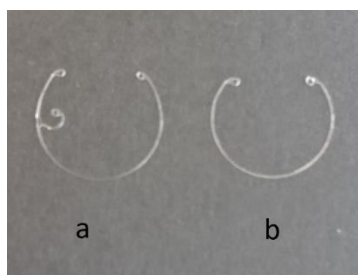
1.5.1. Pētījuma pacientu subluksētu lēcu operācija

Pacienti tika operēti gan lokālajā subtenona anestēzijā, gan vispārējā anestēzijā. Visas operācijas veica viens ķirurgs (šajā gadījumā – Juris Vanags). Operācijas laikā tika izveidots galvenais radzenes tuneļa grieziens (2,75 mm) temporāli un paracentēze 1,2 mm nazāli, un priekšējā kamera tika piepildīta ar viskoelastisko materiālu, lai izvairītos no priekšējās kameras saplakšanas un varētu veikt tālākos ķirurģijas etapus. Pēc priekšējās kapsulas atveres

izveidošanas (svarīgs nosacījums- jāizveido nepārtraukts kapsuloreksis, tas ir, atveres malai nedrīkst būt iešķēlumi) tika veiktas papildu paracentēzes, kas atbilst pozīcijai uz plkst. 1.30, 4.30, 7.30 un 10.30, caur kurām priekšējā kamerā ievada varavīksnenes (1.4. att. a) vai kapsulas āķus (1.4. att. b), ar tiem fiksējot lēcas maisu pie kapsulorekša malas, lai nodrošinātu lēcas maisa/lēcas stabilitāti operācijas laikā (1.2 att.). mCTR (*Cionni*) (1.3. att. a) vai CTR (1.3. att. b) tika implantēts lēcas maisā pēc lēcas maisa stabilizēšanas ar āķiem.



1.2. att. Lēcas maisa fiksācija ar varavīksnenes āķiem



1.3. att. a) mCTR (*Cionni*) b) CTR

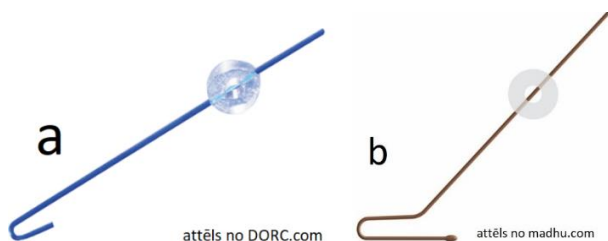
Ja tika izmantots *Cionni* riņķis, tad uzreiz pēc tā implantācijas lēcas kapsulas maisā tika izveidots sklēras lēveris *sulcus* projekcijas vietā un sklerotomija vai adatas sklerotomija, caur kuru piefiksēja *Cionni* riņķa fiksācijas plecu ar 10/0 izmēra polipropilēna diegu. Pēc tam tika veikta lēcas

kodola fakoemulsifikācija un subkapsulāro slāņu manuāla irigācija-aspirācija bez priekšējās kapsulas šūnu papildu skalošanas, kā arī tika implantēta IOL.

Tika izmantotas trīs ražotāju IOL, kas ir līdzīgas pēc tehniskās specifikācijas: Alcon [*Acrysof SN60AT, MN60 MA, IQ SN60 WF*; Alcon Surgical, Inc., Fort Worth, Texas, USA], AMO [*Tecnis ZCB00*; Abbott Medical Optics Inc (tagad Johnson and Johnson), Santa Ana, California, USA], un Medicontur [877FABY; Medicontur Medical Engineering Ltd., Zsámbék, Hungary].

Pēc IOL ievietošanas kapsulas maisu fiksējošie āķi tika izņemti, viskoelastiskais materiāls izskalots un brūces slēgtas. IOL implantācijai tika izvēlētas pēc tuvākā un precīzākā IOL aprēķina (mērīts dioptrijās) neatkarīgi no ražotāja, lai nodrošinātu labāko pēcoperācijas redzes asumu.

Ja tika implantēts CTR, operējošais ķirurgs (Juris Vanags) vairāk implantēja Medicontur lēcas, jo tām ir dubultās lēcas kājiņas, kas nodrošina papildu fiksācijas punktus iespējamai mākslīgās lēcas repozīcijai un fiksācijai vēlīnās dislokācijas gadījumā. Mazi kapsulorekši netika palielināti, jo tā ir sarežģīta procedūra, kas var radīt papildu bojājumus zonulām. Pēc operācijas pacientiem vienu mēnesi tika nozīmēta lokāla terapija ar antibiotikas un deksametazonu saturošiem pilieniem.

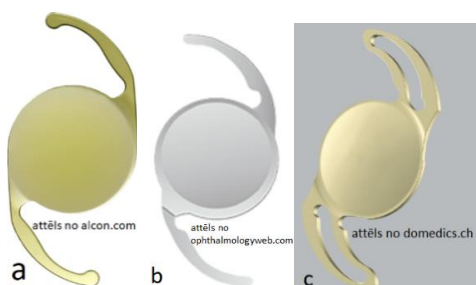


1.4. att. Kapsulas maisu fiksējošie āķi: a) varavīksnenes retraktors, b) Mackool tipa kapsulas maisa retraktors

1.5.2. Kontroles grupas pacientu kataraktas operācija

Pacienti tika operēti lokālajā subtenona anestēzijā. Visas operācijas veica viens ķirurgs (Juris Vanags). Operācijas laikā tika izveidots galvenais radzenes tuneļa grieziens (2,75 mm) temporāli un paracentēze 1,2 mm nazāli, un priekšējā kamera tika piepildīta ar viskoelastisko materiālu, lai izvairītos no priekšējās kameras saplakšanas un varētu veikt tālākos operācijas etapus. Pēc priekšējās kapsulas atveres izveidošanas (svarīgs nosacījums – jāizveido nepārtraukts kapsuloreksis, tas ir, atveres malai nedrīkst būt ieščēlumi) tika veikta lēcas kodola hidrodisekcija. Pēc tam tika veikta lēcas kodola fakoemulsifikācija un subkapsulāro slāņu manuāla irigācija-aspirācija bez priekšējās kapsulas šūnu papildu skalošanas, kā arī tika implantēta IOL.

Tika izmantotas trīs ražotāju IOL, kas ir līdzīgas pēc tehniskās specifikācijas: Alcon [*Acrysof SN60AT, MN60 MA, IQ SN60 WF*; Alcon Surgical, Inc., Fort Worth, Texas, USA], AMO [*Tecnis ZCB00*; Abbott Medical Optics Inc (tagad Johnson and Johnson), Santa Ana, California, USA], un Mediconur [*877FABY*; Mediconur Medical Engineering Ltd., Zsámbék, Hungary] (1.5. att.).



1.5. att. IOL ražotājs:
a) Alcon SN60WF IOL, b) Tecnis ZCB00 IOL,
c) Mediconur 877 FABY IOL

Pēc IOL ievietošanas viskoelastiskais materiāls tika izskalots un brūces slēgtas. IOL implantācijai tika izvēlētas pēc tuvākā un precīzākā IOL aprēķina (mērīts dioptrijās) neatkarīgi no ražotāja, lai nodrošinātu labāko pēcoperācijas redzes asumu. Pēc operācijas pacientiem vienu mēnesi tika nozīmēta lokāla terapija ar antibiotikas un deksametazonu saturošiem pilieniem.

1.6. Priekšējās kapsulas mērījumi

Pacientiem tika veikta acs priekšējo daļu fotodokumentācija (*Carl Zeiss Fundus camera FF450plus*, *Visupac 4.3 software* [*Carl Zeiss Meditec AG, Jena, Germany*]) (1.6. att. un 1.7. att.) ar maksimāli medikamentozī paplašinātu zīlīti visās vizītēs. Tika veikta operācijas videoreģistrācija, izmantojot MEDIALINK aparātu (1.6. att.).



1.6. att. MEDIALINK aparāts

Priekšējās kapsulas atvere (kapsuloreksis) tika izmērīta, izmantojot *Fundus* kameras programmatūru (*Visupac 4.3*) un pēc tam manuāli pārrēķināta uz īstajiem izmēriem, par references izmēru izmantojot IOL optiskās daļas izmēru (6 mm). IOL optiskās daļas laukums tika izrēķināts, izmantojot formulu

$$S = \pi r^2 \quad (S = 3,14 \times 3 \times 3 = 28,26 \text{ mm}^2) \quad (1)$$

Priekšējās kapsulas atveres aprēķinam izmantoja vienādojumu:

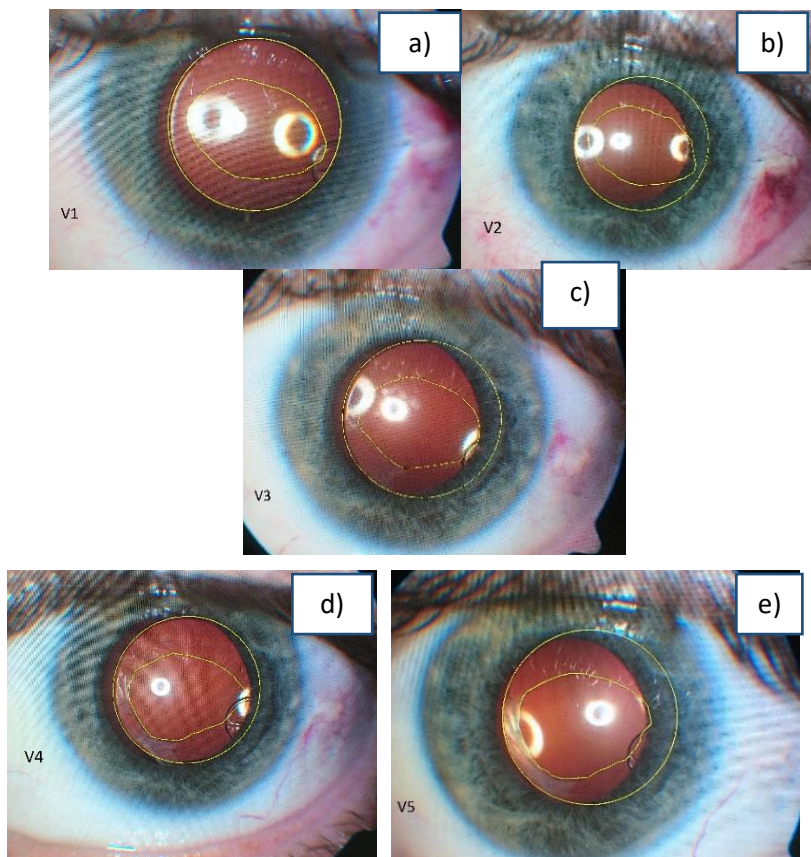
$$x = \frac{28,26 \times B}{A}, \quad (2)$$

kur A ir IOL izmērs, B – kapsulorekša izmērs, kuri iegūti no mērījumiem *fundus* kameras *Visupac* programmatūrā, x – īstais kapsulorekša izmērs. Ja IOL pārliecinoši nav redzams slīktākas zīlītes paplašināšanās dēļ, kā references izmērs tika izmantots interlimbālais izmērs.



1.7. att. **Fundus kamera**

Piemērs kapsulorekša mērījumiem pacientam *Visupac* 4.3 vidē no 1. pēcoperācijas dienas (V1) līdz 6. mēnesim (V5), skat. 1.8. att.



1.8. att. Kapsulorekša mērījums pacientam: a) 1 dienu pēc operācijas, b) 1 nedēļu pēc operācijas, c) 1 mēnesi pēc operācijas, d) 3 mēnešus pēc operācijas, e) 6 mēnešus pēc operācijas

1.7. Statistiskā analīze

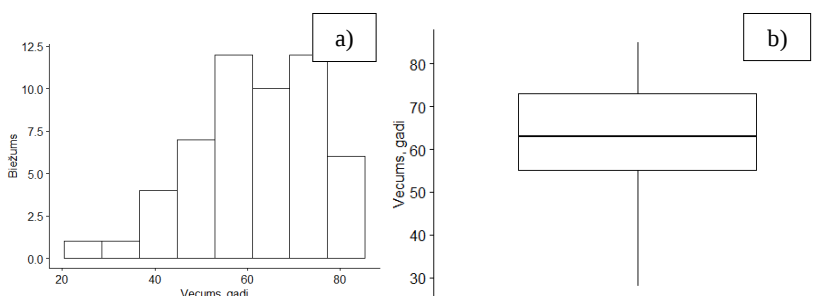
Normālsadalītos kvantitatīvos rādītājus aprakstīja kā vidējo (M) un standartnovirzi (SD), ja sadalījums neatbilda normālsadalījumam, tad tika izmantota mediāna (Md) un starpkvartīļu izkliedes intervāls ($[IQR]$). Kvalitatīvie mainīgie tika izteikti kā skaits (N) un procentuālā attiecība (%).

Divu grupu kvantitatīvie dati tika analizēti ar t-testu vai Manna-Vitnija (*Mann-Whitney*) testu, savukārt trīs un vairāk grupas analizēja, izmantojot dispersiju analīzi (ANOVA), Kraskela-Vallisa (*Kruskal-Wallis*) un Frīdmena (*Friedman*) testu. Spīrmena (*Spearman, rs*) korelācijas koeficienta analīze tika izmantota, lai analizētu sakarības starp nepārtrauktajiem kvantitatīviem mainīgajiem. Spīrmena koeficients pēc ciešuma tika iedalīts trīs gradācijās: 0,1 – 0,3 – vāja korelācija, 0,3 – 0,7 – vidēja, > 0,7 – stipra korelācija. Kvalitatīvie dati tika analizēti, izmantojot Pīrsona hī kvadrāta (*Pearson Chi square*) vai Fišera precīzo (*Fisher exact*) testu atbilstoši to lietošanas nosacījumiem. Binomiālais tests tika izmantots proporciju salīdzināšanai. Binārā loģistiskā regresijas analīze tika izmantota paredzēšanas modeļu izveidei un pazīmju ietekmējošo faktoru izvērtēšanai. Iekšējās saskaņotības koeficients (*ICC*) tika izmantots pazīmju savstarpējās vienprātības novērtēšanai. Divpusēja p-vērtība, kas < 0,05, tika uzskatīta par statistiski nozīmīgu. Statistiskā analīze tika veikta, izmantojot *IBM SPSS* programmu v.26 (*IBM, USA*) un *R* v.4.0.0 (*Vienna, Austria*).

2. Rezultāti

2.1. Pētījuma izlases raksturojums

Pētījumā piedalījās 53 (N) pacienti, to minimālais vecums bija 28 gadi, maksimālais – 85 gadi, vecuma amplitūda – 57 gadi, vidējais vecums $M = 62,03$; $SD = 14,02$ gadi, pacientu vecuma mediāna – 63 gadi, modālais jeb visbiežāk sastopamais vecums – 77 gadi. (Pacientu vecuma histogrammu un kastveida diagrammu sk. 2.1. att. a, b).



2.1. att. **Pacientu vecuma: a) histogramma, b) kastveida diagramma**

Analizējot kontrolgrupas pacientu vecumu, tika konstatēts, ka to vidējais vecums $M = 64,80$ gadi ($SD = 8,92$), un tas statistiski nozīmīgi nav atšķirīgs no pētījuma pacientu vecuma ($p = 0,32$).

Pētījuma grupas pacientu pazīmju raksturojums attēlots 2.1. tabulā, konstatē, ka vīriešu skaits ir statistiski nozīmīgi lielāks nekā sieviešu ($p < 0,001$), tāpat miopijas, traumu un MS pacientu skaits ir statistiski nozīmīgi atšķirīgs ($p < 0,05$), bet iesaistīto acu (OD vai OS), glaukomas un PEX sindroma pacientu skaits statistiski nozīmīgi neatšķiras ($p > 0,05$).

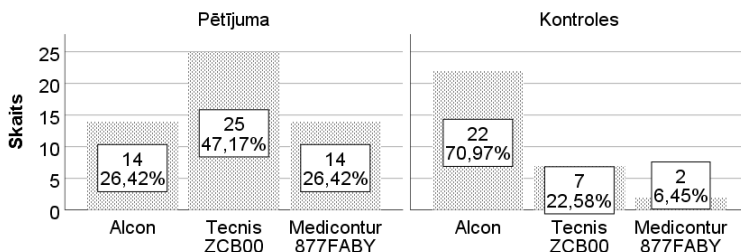
Savukārt kontroles grupā pacienti statistiski nozīmīgi atšķirās pēc glaukomas, miopijas, traumas un PEX sindroma ($p < 0,001$).

Pacientu skaits un procentuālais (%) raksturojums

Pazīme	Pētījuma grupa	Kontroles grupa	Statistiskais nozīmīgums
Dzimums			
Vīrieši	41 (77,4)	10 (32,3)	< 0,001***
Sievietes	12 (22,6)	21 (67,7)	
Statistiskais nozīmīgums	< 0,001***	0,07	
Acs			
OD	22 (41,5)	19 (61,3)	0,11 (n.s.)
OS	31 (58,5)	12 (38,7)	
Statistiskais nozīmīgums	0,27 (n.s.)	0,28 (n.s.)	
Glaukoma			
Nav	30 (56,6)	29 (93,5)	< 0,001***
Ir	23 (43,4)	2 (6,5)	
Statistiskais nozīmīgums	0,41 (n.s.)	< 0,001****	
Miopija			
Nav	47 (88,7)	26 (83,9)	0,37 (n.s.)
Ir	6 (11,3)	5 (16,1)	
Statistiskais nozīmīgums	< 0,001	< 0,001	
Trauma			
Nav	36 (67,9)	29 (93,5)	0,007**
Ir	17 (32,1)	2 (6,5)	
Statistiskais nozīmīgums	0,01**	< 0,001***	
Marfāna sindroms			
Nav	50 (94,3)	31 (100)	0,29 (n.s.)
Ir	3 (5,7)	0 (0)	
Statistiskais nozīmīgums	< 0,001***	–	
Pseidoeksfoliāciju sindroms			
Nav	28 (52,8)	23 (74,2)	0,06 (n.s.)
Ir	25 (47,2)	8 (25,8)	
Statistiskais nozīmīgums	0,78 (n.s.)	0,01**	
Makulas patoloģija			
Mākulis plīsums	–	17 (54,8)	–
Epiretināla membrāna	–	14 (45,2)	
Statistiskais nozīmīgums		0,72 (n.s.)	

Pētījuma grupā visvairāk – 25 gadījumos (47,11%) – tika ievietots *Tecnis ZCB00 IOL*, bet *Alcon* un *Medicontur 877FABY* – vienādā skaitā, skat.

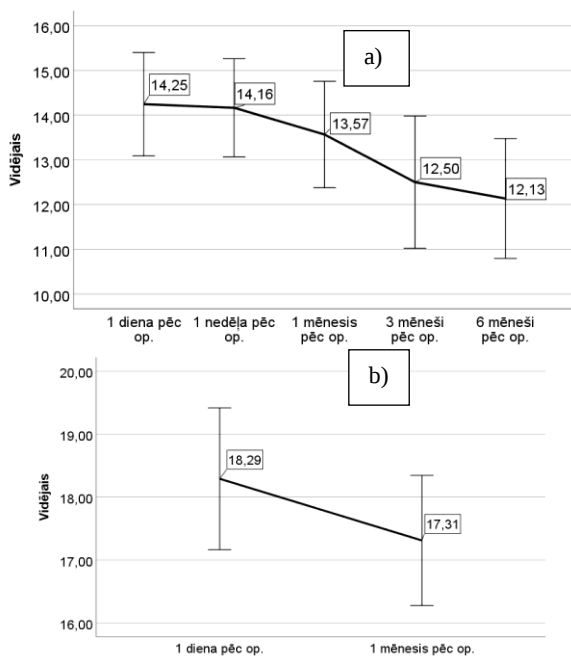
1.2. att. Savukārt kontroles grupā visbiežāk – 22 gadījumos (70,97%) – ievietotais ir *Alcon* IOL un vismazāk – tikai 2 gadījumos (6,45%) – ir *Medicontur*.



2.2. att. Operācijās izmantotās IOL ražotāji un to skaita un procentuālā attiecība pētījuma un kontroles grupā

2.2. Kapsulorekša izmaiņu analīze

Kopējās kapsulorekša laukuma izmaiņas pēcoperācijas laikā attēlotas 2.3. att. Tika konstatēts, ka kapsulorekša laukums no 1. dienas pēc operācijas līdz 6. mēnesim samazinās vidēji no 14,25 mm² līdz 12,13 mm², kas atbilst 14,8% no sākotnējās vērtības, un šīs izmaiņas ir statistiski nozīmīgas ($p < 0,001$). Savukārt kontroles grupai kapsulorekša laukuma izmaiņas 1 dienu pēc operācijas un 1 mēnesi pēc operācijas ir vidēji no 18,29 mm² līdz 17,31 mm², kas atbilst 5,35% ($p = 0,01$). Detalizētas izmaiņu vidējās vērtības un standartnovirzes attēlotas 2.2. tabulā.



2.3. att. Kapsulorekša laukuma izmaiņas pēcoperācijas laikā:
a) pētījuma grupai, b) kontroles grupai

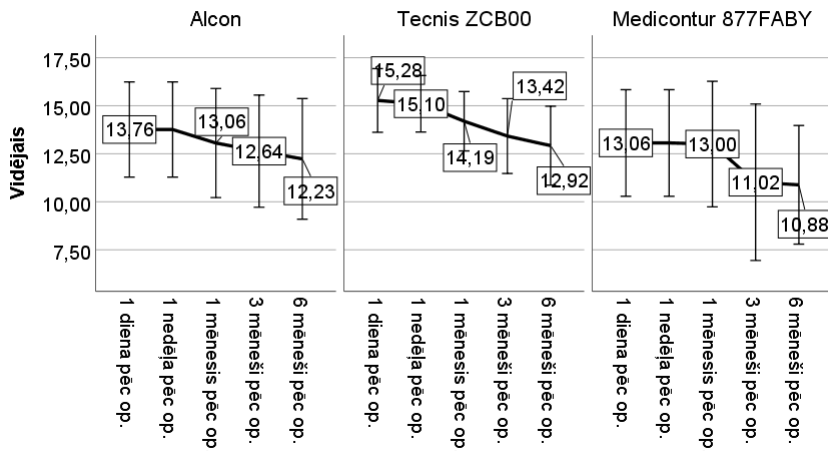
2.2. tabula

Kapsulorekša laukuma (vidējā vērtība un standartnovirze) izmaiņu dinamika

Pazīme	Kapsulorekša laukums, mm ²	
	Pētījuma grupa	Kontroles grupa
1 diena pēc op.	14,25 (2,86)	18,29 (3,07)
1 nedēļa pēc op.	14,16 (2,72)	—
1 mēnesis pēc op.	13,56 (2,94)	17,31 (2,82)
3 mēneši pēc op.	12,50 (3,66)	—
6 mēneši pēc op.	12,13 (3,32)	—
Statistiskais nozīmīgums	< 0,001***	0,01**

Kapsulorekša izmaiņas pētījuma grupai atkarībā no ražotāja attēlotas

2.4. attēlā.



2.4. att. Kapsulorekša izmaiņas laikā pētījuma grupai pēc operācijas atkarībā no IOL ražotāja

Analizējot vidējā kapsulorekša laukumu pētījuma grupai dažādos laika brīžos pēc operācijas, konstatēts, ka atkarībā no IOL ražotāja tas statistiski nozīmīgi neatšķiras ($p > 0,05$), piemēram, 1. dienā pēc operācijas vidējais kapsulorekša laukums ar *Alcon* lēcām ir $13,76 \text{ mm}^2$, ar *Tecnis* lēcām – $15,12 \text{ mm}^2$, ar *Medicontur* lēcām – $13,06 \text{ mm}^2$, un šī atšķirība nav statistiski nozīmīga ($p > 0,05$). Tāpat ir ar pārējiem pēcoperācijas laikiem – netika konstatēta statistiski nozīmīga ($p > 0,05$) kapsulorekša laukuma atšķirība konkrētā laika periodā atkarībā no IOL ražotāja. Tomēr iezīmējās tendence, ka pacientiem, kuriem implantēta *Tecnis ZCB00* IOL, ir sākotnēji lielāks kapsulorekša laukums un tas samazinās ne līdz tik lielam vidējam laukumam kā pacientiem, kuriem implantētas abu pārējo ražotāju.

Analizējot kapsulorekša laukumu kontroles grupai, statistiski nozīmīga atšķirība starp kapsulorekša laukuma izmaiņām atkarībā no IOL ražotāja 1 dienu pēc operācijas netika konstatēta ($p = 0,77$), tāpat arī nav novērojama atšķirība starp kapsulorekša laukuma izmaiņām atkarībā no IOL ražotāja 1 mēnesi pēc operācijas ($p = 0,97$), skat. 2.3. tabulu.

2.3. tabula

**Kapsulorekša izmaiņas laikā (vidējā vērtība un standartnovirze)
kontroles un pētījuma grupai**

Pazīme		Kapsulorekša laukums, mm ²	
Laiks	IOL ražotājs	Pētījuma grupa	Kontroles grupa
1 diena pēc op.	<i>Alcon</i>	13,76 (2,36)	18,10 (3,20)
	<i>Tecnis ZCB00</i>	15,12 (2,67)	18,48 (2,30)
	<i>Medicontur 877FABY</i>	14,12 (3,31)	19,71 (5,60)
	Statistiskais nozīmīgums	0,27 n.s.	0,77 (n.s.)
1 nedēļa pēc op.	<i>Alcon</i>	13,76 (2,36)	
	<i>Tecnis ZCB00</i>	14,93 (2,34)	
	<i>Medicontur 877FABY</i>	13,06 (3,31)	
	Statistiskais nozīmīgums	0,53 n.s.	—
1 mēnesis pēc op.	<i>Alcon</i>	13,05 (2,70)	17,24 (3,10)
	<i>Tecnis ZCB00</i>	14,14 (2,54)	17,55 (2,36)
	<i>Medicontur 877FABY</i>	13,00 (3,90)	17,18 (1,85)
	Statistiskais nozīmīgums	0,67 n.s.	0,97 (n.s.)
3 mēneši pēc op.	<i>Alcon</i>	12,63 (2,78)	
	<i>Tecnis ZCB00</i>	13,04 (2,91)	
	<i>Medicontur 877FABY</i>	11,01 (4,87)	
		0,78 n.s.	—
6 mēneši pēc op.	<i>Alcon</i>	12,23 (2,90)	
	<i>Tecnis ZCB00</i>	12,56 (3,31)	
	<i>Medicontur 877FABY</i>	10,88 (3,70)	
	Statistiskais nozīmīgums	0,15 n.s.	—

Analizējot kapsulorekša laukuma procentuālo izmaiņu laikā salīdzinājumā ar 1. dienu pēc operācijas (skat. 2.4. tabulu), iegūst, ka vislētāk

kapsulorekša laukums samazinās pacientiem, kuriem implantētas *Alcon* IOL – pēc 6 mēnešiem, kapsulorekša laukums vidēji samazināsies par 11% no sākotnējā, bet pacientiem, kuriem implantētas *Tecnis* un *Medicontur* IOL, kapsulorekša laukuma samazināšanās ir aptuveni vienāda, un 6 mēnešus pēc operācijas tas samazinās aptuveni par 16 % no sākotnējā.

2.4. tabula

Kapsulorekša laukuma procentuālais (%) samazinājums pētījuma grupai laikā atkarībā no IOL ražotāja attiecībā pret 1 dienu pēc operācijas

IOL ražotājs	1 diena pēc op.	1 nedēļa pēc op.	1 mēnesis pēc op.	3 mēneši pēc op.	6 mēneši pēc op.
<i>Alcon</i>	–	0	5,08	8,10	11
<i>Tecnis ZCB00</i>	–	1,25	6,41	13,75	16,86
<i>Medicontur 877FABY</i>	–	0	5,23	15,62	16,70

Savukārt, analizējot kapsulorekša procentuālās izmaiņas kontroles grupai atkarībā no IOL ražotāja, tika konstatēts, ka vislielākās izmaiņas ir *Medicontur 877FABY* IOL, kas veido 12,83% (skat. 2.5. tabulu).

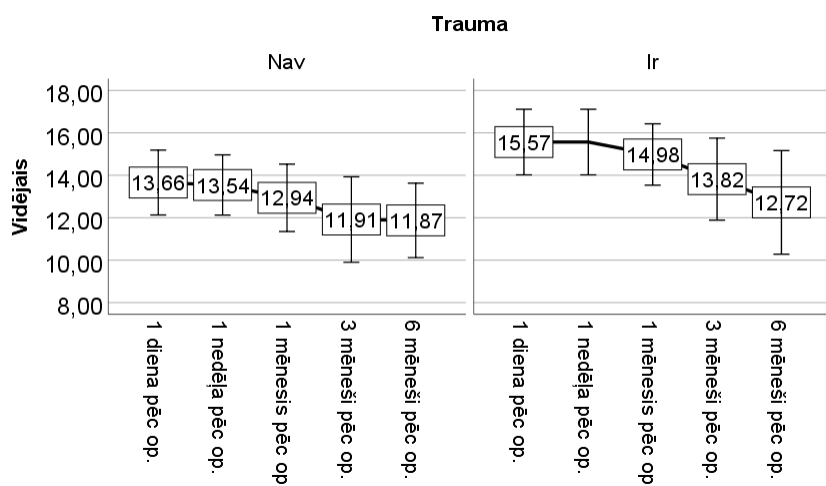
2.5. tabula

Kapsulorekša laukuma procentuālais (%) samazinājums kontroles grupai laikā atkarībā no IOL ražotāja attiecībā pret 1 dienu pēc operācijas

IOL ražotājs	1 diena pēc op.	1 mēnesis pēc op.
<i>Alcon</i>	–	4,75
<i>Tecnis ZCB00</i>	–	5,30
<i>Medicontur 877FABY</i>	–	12,83

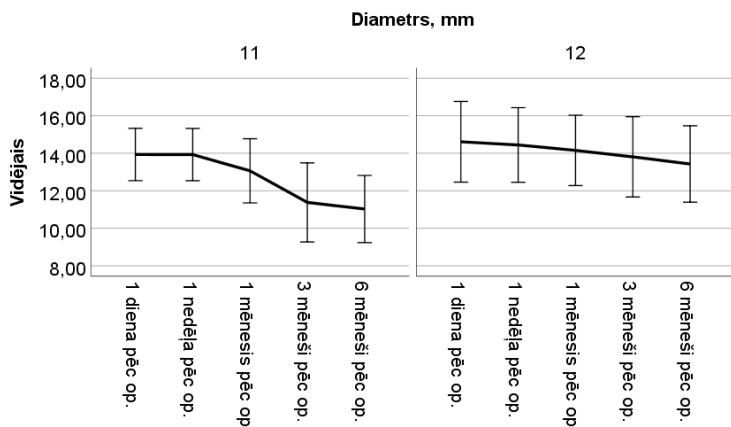
Kapsulorekša laukuma izmaiņas, ja pētījuma grupas pacientiem ir trauma, pētījuma laikā samazinājās no 15,57 mm² līdz 12,72 mm², kas atbilst

18,30%, bet, ja pacientiem nav traumas- kapsulorekša laukums samazinājās no 13,66 mm² līdz 11,87 mm², kas veido 13,10% (skat. 2.5. attēlu). Ir arī novērojams, ka traumas esamības gadījumā sākotnējais pēcoperācijas kapsulorekša laukums ir vidēji lielāks par 1,91 mm² nekā tiem pacientiem, kuriem nav traumas.



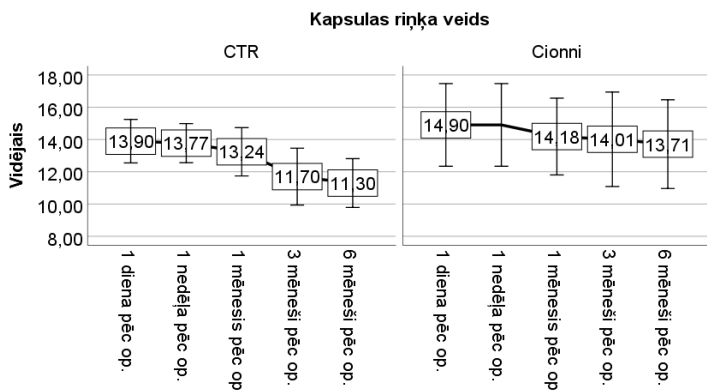
2.5. att. Kapsulorekša laukuma izmaiņas pētījuma grupai pētījuma laikā atkarībā no acu traumas esamības slimības vēsturē

Ja operācijas laikā implantētā CTR diametrs ir 11 mm, tad kapsulorekša laukums no sākotnējā vidējā 13,70 mm² samazināsies līdz 10,58 mm² pēc 6 mēnešiem, un tas atbilst 22,7% samazinājumam; savukārt, ja operācijas laikā implantētā CTR diametrs ir 12 mm, tad kapsulorekša laukums no sākotnējiem vidēji 14,61 mm² samazinās līdz 13,43 mm², un tas atbilst 8,07% (skat. 2.6. attēlu).



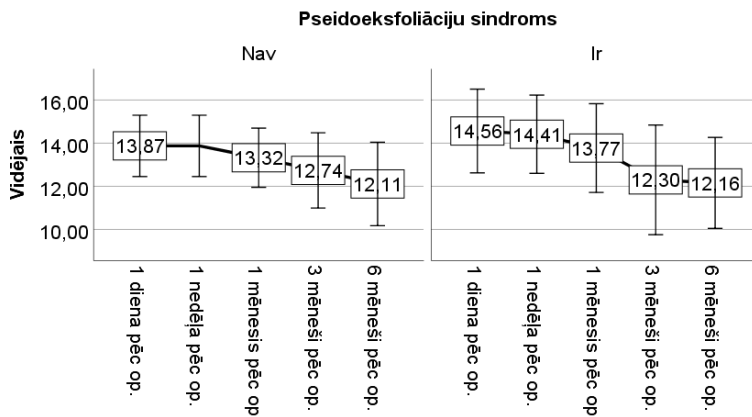
2.6. att. Kapsulorekša laukuma izmaiņas pētījuma grupai laikā atkarībā no operācijas laikā implantētā CTR diametra

Ja operācijas laikā implantētā kapsulas riņķa veids ir CTR, tad kapsulorekša laukums no sākotnēji vidējās vērtības 13,90 mm² samazinās līdz 11,30 mm², kas atbilst 18,70% samazinājumam, bet, ja implantēts mCTR (*Cionni*), sākotnējais vidējais kapsulorekša laukums no 14,65 mm² samazinās līdz 13,33 mm², kas atbilst 9,01% (skat. 2.7.attēlu).



2.7.att. Kapsulorekša laukuma izmaiņas laikā pētījuma grupai atkarībā no operācijas laikā implantētā kapsulas tensijas riņķa veida

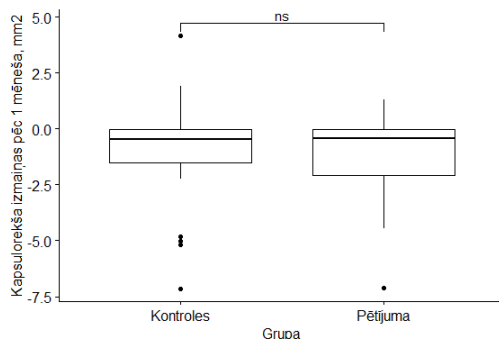
Ja pacientiem ir pseidoeksfoliāciju sindroms, tad kapsulorekša laukums no sākotnēji vidējās vērtības $14,56 \text{ mm}^2$ samazinās līdz $12,16 \text{ mm}^2$, kas atbilst 16,48% samazinājumam (skat. 2.8. attēlu).



2.8. att. Kapsulorekša laukuma (mm^2) izmaiņas pētījuma laikā pētījuma grupai atkarībā no pseidoeksfoliāciju sindroma esamības

2.3. Kapsulorekša laukuma 1 mēnesi pēc operācijas starpības analīze pētījuma grupai salīdzinājumā ar kontroles grupu

Aprēķini rāda, ka pētījuma grupai kapsulorekša laukuma pēc operācijas 1 mēneša starpības mediāna ir $-0,42 [-0,03 - -2,16] \text{ mm}^2$, bet kontroles grupai mediāna ir $-0,49 [0,00 - -1,70] \text{ mm}^2$, un netiek konstatēta statistiski nozīmīga atšķirība ($p > 0,05$), tomēr pētījuma grupas pacientiem ir novērojama tendence, ka 1 mēneša pēcoperācijas kapsulorekša laukuma starpība ir lielāka nekā kontroles grupas pacientiem (skat. 2.9. attēlu).



2.9. att. Kapsulorekša laukuma izmaiņu starpība pēc 1 mēneša kontroles un pētījuma grupai

Analizējot kapsulorekša laukuma starpību 1 mēnesi pēc operācijas atkarībā no acs blakusslimībām, tika konstatēts, ka statistiski nozīmīgas izmaiņas ir kontroles grupas pacientiem ar miopiju un pseidoeksfoliāciju sindromu ($p < 0,05$), skat. 2.6. tabulu.

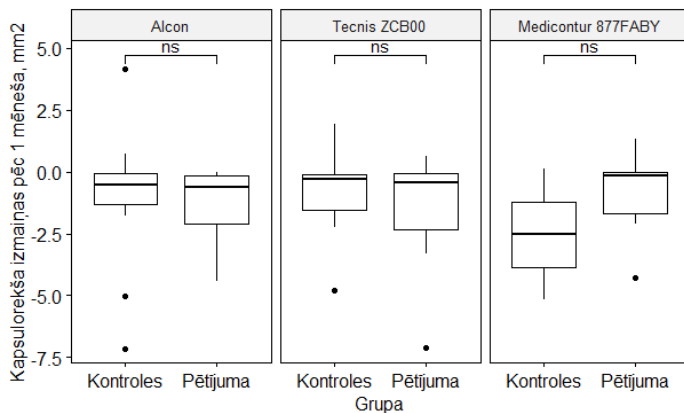
2.6. tabula

Kapsulorekša laukuma 1 mēneša pēc operācijas izmaiņas (mediāna un starpkvartīļu izkliedes intervāls) starpības analīze

Blakusslimība	Kapsulorekša izmaiņas starpība pēc 1 mēneša, mm ²	
	Pētījuma grupa	Kontroles grupa
Glaukoma		
Nav	-0,44 [-0,02 – -2,00]	-0,49 [-0,02 – -1,71]
Ir	-0,42 [-0,04 – -2,48]	-0,36 [-0,1 – -0,77]
Statistiskais nozīmīgums	0,92 (n.s.)	0,68 (n.s.)
Miopija		
Nav	-1,70 [0,33 – -6,10]	-0,41 [0,00 – -1,25]
Ir	-0,06 [-0,02 – -2,06]	0,33 [0,33 – -6,10]
Statistiskais nozīmīgums	0,70 (n.s.)	0,03
Trauma		
Nav	-0,35 [-0,03 – -2,23]	-0,55 [-0,02 – -1,71]
Ir	-0,47 [-0,07 – -1,61]	-0,22 [-0,10 – -0,49]
Statistiskais nozīmīgums	0,48 (n.s.)	0,61 (n.s.)

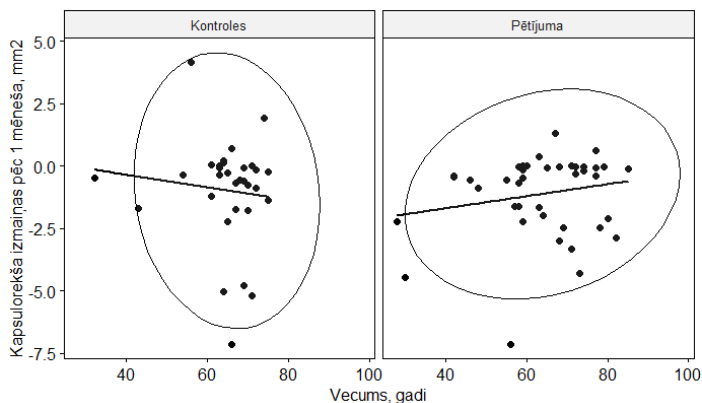
Blakusslimība	Kapsulorekša izmaiņas starpība pēc 1 mēneša, mm ²	
	Pētījuma grupa	Kontroles grupa
Marfāna sindroms		
Nav	-0,42 [-0,03 – -2,22]	-0,49 [0,00 – -1,70]
Ir	-0,45 [-0,01 – -0,87]	–
Statistiskais nozīmīgums	0,57 (n.s.)	–
Pseudoeksfoliāciju sindroms		
Nav	-0,55 [-0,04 – -1,62]	-0,28 [0,05 – -0,67]
Ir	-0,26 [-0,01 – -2,28]	-1,57 [-0,80 – -4,33]
Statistiskais nozīmīgums	0,53 (n.s.)	0,03*

Analizējot kapsulorekša laukuma izmaiņu starpību 1 mēnesi pēc operācijas kontroles un pētījuma grupai, kā rādītāju izmantojot operācijas laikā implantētās IOL ražotāju, tika konstatēts, ka izmaiņas nav statistiski nozīmīgas ($p > 0,05$), skat. 2.10 attēlu.



2.10. att. Kapsulorekša laukuma izmaiņu starpība 1 mēnesi pēc operācijas atkarībā no implantētās IOL ražotāja

Analizējot korelāciju starp kontroles un pētījuma grupas pacientu vecumu un kapsulorekša starpību 1 mēnesi pēc operācijas, statistiski nozīmīgu korelāciju nekonstatē ($p > 0,05$), skat. 2.11. attēlu.



2.11. att. Kontroles un pētījuma grupas pacientu vecuma un kapsulorekša starpība 1 mēnesi pēc operācijas korelācijas diagramma

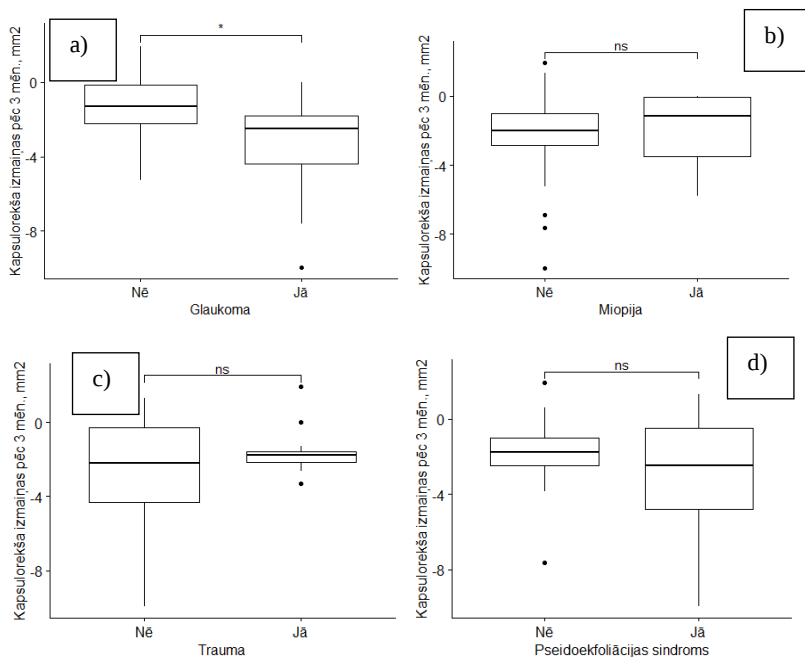
2.4. Kapsulorekša laukuma 3 mēnešu starpības analīze pēcoperācijas periodā pētījuma grupas pacientiem

Pētījuma grupas pacientiem, kuri slimo ar glaukomu, kapsulorekša laukums pēc 3 mēnešiem statistiski nozīmīgi ($p = 0,01$) samazinās vairāk nekā tiem, kam nav glaukomas. Miopijas, traumas un pseidoeksfoliācijas sindroma gadījumā statistiski nozīmīgas kapsulorekša laukuma atšķirības netika konstatētas ($p > 0,05$), 3 mēnešu pēcoperācijas novērojumu posmā, skat. 2.7. tabulu.

Pētījuma grupas kapsulorekša laukuma 3 pēcoperācijas mēnešu novērojumu (mediāna un starpkvartīļu izkliedes intervāls) starpības analīze

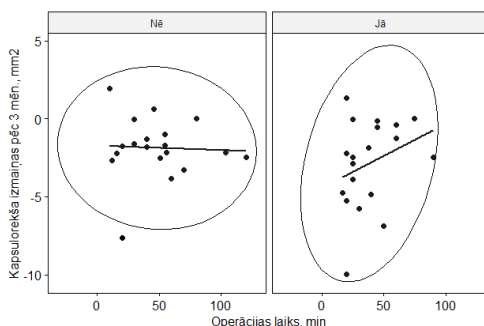
Pazīme	Kapsulorekša izmaiņas starpība pēc 3 mēnešiem, mm²	Statistiskais nozīmīgums
Glaukoma		
Nav	-1,30 [-0,07 – -2,33]	0,01**
Ir	-2,50 [-1,72 – -4,86]	
Miopija		
Nav	-2,00 [-0,88 – -2,98]	0,75 (n.s.)
Ir	-1,14 [-0,03 – -4,37]	
Trauma		
Nav	-2,23 [-0,15 – -4,74]	0,44 (n.s.)
Ir	-1,79 [-1,45 – -2,31]	
Marfāna sindroms		
Nav	-1,86 [-0,27 – -3,56]	0,78 (n.s.)
Ir	-2,20 [-0,10 – -2,48]	
Pseidoeksfoliāciju sindroms		
Nav	-1,76 [-0,52 – -2,50]	0,19 (n.s.)
Ir	-2,46 [-0,40 – -2,86]	

2.12. attēlā ir attēlotas kapsulorekša laukuma starpības dažādu acs blakusslimību gadījumos 3 mēnešu pēcoperācijas novērošanas periodā kastveida diagrammu veidā.



2.12. att. Kapsulorekša starpība 3 mēnešu novērošanas periodā pēc operācijas: a) glaukomas, b) miopijas, c) traumas, d) pseidoeksfoliācijas sindroma gadījumā

Ja pacientiem nav PEX sindroma, tad 3 mēnešu pēcoperācijas novērošanas periodā statistiski nozīmīgu korelāciju starp operācijas ilgumu un kapsulorekša laukuma starpību netiek konstatēta ($p = 0,52$), taču PEX sindroma pacientiem ir novērojama statistiski nozīmīga ($r_s = 0,32$; 95% TI: 0,09 – 0,63; $p < 0,05$) korelācija starp šīm pazīmēm, respektīvi, jo ilgāks operācijas laiks, jo mazākas būs kapsulorekša laukuma izmaiņas pirmajos 3 mēnešos pēcoperācijas periodā (skat. 2.13. attēlu).



2.13. att. Kapsulorekša starpības 3 mēnešu pēcoperācijas periodā korelācijas diagramma, salīdzinot operācijas ilgumu un PEX sindroma esamību/neesamību

2.5. Kapsulorekša laukuma 3 mēnešu pēcoperācijas perioda starpības prognozēšanas modeļi pētījuma grupas pacientiem

Dažādu kapsulorekša laukumu izmaiņu lielumu starpību 3 mēnešu pēcoperācijas novērošanas periodā ietekmējošo faktoru analīze tika veikta, izmantojot lineāro regresiju. Tika konstatēts, ka modelī var iekļaut šādus prediktorus: iesaistīto aci, CTR Diametrs, Glaukoma un Trauma. Visiem modelī iekļautajiem prediktoriem ir statistiski nozīmīga ietekme uz kapsulorekša laukuma 3 mēnešu pēcoperācijas perioda izmaiņām ($p < 0,05$). No šiem faktoriem kapsulorekša laukuma izmaiņu 3 mēnešu pēcoperācijas perioda prognozē visvairāk ietekmē iesaistītā Acs un CTR Diametrs (atbilstošais standartizētais koeficients = 0,56 un 0,53), bet vismazāk- Trauma (Standartizēts koeficients = 0,24). Iegūtais modelis ir statistiski nozīmīgs ($p < 0,001$) un iegūtais determinācijas koeficients $R^2 = 57\%$ (95% TI: 39% - 77%). Prediktoru ietekmes modelis attēlots 2.8. tabulā. Izveidotais paredzēšanas vienādojums ir: Pētījuma grupas kapsulorekša laukuma 3 mēnešu pēcoperācijas perioda starpība = $-4,64 + 2,87 \times \text{Iesaistītā acs} + 2,47 \times \text{CTR Diametrs} - 2,03 \times \text{Glaukoma} + 1,10 \times \text{Trauma}$.

**Pētījuma grupas kapsulorekša laukuma 3 mēnešu pēcoperācijas perioda
starpības prognozēšanas regresijas modelis**

Pazīme	Koeficients B (95% TI)	Statistiskais nozīmīgums	Standartizēts koeficients B
Konstante	-4,64 (-3,29 – -5,98)	< 0,001***	
Iesaistītā Acs	2,87 (1,68 – 4,06)	< 0,001***	1,19
CTR Diametrs	2,47 (1,30 – 3,65)	< 0,001***	1,02
Glaukoma	-2,03 (-0,92 – -3,15)	< 0,001***	-0,84
Trauma	1,10 (0,03 – 2,27)	0,04*	1,10

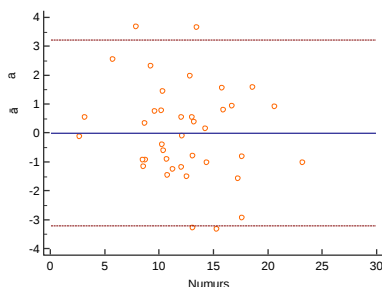
Lai novērtētu aprēķinātā modeļa un reālā kapsulorekša laukuma 3 mēnešu pēcoperācijas perioda starpības saskaņotību, tika aprēķināts iekšējās saskaņotības koeficients, kurš norādīja, ka vienprātība, no statistikas viedokļa, starp reālo vērtību un aprēķināto ir laba ($ICC=0,72$; $95\%TI: 0,53 - 0,84$).

Promocijas darba ietvaros tika izveidots otrs regresijas modelis, kurš paredz kapsulorekša laukuma 3 mēnešu pēcoperācijas perioda reālo vērtību. Rezultātā ieguva, ka modelī var iekļaut šādus prediktorus: kapsulorekša laukums 1 dienu pēc operācijas, Iesaistītā acs, CTR diametrs, Glaukoma. Visiem modelī iekļautajiem prediktoriem ir statistiski nozīmīga ietekme uz kapsulorekša laukuma 3 mēnešu pēcoperācijas perioda vērtību ($p < 0,05$). Faktori, kuri visvairāk ietekmē kapsulorekša laukuma izmaiņu 3 mēnešu pēcoperācijas perioda prognozes modeli: Kapsulorekša laukums 1 dienu pēc operācijas (standartizēts koeficients = 0,89) un Iesaistītā acs (standartizēts koeficients = 0,65). Iegūtais modelis ir statistiski nozīmīgs ($p < 0,001$) un iegūtais determinācijas koeficients $R^2 = 87\%$ ($95\%TI: 77\% - 94\%$). Prediktoru ietekmes modelis attēlots 2.9. tabulā. Izveidotais paredzēšanas vienādojums ir: Pētījuma grupas kapsulorekša laukuma 3 mēnešu pēcoperācijas perioda vērtība = $-5,35 + 1,08 \times \text{Kapsulorekša laukums 1 dienu pēc op.} + 2,97 \times \text{Iesaistītā acs} + 2,32 \times \text{CTR Diametrs} - 2,20 \times \text{Glaukoma}$.

**Pētījuma grupas kapsulorekša laukuma 3 mēnešu pēcoperācijas perioda
vērtības prognozēšanas regresijas modelis**

Pazīme	Koeficients B (95% TI)	Statistiskais nozīmīgums	Standartizēts koeficients B
Konstante	-5,35 (-8,07 – -2,63)	< 0,001***	-
Kapsulorekša laukums 1 dienu pēc op.	1,08 (0,07 – 0,24)	< 0,01**	0,89
Iesaistītā acs	2,97 (1,71 – 4,23)	< 0,001***	0,65
CTR Diametrs	2,32 (1,11 – 3,54)	< 0,001****	0,51
Glaukoma	-2,20 (-3,34 – -1,05)	< 0,001***	-0,48

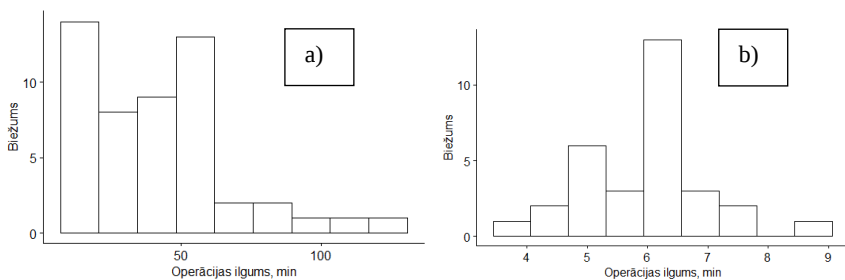
Lai novērtētu aprēķinātā modeļa saskaņotību ar reālā kapsulorekša laukuma pēc operācijas 3 mēnešu pēcoperācijas perioda reālās vērtības saskaņotību, tika aprēķināts iekšējās saskaņotības koeficients, kurš norādīja, ka vienprātība starp reālo vērtību un aprēķināto ir izcila (ICC = 0,93; 95 % TI: 0,87 – 0,96). Lai novērtētu izveidotā regresijas modeļa precizitāti, tika izveidots *Bland-Altman* grafiks (2.14. att.), kurā attēloja katra pacienta reālās un aprēķinātās vērtības starpību. Netika novērota pastāvīga aprēķinātās vērtības rezultāta nosliece (bias) attiecībā pret reālo kapsulorekša laukuma 3 mēnešu pēcoperācijas perioda rezultātu, kā arī abu testu rezultātu vidējās vērtības nebija statistiski nozīmīgi atšķirīgas ($p > 0,05$).



2.14. att. *Bland-Altman* analīze aprēķinātajam regresijas modelim

2.6. Operācijas ilguma analīze

Analizējot operācijas ilgumu pētījuma grupai, ieguva, ka minimālais operācijas ilgums bija 10 minūtes, maksimālais – 120 minūtes, vidējais operācijas ilgums – 42,33; SD = 24,32 minūtes, mediāna – 40 minūtes, modālais jeb visbiežāk sastopamais operācijas ilgums – 20 minūtes, pirmā kvartīle – 20 minūtes, trešā – 55 minūtes, operācijas ilguma starpkvartīļu intervāls – 35 minūtes (skat.2.15. att. a)).

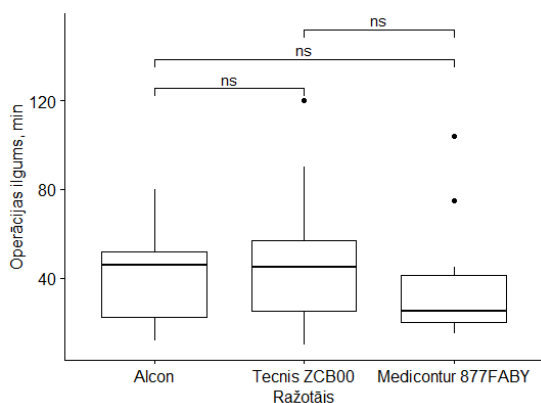


2.15. att. **Operācijas ilguma histogramma: a) Pētījuma grupas, b) kontroles grupas pacientiem**

Analizējot operācijas ilgumu kontroles grupai, ieguva, ka minimālais operācijas ilgums bija 4 minūtes, maksimālais – 9 minūtes, vidējais operācijas ilgums – 6,00; SD = 1,05 minūtes, mediāna – 6 minūtes, modālais jeb visbiežāk sastopamais operācijas ilgums – 6,50 minūtes, pirmā kvartīle – 5 minūtes, trešā – 6,50 minūtes, operācijas ilguma starpkvartīļu intervāls – 1,50 minūtes (skat. 2.15. att. b)).

Analizējot pētījuma grupas pacientu operācijas ilgumu atkarībā no implantētās IOL ražotāja, konstatējam, ka *Alcon* mediānais operācijas ilgums ir 50,00 minūtes [22,50 – 54,00], *Tecnis* 45,00 minūtes [25,00 – 59,00] un *Medicontur* 25,00 [20,00 – 44,50] minūtes, un statistiskā analīzē netika

konstatēts, ka operācijas ilgums būtu statistiski nozīmīgi atkarīgs no implantētās IOL ražotāja ($p = 0,50$), skat. 2.16. att.



2.16. att. Kastveida diagrammas pētījuma grupas operācijas ilguma analīzei atkarībā no IOL ražotāja

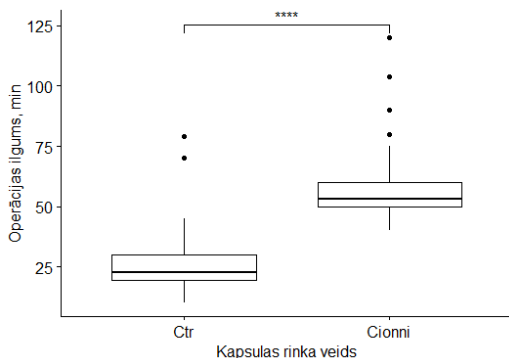
Analizējot operācijas ilgumu pētījuma grupas pacientiem, izmantojot Manna-Vitnija testu, statistiski nozīmīgu atšķirību dzimumam, iesaistītajai acij vai traumai nekonstatē ($p > 0,05$), skat. 2.10. tabulu. Tomēr traumas esamības gadījumā operācijas ilguma mediāna ir mazliet lielāka nekā traumas neesamības gadījumā (attiecīgi 45 pret 35 minūtes), lai gan statistiski nozīmīgu atšķirību nekonstatē ($p = 0,20$). Savukārt pseidoeksfoliāciju sindroma gadījumā, operācijas ilguma mediāna ir divas reizes mazāka (attiecīgi 50 pret 25 minūtēm) un ir konstatējama statistiski nozīmīga atšķirība ($p = 0,03$). Tāpat statistiski nozīmīgi ($p < 0,001$) garāks operācijas laiks ir mCTR, aptuveni 2 reizes ilgāka operācija nekā izmantojot CTR.

Savukārt kontroles grupai statistiski nozīmīgas atšķirības starp dažādiem parametriem netika konstatētas ($p > 0,05$), skat. 2.10. tabulu.

Operācijas ilguma (mediāna un starpkvartīļu izkliedes intervāls) analīze

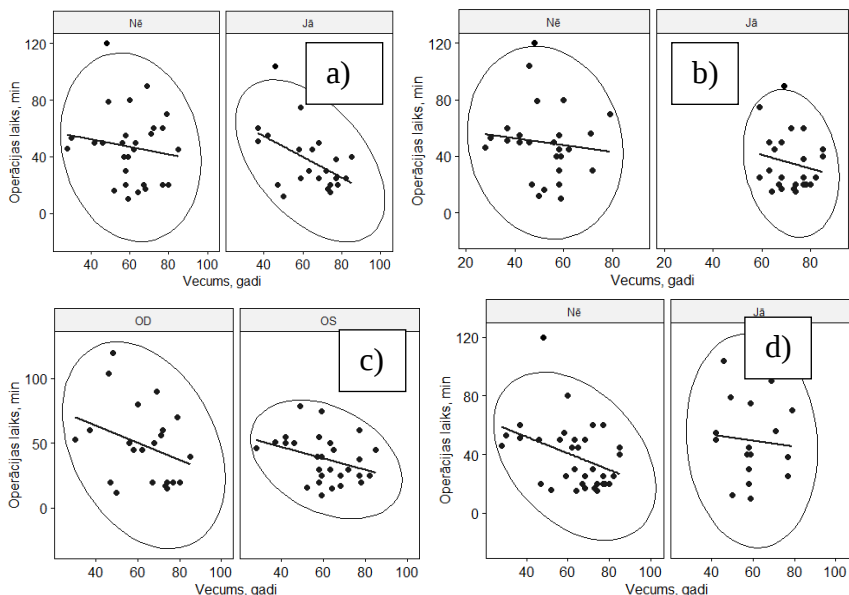
Pazīme	Operācijas ilgums, minūtes	
Grupa	Pētījuma	Kontroles
Dzimums		
Vīrieši	45,00 [21,25 – 52,50]	6,25 [5,00 – 7,00]
Sievietes	30,00 [20,00 – 79,00]	6,00 [5,00 – 6,50]
Statistiskais nozīmīgums	0,93 (n.s.)	0,84 (n.s.)
Acs		
OD	47,50 [20,00 – 62,50]	6,00 [5,00 – 7,00]
OS	38,00 [25,00 – 50,00]	6,00 [5,00 – 6,50]
Statistiskais nozīmīgums	0,31 (n.s.)	0,99 (n.s.)
Trauma		
Nav	35,00 [20,00 – 50,25]	6,00 [5,00 – 6,50]
Ir	45,00 [27,50 – 72,50]	5,75 [5,00 – 8,50]
Statistiskais nozīmīgums	0,20 (n.s.)	0,86 [n.s.]
PEX sindroms		
Nav	50,00 [30,00 – 57,00]	6,00 [5,00 – 6,50]
Ir	25,00 [20,00 – 47,50]	6,00 [5,62 – 6,50]
Statistiskais nozīmīgums	0,03*	0,99 (n.s.)
Kapsulas riņķa veids		
CTR	22,50 [17,75 – 30,00]	–
mCTR (Cionni)	54,00 [50,00 – 63,75]	–
Statistiskais nozīmīgums	< 0,001***	–
Glaukoma		
Nav	48,00 [20,00 – 59,00]	6,00 [5,00 – 6,50]
Ir	30,00 [20,00 – 50,00]	7,00 [6,50 – 7,00]
	0,16 (n.s.)	0,84 (n.s.)

Analizējot operācijas ilgumu pēc operācijā izmantotā CTR tipa, tika konstatēts, ka, izmantojot mCTR (Cionni), ir statistiski nozīmīgi ilgāks operācijas ilgums, nekā CTR izmantošanas gadījumā ($p < 0,001$), skat. 2.17. att.



2.17. att. Pētījuma grupas pacientu operācijas ilguma kastveida diagramma CTR un mCTR (Cionni) izmantošanas gadījumā

2.18. att. a), b), c), d) ir attēlotas sakarības starp pētījuma grupas pacientu vecumu un operācijas ilgumu šādām pazīmēm: 1) glaukoma nav un ir, 2) PEX sindromam, 3) OD un OS acīm, 4) trauma nav un ir. Statistiskā analīzē tika konstatēts, ka saglabājas negatīva korelācijas tendence visos variantos (jo lielāks ir pacienta vecums, jo īsāks ir operācijas laiks) un netiek nekonstatētas statistiski nozīmīgas korelācijas stipruma atšķirības starp grupām (glaukoma nav/ir, PEX sindroms nav/ir utt.) ($p > 0,05$).

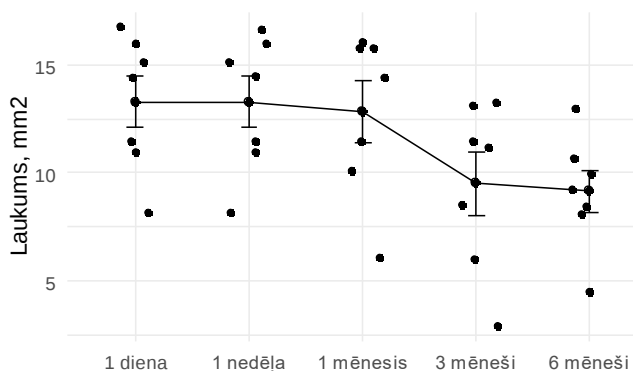


2.18. att. Korelācijas diagramma starp pētījuma grupas pacientu vecumu un operācijas ilgumu: a) glaukomi nav un ir, b) PEX sindromam nav un ir, c) OD un OS acīm, d) ar traumu un bez

2.7. Vēlino IOL-CTR-kapsulas maisa dislokāciju pacientu raksturojums

Laikā no 2011. gada (pētījuma sākuma) līdz 2020. gada martam 7 pacientiem (13,2 %) tika novērota vēlīnā IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācija. Vidējais vēlīnās IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācijas laiks bija 57,42 mēneši (SD 35,64 mēneši), minimālais – 12 mēneši, maksimālais – 96 mēneši, mediānais – 60 mēneši [Q1 – Q3: 24 – 96 mēneši].

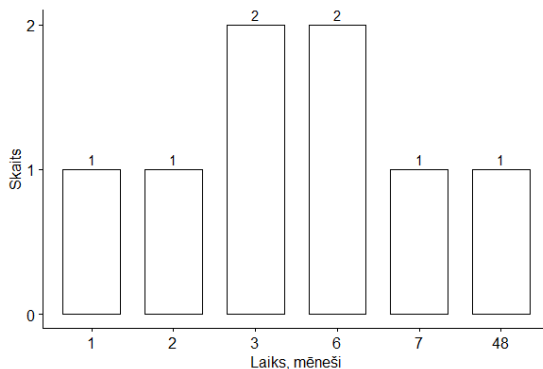
Vēlīnās IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācijas pacientiem priekšējās kapsulas atveres samazināšanās 6 mēnešu novērošanas periodā bija 32,7% (no 13,09 mm² līdz 8,80 mm²), 2.19.att.



2.19. att. Priekšējās kapsulas atveres samazināšanās vēlīnās IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācijas pacientiem

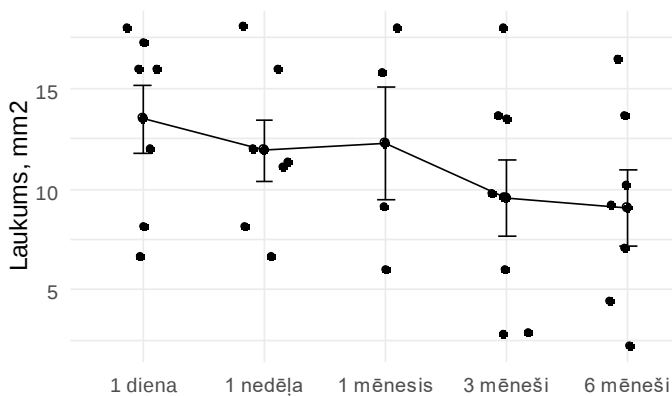
Astoņiem no 53 (15,1 %) pacientiem tika veikta priekšējās kapsulas Nd:YAG lāzerkapsulotomijas izteiktas fimozes dēļ. 4 no šiem 8 pacientiem bija PEX sindroms, 5 glaukoma, 1 trauma un 1 Marfāna sindroms, 1 miopija, šiem faktoriem arī kombinējoties.

Mediānais Nd:YAG priekšējās kapsulotomijas laiks bija 4,5 mēneši, minimālais – 1 mēnesis, maksimālais – 48 mēneši (2.20.att.), divi no 8 pacientiem bija vēlīnā IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācija.



2.20. att. Nd:YAG priekšējās lāzerdiscizijas laiks priekšējās kapsulas atveres fimozes pacientiem

Nd:YAG priekšējās kapsulotomijas pacientiem priekšējās kapsulas atveres samazināšanās 6 mēnešu novērošanas periodā bija 32,6% (13,46 mm² līdz 9,06 mm²) (2.21.att.).



2.21. att. Priekšējās kapsulas atveres samazināšanās Nd:YAG priekšējās kapsulotomijas pacientiem

3. Diskusija

Pētījumā iekļautais pacientu skaits (53), kas operēti pētījuma periodā, neatspoguļo visu pacientu skaitu, kam ir subluksēta lēca vai zonulu vājums, jo pētījumā nav iekļauti intraoperatīvi diagnosticētie pacienti ar zonulu vājumu, kā arī nav datu par citās klīnikās veiktajām operācijām pacientiem ar līdzīgām diagnozēm. Dānijā ir ziņota prevalence 6,4/100000 pacientu ar iedzimtu lēcas dislokāciju, no kuriem 31% nav nosakāma nozoloģiskā izcelsme, bet 69% pacientu tā ir saistīta ar Marfāna sindromu (MS) (68,2%), lēcas un zīlītes ektopija – 21,2%, autosomāli dominantā lēcas ektopija – 8%, homocistinūrija – 1,1%, sulfīta oksidāzes deficīts – 0,7%, *Weil-Marchesani* sindroms – 0,7% (Fuchs & Rosenberg, 1998). Kopumā analizē bija iekļauti 396 pacienti, kuru diagnoze noteikta laika posmā no 1977. gada līdz 1993. gada 1. janvārim. Subluksētās lēcas ar traumatisku izcelsmi ir norādītas 100 pacientiem šajā pašā laika periodā (Fuchs & Rosenberg, 1998). *Khokhar et al.* ziņo par 71 traumatisku lēcas subluksāciju no 150 subluksētu lēcu gadījumiem, kas operēti terciārajā oftalmoloģijas klīnikā Ziemeļindijā laika periodā no 2009. gada oktobra līdz 2011. gada septembrim, kaut gan nav datu par kopējo kataraktas operāciju daudzumu šajā pašā laika posmā, lai spriestu par subluksāciju prevalenci (Khokhar et al., 2014). *Shah et al.* ziņo par 59 traumatisku subluksētu lēcu gadījumiem Pakistānā, Larkanā – 13 gadu periodā, kaut gan kopējais konsultēto, operēto pacientu skaits nav norādīts (Shah et al., 2016). Savukārt ar pseidoeksfoliāciju sindromu saistītais lēcas saišu vājums, kas ietilpst arī šajā pētījumā kā lēcas subluksācija, ir reģistrēts 159 no 3000 PEX sindroma operētiem pacientiem laika posmā no 1988. gada līdz 2010. gadam viena centra pētījumā Masačūsetsā, ASV (Shingleton et al., 2017). Ziemeļrietumu Spānijā zonulu vājums konstatēts 7 PEX sindroma pacientiem no 120 pacientiem ar šo diagnozi, kopumā pētījuma periodā no 2009. gada līdz

2010. gadam šajā centrā izoperēti 503 pacienti (Vazquez-Ferreiro et al., 2019), un šie rezultāti ir līdzīgi ar Portugālē veikto pētījumu, kur fakodonēzi konstatēja 5 no 43 PEX sindroma pacientiem 183 kataraktas pacientu grupā 6 mēnešu periodā (Alfaite et al., 1996). No 5 gadu periodā operētiem 9528 pacientiem Vācijā, Minhenē, 69 jeb 0,7% bija nepieciešamība implantēt CTR zonulu nepietiekamības dēļ, no kuriem 40 jeb 58% bija ar nenoskaidrotas izcelsmes zonulu nepietiekamību (to skaitā iekļautas pilnīgi nobriedušas (*matura*) kataraktas un pacienti pēc vitrektomijas operācijas ar silikona eļļas endotamponādi, pacients ar lielu tuvredzību), 23 jeb 33% ar posttraumatisku kataraktu, 4 acis jeb 6% – ar PEX sindromu, 2 acis jeb 3% – ar Marfāna sindromu (Tribus et al., 2007). Savukārt Japānā periodā no 1999. gada līdz 2007. gadam tika identificēti 75 pacienti (80 acis) ar implantētu CTR, kas norāda uz zonulu vājumu, kaut gan arī nav norādīts kopējais kataraktas operāciju skaits klīnikā, kurā veikts pētījums. Zonulu vājumu iemesli bija sekojoši – PEX sindroms (31%), priekšējās kameras kakta slēgšanās vai slēgta kakta glaukoma (25%), trauma (17%), ķirurģiskas komplikācijas (6,4%), hronisks uveīts (4,3%), pēc vitrektomijas (4,3%), iedzimtas anomālijas (4,3%), nezināms iemesls (6,4%) (Takimoto et al., 2008). No 3 gadu periodā (2010. g. – 2013. g.) veiktajām 4316 kataraktas operācijām, 41 acij jeb 0,94% pacientu bija nepieciešams CTR implantācija zonulu nepietiekamības dēļ Turcijā veiktajā pētījumā (Celik et al., 2015), kur galvenie iemesli CTR implantācijai bija nobriedusi katarakta 29,2%, traumatiska katarakta 24,3%, PEX sindroms 19,5%, pigmentozais retinīts 14,6%, degeneratīva tuvredzība 9,7%, lēcas koloboma 2,4% gadījumu.

Traumatiskas izcelsmes lēcas subluksācija tika konstatēta 17 jeb 32,1% pētījuma pacientu (pēc anamnēzes datiem), bet bez dokumentēta apstiprinājuma par slēgtu vai atvērtu acs traumu. Trulu acs traumu gadījumā lēcas subluksāciju konstatē relatīvi reti (Canavan & Archer, 1982; Macewen, 1989), parasti tas ir

kombinācijā ar citu acs daļu ievainojumiem, kā, piemēram, iridodialīzi, priekšējā kameras kakta recesiju, ciliārķermeņa atrāvumu, dzīslenes plīsumiem, tīklenes atrāvumu vai tīklenes plīsumu un atslāņošanos, hifēmu vai hemoftalmu (Canavan & Archer, 1982; Viestenz & Kuchle, 2004). Khokhar et al. lēcas subluksāciju traumas rezultātā konstatēja aptuveni pusei analizēto pacientu (71 no 150), 89% no tiem lēcas subluksācija bija trulas traumas rezultātā, bet 11% - penetrējošas traumas rezultātā (Khokhar et al., 2014). Pakistānā, Larkanā 13 gadu periodā no 2002. gada līdz 2015. gadam ārstēti 59 (no tiem 6 ar penetrējošu ievainojumu) pacienti ar traumatisku lēcas subluksāciju, bet nav minēts kopējais šajā laika periodā ārstēto pacientu skaits ar lēcas subluksāciju (Shah et al., 2016). 18% traumatiskas lēcas subluksācija tika konstatēta Dānijas pētījumā (100 pacienti no 568 pētījumā iekļautajiem) (Fuchs & Rosenberg, 1998), kas ir līdzīgi šī pētījuma rezultātiem. Trauma kā lēcas subluksācijas iemesls minēts 47 no 224 subluksēto lēcu pacientu, kam implantēts CTR III fāzes ķirurģiskajā *Opthec USA* sponsorētajā pētījumā (Price et al., 2005).

PEX sindroms tika konstatēts 47,2% pacientu jeb 25 pacientiem. PEX sindroma sastopamība atšķiras dažādos pasaules reģionos – Igaunijā ziņots par 25,5% no populācijas, kuras vidējais vecums ir 70 gadi (Kaljurand & Teesalu, 2010), plānveida kataraktas operāciju pacientiem PEX sindroma sastopamība Igaunijā bija vēl lielāka – 35,4%, vecuma grupā no 50–59 gadiem sindromu novēro 17,6%, vecuma grupā no 80–89 gadiem – 38,6% (Kaljurand & Puska, 2004). Vāju zonulu vai subluksācija gadījumi nav ziņoti. Somijā PEX sindroma sastopamība ir 31%, un konstatēts, ka PEX sindroma pacientiem ir desmitkārtīgi lielāks risks lēcas kapsulas zudumam kataraktas operācijas laikā, kas norāda uz novājinātām zonulām, kaut gan atsevišķi lēcas subluksācija PEX sindroma dēļ atsevišķi netika izdalīta (Lumme & Laatikainen, 1993). Ziemeļzviedrijā PEX sindroms vismaz 1 acī 66 gadus veciem pacientiem konstatēts 23% gadījumu, sievietēm izteikti vairāk (29%) nekā vīriešiem (15%)

(Astrom & Linden, 2007). Portugālē pētījuma grupā ar 183 pacientiem ziņots par PEX sindromu 23,5% pacientu ar vidējo vecumu 75,98 gadi, 16,1% no PEX sindroma pacientiem kataraktas operācijas laikā konstatēta fakodonēze, kas liecina par lēcas subluksāciju un zonulu vājumu, kontroles grupā fakodonēze netika konstatēta (Alfaiate et al., 1996). Ziemeļrietumu Spānijā 17,4% kataraktas operāciju pacientu tika konstatēts PEX sindroms, pētījuma periodā no 2009. gada līdz 2010. gadam kopumā tika veiktas 730 kataraktas operācijas (Vazquez-Ferreiro et al., 2019). Atsevišķi fakodonēze vai pārliedzinoša lēcas subluksācija netika izdalīta, bet zonulu dialīze, kas ir vāju saišu pazīme, intraoperatīvi tika konstatēta 7 gadījumos no 120 PEX sindroma acīm (Vazquez-Ferreiro et al., 2019). Rietumbengālas štatā Indijā 3,5 gadu periodā no 2013. gada līdz 2016. gadam no 3334 veiktajām kataraktas operācijām 512 konstatēja PEX sindromu, kas veido 15,53%, kā arī tika novērota raksturīgā tendence pieaugt PEX sindroma prevalences, palielinoties pacientu vecumam (Islam et al., 2017). Pirmsoperācijas apskatē nevienam pacientam netika apstiprināta lēcas subluksācija, kaut gan kataraktas operācijas laikā 7 pacientiem bija zonulu dialīze, kā arī 23 pacientiem jeb 4,49% 3 mēnešu periodā bija nobīdījies IOL, ko autori saista ar esošu zonulu vājumu (Islam et al., 2017). Citā Indijā veiktajā pētījumā, kurā analizēti 1,5 gadu kataraktas operāciju dati par 2016. –2017. gadu, PEX sindroms tika konstatēts 22,1% no 1022 pacientiem, no kuriem (226 pacienti), savukārt, 5,3% jeb 12 pacienti tika definēti kā pacienti ar lēcas subluksāciju, operācijas laikā intraoperatīvi diagnosticēts lēcas vājums bija vēl 6 pacientiem, līdz ar to kopā 18 jeb 8% no visiem PEX sindroma pacientiem tika implantēts CTR (Joshi & Singanwad, 2019). 159 no 3000 PEX sindroma pacientiem, kam veikta kataraktas operācija, preoperatīvi vai intraoperatīvi tika konstatētas vājas saites ASV, Masačūsetsā 22 gadu periodā, kaut gan kopējais operēto pacientu skaits vai PEX sindroma prevalences netika norādīta (Shingleton et al., 2017). PEX sindroms bija

galvenais lēcas subluksācijas iemesls III fāzes klīniskajā pētījumā par CTR, veidojot 44% no pētījuma grupas (113 no 224 pacientiem) (Price et al., 2005), kas ir līdzīgi kā šajā pētījumā.

Hayashi et al. pētījumā, kur salīdzinātas hidroģela un akrila lēcu ietekme uz priekšējās kapsulas kontrakciju, pārliecinoši tika konstatēts, ka priekšējās kapsulas kontrakcija 3 un 6 mēnešu periodā hidroģela lēcām ir izteiktāks nekā akrila lēcām, 6 mēnešus pēc operācijas hidroģela lēcām vidējais samazinājums bija 16,9%, turpretī akrila lēcām – 8,8% (Hayashi et al., 2001). Citā pētījumā, salīdzinot priekšējās kapsulas procentuālo samazinājumu pacientiem, kuriem implantētas silikona vai akrila lēcas, 6 mēnešu periodā tas bija 21,6% silikona lēcām un 15,8% akrila lēcām (Hayashi & Hayashi, 2005). Hidrofilā vai hidrofobā akrila materiāla ietekme uz priekšējo kapsulu kopumā neatšķiras, kaut gan hidrofobajām akrila lēcām ir lielāka virsmas adhēzija ar lēcas kapsulu, nekā hidrofilajām akrila lēcām (Kugelberg et al., 2008; Ursell et al., 2018), ko apstiprina *Becker et al.* 3 gadu pētījums ar hidrofilajām akrila lēcām, nekonstatējot nozīmīgu priekšējās kapsulas atveres laukuma izmaiņas, tam saglabājot stabilu 25% IOL priekšējā laukuma noklājumu (Becker et al., 2006). Tomēr atšķirīgu rezultātu ziņo *Žemaitiene et al.*, hidrofilajām akrila lēcām 1 gada periodā izraisot lielāku priekšējās kapsulas fibrozi nekā hidrofobajām (Zemaitiene et al., 2008), kā arī *Tsinopoulos et al.* pētījumā, kurā salīdzināja hidrofobās akrila lēcas ar hidrofilajām, atklāja, ka priekšējās kapsulas nozīmīga fibroze ar kontrakciju ir 4 pacientiem (no 273) hidrofobo akrila lēcu grupā pret 19 (no 366) hidrofilo akrila lēcu grupā (Tsinopoulos et al., 2010).

LEC notīrīšana no lēcas priekšējās kapsulas 3 gadu periodā rada mazāku priekšējās kapsulas apduļķošanu un fibrozi acīs bez citām blakusslimībām, standarta izmēra (5mm diametrā) kapsuloreksi, veidojot 15% un 19% subjektīvi noteiktu priekšējās kapsulas apduļķojumu 2 dažādu intraokulāru lēcu grupās

(hidrofobais silikons ar noapaļotu optiskās daļas malu, atšķirās haptisko daļu leņķis attiecībā pret optisko daļu), kurās veikta priekšējās kapsulas notīrīšana, pret 26% un 26% tādu pašu lēcu grupās, kur priekšējās kapsulas notīrīšana netika veikta (Sacu et al., 2004). Šo priekšējās kapsulas apduļķošanās tendenci apstiprina arī 5 gadu novērojums līdzīga dizaina lēcai (hidrofobais silikons ar leņķī iestrādātu haptisko daļu, bet asām optiskās daļas maliņām), kur vienīgās statistiski nozīmīgās izmaiņas ir subjektīvi noteiktajās priekšējās kapsulas apduļķošanās pakāpē (Bolz et al., 2006). Abos pētījumos nevienam no pētījuma pacientiem netika bojāta priekšējā kapsula vai lēcas saites, kā arī netika konstatēts neviens gadījums ar izteiktu priekšējās kapsulas atveres samazināšanos, kaut gan, ņemot vērā priekšējās kapsulas apduļķošanās starp notīrīto un nenotīrīto priekšējo kapsulu grupām, tika secināts, ka priekšējās kapsulas notīrīšana perspektīvā novērstu izteiktu kapsulas fibrozi (Bolz et al., 2006; Sacu et al., 2004). *Shah et al* pētījumā ar 60 pacientu 120 veselām, bez citām blakusslimībām (izņemot kataraktu), acīm, kurās implantēta hidrofbā akrila lēca, tika konstatēta statistiski nozīmīga pastiprināta priekšējās kapsulas apduļķošanās 1 mēnesi pēc kataraktas operācijas grupā, kur netika veikta priekšējās kapsulas LEC notīrīšana, kaut gan 6 mēnešu periodā priekšējās kapsulas apduļķošanās incidence izlīdzinājās starp grupām, kur ir vai nav veikta LEC notīrīšana (Shah et al., 2009). 4. pakāpes priekšējās kapsulas apduļķošanās jeb izteikta kapsulas kontrakcija tika novērota 2 pacientiem (3,3%) no grupas, kurā netika veikta priekšējās kapsulas LEC notīrīšana 1 mēnesi pēc operācijas, papildu gadījumi citās vizītēs vairs netika novēroti nevienā no grupām. Šajā pašā pētījumā autori ziņo par nozīmīgu postoperatīvā iekaisuma rādītāju (*cells and flare*) statistiski nozīmīgu paaugstinājumu grupā, kur veikta priekšējās kapsulas notīrīšana no LEC (Shah et al., 2009). Priekšējās kapsulas pastiprinātu apduļķojumu un pastiprinātu fimozi veselās acīs bez LEC notīrīšanas

pacienti ar implantētu hidrofilo akrila lēcu ar asām optiskās daļas malām apstiprina *Baile et al* (Baile et al., 2012).

Eksperimentālajā pētījumā ar mākslīgi inducētu dažādas pakāpes zonulu defektu cūku acīs, operācijas laikā kapsulas maisa stabilizācijai lietojot varavīksnenes retraktorus un CTR, tika konstatēta pārliecinoša, statistiski nozīmīga kapsulas maisa formas saglabāšanās, salīdzinot ar kontroles grupu, kā arī statistiski nozīmīga samazināta lēcas kodola fragmentu nokļūšana stiklveida ķermenī (Yaguchi et al., 2019). Kapsulas tensijas riņķis vairumā gadījumu tika implantēts pirms fakoemulsifikācijas, lai operācijas laikā saglabātu subluksēto lēcu kapsulas maisa kontūru, kas nodrošina barjeras funkciju starp acs priekšējo un mugurējo segmentu un samazina atlikušo zonulu notrūkšanas risku (Cionni & Osher, 1998; Cionni et al., 2003; Georgopoulos et al., 2007; Gimbel et al., 1997; Vasavada et al., 2012a).

Vidējais kapsulorekša laukums pētījuma pacientiem bija 14,24 mm² operācijas laikā, kas ir izteikti mazāks par parastu kapsulorekša laukumu, kas tiek radīts nekomplīcētas kataraktas operācijas laikā un parasti tas ir 5–5,5mm (Choi et al., 2018; Hayashi et al., 2011; Hayashi & Hayashi, 2005; Kim et al., 2013) diametrā, kas atbilst 19,625 mm² – 23,75 mm² laukumam. Mazs kapsulorekša laukums pētījuma pacientiem ir skaidrojams ar 2 faktoriem - izteiktu lēcas kustīgumu novājināto vai neesošo saišu dēļ (Vanags et al., 2017; Vasavada et al., 2012b) un pielietoto ķirurģijas tehniku, kurā varavīksnenes vai kapsulas āķi (retraktori) fiksē kapsulorekša (un līdz ar to visu lēcu) malu. Mazs kapsuloreksis, pēc autora novērojumiem, nodrošina mazāku fiksācijas leņķi starp fiksācijas āķiem un lēcas kapsulas virsmu, tādējādi operācijas laikā ir mazāks lēcas un priekšējās kameras kustīgums (fluktuācijas), kas būtiski samazina priekšējās kapsulas ruptūras risku. Mazs sākotnējais kapsuloreksis ir palielināts riska faktors priekšējās kapsulas kontrakcijai (Sugimoto et al., 1998), kas kombinācijā ar vājām lēcas saitēm var izraisīt izteiktu priekšējās

kapsulas kontrakciju ar redzes pasliktināšanos vai zudumu, IOL novietojuma un novietojuma leņķa maiņu, vēlīno IOL dislokāciju (Al-Kharashi & Al-Obailan, 2009; Davison, 1993; Hayashi et al., 2001; Hayashi et al., 2011; Kato et al., 2002; Subasi et al., 2019). Pētījumā izmantotā pieceja, kad tika saglabāts mazais sākotnējais kapsuloreksis, to nepaplašinot, ir balstīts uz CTR izmantošanu un hidrofobo akrila IOL ar aso maliņu izmantošanu, kuru kombinācija samazina priekšējās kapsulas kontrakcijas risku (Cionni & Osher, 1998; Corydon et al., 2007; Hayashi & Hayashi, 2005; Jacob et al., 2003; Lee et al., 2001). *Vasavada et al.* pētījumā, kurā analizētas 46 subluksētu lēcu operācijas ar dažādu subluksācijas etioloģiju, aprakstīta operācijas tehnika ar mazu sākotnējo kapsuloreksi, kas operācijas beigās paplašināta līdz standarta izmēram (5–5,5 mm diametrā) (Vasavada et al., 2012a). Citu subluksētu lēcu pētījumu grupās ziņo par iniciālu standarta kapsulorekša izmēru (Das et al., 2009; Santoro et al., 2003). *Lin et al.* pētījumā ar dažādiem priekšējās kapsulas izmēriem pēc iedzimitas kataraktas operācijas, neimplantējot IOL, grupā, kurā bija ļoti mazs sākotnējais kapsuloreksis, tā atveres samazināšanās laukums 1 un 6 mēnešu novērošanas vizītēs bija attiecīgi 10,09 mm² un 9,08 mm² (samazinājums par 16,97% un 25,26%), salīdzinot ar iniciālo 12,16 mm². Grupā ar vidēji lielu kapsuloreksi šo pašu vizīšu rezultāti bija 15,22 mm² sākotnējais izmērs, 13,43 mm² 1. mēnesī un 12,79 mm² 6. mēnesī, procentuālais samazinājums attiecīgi 12,92% un 15,95%. Grupā ar vislielāko sākotnējo kapsuloreksi (22,92 mm²), samazinājums pēc 1 mēneša bija līdz 20,86 mm² (8,88%) un 20,49 mm² (10,55%) 6 mēnešus pēc operācijas (Lin et al., 2015). Šī pētījuma pacientiem kapsuloreksis netika paplašināts, jo, pēc autora domām, tā ir papildus manipulācija, kas var padziļināt jau tā novājināto zonulu defektu vai bojāt saglabātās zonulas, tādējādi pasliktinot pēcoperācijas iznākuma prognozi. *Price et al.* III fāzes pētījumā par CTR izmantošanu subluksētu lēcu gadījumos, 25 no 224 pacientiem konstatēja vidēju (23

pacienti) un smagu (2 pacienti) priekšējās kapsulas atveres kontrakciju 1 gada periodā, kaut gan nav norādīts priekšējās kapsulas atveres sākotnējais izmērs pētījuma grupā (Price et al., 2005), kas norāda uz CTR nozīmi priekšējās kapsulas kontrakcijas samazināšanā.

Vidējais kapsulorekša laukuma samazinājums pētījuma grupas pacientiem bija pakāpenisks, no 14,24 mm² operācijas laikā līdz 12,13 mm² 6. mēnesī pēc operācijas, statistiski nozīmīgu samazinājumu novērojot 1 mēnesi pēc operācijas. Kim et al. ziņo par priekšējās kapsulas kontrakciju vidēji no 18,60 – 18,99 mm² operācijas laikā līdz 16,81 – 17,75 mm² 3 mēnešu novērošanas periodā kataraktas operācijas pacientiem, kuriem implantētas intraokulārās lēcas, kas līdzīgas šajā pētījumā izmantotajām, kopumā vidējais kapsulorekša laukuma samazinājumam veidojot 6,76–10,87% no sākotnējā kapsulorekša izmēra acīs bez patoloģijas (Kim et al., 2013), līdzīgas tendences acīs bez patoloģijas sakrīt arī ar Choi et al. (Choi et al., 2018) un Corydon et al. (Corydon et al., 2007) veiktajiem novērojumiem. Savukārt kapsulorekša kontrakcija 9 mēnešu periodā, samazinoties par vidēji 14% acīs bez patoloģijas, ziņo Kato (Kato et al., 2002). Mönastam savā pētījumā ar 800 pacientiem, kas novēroti 20 gadu periodā vēlinās IOL dislokācijas incidences novērtēšanai, nefiksēja nevienu nozīmīgu priekšējās kapsulas atveres samazināšanos, kurai būtu nepieciešamība veikt Nd:YAG priekšējās kapsulas lāzerdiscīziju, kaut gan priekšējās kapsulas izmērs speciāli netika mērīts intraoperatīvi vai postoperatīvi (Monestam, 2019). Šajā pētījumā priekšējās kapsulas atveres laukuma samazinājums atkarībā no implantētās IOL ražotāja statistiski neatšķīrās, kas saistīts ar līdzīgo IOL uzbūvi, materiāla un virsmas īpašībām. Pētījuma grupā kapsulorekša samazinājums ar implantētu Alcon lēcu vidēji bija 11%, bet Tecnis un Medicontur – abiem aptuveni 16%, kas gan nesakrīt ar tendenci, ka acīs, kur implantētas Alcon lēcas, ir lielāka priekšējās kapsulas atveres samazināšanās kā acīs, kur implantēts Tecnis ZCB00. Šāda tendence novērota

grupās, kur citas acu patoloģijas (izņemot kataraktu) nebija konstatētas (Kahraman et al., 2014), gan kopējā populācijas grupā, iekļaujot arī pacientus ar citām acs patoloģijām (Hartman et al., 2018).

Pacientiem ar traumatisku lēcas subluksāciju vidējais kapsulorekša samazinājums pētījuma grupā bija 18,30% pret 13,10% grupā bez traumas. *Cionni et al.* pētījumā, kurā iekļauti 46 pacienti ar dažādas izcelsmes lēcas subluksāciju, salīdzinot traumatiska un netraumatiska cēloņa subluksētu lēcu operācijas ar mCTR (*Cionni*) un hidroforbās akrila lēcas implantāciju, starp abām grupām nekonstatēja statistiski nozīmīgus postoperatīvo komplikāciju veidus (Vasavada et al., 2012a). Gadījuma aprakstā pacientam ar traumatisku lēcas subluksāciju, kuram anamnēzē bijusi radzenes transplantācija (DALK), *Kandar* atzīmē priekšējās kapsulas atveres izmēra nemainīgumu, ko autors saista ar pietiekami lielu sākotnējo kapsuloreksi (5 mm, atbilst $19,625 \text{ mm}^2$), kā arī implantēto mCTR (*Cionni*) riņķi un hidroforbo akrila lēcu (*Kandar*, 2014). Šī pētījuma priekšējā kapsulorekša laukuma samazinājums par 18,30% būtu skaidrojams ar mazāku iniciālo kapsulorekša izmēru, jo visiem pacientiem tika implantēti CTR vai mCTR (*Cionni*) kombinācijā ar hidroforbajām akrila lēcām.

Pētījumā ir novērojama kapsulorekša laukuma izteiktāka samazināšanās tiem pacientiem, kam implantēts CTR 11mm diametrā, 6 mēnešu periodā ir 22,7% samazinājums ($13,70 \text{ mm}^2$ līdz $10,58 \text{ mm}^2$), savukārt CTR ar diametru 12 mm samazinājums ir 8,07% ($14,61 \text{ mm}^2$ līdz $13,43 \text{ mm}^2$ 6 mēnešu periodā). Eksperimentālā pētījumā ar cūku acīm ir noskaidrots, ka CTR palīdz saglabāt relatīvi nemainīgu priekšējo kapsuloreksi un kapsulorekša izmaiņas nav atkarīgas no CTR diametra. Acīs, kurās tika implantēts tikai IOL, bija lielākas kapsulorekša atveres izmēra atšķirības (Lee et al., 2001). Pacientiem bez citām acs patoloģijām, izņemot kataraktu, pēc kataraktas operācijas ar CTR implantāciju, kapsulorekša samazinājums 3 mēnešu periodā ir bez statistiskas ticamības (Kurz et al., 2006). *Takimoto et al.* pētījumā par IOL centrēšanu,

novietojuma leņķa (*tilt*) un priekšējās kapsulas atveres izmaiņām pacientiem ar zonulu vājumu CTR grupā, izmantojot 2 veidu kapsulas riņķus ar diametru 12,3 un 13 mm, neatrada statistiski nozīmīgus kapsulorekša samazināšanās rādītājus starp abiem riņķu veidiem (Takimoto et al., 2008). Šī pētījuma autors uzskata, ka tomēr CTR diametram ir nozīme, jo lielāks CTR diametrs nodrošina izteiktāku kapsulas maisa iestiepumu, tādējādi pretojoties kapsulorekša kontrakcijai, ko pierāda atšķirība starp kapsulorekša procentuālo samazināšanos starp 11 un 12 mm CTR pēcooperācijas novērojumu periodā. Pigmentozā retinīta pacientiem, kuriem tika implantēts CTR, novēroja izteikti mazāku priekšējās kapsulas kontrakciju, nekā grupai, kurā tas netika implantēts, tādējādi apstiprinot CTR nozīmi kapsulas kontrakcijas sindroma samazināšanā (Bayyoud et al., 2013).

Pētījumā pacientiem, kam tika implantēts CTR, konstatēja kapsulorekša samazinājumu par 18,70% (no 13,90 līdz 11,30 mm²), savukārt, acīs ar implantētu modificēto CTR (Cionni) kapsulorekša samazinājums bija 9,01% (no 14,65 – 13,33mm²), ko apstiprina arī autora publikācija (Vanags et al., 2017). Kā jau minēts iepriekš, CTR implantācija pēc kataraktas operācijas acīs, kurās nav citu patoloģiju, neietekmē priekšējās kapsulas atveri (Kurz et al., 2006; Lee et al., 2001; Tribus et al., 2007), bet acīs ar zonulu vājumu kapsulorekša redukcija ir neliela, kaut gan nav izslēgta arī izteikta priekšējās kapsulas atveres samazināšanās atsevišķos gadījumos (Price et al., 2005; Takimoto et al., 2008). Pacientiem ar implantētu CTR vairāk konstatēja PEX sindromu, ar ko izskaidrojama izteiktāka kapsulorekša samazināšanās tendence.

Pacientiem ar PEX sindromu sākotnējais kapsulorekša laukums bija lielāks, nekā pārējiem pacientiem, bet pēdējā vizītē tas pēc izmēriem sasniedza citu pacientu kapsulorekša izmērus, līdz ar to vidējais priekšējās kapsulas laukuma samazinājums bija lielāks, kaut gan pārliecinošas statistikās ticamības netika konstatētas. Pastiprināta priekšējās kapsulas savilkšanās PEX sindroma

gadījumā jau tika aprakstīta, definējot priekšējās kapsulas kontrakcijas sindromu 1993. gadā (Davison, 1993). *Hayashi et al.* PEX pacientiem, kuriem nebija citu papildu acs patoloģiju, izņemot PEX glaukomu, konstatēja izteiktu, statistiski nozīmīgu, priekšējās kapsulas atveres samazināšanos pēc nekomplēktas kataraktas operācijas, implantējot Alcon hidrofobo akrila lēcu, bez CTR implantācijas (Hayashi et al., 1998). Visiem pacientiem, to skaitā kontroles grupai, sākotnējais kapsulorekša diametrs bija aptuveni 5,5 mm, PEX grupā pēc 1 gada novērošanas konstatēja tā samazināšanos par 22,3% (no 25,4 līdz 19,7 mm²), izteiktāko samazinājumu - par 17,5% novērojot jau 1 mēnesi pēc ķirurģijas. Savukārt kontroles grupā (bez citām acs patoloģijām, izņemot kataraktu) priekšējās kapsulas atveres samazināšanās 1 gada periodā bija 6,7% (no 26,5 līdz 24,8 mm²). 7 no 53 PEX grupas attīstījās izteikta priekšējās kapsulas kontrakcija, atvērums kļuva mazākam par 10 mm², 5 no tiem tika veikta priekšējās kapsulas fibrozes Nd:YAG lāzera kapsulotomijas kontrakcijas samazināšanai, vidējais laika periods bija 6,3 mēneši pēc operācijas (Hayashi et al., 1998). *Shingleton et al.* priekšējās kapsulas pastiprinātu savilkšanos (fimozi) konstatēja 9% no 76 pacientiem ar preoperatīvi noteiktu zonulu vājumu PEX sindroma pacientiem, 12% no 67 pacientiem, kam vājas zonulas konstatētas intraoperatīvi, kas, salīdzinot ar 2 kontroles grupām, kuras sevī ietvēra PEX pacientus bez zonulu vājuma un pacientus bez citām acs patoloģijām, bija statistiski nozīmīgi atšķirīgas no kontroles grupām (Shingleton et al., 2017). CTR tika implantēts 52 no pre- un intraoperatīvi diagnosticētajiem zonulu vājuma pacientiem ar PEX sindromu, 91 netika implanēts, un, salīdzinot abas grupas, netika konstatētas statistiski nozīmīgas atšķirības kapsulorekša laukuma izmaiņās pēcoperācijas periodā. Ja salīdzina ar kontroles grupu, abu augsta riska grupu priekšējās kapsulas atveres samazināšanās bija statistiski nozīmīga. 6 pacientiem no preoperatīvi noteiktās zonulu vājuma grupas un 2 pacientiem no intraoperatīvi diagnosticētās zonulu

vājuma grupas bija nepieciešama Nd:YAG kapsulotomija priekšējās kapsulas fibrozes likvidēšanai, kaut gan nav norādīts laika periods, kad tas bija nepieciešams. Kontroles grupai šāda iejaukšanās nebija nepieciešama (Shingleton et al., 2017). Atsevišķi vēl jāpiezīmē, ka, pēc *Shingleton* vārdiem, jāuzsver salīdzinoši augstais pseidofakodonēzes, priekšējās kapsulas kontrakcijas un IOL decentrācijas un novietojuma leņķa (*tilt*) gadījumu skaits (4,2%) kontroles grupā ar PEX sindromu bez zonulu vājuma, salīdzinot ar kontroles grupu, kurai nebija citu acs slimību, tādējādi uzsverot PEX sindroma nozīmi vēlīno komplikāciju izcelsmē (Shingleton et al., 2017). Priekšējās kapsulas fimozes augsta riska PEX apakšgrupā *Hayashi et al.* konstatēja statistiski nozīmīgu priekšējās kapsulas vidējo samazināšanos par 10,5% pirmajā mēnesī līdz 25,1% sestajā novērojumu mēnesī pacientiem bez profilaktiskas priekšējās kapsulas Nd:YAG lāzerdiscīzijas, salīdzinot ar 3,4% samazinājumu 1. mēnesī un 13,0% samazinājumu 6. novērojumu mēnesī PEX pacientu grupai, kurai bija veikts profilaktiskais priekšējās kapsulas Nd:YAG lāzerdiscīzija (Hayashi et al., 2011). Priekšējās kapsulas izteikta savilkšanās netika konstatēta nevienam no PEX sindroma pacientiem ar zonulu dialīzi (7 gadījumi no 106 (120 acis) PEX pacientiem, kopā pētījumā iesaistīti 503 pacienti) pētījumā Ziemeļrietumu Spānijā, bet nav datu, kas norādītu par CTR lietošanu šiem pacientiem (Vazquez-Ferreiro et al., 2019). *Borkenstein* 3 no 15 pacientiem (20%) ar PEX sindromu un vājām zonulām, kuriem operēta katarakta ar fakoemulsifikācijas metodi, bez CTR implantācijas un implantētu hidrofobo akrila lēcu (dizains pielīdzināms pētījumā izmantotajām), konstatēja priekšējās kapsulas atveres fimozī 10 mēnešu novērojumu periodā (Borkenstein & Borkenstein, 2019), kas ir vairāk kā šī pētījuma pacientiem (15,1%), tādējādi norādot uz CTR lomu izteiktas priekšējās kapsulas fibrozes samazināšanā.

Pētījumā statistiski nozīmīga priekšējās kapsulas atveres samazināšanās tika novērota pacientiem ar glaukomu. Šie dati ir izskaidrojami ar to, ka

lielākajai daļai glaukomas pacientu tika konstatēts arī PEX sindroms, kas arī ir viens no galvenajiem kapsulas kontrakcijas riska faktoriem (Alfaiate et al., 1996; Davison, 1993; Hayashi et al., 1998; Hayashi et al., 2011; Shingleton et al., 2017). *Hayashi et al.* salīdzināja priekšējās kapsulas kontrakciju pēc nekomplīcētas kataraktas operācijas PEX sindroma un PEX sindroma pacientiem ar glaukomu, bet statistiski nozīmīgas atšķirības netika konstatētas (Hayashi et al., 1998). *Subasi et al.* pētījumā par vēlīno IOL dislokāciju kā viens no faktoriem, kas to predisponē, ir minēta glaukoma, kas konstatēta 6 no 39 pētījumā iesaistītajiem pacientiem, 5 no tiem ir arī PEX sindroms (Subasi et al., 2019), līdz ar to glaukoma var būt nozīmīgs faktors kapsulas pastiprinātai kontrakcijai. *Ostern et al.* glaukomu kā riska faktoru vēlīnai IOL dislokācijai skaidro kā PEX sindroma tālu aizgājušas stadijas blakusparādību (Ostern et al., 2014), kas arī apstiprina šī pētījuma atradi, kur glaukomas pacientiem ir lielāka priekšējās kapsulas atveres samazināšanās, kur lielākai daļai glaukomas pacientu bija arī PEX sindroms.

Tuvredzība kā viens no pastiprinātas priekšējās kapsulas kontrakcijas iemesliem novājinātu saišu dēļ tika minēta jau sākotnējās publikācijās (Davison, 1993). Pētījumā tā tika konstatēta 6 pacientiem jeb 11,6%. 2018. gadā publicētajā pētījumā no Ķīnas, kurā iekļauti 19 pacientu 38 acis ar aksiālo acs garumu > 27 mm un acis definētas kā ekstrēmi augsta tuvredzība ar vājām lēcas saitēm un kurās tika veikta kataraktas operācija ar fakoemulsifikācijas metodi ar (1. grupa) vai bez (2. grupa) priekšējās kapsulas notīrīšanu no LEC, priekšējās kapsulas kontrakcija vislielākā bija 1 mēnesi pēc operācijas abās grupās, līdz 6 mēnesim samazinoties vienlīdzīgi, starp grupām nenovērojot statistiski nozīmīgu samazināšanos, CTR netika implantēts nevienam pacientam, kā arī izteikta priekšējās kapsulas fibroze, kurai būtu nepieciešams Nd:YAG lāzekapsulotomijas, netika konstatēta. 1. grupā priekšējās kapsulas laukuma samazinājums bija no 25,26 mm² 1. dienā pēc operācijas, līdz 23,97

mm² 1 mēnesi pēc operācijas un 23,26 mm² 6 mēnešus pēc operācijas, kas veido attiecīgi 5,1% un 7,91%. 2. grupā sākotnējais kapsuloreksis bija 25,46 mm², kas pirmajā mēnesī samazinājās līdz 23,78 mm², 6. mēnesī – līdz 22,64 mm², procentuālo samazinājumu attiecīgi 1. un 6. mēnesī veidojot 6,59% un 11,07% (Wang et al., 2018). Priekšējās kapsulas kontrakcijas sindroms lielas tuvredzības gadījumā būtu skaidrojams ar palielinātu TGFβ2 daudzumu priekšējās kameras šķidrumā, kas pēc kataraktas operācijas pastiprināti stimulē LEC transformāciju par miofibroblastiem (Zhu et al., 2016), savukārt iedzimtas lēcas ektopijas jeb subluksācijas gadījumā TGFβ2 daudzuma palielināšanās priekšējās kameras šķidrumā korelē ar palielinātu lēcas subluksācijas pakāpi (Cao et al., 2019), līdz ar to tuvredzības gadījumā pastiprināta kapsulas kontrakcija ir kā novājinātu vai neesošu zonulu izpausme. Izteikta kapsulas kontrakcija abās acīs pacientam ar lielu tuvredzību pēc kataraktas operācijas bez kapsulas tensijas riņķa implantācijas ir ziņota gadījuma aprakstos (Xiao et al., 2011; Zhang et al., 2012), kaut gan šī komplikācija norādīta kā reta – 1 no 54 lielas tuvredzības pacientiem pēc kataraktas operācijas (Xiao et al., 2011).

Laikā no 2011. gada (pētījuma sākuma) līdz 2020. gada janvārim 7 pacientiem (13,2 %) tika novērota vēlīnā IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācija (Vanags et al., 2021). *Mönastam* fiksēja 1,2% vēlīno IOL dislokāciju 20 gadu periodā 800 kataraktas pacientu grupā, kas operēti no 1997.–1998. gadam, no kuriem 39% bija PEX sindroms, kā arī visiem pacientiem ar vēlīno IOL dislokāciju, tā tika novērota kā IOL-kapsulas maisa kompleksa dislokācija, neviens gadījums nebija kā atsevišķa IOL dislokācija, kapsulas maisam paliekot neskartam (Monestam, 2019). *Mönastam* pētījuma grupā ietilpa arī 11 pacienti ar operācijas laikā implantētu CTR, kas liecina par vājām zonulām vai lēcas subluksāciju, bet šīs apakšgrupas pacientiem vēlīnā IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācija attīstījās 18% (2) pacientu (Monestam, 2019), kas ir vairāk kā šī pētījuma grupas pacientiem, kaut gan novērojuma periods *Mönastam*

pētījumā arī ir izteikti lielāks, līdz ar to perspektīvā var sagaidīt vēlīno dislokāciju skaita pieaugumu. To arī apstiprina kopējās *Mönastam* pētījuma grupas vēlīno IOL dislokāciju laika nogrieznis no sākotnējās kataraktas operācijas līdz IOL dislokācijai, un tas svārstās no 3 gadiem un 9 mēnešiem līdz 19 gadiem. Vēlīnas dislokācijas laiks pacientiem, kuriem bija implantēts CTR, nav norādīts (Monestam, 2019), bet jebkurā gadījumā šī pētījuma vēlīnās IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācijas pirmie gadījumi tika novēroti jau 1, 2 un 3 (Vanags et al., 2021; Vanags & Laganovska, 2020) gadus pēc sākotnējās operācijas, kas ir agrāk kā *Mönastam* pētījumā. *Bayyoud et al.* pētījumā ar 46 pacientiem, kuri slimo ar pigmentozo retinītu un tika veikta kataraktas operācija ar hidroforās akrila lēcas implantāciju ar vai bez CTR implantācijas, 1 pacienta (ietilpa grupā, kur CTR nav implantēts) abās acīs konstatēja vēlīno IOL dislokāciju 8 gadu novērošanas periodā, kaut gan precīzs dislokācijas laiks norādīts (*Bayyoud et al.*, 2013). Lietuvā 2013. gadā veiktajā retrospektīvajā pētījumā vidējais vēlīnais IOL-kapsulas maisa dislokācijas laiks bija 67 mēneši no kataraktas operācijas, kā lielāko riska faktoru minot PEX sindromu (56,9% pacientu), intraoperatīvi konstatētu zonulu vājumu (35,3% pacientu), CTR implantāciju (29,4% pacientu), traumu (21,6% pacientu) (*Krepste et al.*, 2013). *Das et al.* pētījumā ar CTR implantāciju bērniem konstatēja vēlīno IOL-CTR-kapsulas maisa dislokāciju pacientam ar MS 2 gadus pēc sākotnējās ķirurģijas, kā iespējamo iemeslu norādot progresējošu saišu vājumu un pastiprinātu priekšējās kapsulas kontrakciju (*Das et al.*, 2009). Jāatzīmē, ka pacientam bija implantēta hidrofilā akrila lēca, kas palielina priekšējās kapsulas kontrakcijas iespēju (*Zemaitiene et al.*, 2008). *Gunenac et al.* apraksta 2 IOL-CTR-kapsulas maisa vēlīnās dislokācijas gadījumus 6 gadus pēc sākotnējās operācijas, kā arī norāda uz vienkāršu un ar mazu komplikāciju risku saistītu IOL-CTR-kapsulas maisa repozīcijas operāciju - kompleksa fiksāciju *sulcus* uz plkst 12.00 ar polipropilēna šuvi, to fiksējot pie CTR malas (*Gunenc et al.*, 2014), šī pētījuma

autoram izmantojot līdzīgu pieeju (Vanags & Laganovska, 2020). *Kocak et al.* 3 gadījumu analīze atklāj vēlīno IOL-CTR-kapsulas maisa dislokāciju 2,5 gadus, 3 gadus un 8 gadus pēc kataraktas operācijas pacientiem ar vājām zonulām, kas saistītas ar PEX sindromu, un visiem pacientiem raksturīga izteikti fibrotiska priekšējās kapsulas atvere ar fibrotisku kapsulas maisu, implantētās IOL materiāls bijis hidrofilais akrils (Kocak et al., 2017). IOL decentrēšanos 3 mēnešu pēcoperācijas periodā Portugālē veiktajā pētījumā PEX pacientiem konstatēja 6,5% pacientu (Alfaite et al., 1996), bet ar saglabātu labu redzes asumu, tāpēc repozīcijas vai lēcas nomaiņas operācijas nav veiktas. *Shingleton et al.*, vēlīno IOL dislokāciju pacientiem augsta riska grupās (PEX pacienti ar preoperatīvi vai intraoperatīvi diagnosticētu zonulu vājumu) novēroja 3 pacientiem no 143 pacientu, kaut gan nav atsevišķi norādīts, vai šiem pacientiem bija implantēts CTR, kontroles grupā - 1 pacientam no 76 ar PEX sindromu bez zonulu vājuma pazīmēm konstatēja vēlīno IOL dislokāciju (Shingleton et al., 2017). Šajā pašā pētījumā arī norādīts, ka augsta vēlīno komplikāciju (to skaitā vēlīnās IOL dislokācijas) riska grupās nav statistiskas atšķirības starp pacientiem, kuriem ir vai nav implantēts CTR (Shingleton et al., 2017). Trīs mēnešu pēcoperācijas periodā Rietumbengālas štatā Indijā IOL decentrāciju novēroja 23 no 512 PEX sindroma pacientu, ko autori saista ar zonulu vājumu jeb lēcas subluksāciju (Islam et al., 2017). Vienam no pētījuma pacientiem vēlīnā IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācija notika fiksējošās šuves notrūkšanas rezultātā 2 gadus pēc sākotnējās operācijas (bija implantēts mCTR (Cionni)). Šis laiks sakrīt ar vidējo 10/0 prolēna fiksējošo šuvju pārtrūkšanas laiku (17,84 mēneši) *Cionni et al.* veiktajā pētījumā ar 57 pacientu 90 acīm ar dažādu iedzimtu patoloģiju izraisītu lēcas subluksāciju, kā arī vēlīnā IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācija tika konstatēta 9 acīs (10%)(Cionni et al., 2003). Vēlīnā IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācija pacientam ar mCTR (Cionni) implantāciju posttraumatisks izcelsmes lēcas subluksācijas koriģēšanai, kas

fiksēts ar 9/0 polipropilēna diegu, konstatēja 6 gadus pēc traumatiskās kataraktas operācijas un iemesls bija polipropilēna šuves pārtrūkšana, gadījums tika atrisināts, atkārtoti fiksējot Cionni riņķi ar 9/0 polipropilēna diegu (Cheung et al., 2018).

15,1% (8 no 53) no pētījuma pacientiem tika veikta priekšējās kapsulas lāzerdiscīzija izteiktās kapsulas fibrozes (fimozes) likvidēšanai, 4 no tiem bija PEX sindroms (Vanags et al., 2021). Vidējais priekšējās kapsulas atveres samazinājums 6 mēnešu periodā šiem pacientiem bija 32,6% ($13,46 \text{ mm}^2$ līdz $9,06 \text{ mm}^2$). Hayashi et al. aprakstīja izteiktāku priekšējās kapsulas atveres samazināšanos PEX sindroma pacientiem, 9,4% no tiem priekšējās kapsulas atveres laukums samazinājās zem 10 mm^2 12 mēnešu laikā pēc kataraktas ķirurģijas, tāpēc šiem pacientiem tika veikta Nd:YAG priekšējā lāzerdiscīzija (Hayashi et al., 1998). Ye et al. analizēja 11 pacientus ar priekšējās kapsulas atveres fimozī, vidējais laiks, kad tika veikta Nd:YAG priekšējā lāzerdiscīzija, bija $4,4 \pm 1,4$ mēneši. Priekšējās kapsulas atveres diametrs pirms lāzerdiscīzijas bija $2,2 \pm 0,8 \text{ mm}$ (jeb $3,8 \text{ mm}^2 \pm 0,5 \text{ mm}^2$), progresējošs zonulu vājums tika novērots 2 pacientiem, bet vēlīnās IOL dislokācijas pētījuma laikā netika novērotas (Ye et al., 2018). Deviņiem no 11 pacientiem bija vismaz 1 augsta riska faktors pastiprinātai priekšējās kapsulas kontrakcijai (cukura diabēts, liela tuvredzība, pigmentozais retinīts) (Bayyoud et al., 2013; Hayashi et al., 2011; Xiao et al., 2011). Manā pētījumā 2 pacientiem (N21 un N26) ar agrīnu priekšējās kapsulas fimozī un Nd:YAG priekšējo lāzerdiscīziju (2.mēnesī pacientam N21, 1. mēnesī pacientam N26) bija vēlīnā IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācija, attiecīgi 3 un 7 gadus pēc kataraktas operācijas, un šie fakti var norādīt, ka agrīna un izteikta priekšējās kapsulas atveres samazināšanās ir papildu riska faktors vēlīnai IOL dislokācijai.

Pētījumā pārliecinoši netika atrasta saistība starp priekšējās kapsulas atveres samazināšanos un operācijas laiku gan pētījuma, gan kontroles grupai,

kaut gan, ņemot vērā operācijas laiku, kas ir ilgāks kā kontroles grupai, un izmantotos papildus instrumentus, kas mehāniski kairina uveālos audus (varavīksnenes, kapsulas retraktori un CTR, mCTR), iekaisuma reakcijai ar sekojošu lielāku priekšējās kapsulas atveres savilkšanos bija jābūt lielākai pacientiem ar lielāku operācijas laiku. Pētījumā ar trušu acīm, kurām tika ievadīts IL-1 receptoru antagonists, tika fiksēta mazāka postoperatīvā iekaisuma rādītāji, salīdzinot ar kontroles grupu, kā arī 6 mēnešu novērošanas vizītē konstatēja izteikti mazāku kapsulas fibrozi IL-1 receptoru antagonistus saņēmušajām trušu acīm, salīdzinot ar kontroles grupu, kas pierāda iekaisumu mediatoru (šajā gadījumā IL-1) stimulējošo nozīmi LEC transformācijai par miofibroblastiem (Nishi et al., 1994). Fakoemulsifikācijas gadījumā tiek radīta atvere lēcas priekšējā kapsulā, tādējādi nojaucot dabīgo barjeru starp iekaisuma mediatoriem un LEC, tāpēc LEC tiek pastiprināti stimulēti reģeneratīvie mehānismi un transformēšanās par miofibroblastiem, ko veicina iekaisuma mediatoru (MCP-1, IL, TNF- α , TGF- β , VEGF) (Kawai et al., 2012; Zhu et al., 2016). Arī MMP, kuru līmenis pieaug iekaisumu gadījumos, inhibēšana būtiski samazināja LEC proliferāciju un kapsulas kontrakciju pētījumā ar šūnu kultūrās eksponētās cilvēku liķu lēcas kapsulās (Wong et al., 2004). Pastiprināta priekšējās kapsulas atveres samazināšanās kā atbilde uz ilgstošu pastiprinātu iekaisuma reakciju izjauktās asins-priekšējās kameras šķidruma barjeras rezultātā ziņots pētījumā, kurā analizēti dati pacientiem ar cukura diabētu (Kato et al., 2001), pētījuma grupā šī barjera tiek mehāniski ietekmēta, jo ar varavīksnenes retraktoriem bieži tiek kairināta varavīksnene, kā arī ir liela PEX sindroma pacientu grupa, kurai palielināta asins-priekšējās kameras šķidruma caurlaidība ir daļa no sindroma (Hayashi et al., 2011; Kanthan et al., 2013). Hayashi et al. (Hayashi et al., 2013), salīdzinot PEX sindroma pacientus pēc nekomplīcētas kataraktas operācijas ar kontroles grupu, nekonstatēja statistiski nozīmīgas priekšējās kameras iekaisuma rādītāju pazīmes (*flare*) starp grupām,

kaut gan PEX grupā tā bija nedaudz lielāka. *Shah et al.* (Shah et al., 2009), analizējot priekšējās kameras iekaisuma reakciju kataraktas pacientiem pēc papildus 5 minūšu priekšējās kapsulas LEC tīrīšanas, atrada izteiktu iekaisuma šūnu un *flare* daudzumu pieaugumu, salīdzinot ar kontroles grupu, kas norāda, ka papildus manipulācijas laika periodā palielina iekaisuma reakcijas pieaugumu.

Secinājumi

1. Priekšējās kapsulas atveres samazināšanās pēc kataraktas operācijas pacientiem ar subluksētu lēcu ir pakāpeniska, visstraujāk samazinoties 1 mēnesi pēc operācijas.
2. Ir izveidots kapsulorekša laukuma pēcoperācijas 3 mēnešu vērtības prognozes modelis, kas ļauj precīzāk identificēt pacientus ar lielāku strauja kapsulorekša samazināšanās risku.
3. Postoperatīvās un vēlīnās komplikācijas vairāk tika novērotas pacientiem ar pseidoekfoliāciju sindromu un glaukomu. Vēlīnās IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācijas subluksētu lēcu grupā ir bieži sastopamas, bet to attīstīšanās laiks ilgtermiņa pēcoperācijas periodā neatšķiras no vēlīno IOL dislokāciju laika pacientiem pēc parastas kataraktas operācijas.
4. Kapsulas tensijas riņķa vai modificētā kapsulas tensijas riņķa lietošana izteikti samazina priekšējās kapsulas atveres savilkšanos laika periodā, samazināšanās apmērs var tikt pielīdzināts kā nekomplīcētas kataraktas gadījumā. Lēcas saišu vājums/trūkums, mazs sākotnējais kapsulorekss un priekšējās kapsulas LEC neskalošana neietekmē priekšējās kapsulas savilkšanās apjomu, ja operācijā izmantots CTR vai modificētais CTR un hidroFOBās akrila IOL.
5. Subluksētu lēcu kataraktas ķirurģiju var pielīdzināt parastai kataraktas operācijai, izmantojot papildu instrumentus un ierīces (varavīksnenes un kapsulas āķus, CTR vai mCTR), lēcas un kapsulas maisa stabilizēšanai, zonulu saudzēšanai un stabilizācijai, lai nepadziļinātu to defektu.
6. Izstrādātas rekomendācijas subluksētu lēcu ārstēšanas ķirurģiskajai taktikai, postoperatīvo un vēlīno komplikāciju riska mazināšanai.

Praktiskās rekomendācijas

1. Subluksētu lēcu ķirurģiju veikt ar fakoemulsifikācijas metodi, izmantojot varavīksnenes vai kapsulas retraktorus lēcas kapsulas maisa un lēcas stabilizācijai, kapsulas maisā implantējot CTR vai modificēto CTR, kapsulas maisā implantējot hidroFOBās akrila IOL.
2. Subluksētu lēcu ķirurģiskās ārstēšanas taktikas izlemšanai izmantot subluksētu lēcu ķirurģiskās taktikas shēmu, pielikums nr. 4.
3. Rekomendē biežākas pēcoperācijas vizītes pacientiem pēc subluksētu lēcu ķirurģijas vēlīno komplikāciju agrīnai diagnostikai.
4. Izmantojot priekšējās kapsulas atveres 3 mēnešu paredzēšanas modeli, agrīni (līdz 1 mēnesim) pēcoperācijas periodā veikt priekšējās kapsulas Nd:YAG lāzerdiscīziju izteiktas fimozes novēršanai, lai samazinātu vēlīnās IOL-CTR-kapsulas maisa dislokācijas risku.

Turpmāko pētījumu virzieni

1. Izpētīt kapsulorekša laukuma saistību ar operācijas laikā iegūtās priekšējās kapsulas parauga kultivēšanas šūnu kultūrā, tās kontrakcijas/fibrozes atkarībā no dažādas koncentrācijas augšanas faktoru ietekmes, rezultātu iekļaušanu priekšējās kapsulas atveres samazināšanās trīs mēnešu modelī.
2. Priekšējās kameras šķidrumā esošo bioloģiski aktīvo vielu (TGF-beta2) koncentrācijas analīze un saistība ar priekšējās kapsulas atveres kontrakciju, IOL-CTR-kapsulas maisa vēlīnās dislokācijas biežumu.
3. Ilgtermiņa izmaksu efektivitātes analīze, salīdzinot šajā pētījumā iekļautās metodes ar pars plana lentektomiju un IOL implantāciju priekšējā vai mugurējā kamerā ar kādu no veidiem, kas nav saistīts ar tās implantāciju lēcas kapsulas maisā.
4. Salīdzināt vēlīno rezultātu atšķirības starp pētījumā izmantoto pieeju pacientu novērošanā ar grupu, kuras analizēšanā un terapijas virzienu izvēlē izmantota priekšējās kapsulas atveres samazināšanās 3 mēnešu modelis.
5. Salīdzināt agrīni un vēlīni veikto Nd:YAG priekšējās lāzerkapsulotomijas ietekmi uz lēcas saišu stāvokli pēc subluksētu lēcu kataraktas operācijām.

Publikācijas un ziņojumi par darba tēmu

Publikācijas

1. **Vanags, J.**; Erts, R.; Laganovska, G. Anterior capsule opening contraction and late intraocular lens dislocation after cataract surgery in patients with weak or partially absent zonular support. *Medicina (Kaunas)* 2021; 57, 35. doi: 10.3390/medicina57010035
2. **Vanags J.**, Laganovska G. Long-term outcome of cataract surgery in eyes with pseudoexfoliation syndrome associated with weak zonules: z case report. *Case Reports in Ophthalmology*. 2020;11(1):54-59. doi:10.1159/000505720
3. **Vanags J.**, Erts R., Laganovska G. Anterior capsulorhexis opening reduction after cataract surgery with subluxated lenses. *Medicina (Kaunas)*. 2017;53(5):310-315. doi:10.1016/j.medici.2017.10.003
4. Valeina, S., Sepetiene, S., Laganovska, G., Radecka, L., **Vanags, J.**, Erts, R., Meskovska, Z., Sture, E. A. Analysis of Vision Development in Patients after Childhood Cataract Surgery. *Acta Chirurgica Latviensis*, 2015 (15/1), 12–17.
5. Valeina, S., Heede, S., Erts, R., Sepetiene, S., Skaistkalne, E., Radecka, L., **Vanags J.**, Laganovska, G. Factors influencing myopic shift in children after intraocular lens 98 implantation. *European Journal of Ophthalmology*, EJO-D-18-00722R1 26:1120672119845228. doi: 10.1177/1120672119845228.

Ziņojumi konferencēs

Starptautisko konferenču tēzes

1. **Vanags J.**, Laganovska G. , „Structure and visual outcomes of reposition operations of late Intraocular lens(IOL) dislocation”, XIV Forum Ophthalmologicum Balticum 2013., Abstract book, p.61, 2013. 23.-24.VIII, tēzes un mutiska uzstāšanās
2. **Vanags J.**, Baumanė K., Laganovska G., „Keratometric changes after subluxated lens cataract surgery”, ESCRS 2013, POS-2963, tēzes un postera prezentācija

3. **Vanags J.**, Laganovska G.- Surgical management of subluxated lens in Latvia. Forum Ophthalmologicum Balticum XV, 2016. 20.VIII, Abstract, p 40, tēzes un mutiska uzstāšanās
4. **Vanags J.**, Laganovska G., „Intraocular pressure changes after subluxated lens surgery by means of cionni ring implantation or iol iris-fixation”, DOG 2014, Abstract nr.650, tēzes un postera prezentācija
5. **Vanags J.** ” Lens subluxation after blunt trauma”, BEST vol.2 Ocular trauma summit, Vilnius 2014, mutiska uzstāšanās
6. **Vanags J.**, Laganovska G., „Analysis of operative treatment of lens dislocation secondary glaucoma”. XIII Forum Ophthalmologicum Balticum,O-13, Abstract book, Vilnius 2010.20. –22.VIII, p. 35, tēzes un mutiska uzstāšanās
7. Laganovska G., **Vanags J.**,Postoperative results and complications of cataract surgery in cases of traumatic lens dislocation.” XXVIII Congress of ESCRS, p.114, Paris 2010, tēzes
8. Laganovska G., **Vanags J.**, „Surgical management of dislocated lenses”. Paedriac ophthalmology congress, Rīga, 2011, Abstract book, p. 203, tēzes
9. **Vanags J.**, Sproģis Ē., Laganovska G., „Influence of stage of lens subluxation on surgery time”, 40th Nordic congress of ophthalmology, Abstract Su-No4-2, 2012.24. –28.VIII, tēzes un mutiska uzstāšanās.
10. Rasčevskis D., Balode A., **Vanags J.**, Laganovska G., “Anterior capsule opening contraction after vitreoretinal plus cataract surgery”, 24th ESCRS winter meeting, 2020, tēzes.

Latvijas konferenču tēzes

1. **Vanags J.**, Baumanē K., Laganovska G., „Keratometrisko mērījumu izmaiņas pēc subluksētu lēcu operācijām”, RSU Zinātniskā konference, 2014.10.IV, 45. lpp, tēzes un mutiska uzstāšanās
2. Valeiņa S., Laganovska G., Radecka L., **Vanags J.**, Erts R., „Salīdzinošs redzes attīstības novērtējums pacientiem ar operētu iedzimto kataraktu atkarībā no kataraktas morfoloģiskā tipa, attīstības sākuma laika, implantētās IOL mērķa

stipruma un pēcoperācijas komplikācijām”, RSU 2014. g. Zinātniskā konference, Tēzes, 227. lpp

3. **Vanags J.**, Laganovska G., „Retrospektīva dislocētu lēcu operāciju rezultātu analīze”, RSU 2010. g. Zinātniskās konferences tēzes, RSU, 2010.18. –19.III, 62. lpp., tēzes un mutiska uzstāšanās
4. **Vanags J.**, Sproģis Ē., Laganovska G., „Pēcoperācijas rezultāti atkarībā no intraokulārās lēcas (IOL) centrējuma subluksētu lēcu gadījumos, RSU 2012. g. Zinātniskās konferences tēzes, RSU, 2012.29. –30.III, 42. lpp., tēzes un mutiska uzstāšanās
5. Rasčevkis D., Balode A., **Vanags J.**, Laganovska G, “IOL dislocation after vitreoretinal plus phaco surgery depending on capsulorhexis size and overlap” RSU zinātniskā konference 2019, 470 lpp., tēzes

Izmantotā literatūra

- Alfaiate, M., Leite, E., Mira, J., & Cunha-Vaz, J. G. (1996). Prevalence and surgical complications of pseudoexfoliation syndrome in Portuguese patients with senile cataract. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 22(7), 972–976. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(96\)80202-1](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(96)80202-1)
- Al-Kharashi, S. A., & Al-Obailan, M. (2009). Capsular phimosis with complete occlusion of the anterior capsular opening after intact continuous curvilinear capsulorhexis. *Saudi Journal of Ophthalmology: Official Journal of the Saudi Ophthalmological Society*, 23(2), 175–178. <https://doi.org/10.1016/j.sjopt.2009.05.002>
- Astrom, S., & Linden, C. (2007). Incidence and prevalence of pseudoexfoliation and open-angle glaucoma in northern Sweden: I. Baseline report. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, 85(8), 828–831. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0420.2007.00992.x>
- Baile, R., Sahasrabuddhe, M., Nadkarni, S., Karira, V., & Kelkar, J. (2012). Effect of anterior capsular polishing on the rate of posterior capsule opacification: A retrospective analytical study. *Saudi Journal of Ophthalmology: Official Journal of the Saudi Ophthalmological Society*, 26(1), 101–104. <https://doi.org/10.1016/j.sjopt.2010.11.006>
- Bayraktar, S., Altan, T., Kucuksumer, Y., & Yilmaz, O. F. (2001). Capsular tension ring implantation after capsulorhexis in phacoemulsification of cataracts associated with pseudoexfoliation syndrome. Intraoperative complications and early postoperative findings. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 27(10), 1620–1628. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(01\)00965-8](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(01)00965-8)
- Bayyoud, T., Bartz-Schmidt, K. U., & Yoneruek, E. (2013). Long-term clinical results after cataract surgery with and without capsular tension ring in patients with retinitis pigmentosa: A retrospective study. *BMJ Open*, 3(4), e002616. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-002616>
- Becker, K. A., Martin, M., Rabsilber, T. M., Entz, B. B., Reuland, A. J., & Auffarth, G. U. (2006). Prospective, non-randomised, long term clinical evaluation of a foldable hydrophilic single piece intraocular lens: Results of the Centerflex

- FDA study. *The British Journal of Ophthalmology*, 90(8), 971–974.
<https://doi.org/10.1136/bjo.2006.092437>
- Blecher, M. H., & Kirk, M. R. (2008). Surgical strategies for the management of zonular compromise. *Current Opinion in Ophthalmology*, 19(1), 31–35.
<https://doi.org/10.1097/ICU.0b013e3282f2ccc8>
- Bolz, M., Menapace, R., Findl, O., Sacu, S., Buehl, W., Wirtitsch, M., Leydolt, C., & Kriechbaum, K. (2006). Effect of anterior capsule polishing on the posterior capsule opacification-inhibiting properties of a sharp-edged, 3-piece, silicone intraocular lens: Three- and 5-year results of a randomized trial. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 32(9), 1513–1520.
<https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.04.020>
- Borkenstein, A. F., & Borkenstein, E.-M. (2019). Surgical experience with a redesigned, fully preloaded, hydrophobic acrylic intraocular lens in challenging cases of pseudoexfoliation syndrome, phacodonesis, and small pupils. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 13, 199–206.
<https://doi.org/10.2147/OPTH.S194420>
- Canavan, Y. M., & Archer, D. B. (1982). Anterior segment consequences of blunt ocular injury. *The British Journal of Ophthalmology*, 66(9), 549–555.
<https://doi.org/10.1136/bjo.66.9.549>
- Cao, Q., Xiao, B., Jin, G., Lin, J., Wang, Y., Young, C. A., Lin, J., Zhou, Y., Zhang, B., Cao, M., Wu, K., & Zheng, D. (2019). Expression of transforming growth factor beta and matrix metalloproteinases in the aqueous humor of patients with congenital ectopia lentis. *Molecular Medicine Reports*, 20(1), 559–566.
<https://doi.org/10.3892/mmr.2019.10287>
- Celik, E., Koklu, B., Dogan, E., Erdogan, G., & Alagoz, G. (2015). Indications and clinical outcomes of capsular tension ring implantation in phacoemulsification surgery at a tertiary teaching hospital: A review of 4316 cataract surgeries. *Journal Francais d'ophtalmologie*, 38(10), 955–959.
<https://doi.org/10.1016/j.jfo.2015.05.007>
- Centrālā Statistikas pārvalde. (2019). *Demogrāfija*.
- Cheung, A. Y., Price, J. M., Heidemann, D. G., & Hart, J. C. J. (2018). Uveitis-glaucoma-hyphema syndrome caused by dislocated Cionni endocapsular

- tension ring. *Canadian Journal of Ophthalmology. Journal Canadien d'ophtalmologie*, 53(5), e213–e214. <https://doi.org/10.1016/j.jcjo.2018.02.021>
- Choi, M., Lazo, M. Z., Kang, M., Lee, J., & Joo, C.-K. (2018). Effect of number and position of intraocular lens haptics on anterior capsule contraction: A randomized, prospective trial. *BMC Ophthalmology*, 18(1), 78. <https://doi.org/10.1186/s12886-018-0742-1>
- Cionni, R. J., & Osher, R. H. (1998). Management of profound zonular dialysis or weakness with a new endocapsular ring designed for scleral fixation. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 24(10), 1299–1306. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(98\)80218-6](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(98)80218-6)
- Cionni, Robert J., Osher, R. H., Marques, D. M. V., Marques, F. F., Snyder, M. E., & Shapiro, S. (2003). Modified capsular tension ring for patients with congenital loss of zonular support. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 29(9), 1668–1673. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(03\)00238-4](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(03)00238-4)
- Clark, A., Morlet, N., Ng, J. Q., Preen, D. B., & Semmens, J. B. (2011). Whole population trends in complications of cataract surgery over 22 years in Western Australia. *Ophthalmology*, 118(6), 1055–1061. <https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2010.11.001>
- Corydon, C., Lindholt, M., Knudsen, E. B., Graakjaer, J., Corydon, T. J., & Dam-Johansen, M. (2007). Capsulorhexis contraction after cataract surgery: Comparison of sharp anterior edge and modified anterior edge acrylic intraocular lenses. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 33(5), 796–799. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2007.01.020>
- Das, P., Ram, J., Brar, G. S., & Dogra, M. R. (2009). Results of intraocular lens implantation with capsular tension ring in subluxated crystalline or cataractous lenses in children. *Indian Journal of Ophthalmology*, 57(6), 431–436. PubMed. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.57149>
- Davison, J. A. (1993). Capsule contraction syndrome. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 19(5), 582–589. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(13\)80004-1](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(13)80004-1)
- Fuchs, J., & Rosenberg, T. (1998). Congenital ectopia lentis. A Danish national survey. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, 76(1), 20–26. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0420.1998.760105.x>

- Georgopoulos, G. T., Papaconstantinou, D., Georgalas, I., Koutsandrea, C. N., Margetis, I., & Moschos, M. M. (2007). Management of large traumatic zonular dialysis with phacoemulsification and IOL implantation using the capsular tension ring. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, 85(6), 653–657. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0420.2007.00901.x>
- Gimbel, H. V., Sun, R., & Heston, J. P. (1997). Management of zonular dialysis in phacoemulsification and IOL implantation using the capsular tension ring. *Ophthalmic Surgery and Lasers*, 28(4), 273–281.
- Gunenc, U., Kocak, N., Ozturk, A. T., & Arikan, G. (2014). Surgical management of spontaneous in-the-bag intraocular lens and capsular tension ring complex dislocation. *Indian Journal of Ophthalmology*, 62(8), 876–878. PubMed. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.116451>
- Hara, T., Hara, T., & Yamada, Y. (1991). “Equator ring” for maintenance of the completely circular contour of the capsular bag equator after cataract removal. *Ophthalmic Surgery*, 22(6), 358–359.
- Hartman, M., Rauser, M., Brucks, M., & Chalam, K. V. (2018). Evaluation of anterior capsular contraction syndrome after cataract surgery with commonly used intraocular lenses. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 12, 1399–1403. <https://doi.org/10.2147/OPHTH.S172251>
- Hayashi, H., Hayashi, K., Nakao, F., & Hayashi, F. (1998). Anterior capsule contraction and intraocular lens dislocation in eyes with pseudoexfoliation syndrome. *The British Journal of Ophthalmology*, 82(12), 1429–1432. <https://doi.org/10.1136/bjo.82.12.1429>
- Hayashi, K., Hayashi, H., Nakao, F., & Hayashi, F. (2001). Anterior capsule contraction and intraocular lens decentration and tilt after hydrogel lens implantation. *The British Journal of Ophthalmology*, 85(11), 1294–1297. <https://doi.org/10.1136/bjo.85.11.1294>
- Hayashi, Ken, & Hayashi, H. (2005). Intraocular lens factors that may affect anterior capsule contraction. *Ophthalmology*, 112(2), 286–292. <https://doi.org/10.1016/j.optha.2004.11.013>
- Hayashi, Ken, Manabe, S.-I., Yoshimura, K., & Kondo, H. (2013). Corneal endothelial damage after cataract surgery in eyes with pseudoexfoliation syndrome.

- Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 39(6), 881–887.
<https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2013.01.032>
- Hayashi, Ken, Yoshida, M., Hirata, A., & Hayashi, H. (2011). Anterior capsule relaxing incisions with neodymium:YAG laser for patients at high-risk for anterior capsule contraction. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 37(1), 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2010.07.027>
- Henderson, B. A., & Kim, J. Y. (2007). Modified capsular tension ring for cortical removal after implantation. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 33(10), 1688–1690. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2007.05.041>
- Hoffman, R. S., Snyder, M. E., Devgan, U., Allen, Q. B., Yeoh, R., & Braga-Mele, R. (2013). Management of the subluxated crystalline lens. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 39(12), 1904–1915. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2013.09.005>
- Islam, M. N., Goswami (Gayen), S., Khanam, B. S. M., & Mukherji, S. (2017). Complications of Cataract Surgery in Patients with Pseudoexfoliation Syndrome in a Tertiary Care Hospital of West Bengal. *International Journal of Scientific Study*, 5(3), 11–15. <https://doi.org/10.17354/ijss/2017/258>
- Jacob, S., Agarwal, A., Agarwal, A., Agarwal, S., Patel, N., & Lal, V. (2003). Efficacy of a capsular tension ring for phacoemulsification in eyes with zonular dialysis. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 29(2), 315–321. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(02\)01534-1](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(02)01534-1)
- Joshi, R. S., & Singanwad, S. V. (2019). Frequency and surgical difficulties associated with pseudoexfoliation syndrome among Indian rural population scheduled for cataract surgery: Hospital-based data. *Indian Journal of Ophthalmology*, 67(2), 221–226. https://doi.org/10.4103/ijo.IJO_931_18
- Kahraman, G., Schrittwieser, H., Walch, M., Storch, F., Nigl, K., Ferdinano, C., & Amon, M. (2014). Anterior and posterior capsular opacification with the Tecnis ZCB00 and AcrySof SA60AT IOLs: A randomised intraindividual comparison. *The British Journal of Ophthalmology*, 98(7), 905–909. <https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2013-303841>
- Kaljurand, K., & Puska, P. (2004). Exfoliation syndrome in Estonian patients scheduled for cataract surgery. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, 82(3 Pt 1), 259–263. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0420.2004.00256.x>

- Kaljurand, K., & Teesalu, P. (2010). Prevalence of exfoliation syndrome in Estonia. *European Journal of Ophthalmology*, 20(6), 1012–1017. <https://doi.org/10.1177/112067211002000622>
- Kandar, A. K. (2014). Combined special capsular tension ring and toric IOL implantation for management of post-DALK high regular astigmatism with subluxated traumatic cataract. *Indian Journal of Ophthalmology*, 62(7), 819–822. <https://doi.org/10.4103/0301-4738.138294>
- Kanthan, G. L., Mitchell, P., Burlutsky, G., Rochtchina, E., & Wang, J. J. (2013). Pseudoexfoliation syndrome and the long-term incidence of cataract and cataract surgery: The blue mountains eye study. *American Journal of Ophthalmology*, 155(1), 83–88.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2012.07.002>
- Kato, S., Oshika, T., Numaga, J., Hayashi, Y., Oshiro, M., Yuguchi, T., & Kaiya, T. (2001). Anterior capsular contraction after cataract surgery in eyes of diabetic patients. *The British Journal of Ophthalmology*, 85(1), 21–23. <https://doi.org/10.1136/bjo.85.1.21>
- Kato, Satoshi, Suzuki, T., Hayashi, Y., Numaga, J., Hattori, T., Yuguchi, T., Kaiya, T., & Oshika, T. (2002). Risk factors for contraction of the anterior capsule opening after cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 28(1), 109–112. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(01\)00901-4](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(01)00901-4)
- Kawai, M., Inoue, T., Inatani, M., Tsuboi, N., Shobayashi, K., Matsukawa, A., Yoshida, A., & Tanihara, H. (2012). Elevated levels of monocyte chemoattractant protein-1 in the aqueous humor after phacoemulsification. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 53(13), 7951–7960. <https://doi.org/10.1167/iov.12-10231>
- Khokhar, S., Agrawal, S., Gupta, S., Gogia, V., & Agarwal, T. (2014). Epidemiology of traumatic lenticular subluxation in India. *International Ophthalmology*, 34(2), 197–204. <https://doi.org/10.1007/s10792-013-9813-8>
- Kim, S. Y., Yang, J. W., Lee, Y. C., & Kim, S.-Y. (2013). Effect of haptic material and number of intraocular lens on anterior capsule contraction after cataract surgery. *Korean Journal of Ophthalmology: KJO*, 27(1), 7–11. <https://doi.org/10.3341/kjo.2013.27.1.7>

- Kocak Altintas, A. G., Omay, A. E., & Celik, S. (2017). Spontaneous late intraocular lens and capsule tension ring dislocation. *Turkish Journal of Ophthalmology*, 47(2), 106–109. <https://doi.org/10.4274/tjo.79836>
- Krepste, L., Kuzmiene, L., Miliauskas, A., & Januleviciene, I. (2013). Possible predisposing factors for late intraocular lens dislocation after routine cataract surgery. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 49(5), 229–234.
- Kugelberg, M., Wejde, G., Jayaram, H., & Zetterstrom, C. (2008). Two-year follow-up of posterior capsule opacification after implantation of a hydrophilic or hydrophobic acrylic intraocular lens. *Acta Ophthalmologica*, 86(5), 533–536. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0420.2007.01094.x>
- Kurz, S., Krummenauer, F., Dumbach, C., Pfeiffer, N., & Dick, H. B. (2006). Effect of a closed foldable equator ring on capsular bag shrinkage in cataract surgery. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 32(10), 1615–1620. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2006.05.012>
- Lee, D. H., Lee, H. Y., Lee, K. H., Chung, K. H., & Joo, C. K. (2001). Effect of a capsular tension ring on the shape of the capsular bag and opening and the intraocular lens. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 27(3), 452–456. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(00\)00610-6](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(00)00610-6)
- Legler U, Witschel B, & Lim SJ. (1993, May 11). *The capsular ring: a new device for complicated cataract surgery*. the third American-International Congress on Cataract, IOL and Refractive Surgery, Seattle, Washington.
- Lin, H., Tan, X., Lin, Z., Chen, J., Luo, L., Wu, X., Long, E., Chen, W., & Liu, Y. (2015). Capsular Outcomes Differ with Capsulorhexis Sizes after Pediatric Cataract Surgery: A Randomized Controlled Trial. *Scientific Reports*, 5, 16227. <https://doi.org/10.1038/srep16227>
- Lumme, P., & Laatikainen, L. (1993). Exfoliation syndrome and cataract extraction. *American Journal of Ophthalmology*, 116(1), 51–55. [https://doi.org/10.1016/s0002-9394\(14\)71743-x](https://doi.org/10.1016/s0002-9394(14)71743-x)
- Macewen, C. J. (1989). Eye injuries: A prospective survey of 5671 cases. *The British Journal of Ophthalmology*, 73(11), 888–894. <https://doi.org/10.1136/bjo.73.11.888>
- Malyugin B. (2012). *Cataract surgery when capsular support is poor*. 16, 50–53.

- Monestam, E. (2019). Frequency of Intraocular Lens Dislocation and Pseudophacodonesis, 20 Years After Cataract Surgery—A Prospective Study. *American Journal of Ophthalmology*, 198, 215–222. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2018.10.020>
- Nagamoto, T., & Bissen-Miyajima, H. (1994). A ring to support the capsular bag after continuous curvilinear capsulorhexis. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 20(4), 417–420. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(13\)80177-0](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(13)80177-0)
- Nishi, O., Nishi, K., & Ohmoto, Y. (1994). Effect of interleukin 1 receptor antagonist on the blood-aqueous barrier after intraocular lens implantation. *The British Journal of Ophthalmology*, 78(12), 917–920. <https://doi.org/10.1136/bjo.78.12.917>
- Novak, J. (1997). Flexible iris hooks for phacoemulsification. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 23(6), 828–831. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(97\)80238-6](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(97)80238-6)
- Ostern, A. E., Sandvik, G. F., & Drolsum, L. (2014). Positioning of the posterior intraocular lens in the longer term following cataract surgery in eyes with and without pseudoexfoliation syndrome. *Acta Ophthalmologica*, 92(3), 253–258. <https://doi.org/10.1111/aos.12025>
- Price, F. W. J., Mackool, R. J., Miller, K. M., Koch, P., Oetting, T. A., & Johnson, A. T. (2005). Interim results of the United States investigational device study of the Ophtec capsular tension ring. *Ophthalmology*, 112(3), 460–465. <https://doi.org/10.1016/j.opht.2004.09.022>
- Sacu, S., Menapace, R., Wirtitsch, M., Buehl, W., Rainer, G., & Findl, O. (2004). Effect of anterior capsule polishing on fibrotic capsule opacification: Three-year results. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 30(11), 2322–2327. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2004.02.092>
- Santoro, S., Sannace, C., Cascella, M. C., & Lavermicocca, N. (2003). Subluxated lens: Phacoemulsification with iris hooks. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 29(12), 2269–2273. [https://doi.org/10.1016/s0886-3350\(03\)00344-4](https://doi.org/10.1016/s0886-3350(03)00344-4)
- Shah, S. I. A., Shah, S. A., Rai, P., Siddiqui, S. J., Abbasi, S. A., & Katpar, N. A. (2016). Types of Traumatic Lens Dislocations at Larkana. *Journal of the College of Physicians and Surgeons--Pakistan: JCPSP*, 26(8), 714–715. <https://doi.org/2414>

- Shah, S. K., Praveen, M. R., Kaul, A., Vasavada, A. R., Shah, G. D., & Nihalani, B. R. (2009). Impact of anterior capsule polishing on anterior capsule opacification after cataract surgery: A randomized clinical trial. *Eye (London, England)*, 23(8), 1702–1706. <https://doi.org/10.1038/eye.2008.355>
- Shingleton, B. J., Neo, Y. N., Cvintal, V., Shaikh, A. M., Liberman, P., & O'Donoghue, M. W. (2017). Outcome of phacoemulsification and intraocular lens implantation in eyes with pseudoexfoliation and weak zonules. *Acta Ophthalmologica*, 95(2), 182–187. <https://doi.org/10.1111/aos.13110>
- Subasi, S., Yuksel, N., Karabas, V. L., & Yilmaz Tugan, B. (2019). Late in-the-bag spontaneous IOL dislocation: Risk factors and surgical outcomes. *International Journal of Ophthalmology*, 12(6), 954–960. <https://doi.org/10.18240/ijo.2019.06.12>
- Sugimoto, Y., Takayanagi, K., Tsuzuki, S., Takahashi, Y., & Akagi, Y. (1998). Postoperative changes over time in size of anterior capsulorrhexis in phacoemulsification/aspiration. *Japanese Journal of Ophthalmology*, 42(6), 495–498. [https://doi.org/10.1016/s0021-5155\(98\)00052-5](https://doi.org/10.1016/s0021-5155(98)00052-5)
- Takimoto, M., Hayashi, K., & Hayashi, H. (2008). Effect of a capsular tension ring on prevention of intraocular lens decentration and tilt and on anterior capsule contraction after cataract surgery. *Japanese Journal of Ophthalmology*, 52(5), 363–367. <https://doi.org/10.1007/s10384-008-0570-6>
- Thapa, B. B., Agarwal, A., Singh, R., Gupta, P. C., & Ram, J. (2016). Phacoaspiration with a Cionni ring versus pars plana lensectomy, vitrectomy and sutureless transscleral IOL fixation in pediatric patients with a subluxated lens. *Graefes' Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology = Albrecht von Graefes Archiv Fur Klinische Und Experimentelle Ophthalmologie*, 254(5), 901–909. <https://doi.org/10.1007/s00417-016-3297-y>
- Tribus, C., Alge, C. S., Haritoglou, C., Lackerbauer, C., Kampik, A., Mueller, A., & Priglinger, S. G. (2007). Indications and clinical outcome of capsular tension ring (CTR) implantation: A review of 9528 cataract surgeries. *Clinical Ophthalmology (Auckland, N.Z.)*, 1(1), 65–69.
- Tsinopoulos, I. T., Tsaousis, K. T., Kymionis, G. D., Symeonidis, C., Grentzelos, M. A., Diakonis, V. F., Adaloglou, M., & Dimitrakos, S. A. (2010). Comparison of anterior capsule contraction between hydrophobic and hydrophilic intraocular

- lens models. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology* = *Albrecht von Graefes Archiv Fur Klinische Und Experimentelle Ophthalmologie*, 248(8), 1155–1158. <https://doi.org/10.1007/s00417-010-1373-2>
- Ursell, P. G., Dhariwal, M., Majirska, K., Ender, F., Kalson-Ray, S., Venerus, A., Miglio, C., & Bouchet, C. (2018). Three-year incidence of Nd:YAG capsulotomy and posterior capsule opacification and its relationship to monofocal acrylic IOL biomaterial: A UK Real World Evidence study. *Eye (London, England)*, 32(10), 1579–1589. <https://doi.org/10.1038/s41433-018-0131-2>
- Vanags, J., Erts, R., & Laganovska, G. (2021). Anterior capsule opening contraction and late intraocular lens dislocation after cataract surgery in patients with weak or partially absent zonular support. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 57(1). <https://doi.org/10.3390/medicina57010035>
- Vanags, J., & Laganovska, G. (2020). Long-term outcome of cataract surgery in eyes with pseudoexfoliation syndrome associated with weak zonules: A case report. *Case Reports in Ophthalmology*, 11(1), 54–59. <https://doi.org/10.1159/000505720>
- Vanags, Juris, Erts, R., & Laganovska, G. (2017). Anterior capsulorhexis opening reduction after cataract surgery with subluxated lenses. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 53(5), 310–315. <https://doi.org/10.1016/j.medici.2017.10.003>
- Vasavada, A. R., Praveen, M. R., Vasavada, V. A., Yeh, R.-Y., Srivastava, S., Koul, A., & Trivedi, R. H. (2012a). Cionni ring and in-the-bag intraocular lens implantation for subluxated lenses: A prospective case series. *American Journal of Ophthalmology*, 153(6), 1144-1153.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2011.11.012>
- Vasavada, A. R., Praveen, M. R., Vasavada, V. A., Yeh, R.-Y., Srivastava, S., Koul, A., & Trivedi, R. H. (2012b). Cionni ring and in-the-bag intraocular lens implantation for subluxated lenses: A prospective case series. *American Journal of Ophthalmology*, 153(6), 1144-1153.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ajo.2011.11.012>
- Vazquez-Ferreiro, P., Carrera-Hueso, F. J., Barreiro-Rodriguez, L., Diaz-Rey, M., & Jornet, J. E. P. (2019). Prevalence of cataract complications in patients with

- pseudoexfoliation syndrome in Northwestern Spain. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 82(6), 495–500. <https://doi.org/10.5935/0004-2749.20190095>
- Viestenz, A., & Kuchle, M. (2004). [Blunt ocular trauma. Part I: blunt anterior segment trauma]. *Der Ophthalmologe : Zeitschrift der Deutschen Ophthalmologischen Gesellschaft*, 101(12), 1239–1257; quiz 1257–1258. <https://doi.org/10.1007/s00347-004-1118-x>
- Waiswol, M., & Kasahara, N. (2009). Lens subluxation grading system: Predictive value for ectopia lentis surgical outcomes. *Einstein (Sao Paulo)*. http://apps.einstein.br/revista/arquivos/PDF/1141-einsteinv7n1p81_7_eng.pdf
- Wang, D., Yu, X., Li, Z., Ding, X., Lian, H., Mao, J., Zhao, Y., & Zhao, Y.-E. (2018). The Effect of Anterior Capsule Polishing on Capsular Contraction and Lens Stability in Cataract Patients with High Myopia. *Journal of Ophthalmology*, 2018, 8676451. <https://doi.org/10.1155/2018/8676451>
- Wong, T. T. L., Daniels, J. T., Crowston, J. G., & Khaw, P. T. (2004). MMP inhibition prevents human lens epithelial cell migration and contraction of the lens capsule. *The British Journal of Ophthalmology*, 88(7), 868–872. <https://doi.org/10.1136/bjo.2003.034629>
- Xiao, W., Zhao, D.-X., & Xue, L.-Q. (2011). Rapid bilateral anterior capsule contraction following high myopic cataract surgeries: A case report. *International Journal of Ophthalmology*, 4(2), 207–209. <https://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2011.02.21>
- Yaguchi, S., Yaguchi, S., Asano, Y., Kozawa, T., Miyawaki, T., Negishi, K., & Tsubota, K. (2011). Repositioning and scleral fixation of subluxated lenses using a T-shaped capsule stabilization hook. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 37(8), 1386–1393. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.06.015>
- Yaguchi, S., Yaguchi, S., & Bissen-Miyajima, H. (2019). Evaluation of Lens Capsule Stability Using Capsular Tension Ring, Iris Retractor, and Capsule Expander Using a Porcine Model With Zonular Dehiscence. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 60(10), 3507–3513. <https://doi.org/10.1167/iovs.19-27449>
- Ye, H., Zhang, J., & Qian, Y. (2018). Long-term follow-up of neodymium:YAG laser anterior capsulotomy for the treatment of anterior capsular phimosis. *The*

- Journal of International Medical Research*, 46(9), 3692–3697.
<https://doi.org/10.1177/0300060518777652>
- Zemaitiene, R., Speckauskas, M., Glebauskiene, B., & Jasinskas, V. (2008). [Comparison of postoperative results after implantation of hydrophilic acrylic or hydrophobic acrylic intraocular lens: Data of one-year prospective clinical study]. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 44(12), 936–943.
- Zhang, Z.-D., Song, Z., Chen, D., & Huang, F. (2012). Bilateral capsule contraction syndrome following pathological myopic cataract surgeries. *International Journal of Ophthalmology*, 5(3), 406–408. <https://doi.org/10.3980/j.issn.2222-3959.2012.03.31>
- Zhu, X.-J., Chen, M.-J., Zhang, K.-K., Yang, J., & Lu, Y. (2016). Elevated TGF-beta2 level in aqueous humor of cataract patients with high myopia: Potential risk factor for capsule contraction syndrome. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*, 42(2), 232–238. <https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2015.09.027>

Pateicības

Pateicos promocijas darba zinātniskajai vadītājai profesorei Gunai Laganovskai par promocijas darba ideju un nepārtrauktu darba tapšanas veicināšanu.

Pateicos kolēģiem par palīdzību ikdienas pienākumu veikšanā un to apvienošanā ar zinātnisko darbību.

Pateicos Renāram Ertam par datu statistisko analīzi un iedziļināšanos oftalmoloģiskajās problēmsituācijās.

Īpaši pateicos ģimenei par izturību, sapratni un nepārtraukto atbalstu darba tapšanas laikā.