

**UNIVERSITATEA DE MEDICINĂ ȘI FARMACIE
„CAROL DAVILA”, BUCUREȘTI
ȘCOALA DOCTORALĂ
DOMENIUL MEDICINĂ**

**ASPECTE PARTICULARE ÎN CHIRURGIA OCULARĂ
LA PACIENȚII CU ASTIGMATISM MARE**

REZUMATUL TEZEI DE DOCTORAT

Conducător de doctorat:

PROF. UNIV. DR. TĂTARU CĂLIN PETRU

Student-doctorand:

PRODESCU SILVIA-VICTORIA

2026

CUPRINSUL TEZEI

(Numerele de pagină corespund tezei de doctorat)

CUPRINS

INTRODUCERE	1
PARTEA GENERALĂ – STADIUL ACTUAL AL CUNOAȘTERII	5
1. Complexitatea astigmatismului și abordările sale chirurgicale.....	6
1.1. Definiție.....	6
1.2. Clasificarea astigmatismului	7
1.3. Epidemiologie	8
1.4. Sursele astigmatismului ocular și metodele moderne de măsurare.....	9
1.5. Corecția astigmatismului: cadrul general și delimitarea obiectului cercetării	15
2. Analiza vectorială a astigmatismului și raportarea standardizată a rezultatelor refractive.....	26
2.1. Raportarea standardizată a rezultatelor chirurgiei refractive	26
2.2. Conceptul vectorial al astigmatismului.....	28
PARTEA ORIGINALĂ – CONTRIBUȚII PRIVIND CORECȚIA CHIRURGICALĂ A ASTIGMATISMULUI MARE	34
3. Ipoteza de lucru și obiectivele generale	35
4. Metodologia generală a cercetării	36
4.1. Designul general al cercetării.....	36
4.2. Evaluarea vizuală, refractivă și variabilele analizate	37
4.3. Convenții optice și analiza refracției.....	38
4.4. Analiza vectorială a astigmatismului	40
4.5. Analiza statistică a datelor și raportarea grafică standardizată a rezultatelor	41

4.6. Considerații metodologice generale și limitări	42
5. STUDIUL 1 - Chirurgia astigmatismului mare prin tehnici keratorefractive (Trans-PRK și FS-LASIK)	44
5.1. Introducere (ipoteza de lucru și obiective specifice).....	44
5.2. Pacienți și metode	46
5.3. Rezultate.....	52
5.4. Discuții	69
5.5. Concluzii	73
6. STUDIUL 2 – Chirurgia astigmatismului mare prin implant de lentilă intraoculară torică	75
6.1. Introducere (ipoteza de lucru și obiective specifice).....	75
6.2. Pacienți și metode	77
6.3. Rezultate.....	86
6.4. Discuții	103
6.5. Concluzii	108
7. STUDIUL 3 - Chirurgia astigmatismului mare prin implant de lentilă torică Visian ICL.....	110
7.1. Introducere (ipoteza de lucru și obiective specifice).....	110
7.2. Pacienți și metode	111
7.3. Rezultate.....	118
7.4. Discuții	126
7.5. Concluzii	128
CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE	130
BIBLIOGRAFIE	137
ANEXA 1	161
ANEXA 2	162
ANEXA 3	169
ANEXA 4	178

1. PROBLEMA FUNDAMENTALĂ: particularitățile chirurgicale ale ochilor cu astigmatism mare

Prezenta teză de doctorat are ca obiect cercetarea particularităților chirurgicale ale ochilor cu astigmatism mare, de cel puțin 2,00 dioptrii (D). Deși astigmatismul reprezintă unul dintre cele mai frecvente vicii de refracție întâlnite în populația generală, astigmatismul cu magnitudine mare este rar[1] și ridică provocări terapeutice particulare.

Spre deosebire de viciile de refracție sferice, care pot fi definite prin puterea lor dioptrică, astigmatismul prezintă o complexitate intrinsecă derivată din caracterul său bidimensional, presupunând simultan o componentă de putere dioptrică cilindrică și una direcțională, de ax. Pentru chirurgia refractivă, corecția astigmatismului diferă fundamental de cea a ametropiilor sferice tocmai prin necesitatea de a acționa simultan asupra magnitudinii și a direcției corecției. Mai mult, sensibilitatea la erorile de aliniere se amplifică proporțional cu magnitudinea astigmatismului[2,3]. De exemplu, în cazul implantului de lentilă intraoculară torică, se consideră că pentru fiecare grad de deviație de la ax, lentila pierde aproximativ 3,3% din puterea cilindrică efectivă, corecția devenind nulă la 30° de dezaliniere și inversându-și efectul peste această valoare[4,5]. Prin urmare, în cazul astigmatismului mare, acuratețea evaluării preoperatorii și a tehnicii chirurgicale să dobândească o importanță proporțional mai ridicată decât în astigmatismele de magnitudine redusă[3,4].

Astigmatismul ocular nu reprezintă o entitate refractivă unică, ci rezultanta toricităților mai multor structuri ale globului ocular, în principal corneea (suprafețele anterioară și posterioară) și cristalinelul (subcapitolul 1.4). În consecință, caracterizarea precisă a astigmatismului preoperator presupune coroborarea unor măsurători complementare ale suprafeței anterioare corneene, ale suprafeței posterioare (difícil de măsurat direct), ale componentei lenticulare și ale aberațiilor frontului de undă[6–8]. Multitudinea modalităților de măsurare disponibile (keratometrie, topografie, tomografie corneeană, biometrie optică, autorefractometrie, refracție subiectivă) constituie atât o resursă diagnostică prețioasă, cât și o sursă de variabilitate, întrucât rezultatele nu pot fi întotdeauna folosite intersanjabil între dispozitive[6,7,9] (subcapitolul 1.4.1). Asocierea astigmatismului mare cu ametropii sferice semnificative complică suplimentar formulele de calcul ale implanturilor intraoculare, nomogramele de tratament și algoritmii de selecție a profilurilor de ablație[10–12]. În consecință, evaluarea preoperatorie modernă a astigmatismului mare se bazează pe utilizarea

complementară a mai multor instrumente imagistice, concordanța dintre măsurători constituind un criteriu de calitate esențial pentru o planificare chirurgicală adecvată.

Caracterizarea clinică a astigmatismului implică mai multe moduri de clasificare relevante pentru planificarea chirurgicală (capitolele 1.2 și 1.4). În funcție de modalitatea de determinare, se delimitează astigmatismul refractiv (cuantificat prin refracție subiectivă manifestă, care exprimă viciul de refracție global al ochiului), fundamental pentru rezultatul vizual perceput de pacient, dar fără a identifica sursa anatomică și astigmatismul cornean, determinat obiectiv prin măsurarea curbării suprafețelor corneene[6]. Refracția manifestă rămâne standardul clinic de referință pentru cuantificarea viciului refractiv funcțional, însă evaluarea preoperatorie modernă combină de regulă măsurătorile refractive cu cele obiective ale structurilor oculare[13]. În funcție de orientarea meridianului celui mai refringent, astigmatismul regulat se clasifică în trei categorii: astigmatism conform-regulii, frecvent la subiecții tineri, astigmatism contrar-regulii, cu frecvență mai mare la subiecții vârstnici și astigmatism oblic, cel mai rar[1]. Distribuția populațională a celor trei tipuri se modifică cu vârsta și influențează strategia chirurgicală[6]. În funcție de regularitatea suprafeței corneene (capitolul 1.2), se distinge astigmatismul regulat (cu cele două meridiane principale perpendiculare) de cel neregulat (curburi asimetrice, neuniforme). Toate cohortele incluse în prezenta teză au inclus exclusiv pacienți cu astigmatism regulat, cu sau fără asocierea unor vicii sferice de tip miopic, hipermetropic sau mixt. Astigmatismul neregulat și abordările chirurgicale specifice acestuia nu fac obiectul prezentei cercetări.

Corecția astigmatismului poate fi realizată prin metode optice sau chirurgicale. Mijloacele convenționale de corecție optică (ochelari, lentile de contact) își diminuează eficiența practică odată cu creșterea magnitudinii cilindrice: pacienții cu astigmatism mare tolerează mai dificil corecția prin ochelari și rămân frecvent subcorecți, iar lentilele de contact, pot fi dificil de aplicat pe termen lung și asociază riscuri specifice (capitolul 1.5). Aceste inconveniente pot afecta calitatea vieții pacientului și prezintă impact socio-economic notabil[1]. În cazul astigmatismelor de magnitudine mare, aceste limitări devin pronunțate, iar strategiile chirurgicale dobândesc un rol terapeutic important.

Corecția chirurgicală prezintă, în mod aparent paradoxal, un avantaj derivat din complexitatea anatomică a astigmatismului: posibilitatea de a aborda viciul refractiv în diferite planuri anatomice, nu obligatoriu în planul sursei dominante. Tehnicile chirurgicale se împart în două mari categorii anatomice (cap 1.5 din teză):

- **Tehnicile corneene** (cap 1.5.2.) - modifică geometria suprafeței anterioare a corneei pentru modificarea refringenței acesteia, prin proceduri ablativ efectuate cu laser (PRK și varianta sa modernă Trans-PRK, LASIK și varianta sa modernă FS-LASIK, SMILE,) sau, în cazuri selectate, prin incizii limbice de relaxare. Corecția laser a astigmatismului mare prezintă particularități specifice: profunzimea ablației stromale crește direct proporțional cu magnitudinea cilindrului tratat, ceea ce face ca rezerva pahimetrică să devină un factor limitant, iar alinierea axială a tratamentului capătă o importanță proporțional mai mare odată cu magnitudinea[14] — platformele actuale integrează profiluri de ablație asferice optimizate, *eye-tracking* intraoperator și compensarea ciclorsiunii pentru îmbunătățirea predictibilității[12,14].
- **Tehnicile intraoculare** (cap. 1.5.1 și cap.1.5.3) fie prin înlocuirea cristalinului natural cu o lentilă intraoculară torică (LIO torică), în contextul chirurgiei cataractei[7,15] sau ca substituție refractivă a cristalinului transparent (*refractive lens exchange*, RLE)[3,16] (la pacienți presbiopi cu indicație de chirurgie cristaliniană refractivă, eventual cu implanturi multifocale sau cu profunzime de focar extinsă); fie prin implantul de lentilă intraoculară phakică torică [17](cu preservarea cristalinului natural), adresat în special pacienților tineri cu ametropii sferocilindrice extreme, la care chirurgia laser este limitată de biomecanica corneană și la care înlocuirea refractivă a cristalinului ar compromite acomodarea naturală.

Fiecare modalitate prezintă limite biologice și biomecanice proprii, care devin relevante în mod particular în populația cu astigmatism mare. În chirurgia laser, selecția profilului ablativ, biomecanica corneană și procesele de vindecare[12,18–20] reprezintă principalele provocări. În chirurgia cristaliniană cu LIO torică, principalii determinanți ai succesului sunt acuratețea biometriei, algoritmi de calcul și stabilitatea rotațională a LIO în sacul capsular[7,21,22]. La implantul de lentilă phakică torică, selecția dimensiunii lentilei și raporturile anatomice ale acesteia cu structurile segmentului anterior, influențează semnificativ valoarea boltei postoperatorii[23–25].

În cazurile de ametropie extremă, în care o singură procedură nu poate neutraliza complet viciul de refracție, se poate recurge la abordarea de tip „*bioptics*”[26]. Aceasta reprezintă o strategie chirurgicală complexă, în care corecția este distribuită între planul intraocular (lentilă phakică sau pseudofakică) și planul cornean (proceduri laser), cu scopul de a obține o refracție cât mai apropiată de emetropie (cap. 1.5.4).

2. IPOTEZA DE CERCETARE ȘI OBIECTIVELE

Ipoteza principală a cercetării: tehnicile chirurgicale moderne de corecție a astigmatismului $\geq 2,00$ D asigură rezultate vizuale și refractive eficiente, predictibile, sigure și precise în condițiile practicii clinice curente, performanța fiecărei modalități fiind însă modulată de particularitățile anatomice ale ochiului tratat, de răspunsul biologic postoperator specific și de caracteristicile tehnice ale actului chirurgical.

Obiectivele generale ale cercetării au fost:

- Evaluarea rezultatelor vizuale, refractive și vectoriale ale celor patru tehnici chirurgicale moderne investigate în cohorte consecutive cu astigmatism preoperator $\geq 2,00$ D (Trans-PRK și FS-LASIK pentru abordarea corneană, LIO torică pentru chirurgia cristaliniană, ICL torică pentru implantul phakic);
- Caracterizarea acurateței corecției astigmatice prin analiza vectorială Alpins aplicată unitar tuturor studiilor, cu evaluarea separată a magnitudinii și a alinierii axiale;
- Evaluarea predictibilității refractive prin raportare la ținta planificată individual și a stabilității refractive pe perioada de urmărire postoperatorie;
- Identificarea factorilor anatomici, biometrici și refractivi asociați cu performanța rezultatului (în special, factorii predictivi independenți ai erorii reziduale astigmatice și raportul dintre parametrii biometrici și bolta postoperatorie a implantului phakic);
- Caracterizarea profilului de siguranță al fiecărei modalități chirurgicale în populația cu astigmatism mare;
- Evaluarea independenței funcționale postoperatorii față de corecția optică, ca rezultat clinic relevant pentru pacient.

Obiectivele specifice fiecărui studiu sunt detaliate în subcapitolele dedicate, „Introducere (ipoteza de lucru și obiective specifice)”: 5.1, 6.1 respectiv 7.1 ale tezei.

3. METODOLOGIA DE CERCETARE

3.1. Designul cercetării și populațiile de studiu

Cercetarea a fost structurată sub forma a trei studii clinice observaționale independente, cu date colectate prospectiv în cadrul activității clinice curente și analizate retrospectiv. Rezultatele fiecărui studiu au fost publicate în reviste de specialitate[27–29]. Cercetările s-au desfășurat în cadrul Clinicii ALCOR București, în intervalul 2021–2025, toate intervențiile fiind efectuate de același chirurg. **Cele trei studii au evaluat trei abordări terapeutice distincte pentru corecția astigmatismului de magnitudine mare:**

- chirurgia refractivă corneană laser (**Trans-PRK** și **FS-LASIK**);
- **implantul de lentilă intraoculară torică** (în context de cataractă sau de înlocuire cu scop refractiv a cristalinului la pacienți cu presbiopie);
- implantul de **lentilă phakică torică de tip Visian ICL** (la pacienți tineri, cu acomodare păstrată, dar care nu sunt eligibili pentru chirurgia corneană laser).

Tehnicile chirurgicale nu au fost alocate aleatoriu („*randomizat*”), alegerea procedurii fiind individualizată, bazată pe evaluarea clinică, a caracteristicilor anatomice și a indicației terapeutice specifice fiecărui caz. Criteriul comun de includere în toate cele trei studii a fost prezența unui **astigmatism preoperator de cel puțin 2,00 dioptrii (D) cilindrice**. Criteriile de includere și excludere pentru fiecare studiu sunt descrise în subcapitolele respective. Pacienții au fost incluși consecutiv. Heterogenitatea cohortelor analizate care derivă din includerea pacienților cu profiluri anatomice, indicații chirurgicale și strategii refractive distincte, a reprezentat o decizie metodologică deliberată, constituind simultan o limitare și o sursă de relevanță clinică, prin oferirea unei imagini apropiate de realitatea deciziei chirurgicale practice. Fundamentul cercetării nu a fost compararea celor trei tehnici, ci înțelegerea aprofundată a particularităților fiecărei modalități în populația cu astigmatism mare, prin implementarea unui cadru metodologic comun aplicat celor trei studii.

3.2. Evaluarea preoperatorie variabilele vizuală și refractive analizate

Evaluarea funcției vizuale a inclus determinarea acuității vizuale fără corecție optică (**AV FC**) și a celei cu cea mai bună corecție (**AV CC**), înregistrate inițial în sistem decimal, ulterior convertite în scala logMAR pentru analiza statistică (datorită proprietăților sale statistice superioare și distribuției aproximativ liniare între niveluri) și, pentru calcule și reprezentări grafice, în echivalent Snellen. Valorile foarte reduse („numără degetele”,

„percepe mișcarea mâinii”, „percepe lumina”) au fost convertite convențional în valori logMAR conform metodologiei detaliate în subcapitolele specifice fiecărui studiu.

Evaluarea refracției a inclus autorefractometria și refracția subiectivă manifestă, completată cu refracție cicloplegică în funcție de indicația clinică. Rezultatele refractive au fost exprimate prin componentele sferică, cilindrică și axială, precum și prin echivalentul sferic (ES). **Ținta refractivă** postoperatorie a constituit reperul pentru evaluarea predictibilității; în majoritatea cazurilor obiectivul a fost emetropia, însă în chirurgia cristalinului și în implantul de lentile phakice torice ținta a fost influențată de particularitățile formulelor de calcul și de puterile dioptrice disponibile ale implanturilor, iar la pacienții cu miopie axială mare supuși înlocuirii cristalinului s-a urmărit intenționat o miopie reziduală moderată ($\sim -2,50$ D), pentru conservarea funcționalității vizuale la aproape. În acest context, predictibilitatea refractivă a fost evaluată prin **concordanța dintre refracția postoperatorie obținută și ținta planificată individual**.

Variabilele postoperatorii analizate au inclus acuitatea vizuală (fără corecție și optim corectată), refracția reziduală (restantă), stabilitatea în timp a rezultatelor și identificarea eventualelor complicațiile specifice fiecărei tehnici.

3.3. Convenții optice și analiza refracției

Conversia refracției manifeste de la planul ochelarilor (distanță-vertex 12 mm) la planul cornean (distanță-vertex 0 mm), necesară pentru analiza vectorială, a fost efectuată prin formula standard a distanței-vertex aplicată la nivelul meridianelor principale. Transpoziția cilindrului între convenția de semn negativă și cea pozitivă s-a realizat conform formulelor standard. Clasificarea astigmatismului cornean (regulat) după orientarea meridianului cel mai refringent (notație clinică +) utilizată: astigmatism conform-regulii (între 60° – 120°), contrar-regulii (între 0° – 30° sau 150° – 180°) și oblic (între 30° – 60° sau 120° – 150°).

3.4. Analiza vectorială a astigmatismului

Spre deosebire de viciile sferice, astigmatismul este o entitate intrinsec bidimensională, definită simultan prin magnitudine (puterea cilindrului) și orientare (axul cilindrului între 0° și 180°). Astfel, operațiile aritmetice convenționale nu pot distinge adecvat această natură duală a astigmatismului. Prin dublarea orientărilor la intervalul trigonometric 0° – 360° , astigmatismului i se conferă proprietatea de vector (cu modul și

direcție), asupra căruia pot fi aplicate operațiile vectoriale standard (adunare, diferență, descompunere în componente carteziane); la finalul calculelor, unghiul rezultat este înjumătățit pentru recuperarea reprezentării clinice pe intervalul 0° – 180° (detaliat în Anexa 1 a tezei). Analiza rezultatelor a urmat metodologia Alpins[30], efectuată la planul cornean, una dintre cele mai validate și utilizate metode de evaluare a corecției astigmatismului[6,31–33]. Aceasta definește trei vectori fundamentali[30,33]:

- **TIA (*target-induced astigmatism*)** – modificarea astigmatică intenționată (țintită) chirurgical;
- **SIA (*surgically-induced astigmatism*)** – modificarea astigmatică obținută propriu-zis prin operație (diferența vectorială între astigmatismul preoperator și cel postoperator);
- **DV (*difference vector*)** – astigmatismul care ar mai fi necesar pentru atingerea rezultatului țintă (cuantifică eroarea totală a tratamentului, atât ca magnitudine, cât și ca direcție, valoarea ideală: zero).

Pe baza relațiilor între acești vectori, se calculează indicii derivați care răspund la întrebări clinice specifice[30,33,34]:

- **CI (*correction index, SIA/TIA*)** – „a fost magnitudinea tratamentului adecvată?”; valoarea ideală = 1,0; valori subunitare indică subcorecție, supraunitare supracorecție;
- **IOS (*index of success, DV/TIA*)** – „cât de aproape de țintă a ajuns refracția?”; valoarea ideală = 0;
- **ME (*magnitude of error*)** – diferența între magnitudinile SIA și TIA;
- **AoE (*angle of error*)** – diferența angulară între axul SIA și axul TIA.

Sursa astigmatismului preoperator a fost specifică fiecărui studiu: refracția manifestă (convertită la planul cornean) în chirurgia keratorefractivă (Studiul 1) și astigmatismul keratometric (K2–K1) în chirurgia intraoculară (Studiile 2 și 3). Astigmatismul țintă a fost reprezentat de datele de planificare specifice fiecărei tehnici, iar refracția manifestă postoperatorie (convertită în plan cornean) a reprezentat astigmatismul obținut.

3.5. Analiza statistică și raportarea grafică standardizată

Variabilele continue au fost exprimate ca medie $\pm$ deviație standard sau ca mediană și interval intercuartilic, în funcție de distribuția datelor (evaluată prin teste de normalitate și/sau inspecție grafică). Variabilele categoricale au fost raportate prin frecvențe absolute și

procente. Comparațiile statistice au utilizat metode parametrice sau non-parametrice adecvate, iar analizele de regresie au fost folosite pentru identificarea factorilor asociați erorii refractive sau astigmatice reziduale. Pragul de semnificație statistică a fost $p < 0,05$. Metodele analitice specifice fiecărui studiu sunt detaliate în capitolele dedicate.

Raportarea rezultatelor a urmat recomandările contemporane de standardizare pentru chirurgia refractivă sau chirurgia cristalinului, prin următorii parametri sintetici [33,34]:

- **indicele de eficiență (EI)** – AV FC postoperatorie / AV CC preoperatorie;
- **indicele de siguranță (SI)** – AV CC postoperatorie / AV CC preoperatorie;
- **predictibilitatea** – proporția ochilor cu refracție postoperatorie încadrată în $\pm 0,50$ D și $\pm 1,00$ D față de ținta planificată;
- **stabilitatea** refracției pe parcursul perioadei de urmărire.

Rezultatele au fost prezentate atât numeric, cât și prin grafice standardizate, pentru a facilita comparabilitatea cu literatura existentă. **Graficele standard:** histograme cumulative ale AV FC și CC, grafice de predictibilitate a echivalentului sferic, reprezentări ale acurateții corecției astigmatice și **diagrame vectoriale polare**. Prelucrarea datelor și analizele au utilizat Microsoft Excel (Microsoft Corp., Redmond, WA, SUA), Minitab (Minitab LLC, State College, PA, SUA) și programe dedicate analizei vectoriale și reprezentării grafice a rezultatelor refractive (menționate în metodologia fiecărui studiu, 5.2, 6.2, 7.2).

3.6. Considerații metodologice generale și limitări

Caracterul observațional și *real-world* al studiilor a reprezentat simultan un avantaj privind relevanța clinică a rezultatelor dar și o sursă de limitări metodologice. Heterogenitatea populațională și procedurală, alocarea *ne-randomizată*, dimensiunile relativ reduse ale unor subgrupuri analizate (reflectând criteriile restrictive de eligibilitate sau raritatea cazurilor), pierderea din evidența postoperatorie a unor pacienți (*loss to follow-up*) și includerea bilaterală a ochilor în anumite analize (introducând o dependență statistică parțială între observații, abordată prin analize de sensibilitate atunci când a fost relevant) constituie principalele limitări comune celor trei studii. Limitările specifice fiecărui studiu sunt detaliate în capitolele dedicate. În ansamblu, metodologia utilizată a urmărit menținerea unui echilibru între rigoarea analitică și relevanța în practica clinică a rezultatelor obținute, în contextul evaluării diferitelor strategii chirurgicale de corecție la pacienți cu astigmatism mare dar cu caracteristici diferite.

4. SINTEZA STUDIULUI 1 (Cap. 5)

4.1. INTRODUCERE. IPOTEZĂ. OBIECTIVE

Chirurgia refractivă laser reprezintă astăzi una dintre cele mai larg utilizate metode de corecție permanentă a viciilor de refracție. Cu toate acestea, performanța acestor tehnici în cazurile cu astigmatism de magnitudine mare presupune o serie de provocări specifice: profunzimea ablației stromale crește proporțional cu magnitudinea sfero-cilindrică tratată, ridicând probleme la cazurile cu rezervă pahimetrică limitată, predictibilitatea corecției scade odată cu valorile mai mari ale dioptriei cilindrice[35,36], iar precizia alinierii tratamentului pe axul meridianul cornean corespunzător capătă o importanță proporțional mai mare [12,20,37]. În acest context, alegerea tehnicii chirurgicale între o procedură de suprafață precum *Trans-PRK* și o procedură cu lambou („*flap*”) cornean (FS-LASIK) este orientată de profilul refractiv preoperator și de considerațiile biomecanice corneene specifice fiecărui caz. **Ipoteza și obiectivele:** În studiul privind corecția astigmatismului mare prin chirurgie kertonrefractivă au fost evaluate rezultatele la o lună postoperator obținute prin două tehnici disponibile pe aceeași platformă (Alcon WaveLight Refractive Suite, Alcon Laboratories Inc., Fort Worth, TX, SUA): **StreamLight Trans-PRK** (fotokeratectomie refractivă transepitelială într-o singură etapă, tehnică introdusă relativ recent în practica clinică) și **FS-LASIK** (laser-assisted in situ keratomileusis cu lambou („*flap*”) cornean realizat cu femtolaserul, tehnică consacrată cu utilizare extinsă). **Obiectivele** specifice au inclus **evaluarea rezultatelor vizuale și refractive, analiza vectorială** Alpini a acurateții corecției astigmatice (analizate la momentul postoperator timpuriu la o lună), evaluarea descriptivă a **stabilității refractive** pe sub-grupul cu vizite extinse, caracterizarea **profilului de siguranță** și măsurarea **independenței față de corecția optică**. Având în vedere că alocarea procedurală a urmat criteriile clinice și nu un protocol aleator (*randomizat*), studiul nu este construit ca o comparație directă între cele două tehnici, ci ca o evaluare la nivel de tehnică chirurgicală, cu prezentarea rezultatelor într-un cadru metodologic comun. Rezultatele cohortei StreamLight Trans-PRK se regăsesc în articolului „*Early Visual, Refractive and Astigmatism Vector Outcomes of StreamLight Trans-PRK for High Astigmatism (≥ 2.00 D)*” în *Romanian Journal of Ophthalmology*[29]; cohorta FS-LASIK este prezentată în teză ca date complementare.

4.2. PACIENȚI ȘI METODE

4.2.1 Populația studiată:

Cohorta a inclus 218 ochi de la 135 pacienți consecutivi cu cilindru refractiv manifest preoperator $\geq 2,00$ D, operați la Clinica ALCOR București în intervalul ianuarie 2021 – decembrie 2025, pe platforma Alcon WaveLight, de către același chirurg. Tehnica chirurgicală a fost stabilită pe criterii și indicație clinice, independent de desfășurarea acestui studiu: **171 ochi** (78,4%) au fost operați prin **StreamLight Trans-PRK** (cilindru refractiv preoperator $3,29 \pm 0,81$ D) și **47 ochi** (21,6%) prin **FS-LASIK** (cilindru preoperator $3,85 \pm 0,94$ D). Criteriile suplimentare de includere: vârsta ≥ 18 ani, ținta refractivă emetropică, absența procedurii de cross-linking cornean, disponibilitatea datelor postoperatorii la controlul de 1 lună. Criteriile de excludere: antecedente de chirurgie oculară, keratoconus, cazurile pierdute din urmărirea postoperatorie anterior de momentul primar de analiză sau fișa electronică a pacientului incompletă.

4.2.2 Evaluarea preoperatorie

Toți pacienții au fost supuși unei evaluări oftalmologice complete, specifică chirurgiei refractive: anamneză, examen biomicroscopic, evaluarea suprafeței oculare, măsurarea **AV FC** și **AV CC**, **refracție manifestă** și cicloplegică, tonometrie, oftalmoscopie în midriază farmacologică și investigații imagistice ale segmentului anterior. **Topografia, tomografia, pahimetria corneene** și biometria segmentului anterior au fost efectuate cu sistemul imagistic incorporat în suita refractivă Alcon WaveLight: WaveLight Oculyzer II, WaveLight Topolyzer Vario (Wavelight AG, Erlangen, Germania). Purtătorii de lentile de contact moi au întrerupt purtarea acestora cu 10–14 zile înainte de evaluarea preoperatorie. Planul de tratament și profilul de ablație corneană laser au fost stabilite de către echipa chirurgicală integrând măsurători keratometrice, topografice și biometrice provenite din modalitățile imagistice diferite. Toate cazurile incluse în această analiză au prezentat astigmatism regulat iar parametrii chirurgicali au fost calculați utilizând sistemul computerizat integrat cu sistemele chirurgicale laser excimer și femtosecundă ale platformei refractive. Profilele de ablație au folosit algoritmi optimizați prin tehnologia frontului de undă. Toate intervențiile au avut ca țintă refractivă emetropia.

4.2.3 Procedura chirurgicală

Toate intervențiile au fost efectuate sub anestezie topică, pe platforma Alcon WaveLight Refractive Suite, cuprinzând laserul excimer EX500 și, pentru cazurile FS-LASIK, laserul femtosecundă FS200. Sistemele integrate de „eye-tracking” și de compensare a ciclatorsiunii au fost active pe parcursul operațiilor. În Trans-PRK, ablația epitelială și cea stromală au fost efectuate în aceeași etapă continuă, utilizând laserul EX500. La sfârșitul ablației s-a aplicat mitomicină C 0,02%. La finalul operației s-a aplicat o lentilă de contact terapeutică. În cazurile FS-LASIK, lamboul cornean a fost realizat cu laserul FS200; după ridicarea lamboului, ablația stromală a fost efectuată cu laserul EX500, urmată de re poziționarea lamboului. Niciun caz inclus în acest studiu nu a prezentat complicații intraoperatorii. Schema de tratament postoperator standard a inclus antibiotic topic, antiinflamator corticosteroidian topic cu schemă descrescătoare.

4.2.4 Urmărirea postoperatorie

Momentul primar de analiză a fost vizita de control **la 1 lună postoperator**, cu evaluarea AV FC, AV CC, refracția manifesta, examenul biomicroscopic. Un sub-grup de 75 ochi cu vizite de control postoperator extinse a permis analiza descriptivă a stabilității refractive. Independența față de corecțiile optice a fost analizată la nivel de pacient pentru a evalua funcțional rezultatul intervenției de chirurgie refractivă și a fost definită în acest studiu ca absența emiterii prescripției de corecție optică în fișa electronică a pacientului.

4.2.5 Analiza statistică

Compararea descriptivă între caracteristicile preoperatorii ale celor două cohorte a folosit testul *t* Welch pentru variabilele continue, testul χ^2 Pearson sau testul Fisher exact pentru variabilele categorice. Analiza de sensibilitate statistică cu un singur ochi per pacient a fost aplicată principalilor parametrilor vizuali și refractivi.

4.2.6 Analiza vectorială a astigmatismului

Analiza vectorială a fost efectuată conform metodei detaliate în subcapitolul 4.4 din metodologia generală a cercetării, la planul cornean; astigmatismul preoperator utilizat pentru calculul vectorului astigmatismului-țintă (*TIA*) a fost cilindrul refractiv manifest convertit la planul cornean. Ținta refractivă vizată a fost emetropia în toate cazurile. Astfel, vectorii și indicii calculați au fost: *TIA*, *SIA*, vectorul diferență (*DV*), indicele de corecție (*CI* = *SIA/TIA*), indicele de succes (*IOS* = *DV/TIA*), mărimea erorii (*ME*) și eroarea angulară (*AoE*). Pentru generarea graficelor conform formatului standard[33] s-a utilizat software-ul

mEYEstro[38]. Diagramele vectoriale au fost realizate cu AstigMATIC[39], iar tabelele sintetice ale parametrilor vectoriali au fost generate cu programul AstigMETRICS [40].

4.2.7 Limitări metodologice

Cea mai importantă limitare o reprezintă intervalul scurt de urmărire disponibil la care s-a raportat analiza primară, în special în cazul cohorței Trans-PRK (în care vindecarea epitelului cornean continuă pe o perioadă mai lungă[41]). Sub-analiza pe ochii cu vizite suplimentare (subcapitolul 5.3.6) reprezintă o tentativă de a atenua parțial această limitare, dar aceasta are caracter strict descriptiv din cauza ratei suboptimale de prezentare control și a distribuției ne-uniforme a momentelor de analiză. În al doilea rând, alocarea ne-randomizată a tehnicii chirurgicale a produs două cohorțe cu profil refractiv preoperator diferit, ceea ce exclude utilizarea acestei cercetări în scopul unei comparații statistice între Trans-PRK și FS-LASIK. Prin urmare, rezultatele sunt raportate per tehnică, iar diferențele între cohorțe au valoare strict descriptivă. În al treilea rând, prezența cazurilor bilaterale (61,5% dintre pacienți) introduce o dependență parțială între observații, adresată printr-o analiză de sensibilitate. În fine, dimensiunile semnificativ diferite ale celor două cohorțe (171 vs 47 ochi), pot influența precizia estimărilor pentru cohorta FS-LASIK.

4.3. REZULTATE

4.3.1 Date demografice și profilul clinic preoperator[29]

Caracteristicile demografice nu au prezentat diferențe semnificative între cazurile supuse tehnicii trans-PRK sau FS-LASIK (vârsta $p = 0,053$, respectiv, distribuția pe sexe, $p = 0,913$). Acuitățile vizuale preoperatorii nu au fost semnificativ diferite între cele două cohorțe, atât în ceea ce privește AV optim corectată cât și AV fără corecție. Cohorta de **Trans-PRK** a fost compusă **predominant din ochi cu astigmatism miopic** (69,6%; ES preoperator $-2,73 \pm 2,56$ D), în timp ce **cohorta de FS-LASIK** a inclus o **proporție majoritară de ochi cu astigmatism hipermetropic sau mixt** (89,4%; ES preoperator $+1,06 \pm 2,92$ D) cu o valoare $p < 0,001$ pentru tipul de astigmatism. Diferența dintre ES medii ale celor două cohorțe a fost de aproximativ 3,8 D ($p < 0,001$) Astigmatismul refractiv precum și cel cornean (keratometria) au înregistrat ambele diferențe între grupuri, $p < 0,001$. Distribuția orientării astigmatismului a fost similară între cohorțe, cu o predominanță marcată a orientării conform regulii în ambele grupuri (94,7% Trans-PRK, 95,7% FS-LASIK; $p = 0,393$). Pahimetria centrală de 542 ± 35 vs 554 ± 30 μm , a fost diferită între cele două grupuri

($p = 0,022$). Aceste diferențe reflectă în fapt criteriile clinice care au stat la baza alocării procedurale: pacienții cu astigmatism predominant miopic și pahimetrie centrală mai redusă au fost direcționați către Trans-PRK, datorită profilului de siguranță superior al tehnicii în acest context, în timp ce pacienții cu astigmatism hipermetropic sau mixt și pahimetrie adecvată - către FS-LASIK. Astfel, se poate remarca prezența a **două cohorte clinic distincte**, iar rezultatele primare ale studiului au fost prezentate per tehnică, separat pentru fiecare cohortă, nu comparativ.

4.3.2 Rezultate vizuale și refractive la 1 lună postoperator pentru Trans-PRK[29]

AV FC postoperatorie a fost de $0,05 \pm 0,09$ logMAR [29]. Proporția cumulativă a AV raportată în rândurile percepute la optotipul Snellen: 60% dintre ochi cu AV FC $\geq 20/20$ și 98% $\geq 20/40$ (Fig. 4.1, panoul A)[29]. AV CC a fost de $0,03 \pm 0,07$ logMAR, superioară AV CC preoperatorie ($0,06 \pm 0,10$ logMAR), confirmând absența unei pierderi de acuitate cu corecție optimă[29]. Din punct de vedere clinic, 83 de pacienți (78,30%) au fost considerați independenți față de corecția optică la o lună. **Indicele de eficiență $1,04 \pm 0,22$** , cu 90% cu 96% din ochi încadrați în limita unei diferențe de un singur rând la optotip între AV CC și FC [29] (Fig. 4.1, panoul B). **Indicele de siguranță** fost de $1,10 \pm 0,22$; 99% dintre ochi au menținut sau au câștigat rânduri de AV CC. Niciun ochi nu a prezentat pierdere ≥ 2 rânduri de AV CC (Fig. 4.1, panoul C). ES a prezentat o medie de $-0,22 \pm 0,47$ D (Fig. 4.1, panoul D), cu o discretă deplasare (*shift*) miopică reziduală[29]. Distribuția acurateței ES față de obiectivul emetropic planificat a încadrat **71,3% în $\pm 0,50$ D și 97,1% în $\pm 1,00$ D** (Fig. 4.1, D)[29]. Regresia liniară a ES obținut față de cel intenționat a generat o pantă de 1,04 ($R^2 = 0,97$), demonstrând o **predictibilitate refractivă ridicată** pe întregul interval al dioptriilor tratate (ES mediu $-2,73 \pm 2,56$ D, interval $-8,12$ până la $+3,75$ D)[29] (Fig. 4.1, panoul E). Cilindrul refractiv rezidual postoperator mediu (în valoare absolută) a fost de **$0,65 \pm 0,44$ D**[29] (Fig. 4.1, panoul G). Distribuția cumulativă a astigmatismului rezidual a evidențiat că 53,2% dintre ochi s-au încadrat sub 0,50 D cilindrice și **90,1% sub 1,00 D**[29].

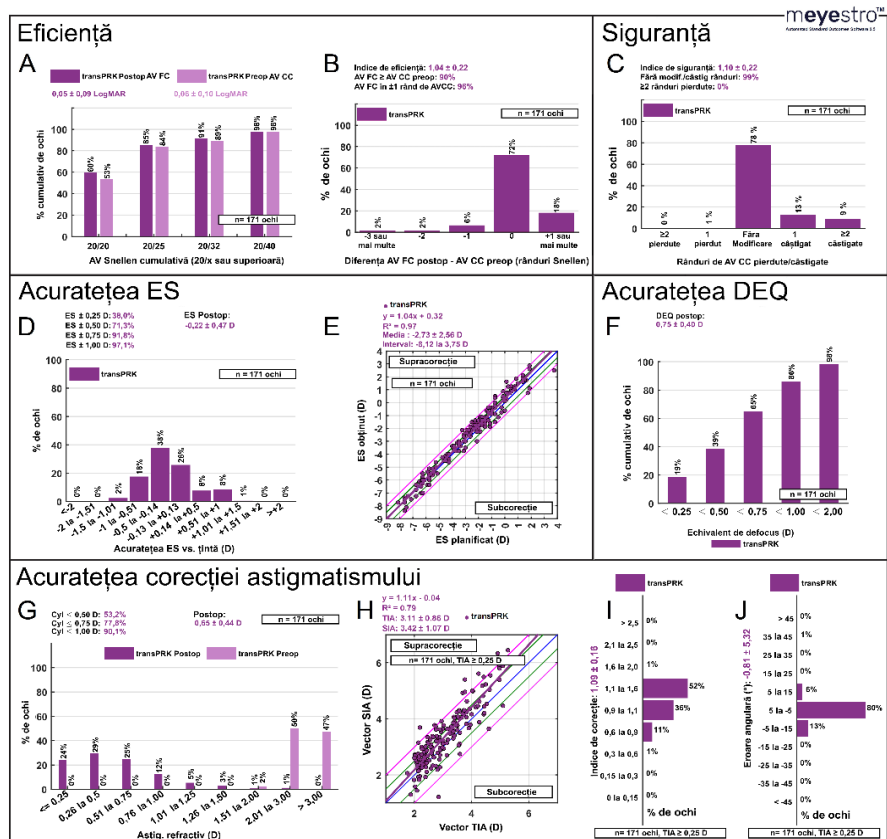


Fig. 4.1. Graficele standard pentru Trans-PRK (n=171). Sursa: adaptat din Prodescu et al., 2026[29]

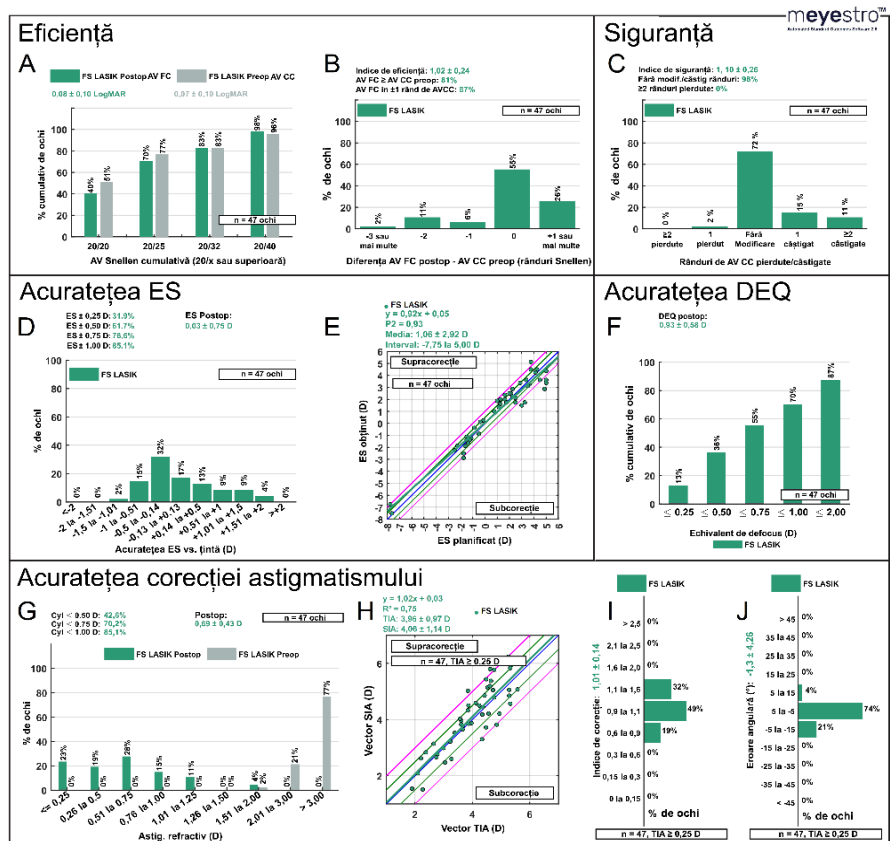


Fig. 4.2. Graficele standard pentru cohorta FS-LASIK (n = 47)

4.3.3 Rezultatele vizuale și refractive la 1 lună postoperator pt FS-LASIK

AV FC postoperatorie a fost de $0,08 \pm 0,10$ logMAR la o lună (Fig. 4.2, A): 40% dintre ochi au înregistrat AV FC $\geq 20/20$ și 98% $\geq 20/40$. AV CC postoperatorie a fost de $0,04 \pm 0,07$ logMAR, indicând o ameliorare față de AV CC preoperatorie ($0,07 \pm 0,10$ logMAR) și niciun ochi nu a pierdut ≥ 2 rânduri din AV CC (Fig. 4.2, C). Raportată la nivel de pacient, independența față de corecțiile optice la o lună a fost obținută în 79,3% din pacienți. **Indicele de eficiență** a fost supraunitar ($1,02 \pm 0,24$) cu 81% dintre ochi prezentând AV FC postoperatorie $\geq$ AV CC preoperatorie și 87% s-au încadrat în limita unui singur rând Snellen de diferență (Fig. 4.2, B). **Indicele de siguranță**, de asemenea supraunitar, a fost de $1,10 \pm 0,26$, iar 98% dintre ochi au menținut postoperator același număr de rânduri percepute la optotip sau au câștigat rânduri de AV CC, cu 15% prezentând un câștig de un rând și 11% câștig de două sau mai multe rânduri. ES a fost de $+0,03 \pm 0,75$ D (Fig. 4.2, D), apropiat de ținta emetropică vizată. Distribuția acurateței ES față de țintă a evidențiat încadrarea a 61,7% în $\pm 0,50$ D și **85,1% în $\pm 1,00$ D**. Regresia liniară a ES obținut față de cel intenționat a generat o pantă de 0,92 ($R^2 = 0,93$), demonstrând o **predictibilitate refractivă bună pe întregul interval al dioptriilor tratate** (ES mediu $+1,06 \pm 2,92$ D, interval $-7,75$ până la $+5,00$ D) (Fig. 4.2, E). Cilindrul refractiv rezidual postoperator mediu a fost de $0,69 \pm 0,43$ D la planul ochelarilor (Fig.4.2, G). Distribuția cumulativă a astigmatismului rezidual a evidențiat că 42,6% dintre ochi s-au încadrat sub 0,50 D și **85,1% sub 1,00 D** cilindrică.

4.3.4 Analiza vectorială pentru Trans-PRK[29]

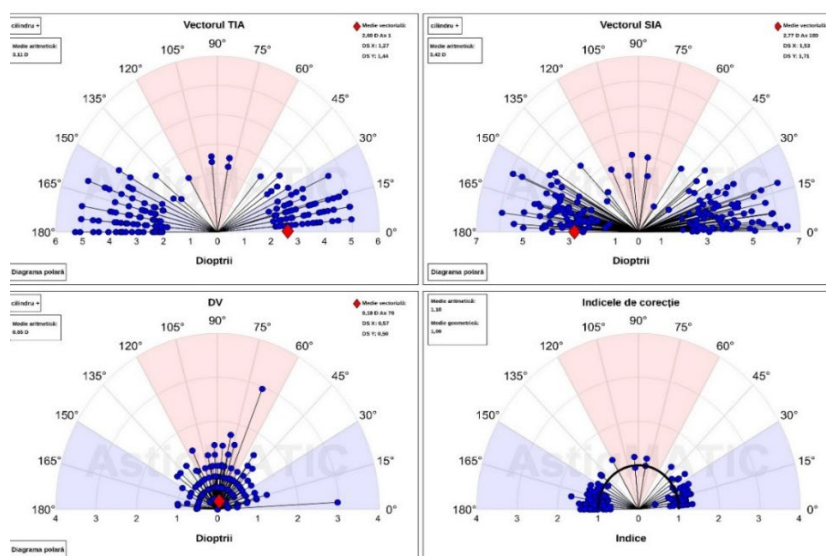


Fig. 4.3. Diagrama polară vectorială StreamLight Trans-PRK ($n = 171$), la planul cornean. Panourile: în stânga-sus — Vectorul astigmatismului țintă inițial (TIA); în dreapta-sus — Vectorul astigmatismului indus chirurgical (SIA); stânga-jos — Vectorul diferență (DV); dreapta-jos — Indicele de corecție (CI). Sursa: adaptată după Prodescu et al., 2026[29]

Astigmatismul țintă (TIA), a avut o magnitudine medie aritmetică de $3,11 \pm 0,86$ D, cu o medie vectorială de 2,60 D la 1° (Fig. 4.3)[29]. Astigmatismul indus chirurgical (SIA), a avut o magnitudine medie aritmetică de $3,42 \pm 1,07$ D, cu o medie vectorială de 2,77 D la axa de 180° (Fig. 4.3), îndeaproape aliniat cu axa TIA[29]. Vectorul diferență (magnitudinea erorii reziduale astigmatice), a avut o medie aritmetică de **$0,65 \pm 0,44$ D**, cu o medie vectorială de 0,19 D la 76° [29](Fig. 4.3). Diferența angulară între axa SIA și axa TIA, a avut o medie de $-0,81^\circ \pm 5,32^\circ$, indicând o **acuratețe excelentă a alinierii axiale** fără tendință sistematică spre o orientare specifică[29]. Distribuția AoE a evidențiat că 80% dintre ochi s-au încadrat în $\pm 5^\circ$ față de axa intenționată, iar **99% în $\pm 15^\circ$** [29] (Fig. 4.1 și 4.3). Indicele de corecție (SIA /TIA), a avut o medie aritmetică de **$1,09 \pm 0,16$** (mediană geometrică la 1,08), ușor superior valorii ideale de 1,0, sugerând o **tendință discretă de supracorecție** la nivelul cohorței, la o lună postoperator[29]; 36% dintre ochi s-au încadrat în intervalul țintă (CI 0,9–1,1), 11% au fost subcorecți (CI 0,6–0,9), 53% au prezentat supracorecție (CI >1,1)[29]. **Indicele de succes**, a prezentat o valoare medie de **$0,21 \pm 0,14$** [29]. Eroarea de magnitudine a avut o medie de $0,31 \pm 0,50$ D, cu 64,9% dintre ochi încadrați în $\pm 0,50$ D și **93,0% în $\pm 1,00$ D** [29]. Regresia liniară SIA în funcție de TIA a generat o pantă de 1,11 ($R^2 = 0,79$), **confirmând tendința de supracorecție** identificată, în concordanță cu valoarea indicelui de corecție [29](Fig. 4.1 și 4.3).

4.3.1 Analiza vectorială Alpins pentru FS-LASIK

Vectorul astigmatismului țintă (TIA) a avut o magnitudine medie (aritmetică) de $3,96 \pm 0,97$ D, cu o medie vectorială de 3,45 D la 180° (Fig. 4.4). Astigmatismul indus chirurgical (SIA) a avut o medie (aritmetică) de $4,06 \pm 1,14$ D, cu o medie vectorială de 3,44 D la 178° (Fig. 4.4), îndeaproape aliniat cu axa TIA. Vectorului diferență a prezentat o medie aritmetică de **$0,69 \pm 0,44$ D**, iar cea vectorială de 0,14 D la 42° (Fig. 4.4). Eroarea angulară a avut o medie de $-1,34^\circ \pm 4,26^\circ$, indicând o excelentă acuratețe a tratamentului chirurgical în ceea ce privește alinierea corecției pe axul planificat și cu variabilitate redusă, 74% dintre ochi s-au încadrat în $\pm 5^\circ$ față de axul intenționat, iar **100% în $\pm 15^\circ$** . Indicele de corecție a avut o medie aritmetică de **$1,01 \pm 0,14$** (cu o mediană geometrică 1,01), valoare aproape identică cu valoarea ideală de 1,0, indicând o **corecție astigmatică centrată pe ținta refractivă propusă, fără tendință sistematică de supra- sau subcorecție** la nivelul cohorței: 49% dintre ochi s-au încadrat în intervalul țintă (CI 0,9–1,1), 19% au prezentat subcorecție și 32% o supracorecție ușoară (CI 1,1–1,6). Indicele de succes a avut o valoare medie de **$0,18 \pm 0,12$** . Eroarea de magnitudine a prezentat o medie de **$0,10 \pm 0,57$ D**, cu 61,7% dintre ochi

încadrați în $\pm 0,50$ D și **89,4% în $\pm 1,00$ D**. Regresia liniară SIA vs TIA a generat o pantă de 1,02 ($R^2 = 0,75$), confirmând o **relație aproape directă între corecția intenționată și cea obținută prin operație, pe întregul interval al dioptriilor cilindrice tratate**.

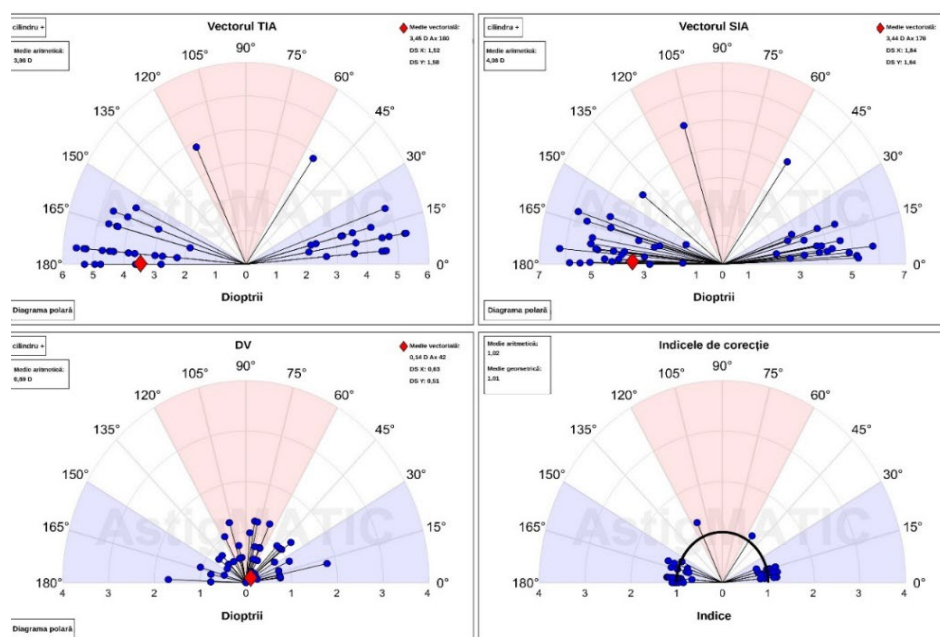


Fig. 4.4 Diagrama vectorială unipolară pentru cohorta FS-LASIK ($n = 47$, la planul cornean). Panourile: în stânga-sus — Vectorul astigmatismului țintă inițial (TIA); în dreapta-sus — Vectorul astigmatismului indus chirurgical (SIA); stânga-jos — Vectorul diferență (DV); dreapta-jos — Indicii de corecție (CI).

4.3.2 Sub-analiza de stabilitate refractivă pe ochii cu perioadă de urmărire postoperatorie extinsă

Ratele generale de prezentare la vizitele extinse au fost reduse: 57 din 171 de ochi (33,3%) în cohorta Trans-PRK și 18 din 47 de ochi (38,3%) în cohorta FS-LASIK. În cohorta **Trans-PRK** (perioadă medie de urmărire de $10,3 \pm 7,4$ luni postoperator, mediana 7,2 luni)[29], ES a prezentat o variație minimă, **de la $-0,14 \pm 0,45$ D la $-0,07 \pm 0,51$ D**, în sensul unei deplasări spre emetropie[29]. Deviația standard a mediei ES, s-a menținut similară și indică că dispersia statistică a rezultatelor nu s-a extins în timp[29]. Cilindrul refractiv rezidual mediu a rămas însă practic neschimbat, de la **$0,61 \pm 0,37$ D la o lună la $0,61 \pm 0,43$ D** la ulteriorul control disponibil, indicând absența unei degradări astigmatice progresive în acest interval[29]. AV FC și AV CC s-au menținut la nivel similar cu cele de la o lună. Este de remarcat însă proporția de ochi la care au survenit o modificare $> 0,50$ D a ES între cele două momente care a fost de 22,81%, sugerând faptul că modificări individuale, cu potențială relevanță clinică, pot surveni la unii ochi[29]. Nu au fost identificate cazuri noi de „haze” cornean cu apariție tardivă. În cohorta **FS-LASIK** (18 ochi, perioadă medie de urmărire de 8,08 luni mediana 6,9 luni), ES a prezentat o ușoară deplasare în sens

hipermetropic, **de la $-0,22 \pm 0,64$ D la $+0,06 \pm 0,57$ D**. Cilindrul refractiv rezidual mediu a rămas relativ stabil, cu o discretă creștere **de la $0,54 \pm 0,47$ D la o lună la $0,60 \pm 0,40$ D** la următorul control, diferență fără semnificație clinică. AV FC și CC s-au menținut comparabile cu cele de la o lună. Proporția de ochi cu modificare $> 0,50$ D a ES între cele două momente a fost de 11,11%. Nu au fost identificate cazuri noi de complicații tardive sau semne de ectazie corneană în acest subgrup.

4.3.3 Complicații postoperatorii la trans-PRK

Opacifierea corneană de tip „haze” a fost observată la **17 ochi (9,9%)**[29]. Cazurile au fost gestionate cu tratament antiinflamator corticosteroidian topic și urmărite clinic. Sindromul de ochi uscat simptomatic a fost raportat la 13 ochi (7,6%) și a fost gestionat prin administrarea prelungită de substituenți lacrimali fără conservant[29]. Fenomene disfotopice au fost raportate de 2 pacienți (1,2%)[29].

4.3.4 Complicații postoperatorii la FS-LASIK

Simptomatologia de **ochi uscat**, a constituit cea mai frecventă complicație, raportată la 4 ochi (8,51%), și a fost gestionată prin administrarea de lacrimi artificiale fără conservant. O eroziunea corneană centrală a fost identificată la 1 ochi (2,13%) și a evoluat favorabil sub tratament topic. Un caz (2,13%) a prezentat aberații cromatice.

4.4. CONCLUZII

Atât StreamLight Trans-PRK, cât și FS-LASIK reprezintă opțiuni terapeutice înalt performante pentru corecția astigmatismului $\geq 2,00$ D, cu **rezultate vizuale, refractive și funcționale bune, cu profil de siguranță favorabil și acuratețe vectorială ridicată**. Selecția între cele două tehnici rămâne o decizie individualizată, în funcție de profilul refractiv și pahimetric preoperator. Semnalul de instabilitate refractivă intra-individuală observat într-o proporție mai mare la Trans-PRK **justifică urmărirea postoperatorie pe perioadă mai lungă**, în vederea evaluării complete a stabilității refractive.

5. SINTEZA STUDIULUI 2 (Cap. 6)

5.1. INTRODUCERE. IPOTEZA ȘI OBIECTIVE

Acest capitol prezintă rezultatele studiului corecției astigmatismului prin implant de lentilă intraoculară (LIO) torică, publicate în articolului „*Early Real-World Clinical Outcomes and Astigmatism Vector Analysis of Toric Intraocular Lenses for High Astigmatism (≥ 2.0 D)*” în Journal of Clinical Medicine[28]. Implantul de LIO torică reprezintă metoda de elecție în practica clinică curentă pentru corecția astigmatismului în contextul chirurgiei cristalinului, fie aceasta operația de cataractă, fie înlocuirea cristalinului transparent în scop refractiv („*refractive lens exchange*”, RLE)[5,7] efectuată elective la pacienții presbiopi cu vicii de refracție astigmatice asociate prin implant de LIO torice capabile să corecteze și prezbiopia [5,16]. Cu toate acestea, în special în contextul astigmatismelor de magnitudine înaltă, contribuția relativă a parametrilor preoperatori (magnitudinea și orientarea astigmatismului, lungimea axială, contribuția suprafeței posterioare a corneei) *versus* a parametrilor implantului (puterea cilindrică a LIO, tipul de LIO, formula de calcul, stabilitatea sa rotațională) nu este pe deplin clarificată în literatură[21,42,43]. Mai mult, sensibilitatea la erorile de aliniere axială în contextul rotației postoperatorii este amplificată la magnitudini cilindrice mari [4,21]. **Ipoteza de lucru** este că implantul de **LIO torică oferă o corecție astigmatică eficientă și predictibilă într-o cohortă heterogenă cu astigmatism preoperator de magnitudine mare**, cu rezultate vizuale, refractive și vectoriale bune, precum și că este posibilă **identificarea unor factori predictivi independenți ai erorii astigmatice reziduale**. **Obiectivele studiului** constau în **evaluarea vizuală, refractivă și vectorială a corecției astigmatismului prin implant de LIO torică la 1 lună postoperator, identificarea factorilor predictivi independenți ai astigmatismului (regresie multivariată), evaluarea stabilității refractive pe sub-grupul cu perioadă de urmărire extinsă, compararea rezultatelor între strategiile refractive implementate (țintă emetropică vs. țintă miopică deliberată) și între indicațiile chirurgicale (cataractă vs. RLE), evaluarea independenței față de corecția optică postoperatorie și a profilului de siguranță al procedurii**.

5.2. PACIENȚI SI METODE

Studiul constituie o analiză retrospectivă a rezultatelor obținute în urma implantului de LIO torică, în context de practică clinică curentă („*real-world*”), desfășurată în cadrul

Clinicii ALCOR, în perioada iunie 2023 – decembrie 2025. Toate procedurile chirurgicale au fost efectuate de același chirurg, folosind aceeași platformă chirurgicală.

5.2.1 Populația studiată

Criteriile de includere și excludere. Cohorta a fost constituită din **pacienți consecutivi** care au fost supuși chirurgiei cristalinene cu implant de lentilă intraoculară (LIO) torică, fie pentru indicație de cataractă, fie pentru înlocuire refractivă a cristalinului (RLE). Criteriul principal de includere a fost prezența unui **astigmatism cornean preoperator $\geq 2,00$ D**. **Criteriile suplimentare de includere:** vârsta ≥ 18 ani, disponibilitatea datelor postoperatorii complete la controlul de 1 lună. **Criteriile de excludere:** refuzul participării la studiu, pierderea pacientului din urmărire înainte de momentul primar de analiză, date incomplete în fișa electronică sau antecedente de chirurgie refractivă corneană. Astfel, în urma implementării criteriilor de includere și de excludere, cohorta finală a cuprins **161 de ochi** proveniți de la **118 pacienți**. **Considerații metodologice.** Heterogenitatea deliberată a cohorței (chirurgia cataractei/RLE, modele diverse de LIO torice, strategii refractive cu ținte postoperatorii diferite, utilizarea inelului de tensiune capsulară în cazuri selectate), introduce o variabilitate clinică ce limitează evaluările statistice specifice fiecărui scenariu clinic individual, dar oferă o imagine apropiată de cazuistica reală, fiind în acest sens informativă pentru evaluarea performanței metodei în condiții de practică clinică curentă. Comorbiditățile oculare cu potențial limitativ asupra AV (ambliopie, glaucom, patologie retiniană etc.) nu au constituit criterii de excludere în acest studiu fiindcă nu au modificat planificarea chirurgicală sau validitatea analizei vectoriale (care evaluează rezultatul independent de potențialul vizual final), iar includerea lor reflectă populația reală întâlnită în practica clinică (o analiză de sensibilitate cu excluderea acestor cazuri a fost însă efectuată și prezentată în anexe). **Planificarea tratamentului și strategii refractive.** Nicio decizie clinică, terapeutică sau chirurgicală nu a fost stabilită aleator (niciun proces de *randomizare* nu a fost aplicat). Strategia *monovision* nu a fost aplicată la niciun caz din această cohortă.

5.2.2 Evaluarea preoperatorie și planificarea chirurgicală

Examinarea oftalmologică preoperatorie[28]: examen oftalmologic complet, acuități vizuale (AV FC, AV CC, măsurate în decimal, convertite ulterior în Snellen și logMAR), refracția manifestă, TIO, biomicroscopie și examinarea fundului de ochi (în cazurile cu cataractă avansată care a împiedicat vizualizarea fundoscopică, a fost efectuată ecografia

oculară în mod B), OCT a maculei sau a nervului optic sau alte examinări paraclinice efectuate în funcție de indicația clinică. Refracția preoperatorie a putut fi măsurată la 130 de ochi din 161; analiza vectorială a corecției astigmatice s-a bazat pe astigmatismul cornean obținut prin biometrie, disponibilă la toți cei 161 ochi. **Biometria și măsurarea astigmatismului cornean**[28]: Biometria oculară a fost efectuată cu ANTERION® (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germania) iar în cazurile în care biometria optică nu a fost fezabilă din cauza opacifierii cristaliniene avansate sau a axului antero-posterior prea lung, s-a utilizat ecografia oculară în mod A, prin imersie, sau un alt biometru. **Selecția LIO și calculul puterii dioptrice** Puterea dioptrică sferică, cilindrică și axul de aliniere au fost calculate folosind calculatoare torice (Alcon Toric Calculator, ESCRS Toric IOL Calculator și Zeiss Toric Calculator iar pentru calculul puterii sferice a LIO s-au utilizat formula Kane (44,1%), formula Barrett Universal II (31,1%) sau formula proprie Zeiss (24,7%)[28]. Modelele de LIO torică implantate: monofocale torice (Alcon AcrySof IQ Toric, Alcon Clareon Toric, Zeiss AT TORBI), trifocale torice (Zeiss AT LISA Tri Toric, Alcon AcrySof IQ PanOptix Toric) și torice cu profunzime extinsă a focalizării - EDOF (Alcon AcrySof IQ Vivity Toric, SIFI Miniwell Toric)[28].

5.2.3 Tehnica chirurgicală și protocolul postoperator

Tehnica chirurgicală. Toate procedurile chirurgicale au fost efectuate de către același chirurg pe sistemul Centurion® Vision System (Alcon Healthcare, Fort Worth, TX, SUA) sub anestezie topică sau retrobulbară. Marcajul preoperator al axului toric a fost efectuat la biomicroscop. Tehnica chirurgicală standard a presupus o incizie corneană principală de 2,2 mm, triplanară, plasată la 170–180° (sau 0–10° la ochii stângi) în majoritatea cazurilor, sau pe axul astigmatismului în cazuri selectate, efectuarea paracentezelor secundare, urmate de plasarea unei linii de irigație continuă („*anterior chamber maintainer*”). Etapele chirurgicale standard au fost: capsulorehxis, hidrodisecția și hidrodelineația, facoemulsificare, irigația și aspirația materialului cortical, polisarea capsulei posterioare și implantarea LIO torice cu ajutorul unui injector. LIO a fost aliniată la axul marcat preoperator. Pe parcursul operației s-au utilizat materiale vâscoelastice dispersive și coezive, întreg materialul vâscoelastic fiind aspirat la finalul procedurii. Paracentezele au fost hidrosuturate la finalul operației. La ochii care prezentau laxitate zonulară sau cu miopie axială mare, s-a implantat un **inel de tensiune capsulară** pentru optimizarea stabilității postoperatorii a LIO în sacului capsular ($n = 28$ ochi, 17,4% din cohortă[28]). În unele cazurile au fost efectuate proceduri suplimentare: pupiloplastie într-un caz de cataractă post-traumatică, injectare intravitreană de anti-VEGF

în două cazuri și sinechioliză la un caz[28]. **Evenimente intraoperatorii**[28]: o breșă în capsula posterioară a fostă gestionat prin vitrectomie anterioară, dar a permis implantarea și alinierea cu succes a LIO planificate în sacul capsular iar într-un alt caz, s-a plasat unui fir de sutură corneană la incizia principală cu rol profilactic, extras la 3 săptămâni postoperator. **Protocolul postoperator.** Schema de tratament topic cu soluții oftalmice antibiotice, corticosteroiziene și lacrimi artificiale, în doze descrescătoare.

5.2.4 Urmărirea postoperatorie și momentul primar al evaluării rezultatelor

Vizita de la 1 lună a constituit momentul primar de colectare a datelor postoperatorii: AV FC, AV CC, refracția manifestă, evaluarea statutului de (in)dependență față de corecția optică, examinarea oftalmologică, evaluarea complicațiilor. Pacienții cu edem cornean postoperator sau creșteri ale TIO au fost reevaluați mai frecvent. Un subgrup de pacienți a avut date de urmărire extinsă disponibile dincolo de momentul de 1 lună ($n = 75$ ochi); aceste date au fost utilizate pentru analiza de stabilitate refractivă. Independența față de corecția optică a fost evaluată la nivel de pacient ($n = 118$), pe baza emiterii prescripției de corecție optică documentate la vizita de 1 lună. Obținerea rezultatului refractiv funcțional planificat în funcție de strategia stabilită preoperator a fost definită ca indicator al succesului specific: pentru ochii monofocali cu țintă miopică -- corecție doar pentru distanță; pentru ochii monofocali cu țintă emetropia -- corecție doar pentru lectură; pentru ochii cu implant de LIO multifocale/EDOF -- independența completă față de corecția optică[28].

5.2.5 Analiza statistică

Pentru **sub-analizele stratificate** (subcapitolul 6.3.6) au fost definite operațional următoarele subgrupuri: țintă emetropică (ES planificat $\geq -0,50$ D) vs. țintă miopică (ES planificat între $-1,00$ și $-2,50$ D); cataractă vs. *RLE*; și sub-grupul cu urmărire extinsă[28]. Comparațiile între grupuri au utilizat testul Mann-Whitney U pentru variabilele continue (testul t Student pentru variabilele cu distribuție normală), testul Chi-pătrat sau testul Fisher exact pentru variabilele categoriale. Analiza de regresie liniară multivariată pentru identificarea factorilor de predicție a erorii astigmatice reziduale a folosit *screening*-ul univariat ca pas preliminar (variabilele cu $p < 0,20$ au fost incluse în modelul multivariat). Coeficientul de corelație Spearman a fost calculat ca analiză de sensibilitate non-parametrică pentru factorul predictor identificat.

5.2.6 Analiza vectorială

Astigmatismul keratometric a fost utilizat pentru vectorii astigmatismului preoperator. Refracția prezisă de formulele de calcul ale LIO torice a fost considerată refracția-țintă. Vectorii calculați au fost prezentați în Capitolul 4 Metodologia generală (*TIA, SIA, DV, AE*) precum și indicii derivați (*CI, IOS*). Calculele vectoriale au fost implementate în Microsoft Excel și AstigMETRICS [40]; reprezentarea grafică a vectorilor astigmatici a folosit ASCRS *Astigmatism Double Angle Plot Tool* pentru Excel[44], iar graficele standardizate au fost generate cu mEYEstro[38]. Reprezentarea grafică („*box plot*”) a erorii de predicție a astigmatismului refractiv a fost realizată cu instrumentul *Eyetemis Analysis Tool*[45]. Pentru evaluarea robusteții analizei vectoriale, s-a efectuat o analiză de sensibilitate statistică cu excluderea celor doi ochi cu evenimente intraoperatorii ($n = 159$).

5.2.7 Limitări metodologice ale studiului[28]

Designul studiului induce mai multe limitări care derivă din caracteristicile cohorței și cadrului de desfășurare: analiza retrospectivă, designul mono-centric și mono-chirurgical (deși asigură uniformitatea procedurală, limitează generalizarea rezultatelor); 36,4% dintre pacienți au contribuit ambii doi ochi la analiză; sub-grupul cu urmărire extinsă ($n = 75$ ochi) a inclus un număr restrâns de pacienți; documentarea sistematică în fișele pacienților a datelor referitoare la rotația postoperatorie a LIO nu a fost implementată. În plus, heterogenitatea indusă prin indicații chirurgicale diferite, modele de LIO torice diferite, includerea ochilor cu patologii preexistente limitează interpretarea comparativă a rezultatelor în ceea ce privește evaluarea unei LIO în particular sau a unui biometru folosit sau a unei formulă de calcul specifice.

5.3. REZULTATE

5.3.1 Caracteristicile generale ale cohorței

Vârsta medie a fost de $64,1 \pm 15,1$ ani cu distribuție asimetrică spre stânga, ceea ce reflectă includerea unui subgrup de pacienți mai tineri[28]. Cazurile bilaterale au reprezentat 36,4% din pacienți. Majoritatea ochilor au fost operați pentru cataractă (82,6%), restul pentru înlocuirea cristalinului transparent în scop refractiv, *RLE* (17,4%); ținta refractivă planificată a fost emetropia în 70,2% din ochi, respectiv miopia reziduală în 29,8%, această din urmă categorie incluzând predominant pacienți cu miopie axială mare[28]. Astigmatismul cornean preoperator a fost de $2,66 \pm 1,23$ D, distribuit ușor asimetric spre dreapta[28]; 26,1% (42 de

ochi) au depășit pragul de 3,0 D, 11,2% (18 ochi) cel de 4,0 D, indicând prezența unui subgrup substanțial de ochi cu astigmatism de magnitudine foarte mare[28]. Distribuția în funcție de orientare: astigmatismul conform regulii (52,2%), urmat de cel contrar regulii (40,4%) și de astigmatismul oblic, 7,5%[28]. Parametrii biometrici au reflectat heterogenitatea cohorței: lungimea axială medie a fost de $24,73 \pm 2,40$ mm, iar 23,6% dintre ochi au avut lungime axială >26 mm[28].

5.3.2 Caracteristici chirurgicale

Distribuția LIO torice: monofocale (78,9%); 21,1% LIO capabile să corecteze prezbiopia (trifocale sau EDOF)[28]. Detalierea pe modele individuale este prezentată în Anexa 3 a tezei. Puterea cilindrică a LIO implantate a depășit 3 D în 33,5% [28]. Inelul de tensiune capsulară a fost implantat la 17,4% din ochi, predominant la cei cu lungime axială mare. Incizia principală a fost plasată temporal la 170–180° în 82,0% din cazuri, iar în 18,0% pe axul astigmatismului[28].

5.3.3 Rezultate vizuale și refractive[28]

Rezultatele vizuale și refractive la 1 lună sunt prezentate sintetic în ilustrarea grafică standard din figura de mai jos.

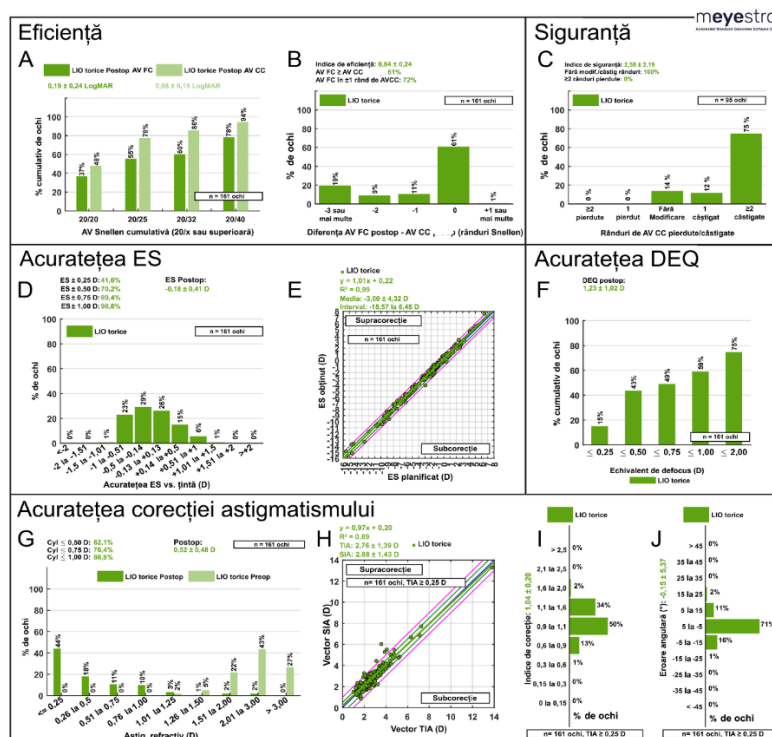


Fig. 5.1. Graficele standard pentru rezultatele vizuale și refractive ale Studiului 2. A —AV cumulativă; B —diferența dintre AV FC și AV CC; C —diferența de rânduri Snellen a AV CC pentru $n = 95$ ochi cu AV măsurabilă Snellen; D —Acuratețea ES față de țintă; E —ES obținut vs de cel intenționat (planificat); F —Echivalentul de defocus (DEQ); G —Acuratețea cilindrului refractiv (preoperator vs. postoperator); H —SIA vs TIA; I —Distribuția CL; J —Distribuția AoE. Sursa: adaptat din Prodescu et al., 2026[28].

AV FC s-a îmbunătățit semnificativ, de la $1,29 \pm 0,67$ preoperator la $0,19 \pm 0,24$ logMAR postoperator, iar AV CC a crescut de la $0,55 \pm 0,51$ la $0,09 \pm 0,15$ logMAR[28]; 37% dintre ochi au obținut o vedere fără corecție de 20/20 și 48% o vedere optim corectată de 20/20[28]. Diferența observată între distribuțiile acuităților vizuale postoperatorii cu și fără corecție reflectă parțial cei 29,8% ochi cu țintă refractivă intenționat miopică ($\sim -2,50$ D). Analiza de sensibilitate statistică restrânsă la cei 126 ochi fără patologii oculare documentate a arătat o AV FC medie de $0,11 \pm 0,15$ (mediana 0,05) postoperator și o AV CC de $0,03 \pm 0,05$ logMAR (mediana 0,00), confirmând performanța procedurii în absența factorilor de confuzie statistică asociați comorbidităților oculare[28]. **Acuratețea ES raportat la ținta planificată a fost ridicată**, cu 69,6% din ochi (112) încadrați în $\pm 0,50$ D față de țintă și 98,1% (158 ochi) în $\pm 1,00$ D[28]. Eroarea de predicție a ES a fost de $-0,19 \pm 0,42$ D (mediana $-0,18$ D), indicând o ușoară tendință de deplasare miopică (*shift* miopic), posibil asociată cu proporția semnificativă de ochi cu LA mare în cohortă (23,6% >26 mm)[28]. Regresia dintre ES țintit și cel obținut: pantă de 1,01 cu $R^2 = 0,99$ (pe un interval al valorilor ES preoperator de la $-15,57$ D la $+6,45$ D), confirmând o **predictibilitate excelentă a ES pe tot intervalul ametropiilor cohortei**[28]. Astigmatismul refractiv rezidual a prezentat o medie de $0,52 \pm 0,48$ D, în scădere de la $2,80 \pm 1,29$ D preoperator[28]. Pragul clinic de 0,50 D a fost atins de 62,1% (100 de ochi), iar pragul de 1,00 D de 88,8% (143 de ochi); doar 11,2% (18 ochi) au prezentat astigmatism rezidual peste 1,00 D[28]. Indicele de siguranță (calculat pe $n = 95$ ochi cu acuitate vizuală preoperatorie măsurabilă Snellen) a fost de $2,58 \pm 2,19$. Niciun ochi nu a prezentat pierdere semnificativă clinic a AV CC (≥ 2 rânduri), iar 75% din ochi au câștigat ≥ 2 rânduri[28]. Indicele de eficiență a fost $0,84 \pm 0,24$ pentru întreaga cohortă și $0,87 \pm 0,21$ pentru subgrupul cu țintă emetropică ($n = 113$)[28]. Echivalentul de defocus postoperator, integrând atât componenta sferică cât și cea cilindrică ale refracției într-un singur parametru, a avut o valoare medie de $1,23 \pm 1,02$ D.

5.3.4 Analiza vectorială[28]

TIA a avut o magnitudine medie de $2,76 \pm 1,39$ D, SIA de $2,88 \pm 1,43$ D, valorile fiind apropiate, ceea ce indică o corecție în general concordantă cu obiectivul refractiv planificat[28]. DV a avut o magnitudine medie de $0,53 \pm 0,44$ D (mediana 0,42 D), valoare apropiată de cea a astigmatismului refractiv rezidual de 0,52 D[28]. Panta liniei de regresie TIA vs SIA (Fig. 5.1, H): 0,97 cu $R^2 = 0,89$. Valoare a coeficientului de determinare R^2 reflectă variabilitatea inherent mai mare a corecției astigmatice comparativ cu cea a ES ($R^2 =$

0,99 pentru ES)[28]. Indicele de corecție de $1,04 \pm 0,20$ sugerează o ușoară tendință de supracorecție. Distribuția corecției obținute (Fig. 5.1, I): 50,3% dintre ochi s-au încadrat în intervalul ideal (CI 0,9–1,1), 36,0% (58 de ochi) în zona de supracorecție (CI >1,1) și 13,7% (22 de ochi) în zona de subcorecție (CI <0,9)[28]. Indicele de succes a avut o valoare de $0,22 \pm 0,18$, reflectând o magnitudine redusă a astigmatismului rezidual luând în calcul magnitudinea care trebuia corectată[28]. Eroarea angulară a avut o valoare medie de $-0,15^\circ \pm 5,37^\circ$ (mediana 0°), centrată în jurul valorii zero (Fig. 5.1, J), ceea ce indică absența unei erori sistematice de aliniere[28]. Distribuția acestuia a fost simetrică și 97,5% s-au încadrat în intervalul de $\pm 15^\circ$ [28]. Distribuția astigmatismului rezidual reprezentată în diagrama dublu-angulară (Fig. 5.2) a evidențiat un centroid situat la $0,03 \text{ D} @ 43^\circ$, cu o DS a distribuției de $0,69 \text{ D}$ [28] și indică absența unei erori sistematice de predicție a formulei de calcul toric[28]. Eroarea (absolută) de predicție a astigmatismului refractiv a fost de $0,53 \pm 0,44 \text{ D}$ (în plan cornean). Analiza de sensibilitate statistică cu excluderea celor doi ochi cu evenimente intraoperatorii care ar putea influența astigmatismului rezidual (breșa capsulei posterioare și sutura corneană) a demonstrat rezultate similare[28].

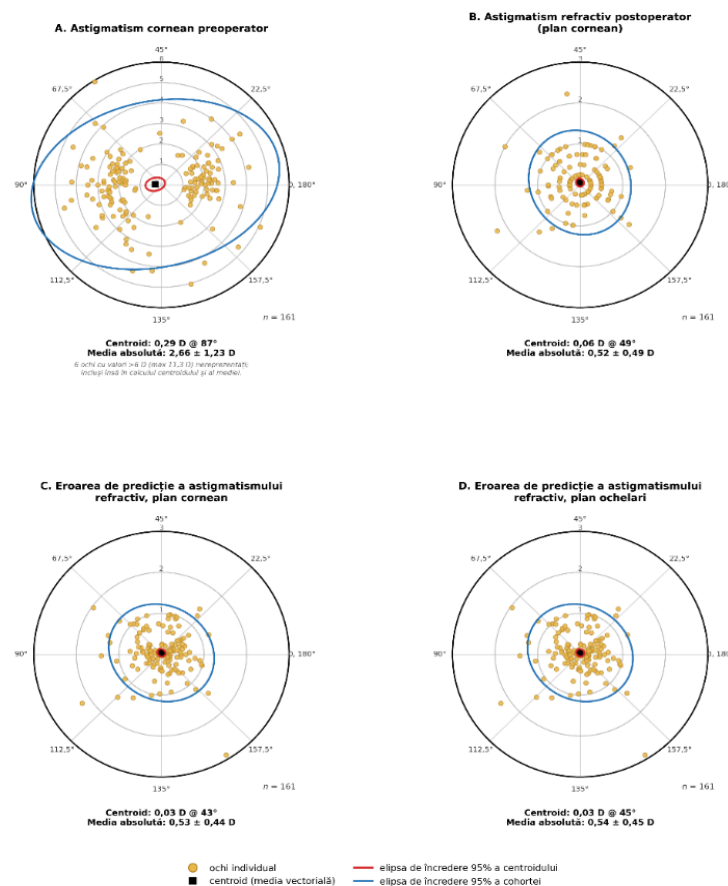


Fig. 5.2 **Diagrame dublu-angulare ale astigmatismului refractiv ($n = 161$ ochi).** (A) Astigmatismul cornean preoperator; (B) Astigmatismul refractiv postoperator; (C, D) Eroarea de predicție a astigmatismului refractiv la planul cornean (C) și la planul ochelarilor (D). Fiecare inel concentric = $1,00 \text{ D}$. Sursa: adaptat din Prodescu et al., 2026[28].

5.3.5 Analiza multivariată: factorii de predicție ai erorii astigmatice reziduale

Pentru identificarea factorilor-predictori independenți ai erorii astigmatice reziduale, **magnitudinea vectorului diferență (DV), a fost utilizată ca variabilă dependentă** (variabilă rezultat), iar factorii candidați pentru valoare predictivă au fost: parametri demografici, parametri biometrici, astigmatismul preoperator (magnitudinea și orientarea), parametri LIO și parametri chirurgicali (utilizarea de inel capsular de tensiune, tipul de chirurgie, ținta refractivă propusă[28]. Variabilele care au atins pragul $p < 0,20$ în regresia univariată au fost incluse în modelul statistic multivariat[28]: puterea cilindrică a LIO ($p = 0,003$), utilizarea inelului de tensiune capsular ($p = 0,162$) și orientarea astigmatismului (variabilă categorială, $p = 0,041$)[28]. Modelul multivariat astfel constituit a explicat 8,9% din variabilitatea DV ($R^2 = 0,089$), o valoare modestă dar semnificativă statistic la nivel de model ($p = 0,005$), reflectând complexitatea factorilor care influențează rezultatul refractiv astigmatic la nivel individual[28]. **Doi factori predictivi independenți au fost identificați pentru eroarea astigmatică reziduală: puterea cilindrică a LIO** ($\beta = 0,051$, $p = 0,031$) și **și orientarea oblică a astigmatismului preoperator** ($\beta = 0,299$, $p = 0,032$)[28].

5.3.6 Sub-analize stratificate

Heterogenitatea cohorței a permis și totodată a impus efectuarea unor analize stratificate menite să analizeze rezultatele obținute la sub-grupurile cu relevanță clinică particulară. **Stabilitatea refractivă** a fost evaluată pe sub-lotul de 75 de ochi (46,6% din cohorta inițială) cu date de urmărire postoperatorie extinsă, perioadă de urmărire medie de 8 luni. ES în acest sub-grup a fost de $-0,71 \pm 1,24$ D la 1 lună și $-0,68 \pm 1,22$ D la ultimul control disponibil, corespunzând unei **modificări medii de $+0,02 \pm 0,31$ D**, o deplasare hipermetropică minimală între cele două momente postoperatorii, fără impact clinic[28]. Modificarea echivalentului sferic survenită între cele două momente postoperatorii s-a încadrat în intervalul $\pm 0,50$ D la 90,7% dintre ochi[28]. **Compararea strategiilor refractive** (refracția-țintă stabilită la evaluarea preoperatorie a cazului și introdusă în calculatorul LIO): ochii operați cu LIO monofocale torice cu **țintă emetropică** ($n = 78$) *versus* **cei cu țintă miopică reziduală** ($n = 48$) au demonstrat **acuratețe similară** între cele două grupuri în ceea ce privește principalii parametri vectoriali și refractivi (DV, $p = 0,310$; eroarea angulară $p = 0,858$; cilindru rezidual, $p = 0,370$; % cu cilindru rezidual $\leq 0,50$ D $p = 0,771$ și respectiv $\leq 1,00$ D, $p = 1,0$)[28]. Singura **diferență cu semnificație statistică a fost indicele de corecție**: mediana 1,019 vs. 0,975, $p = 0,049$, ochii cu țintă emetropică

prezentând o corecție discret mai apropiată de ținta intenționată[28], dar ambele valori se încadrează însă în intervalul ideal (cât mai apropiat de 1). Compararea rezultatelor între indicațiile pentru implantul de LIO torică, **cataractă versus RLE**: AV FC și AV CC postoperatorii au prezentat diferențe între cele grupuri ($p = 0,043$ respectiv $p = 0,031$), diferență ce poate fi atribuită în principiu unor caracteristici preoperatorii diferite (indicația de RLE ținte cont de potențialul vizual bun), fiindcă din punct de vedere al acurateții corecției grupurile nu au prezentat diferențe semnificative (DV, CI, AoE, cilindrul rezidual, eroarea de predicție a ES) [28].

5.3.7 Independența față de corecția optică

Independența față de corecția optică postoperatorie a fost evaluată la nivel de pacient ($n = 118$), iar succesul funcțional obținut, luând în calcul strategiile refractive planificate, a fost: 85,3% din pacienții monofocali cu țintă miopică ($\sim -2,50$ D) au necesitat corecție doar pentru depărtare, 72,6% din pacienții monofocali cu țintă emetropică au necesitat corecție doar pentru lectură și 63,6% din pacienții cu LIO multifocale sau EDOF au obținut independența completă față de corecția optică. **Diferențele între ratele de succes pe cele trei strategii funcționale nu au atins semnificația statistică** (test χ^2 , $p = 0,167$), sugerând o probabilitate comparabilă de a atinge rezultatul funcțional planificat în pofida heterogenității cohorței[28].

5.3.8 Complicații și profil de siguranță

Evenimente intraoperatorii: o complicație intraoperatorie - o breșă în capsula posterioară la care s-a efectuat vitrectomie anterioară (1 ochi, 0,6%) - fără impact asupra implantării LIO (implantat în sacul capsular) sau poziționării acestuia[28]. Plasarea unui fir de sutura corneană a fost o măsură profilactică aplicată într-un caz (0,6%) și nu a fost considerată complicație propriu-zisă [28]. **Complicații postoperatorii:** În perioada imediat postoperatorie (până la 1 lună), cea mai frecventă observație a fost **edemul cornean (10 ochi, 6,2%)**, tratat topic, **vindecat integral** până la momentul evaluării de 1 lună în toate cazurile[28]. Creșteri TIO au fost înregistrate la 4 ochi (2,5%) și au fost gestionate topică și ajustarea schemei de descreștere a corticosteroidului topic[28]. La 2 ochi (1,2%) a fost identificată rotația LIO torice cu $\geq 15^\circ$ față de axul la care a fost implantată (astigmatismul rezidual de 0,75 D în ambele cazuri și rezultatele vizuale funcționale satisfăcătoare, nu au impus repoziționarea chirurgicală)[28]. Opacifierea capsulei posterioare a fost detectată la 7 ochi (4,3%), dintre care 4 au fost tratați prin capsulotomie Nd:YAG [28].

5.4. CONCLUZII

Implantul de LIO torică a determinat o **îmbunătățire semnificativă a acuității vizuale, acuratețe ridicată a corecției refractive sfero-cilindrice** și a **rezultatelor vectoriale** (DV mediu de $0,53 \pm 0,44$ D, CI mediu de $1,04 \pm 0,20$) cu **predictibilitate** și **alinie** bune (91,9% dintre ochi încadrați în $\pm 10^\circ$ față de axa vizată), fără erori sistematice de predicție (centroid al astigmatismului rezidual de 0,03 D @ 43°).

Analiza de regresie multivariată a identificat doi **factori predictivi independenți** ai erorii astigmatice reziduale: **puterea cilindrică a LIO implantate** ($\beta = 0,051$, $p = 0,031$) și **astigmatismul oblic** ($\beta = 0,299$, $p = 0,032$), în timp ce mărimea astigmatismului preoperator, lungimea axială, vârsta, tipul intervenției și ținta refractivă nu au prezentat asocieri semnificative cu eroarea reziduală în acest studiu[28].

Stabilitatea refractivă pe sub-grupul cu perioadă de urmărire extinsă ($n = 75$) a fost evidențiată printr-o **modificare ne semnificativă clinic a echivalentului sferic** ($+0,02 \pm 0,31$ D), cu 90,7% dintre ochi încadrați în $\pm 0,50$ D de diferență[28].

Comparația rezultatelor între strategiile refractive monofocale (**țintă emetropică vs. miopie reziduală**) și între indicațiile chirurgicale (**cataractă vs. RLE**) a evidențiat o **acuratețe astigmatică echivalentă** la nivelul parametrilor vectoriali principali[28].

Rezultatul funcțional intenționat în funcție de strategia refractivă, a fost atins la 85,3% din pacienții cu țintă miopică, 72,6% din pacienții cu LIO monofocală cu țintă emetropică și 63,6% din pacienții cu LIO multifocale/EDOF torice[28].

Profilul de siguranță al procedurii a fost favorabil, cu o singură complicație intraoperatorie (0,6%) și o rată de complicații postoperatorii de 10,6%, fără cazuri de pierdere permanentă a vederii[28].

Coroborate, aceste rezultate susțin eficacitatea și predictibilitatea implantului de LIO torică în corecția astigmatismului mare într-o cohortă heterogenă din practica clinică curentă (*real-world*), cu performanță consecventă pe întreg spectrul indicațiilor chirurgicale și al strategiilor refractive. Identificarea simultană a unor factori predictivi independenți (puterea cilindrică a LIO și astigmatismul oblic) sugerează existența unor sub-grupuri distincte în care viciul rezidual este sistematic mai mare, indicând către direcții de cercetare ulterioară pentru rafinarea calculului toric și a strategiei chirurgicale la astigmatismele de mărime mare.

6. SINTEZA STUDIULUI 3 — (Cap. 7)

6.1. INTRODUCTION. IPOTEZA. OBIECTIVE

Lentila intraoculară phakică torică Visian ICL (implantată în sulcusul ciliar, anterior de cristalinul natural) reprezintă o opțiune terapeutică valoroasă la pacienții tineri cu ametropii sferice sau sfero-cilindrice mari, care depășesc limitele de siguranță ale chirurgiei keratorefractive laser, dar care nu sunt candidați optimi pentru înlocuirea refractivă a cristalinului, având acomodarea păstrată. Tehnica oferă posibilitatea corectării unor dioptrii mari, cu ameliorarea calității optice, profil de siguranță constant îmbunătățit odată cu perfecționarea modelelor moderne (de exemplu – introducerea orificiului central KS Aquaport® pentru modelele EVO/EVO+)[46,47], cu rezultate stabile în timp[48,49] și, de asemenea, prezintă avantajul reversibilității (lentila poate fi explantată în cazul dezvoltării cataractei legate de vârstă sau în cazul, rar, de apariție a complicațiilor[50]). În același timp, succesul implantului depinde semnificativ de raporturile sale cu elementele anatomice intraoculare[25,51,52]. Diminuarea riscului de complicații precum afectarea stratului endotelial cornean, creșterile presiunii intraoculare sau cataracta[50,53,54], fiind puternic influențată de selecția optimă a dimensiunii lentilei, adecvată la anatomia individuală[25,51,54]. Performanța implantului de ICL toric la pacienții cu astigmatism preoperator de magnitudine mare este mai puțin frecvent caracterizată în literatura existentă[23,55], iar dezbaterea comunității științifice asupra parametrilor preoperatori optimi pentru determinarea dimensiunii lentilei este în continuă actualizare[51,56,57].

Ipoteza și obiectivele.

Cercetarea a investigat **ipoteza conform căreia implantul de Visian ICL toric oferă o corecție astigmatică eficientă, sigură și predictibilă în populația cu cilindru preoperator $\geq 2,00$ D, iar valoarea boltei postoperatorii este modulată de dimensiunea lentilei și anatomia internă a segmentului anterior.**

Obiectivele specifice au fost: evaluarea rezultatelor vizuale și refractive la 1 an postoperator, analiza vectorială a corecției astigmatice, caracterizarea relației dintre bolta postoperatorie și dimensiunea ICL implantate și cea între boltă și diametrul *white-to-white* (WTW), evaluarea concordanței între metodele automată (ANTERION) și manuală (compas Castroviejo) de măsurare a diametrului WTW și caracterizarea profilului de siguranță al procedurii. Rezultatele au fost publicate în articolul „*Clinical Outcomes and Astigmatism*

6.2. PACIENȚI ȘI METODE

6.2.1 Populația de studiu

Studiul s-a desfășurat în perioada aprilie **2021- aprilie 2025** la clinica Alcor, București și a inclus **pacienți consecutivi** conform criteriilor: **criterii de includere**: vârstă ≥ 18 ani, **astigmatism ≥ 2 D** (refracție manifestă), **eligibilitate pentru implant Visian ICL toric** (stabilită în urma evaluării oftalmologice, decizie clinică și discuție medic-pacient); **criterii de excludere**: refuzul de participare la studiu, fișe medicale incomplete, pierderea cazului din urmărire înainte de 1 an postoperator, unghi camerular sau densitate de celule endoteliale cu valori sub nivelurile-prag pentru siguranța intervenției propuse, glaucom, cataractă, keratoconus, strategia „*bioptics*”. În analiza finală au **fost incluși 25 ochi/16 pacienți**.

6.2.2 Evaluarea pre-operatorie

- Evaluarea oftalmologică: **AV FC, AV CC, refracție** manifestă și cicloplegică, TIO, examinare biomicroscopică și oftalmoscopia, examinarea retinei periferice
- **Tomografia, topografia și biometria** cu dispozitivele Anterion (Heidelberg Engineering, Heidelberg, Germania) și Allegro Oculyzer Wavelight (Alcon Laboratories, Inc., Fort Worth, TX, SUA)
- **Diametrul WTW**: măsurat **automat cu Anterion** și **manual** (cu compas Castraviejo) sub microscopul operator
- Densitatea de celule endoteliale corneene, determinarea unghiului camerei anterioare (clasificat: $<30^\circ$, între 30° și 45° sau $\geq 45^\circ$), profunzimea camerei anterioare (atât de la endoteliu cât și de la epiteliu cornean)
- Investigații suplimentare în funcție de indicația clinică (OCT de pol posterior, examinarea vederii binoculare etc.)

6.2.3 Selecția lentilei ICL[27]

Parametrii ICL-ului (putere dioptrică sferică și cilindrică, model, dimensiune, ax de implantare) au fost stabiliți utilizând algoritmul specific de calcul specializat pus la dispoziție de producător. Modelele ICL (STAAR Surgical AG, Nidau, Elveția) toric

implantate: VTICM0, V4c; VTICM5, V5, VTICH, cu dimensiuni de: 12,1 mm, 12,6 mm și 13,2 mm (parametrii ICL sunt detaliați în teză în Anexa 4).

În toate cazurile incluse în studiu, dezideratul refractiv planificat a fost (cât mai aproape) de emetropie (0,0 D), însă aceasta ideal este limitat în practică de dioptriile disponibile: toricitatea maximă a ICL torică disponibilă: 6 D cilindrice; valoarea maximă a astigmatismului preoperator din acest studiu 8 D cilindrice) și de pașii în incremente fixe dioptrice (în pași de 0,50 D pentru dioptria cilindrică). Astfel, valoarea **refracției țintă utilizată în analiza vectorială a fost refracția-prezisă** de formula de calcul.

6.2.4 Tehnica chirurgicală în implantul de Visian ICL toric

Toate intervențiile chirurgicale au fost efectuate în aceeași sală de operații, de către același chirurg. Preoperator s-a efectuat marcajul axului la limb și anestezia topică. Tehnica operatorie: incizii corneene, injectarea substanței vârcoelastice în camera anterioară, implantarea lentilei ICL în camera anterioară prin intermediul unui injectorul dedicat, poziționarea lentilei cu hapticele în sulcusul ciliar, alinierea marcajelor torice ale lentilei la axul marcat preoperator, lavajul substanței vârcoelastice, hidrosutura inciziilor. Tratamentul postoperator a constat în administrarea topică de soluții oftalmice antibiotice, corticosteroidiene și lacrimi artificiale cu descreștere treptată.

6.2.5 Urmărirea post-operatorie a cazurilor și vizitele de control[27]

Pacienții au fost examinați la 3-5 zile, 1 lună, 1 an. Momentul analizei primare a fost la **1 an postoperator**. Variabilele colectate: AV FC, AV CC, refracția. Măsurătoarea boltei postoperatorii a ICL („vault”) a fost determinată la controlul de 1 lună, cu modulul *Metrics* al Anterior (vezi Fig.6.1).

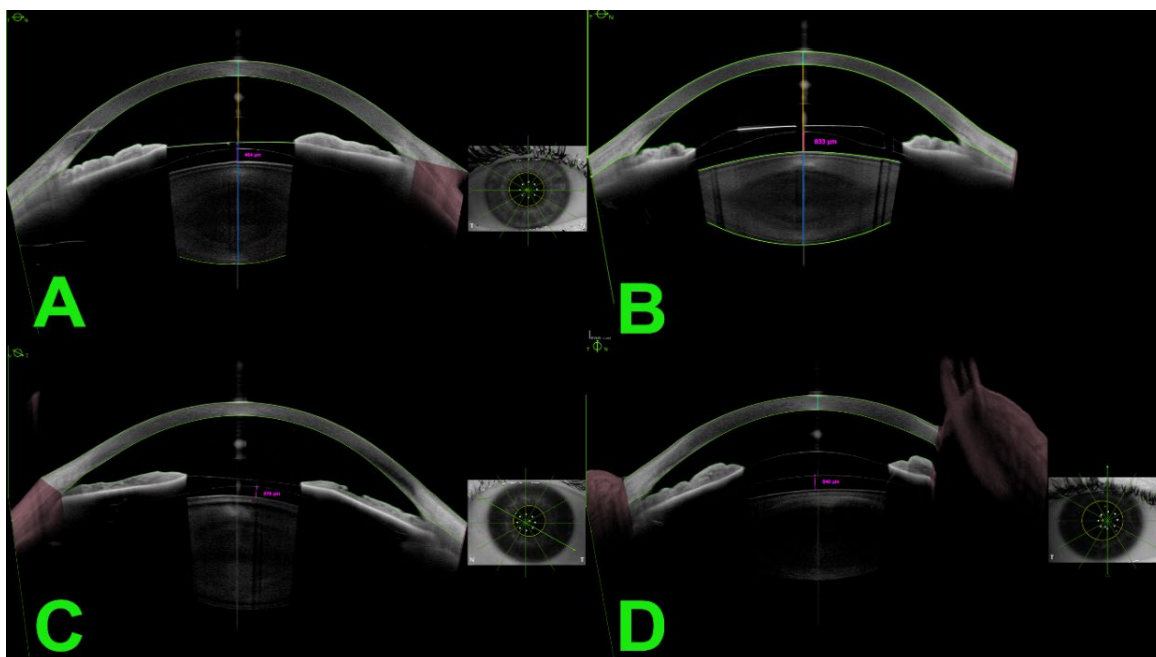


Fig. 6.1 Evaluarea postoperatorie a boltii („vault”) ICL prin tomografie în coerență optică ANTERION (modulul Metrics, Heidelberg Engineering): secțiuni sagitale orizontale prin segmentul anterior cu măsurarea distanței (în μm) între suprafața posterioară a lentilei phakice și capsula anterioară a cristalinului. (A) Boltă optimă (464 μm). (B) Boltă înaltă (833 μm). (C) Boltă la limita inferioară a intervalului optim (378 μm). (D) Boltă optimă medie (540 μm) – ICL VTICH fără port central. Categoriile de boltă utilizate: joasă (< 250 μm), optimă (250–750 μm), înaltă (> 750 μm).

6.2.6 Variabilele colectate pentru analiza datelor

AV CC și FC pre- și post-operatorii (la un an), determinate în sistem decimal și convertite în sistem logMAR și Snellen). Analiza independenței funcționale față de corecțiile optice a fost efectuată cu unitatea de analiză pacientul și a folosit datele referitoare la emiterea prescripției din fișele electronice.

6.2.7 Analiza statistică a datelor

Determinarea concordanței statistice („*limits of agreement*”) între valorile WTW obținute prin măsurare automatizată și cele prin măsurare manuală a implementat analiza Bland-Altman. Comparățiile-pereche au implementat testul t-pereche. Asocierea dintre boltă și dimensiunea ICL a fost evaluată prin testul Kruskal-Wallis, iar corelația statistică între diametrul WTW și boltă prin coeficientul Spearman (ρ) cu intervale de încredere 95%.

6.2.8 Analiza vectorială a astigmatismului

Corecția astigmatismului a fost analizată vectorial (TIA, SIA, DV, CI, IOS, ME și EoA) după metoda descrisă de Alpíns[30] calculați conform metodologiei generale a cercetării doctorale (capitolul 4.4 al tezei), în plan cornean și utilizând programele AstigMETRICS[40] și mEYEstro[38]. Graficele standard au fost generate cu mEYEstro[38]

și în instrumentul tabular pentru Excel („*Astigmatism Double Angle Plot Tool*”[44]) diagramele dublu-angulare și calcularea valorii centroidului vectorial. Astigmatismul pre-operator din diagramele polare a utilizat K1/K2 măsurate cu ANTERION.

6.3. REZULTATE

6.3.1 Date demografice

Vârsta medie la momentul intervenției a fost de $26,8 \pm 5,4$ încadrată în intervalul 20–39 ani[27]. Distribuția pe sexe a fost echilibrată, cu 8 pacienți (50%) de sex feminin și 8 (50%) de sex masculin[27]. Implantarea bilaterală a fost efectuată la 9 pacienți (56,3%).

6.3.2 Caracteristici preoperatorii

Preoperator, toate cazurile prezentau AV FC „ND”, iar AV CC medie a fost de $0,26 \pm 0,21$ logMAR[27]. Media echivalentul sferic (ES) a fost de $-11,26 \pm 6,62$ D, media cilindrul refractiv (în valoare absolută) de $3,72 \pm 1,27$ D, cu intervalele largi de valori de la $-17,38$ la $+8,50$ D în cazul ES, respectiv de la $2,25$ la $8,00$ D pentru astigmatism[27]. Astigmatismul a fost predominant conform regulii (88%) și de tip miopic (88%)[27]. Astigmatismul keratometric mediu a fost de $3,13 \pm 1,22$ D[27].

6.3.3 Diametrul White-to-White (WTW)

WTW măsurat automat cu ANTERION = $11,96 \pm 0,35$ mm, WTW măsurat manual = $11,67 \pm 0,36$ mm cu diferență medie pereche = 0,26 mm (Î 95% 0,17 la 0,35 mm, $p < 0,001$). Analiza Bland-Altman: **limitele de acord 95% între -0,18 și 0,69 mm** (Fig. 6.2):

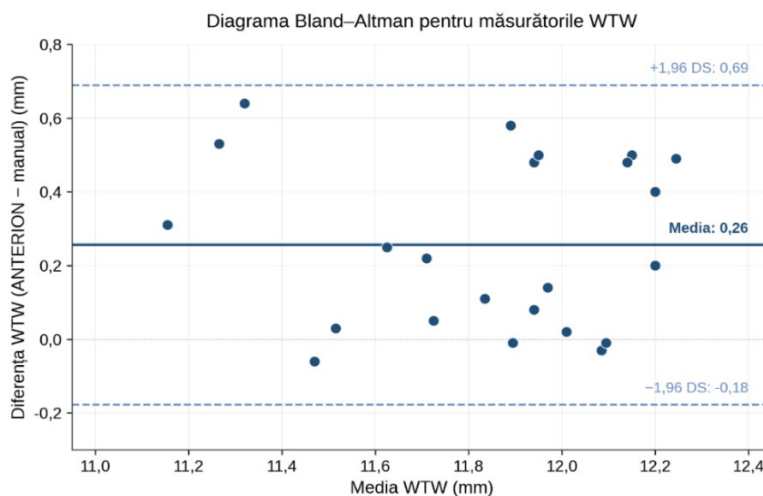


Fig. 6.2. Analiza Bland-Altman a concordanței între măsurarea WTW automată și cea manuală ($n = 25$ ochi). Linia centrală continuă reprezintă diferența medie pereche (0,26 mm; Î 95% 0,17 la 0,35; $p < 0,001$, testul t pereche). Liniile întrerupte indică limitele de acord 95%. Sursa: adaptată după date publicate de Prodescu et al.[27]

6.3.4 Parametri chirurgicali[27]

Dioptria sferică medie a ICL implantate a fost de $-13,70 \pm 7,07$ D, iar puterea cilindrică de $3,72 \pm 1,27$ D[27]. Dimensiune ICL implantate: 12,1 mm (24%), 12,6 mm (32%), 13,2 mm (44%). Ținta refractivă medie: sferică de $-0,39 \pm 0,65$ D și cilindrică de $0,46 \pm 0,82$ D.

6.3.5 Rezultate vizuale și refractive obținute prin implantul de lentilă phakică

AV FC = $0,16 \pm 0,16$ logMAR (de la $0,26 \pm 0,21$ logMAR preoperator) și AV CC = $0,09 \pm 0,11$ logMAR (de la $0,26 \pm 0,21$ logMAR preoperator). **Indicele de eficiență** = $1,38 \pm 0,61$, 80% din ochi au obținut o AV FC postoperatorie egală sau superioară AV CC preoperatorii, cu 96% din ochi situați la o diferență de 1 rând Snellen între AV FC postoperatorie și AV CC preoperatorie[27] (Figura 6.4, panoul B). **Indicele de siguranță** a fost de $1,57 \pm 0,60$. Niciun ochi nu a pierdut ≥ 2 rânduri Snellen de acuitate vizuală, iar 72% au câștigat cel puțin un rând la optotip[27] (Figura 6.4, C). **Independența completă față de corecția optică** a fost obținută în proporție de 88% din pacienți. **Echivalentul sferic** postoperator mediu a fost de $-0,56 \pm 0,77$ D, demonstrând predictibilitate față de intenția refractivă țintă cu[27]: 44% încadrându-se în $\pm 0,50$ D și 88% în $\pm 1,00$ D față de ținta. ES țintit vs ES obținut ilustrează o corelație puternică între cei doi parametri, cu o **discretă tendință spre subcorecție** [27] (Fig. 6.3, E). **Stabilitatea refractivă**: diferența de $-0,12$ D între controlul de 1 lună și cel de 1 an, neglijabilă din punct de vedere clinic[27]. O proporție de 20% din ochi a prezentat modificare mai mare de 0,50 D de ES în această perioadă de urmărire[27].

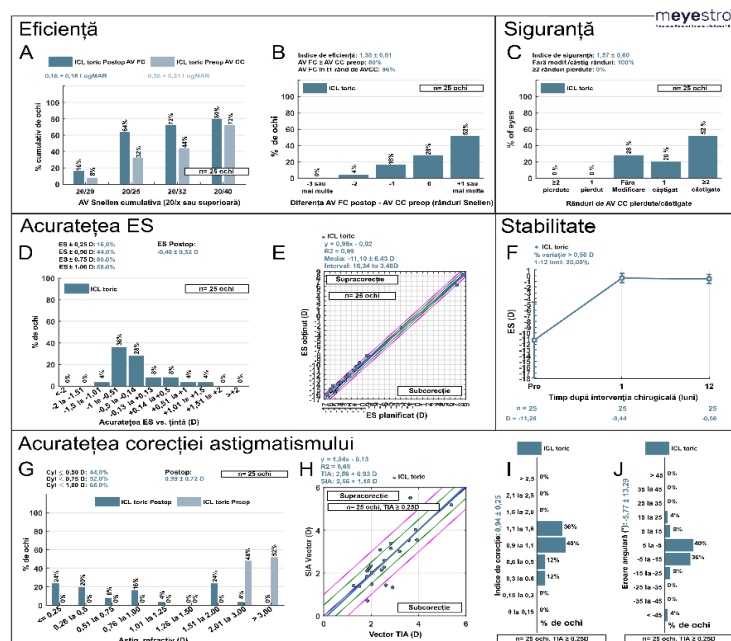


Fig. 6.3. Reprezentarea grafică standardizată a rezultatelor implantului ICL toric (n = 25). Adaptat din Prodescu et al., 2026[27].

6.3.6 Corecția astigmatismului (analiză scalară)[27]

Cilindrul refractiv postoperator mediu a fost de $0,99 \pm 0,72$ D, iar proporția ochilor în funcție de astigmatismul rezidual: 44% din ochi au obținut cilindrul rezidual $\leq 0,50$ D, 68% din ochi s-au încadrat în pragul de $\leq 1,00$ D (Fig. 6.3, G). Un caz a prezentat astigmatism rezidual important (2,75 D), datorat depășirii toricității maxime disponibile.

6.3.7 Analiza vectorială a astigmatismului[27]

Analiza vectorială a evidențiat[27]: TIA: $2,59 \pm 0,93$ D, SIA: $2,56 \pm 1,18$ D, **DV: $0,84 \pm 0,63$ D, indice de corecție: $0,94 \pm 0,25$, indice de succes: $0,35 \pm 0,27$** . Eroarea medie de magnitudine: $-0,03 \pm 0,67$ D (cu 72% din ochi încadrându-se în intervalul $\pm 0,50$ D, respectiv 84% în intervalul $\pm 1,00$ D), fără identificarea vreunei tendințe sistematice de supracorecție sau subcorecție[27]. În ceea ce privește orientarea intraoculară a ICL-ului, AoE medie a fost $-5,77 \pm 13,29^\circ$ (Fig. 6.3, J), cu **84% din ochi în intervalul $\pm 15^\circ$** [27]. Regresia TIA vs SIA (Fig. 6.3, H): corecție proporțională între ceea ce s-a propus și ceea ce s-a obținut din punctul de vedere al magnitudinii astigmatice[27].

Reducerea semnificativă a astigmatismului, **centroidul** scăzând de la 2,67 D la 88° la 0,48 D la 100° postoperator [27] este ilustrată în Fig. 6.4:

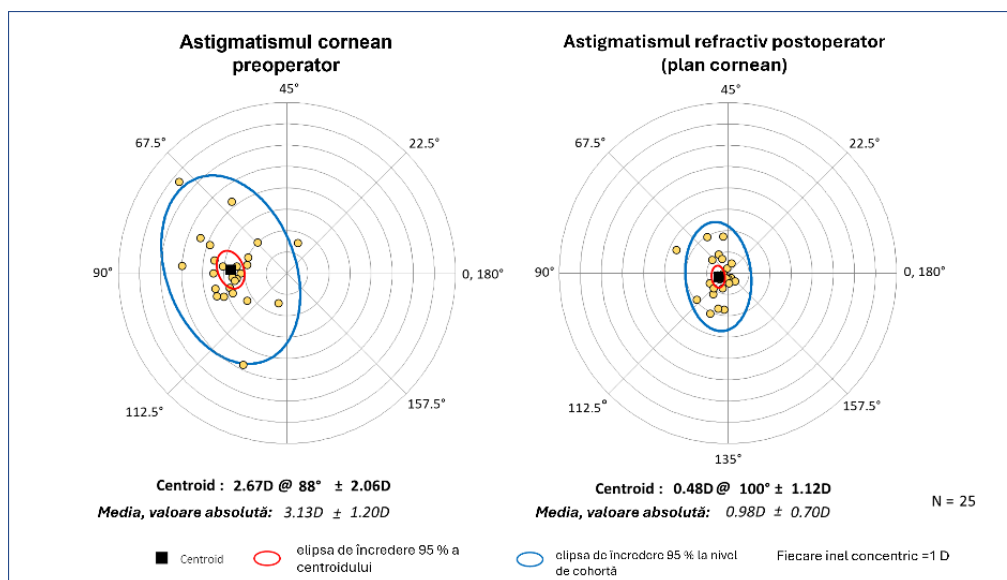


Fig. 6.4 Diagrame dublu-angulare ale astigmatismului preoperator și postoperator (în plan cornean). Sursa: adaptat din Prodescu et al., 2026[27]

În Fig. 6.5 se poate observa distribuția relativ simetrică a astigmatismului rezidual în jurul intersecției axelor, cu eroare sistematică minoră (centroidul EP 0,29 D la 114° în planul cornean[27]):

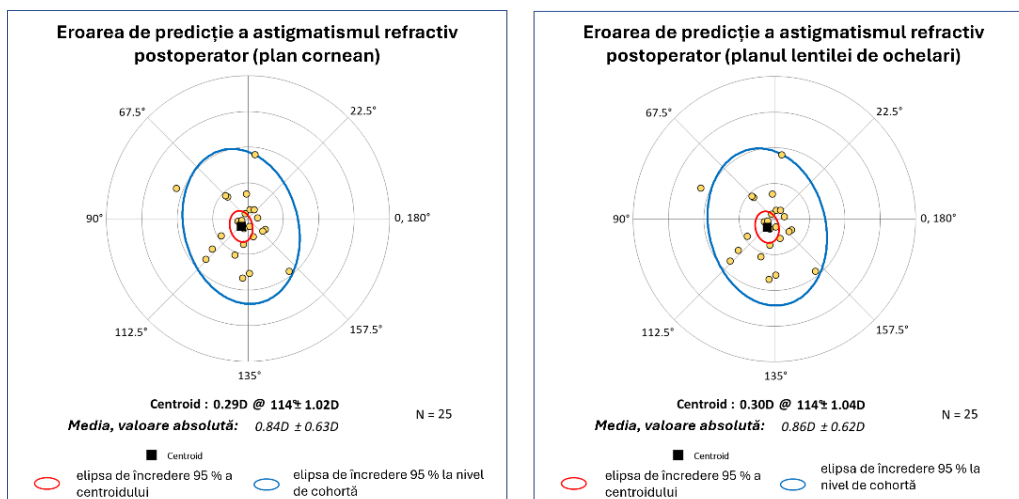


Fig. 6.5 Eroarea de predicție a astigmatismului refractiv postoperator (plan cornean – stânga și planul lentilei de ochelari - dreapta). Fiecare inel concentric = 1 dioptrie. Sursa: Adaptat după Prodescu et al., 2026[27]

6.3.8 Analiza bolții postoperatorii a ICL-ului[27]

Valoarea medie a boltei (la 1 lună) = $615,5 \pm 192,3 \mu\text{m}$, cu un interval cuprins între 286 și $924 \mu\text{m}$ (Fig. 6.6); distribuția: valori optime (250–750 μm) la 68% din ochi, crescute ($>750 \mu\text{m}$) la 32% din ochi (în toate cazurile cu boltă înaltă, dimensiunea ICL-ului implantat a fost de 13,2 mm) și scăzute în 0%. S-a evidențiat o asociere semnificativă între boltă și dimensiunea ICL (Fig. 6.6, testul Kruskal-Wallis, $p = 0,002$), însă fără corelație semnificativă a acesteia cu WTW (măsurat automat, Fig. 6.6, Spearman $\rho = 0,15$)[27].

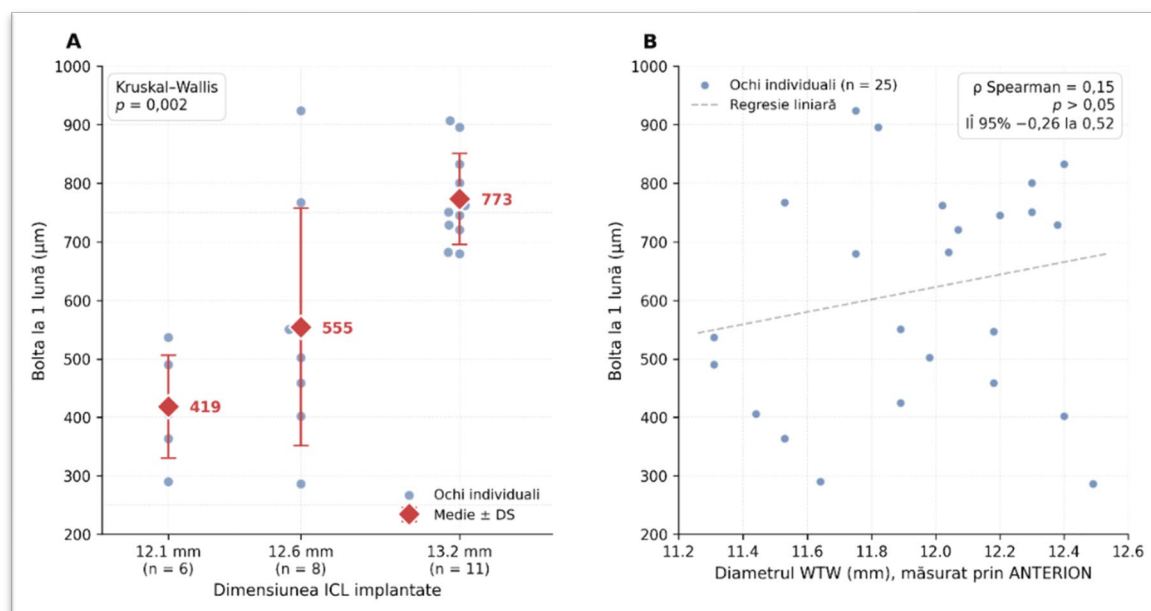


Fig. 6.6 Bolta postoperatorie a ICL torice la 1 lună postoperator (n = 25 ochi). (A) Bolta medie pe categorii de dimensiune ICL implantată (12,1 mm, n = 6; 12,6 mm, n = 8; 13,2 mm, n = 11), cu creștere progresivă a bolții odată cu creșterea dimensiunii lentilei. (B) Bolta postoperatorie raportată la diametrul white-to-white (măsurat automat cu Anterior).. Sursa: datele au fost publicate în Prodescu et al.[27]

6.3.9 Profilul de siguranță și complicații[27]

Nu au fost înregistrate complicații severe cu potențial vizual sau pierderi de acuitate vizuală optim corectată pe perioada urmăririi postoperatorii. La un an postoperator nu au fost detectate în acest lot cazuri de cataractă sau de scădere a densității celulelor endoteliale[27]. Au fost înregistrate cazuri de creșterea a presiunii intraoculare în perioada imediat postoperatorie (16% la 5 zile și 24% la 1 lună), însă tranzitorii, cu rezoluție completă (0% cazuri la un an)[27]. Pe de altă parte, s-a observat creșterea cazurilor de simptomatologie de ochi uscat de la 12% la o lună la 28% la un an[27].

6.4. CONCLUZII

Implantul de lentile intraoculare phakice torice Visian ICL a determinat o îmbunătățire postoperatorie semnificativă a AV FC și AV CC, cu indici de eficiență și siguranță supraunitari[27].

Predictibilitatea refractivă a fost bună, majoritatea ochilor încadrându-se în intervalul $\pm 1,00$ D față de ținta refractivă a echivalentului sferic și astigmatismului rezidual, deși valorile au fost ușor inferioare celor raportate în alte studii, probabil în contextul includerii cazurilor cu astigmatism de grad mai înalt în acest studiu[27].

Analiza vectorială a evidențiat o corecție astigmatică eficientă și proporțională, cu un indice de corecție aproape de valoarea ideală și acuratețe direcțională bună[27].

Bolta postoperatorie s-a situat predominant în intervalul optim și a fost semnificativ asociată cu dimensiunea lentilei implantate, dar nu a demonstrat corelație cu diametrul WTW măsurat cu Anterior, susținând rolul anatomiei interne a segmentului anterior – și nu al unui parametru surogat extern precum WTW – ca determinant major al comportamentului intraocular al implantului[27].

Determinarea diametrului *WTW* cu dispozitivul ANTERION și manual, cu compasul Castraviejo nu ar trebui considerate metode intersanjabile în selecția preoperatorie a dimensiunii ICL[27].

Implantul de ICL toric reprezintă o opțiune sigură și eficientă pentru corecția astigmatismului de grad înalt la pacienții cu acomodare păstrată la care chirurgia corneană nu este indicată[27].

7. CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE

Teza a studiat corecția chirurgicală a astigmatismului mare ($\geq 2,00$ D) prin patru tehnici moderne (Trans-PRK, FS-LASIK, LIO torică și ICL torică), grupate în trei studii independente desfășurate sub un cadru metodologic unitar bazat pe analiza vectorială standardizată. Fiecare studiu a fost valorificat prin publicarea unui articol științific[27–29].

Heterogenitatea cohortelor — pacienți cu profiluri anatomice, indicații și strategii refractive distincte, solidarizați doar prin magnitudinea astigmatismului — a reprezentat o decizie metodologică deliberată: scopul nu a fost compararea formală a tehnicilor, ci evidențierea particularităților astigmatismului mare în contextul acestora. Acesta a permis evaluarea comparabilă a strategiilor chirurgicale adresate unor contexte funcționale și clinice diferite, de la pacientul tânăr cu acomodare păstrată și cornee eligibilă pentru ablație laser, până la pacientul prezbiop sau operat de cataractă, la care componenta refractivă a chirurgiei cristalinene a devenit parte integrantă a tratamentului actual.

Rezultatele obținute au demonstrat că toate tehnicile evaluate pot furniza rezultate vizuale și refractive favorabile și sigure în populații selectate corespunzător, contribuind la reducerea dependenței de corecția optică și la îmbunătățirea funcțională a calității vederii. **Indicii de siguranță au fost supraunitari în toate cele trei studii și nu a fost înregistrată pierdere semnificativă clinic de acuitate vizuală corectată la niciun ochi inclus în analiză. Indicii de eficiență au fost de asemenea supraunitari (exceptând lotul cu LIO torică pentru cataractă, unde ținta refractivă diferențiată influențează interpretarea clasică a acestui indice), cu 80–90% dintre ochi având vedere postoperatorie mai bună decât cea preoperatorie corectată.**

Independența funcțională față de corecția optică a fost obținută la majoritatea pacienților din cohortele cu țintă emetropică, iar în chirurgia cristalinului, rata de succes funcțional s-a menținut comparabilă între strategiile refractive studiate (emetropie, miopie deliberată, LIO multifocale/EDOF).

Performanța a fost evaluată scalar și vectorial, demonstrând:

Acuratețea echivalentului sferic: încadrare în $\pm 1,00$ D la 88–98% dintre ochi și în $\pm 0,50$ D la 44–71%, satisfăcătoare având în vedere magnitudinea sfero-cilindrică ridicată.

Predictibilitatea echivalentului sferic: pante de regresie 0,92–1,04 ($R^2 \geq 0,93$) pe toate cele patru tehnici, cu o proporție de 88–98% dintre ochi încadrați în $\pm 1,00$ D față de ținta refractivă.

Analiza vectorială a demonstrat:

Acuratețea corecției astigmatice: indici de corecție apropiați de ideal, cu deviații discrete la nivel de cohortă — ușoară supracorecție la Trans-PRK și LIO torică, rezultat aproape ideal la FS-LASIK, ușoară subcorecție la ICL torică.

Predictibilitatea corecției astigmatice: pantă SIA vs TIA apropiată de unitate (1,11 Trans-PRK; 1,02 FS-LASIK; 0,97 LIO; 1,04 ICL).

Acuratețea direcțională: eroare angulară în $\pm 15^\circ$ la 84–100% dintre ochi, confirmând o aliniere axială excelentă pe întregul interval al magnitudinilor cilindrice.

Stabilitatea refractivă: globală satisfăcătoare, însă evaluată pe loturi cu prezență suboptimală la vizitele de control; la Trans-PRK s-a observat o variabilitate intra-individuală mai mare, sugerând remodelare epitelială și stromală prelungită.

În cohorta cu LIO torică, regresia multivariată a identificat **orientarea oblică a astigmatismului și puterea cilindrică a implantului** ca **factori de predicție independenți ai erorii astigmatice reziduale**, în timp ce magnitudinea preoperatorie, lungimea axială, tipul intervenției și strategia refractivă nu au fost asociate independent cu rezultatul.

În studiul dedicat implantului de ICL torică, s-a demonstrat **relația dintre bolta postoperatorie și dimensiunea implantului și absența acestei relații în raport cu diametrul WTW**, precum și **lipsa concordanței între măsurătorile WTW automate și manuale**, observații cu implicații directe asupra strategiei de selecție a lentilei.

Validarea ipotezei generale. Rezultatele coroborate susțin ipoteza din capitolul 3: **tehnicile moderne de corecție a astigmatismului $\geq 2,00$ D oferă rezultate vizuale, refractive și vectoriale predictibile și sigure, performanța fiecărei modalități fiind însă modulată de particularitățile anatomice ale ochiului, de limitele tehnice și biomecanice intrinseci și de răspunsul biologic postoperator.**

Contribuții originale

Caracterizarea vectorială a platformei Single-Step StreamLight Trans-PRK la pacienții cu cilindru $\geq 2,00$ D (171 ochi), segment populațional subreprezentat în literatură.

Identificarea astigmatismului oblic ca factor de predicție independent al erorii astigmatice reziduale după implantul de LIO torică.

Identificarea puterii cilindrice a LIO ca factor-predictor independent al erorii reziduale ($\beta = 0,051$ D/dioptrie, $p = 0,031$).

Documentarea comportamentului boltei ICL în raport de asociere semnificativă cu dimensiunea ICL (Kruskal-Wallis $p = 0,002$) și absența corelației cu diametrul WTW măsurat cu ANTERION (Spearman $\rho = 0,15$), cu implicații directe asupra selecției dimensiunii ICL.

Demonstrarea ne-interșanjabilității măsurătorilor WTW automate vs manuale (diferență medie 0,26 mm, Î 95% 0,17–0,35; $p < 0,001$) prin analiză Bland-Altman.

Evaluarea *real-world* a trei modalități moderne, cu implicații pentru selecția tehnicii și consilierea preoperatorie.

Contribuții metodologice: aplicarea consecventă a metodologiei Alpins la planul cornean, transversal celor trei studii, conform consensurilor recente; analiza stratificată a cohortelor heterogene de LIO torică; adaptarea conceptuală a raportării independenței funcționale față de corecțiile optice diferențiat pe strategie refractivă.

Limitări și direcții viitoare de cercetare

Concluziile sunt supuse limitărilor discutate în capitolele individuale: caracter retrospectiv, design mono-centric și mono-chirurgical, dimensiuni inegale ale cohortelor și rate suboptimale de prezentare la controalele extinse. Cazurile bilaterale au fost abordate prin analize de sensibilitate cu un singur ochi per pacient.

Direcțiile prioritare pentru cercetarea ulterioară includ: extinderea urmăririi postoperatorii (în special pentru Trans-PRK, dată fiind remodelarea prelungită); validarea independentă a factorilor predictivi din cohorta cu LIO torică pe cohorte multicentrice, cu posibile strategii de ajustare a calculului toric pentru orientarea oblică; integrarea unor parametri suplimentari ai calității vizuale; și studii prospective stratificate pe magnitudinea cilindrică sau sursa anatomică a astigmatismului.

În concluzie, cercetările acestei teze atestă că metodele chirurgicale moderne pot corecta eficient și sigur astigmatismul mare, dar succesul depinde de rigoarea fiecărei componente a actului terapeutic — de la indicația și selecția corectă a pacientului, la acuratețea măsurătorilor preoperatorii, precizia execuției chirurgicale și evaluarea riguroasă a rezultatelor postoperatorii. Îndeplinirea simultană a acestor cerințe, alături de perfecționarea lor continuă prin cercetare științifică dedicată, constituie premisa optimizării ulterioare a rezultatelor în acest segment refractiv complex, în beneficiul pacientului cu astigmatism mare.

BIBLOGRAFIE

1. Zhang J, Wu Y, Sharma B, Gupta R, Jawla S, Bullimore MA. Epidemiology and Burden of Astigmatism: A Systematic Literature Review. *Optom Vis Sci.* martie 2023;100(3):218-31. doi:10.1097/OPX.0000000000001998 PubMed PMID: 36749017; PubMed Central PMCID: PMC10045990.
2. Alpíns NA. New method of targeting vectors to treat astigmatism. *Journal of Cataract and Refractive Surgery.* ianuarie 1997;23(1):65-75. doi:10.1016/S0886-3350(97)80153-8
3. Visser N, Berendschot TTJM, Bauer NJC, Jurich J, Kersting O, Nuijts RMMA. Accuracy of toric intraocular lens implantation in cataract and refractive surgery. *J Cataract Refract Surg.* august 2011;37(8):1394-402. doi:10.1016/j.jcrs.2011.02.024 PubMed PMID: 21782085.
4. Felipe A, Artigas JM, Díez-Ajenjo A, García-Domene C, Alcocer P. Residual astigmatism produced by toric intraocular lens rotation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* octombrie 2011;37(10):1895. doi:10.1016/j.jcrs.2011.04.036
5. Visser N, Bauer NJC, Nuijts RMMA. Toric intraocular lenses: Historical overview, patient selection, IOL calculation, surgical techniques, clinical outcomes, and complications. *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* aprilie 2013;39(4):624. doi:10.1016/j.jcrs.2013.02.020
6. Kohnen T, Næser K, Holladay JT, Stulting RD, Wang L, Abulafia A, et al. Standards for analyzing astigmatic outcomes: Part I: astigmatism basics. *J Cataract Refract Surg.* iunie 2025;51(6):440-6. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000001644
7. Goggin M. Toric intraocular lenses: Evidence-based use. *Clin Exp Ophthalmol.* iulie 2022;50(5):481-9. doi:10.1111/ceo.14106 PubMed PMID: 35584257; PubMed Central PMCID: PMC9543206.
8. Hill WE, Abulafia A, Wang L, Koch DD. Pursuing perfection in IOL calculations. II. Measurement foibles: Measurement errors, validation criteria, IOL constants, and lens length. *Journal of Cataract and Refractive Surgery.* iulie 2017;43(7):869-70. doi:10.1016/j.jcrs.2017.07.006
9. Ferreira TB, Ribeiro F. How Can We Improve Toric Intraocular Lens Calculation Methods? Current Insights. *Clin Ophthalmol.* 6 iulie 2020;14:1899-908.

doi:10.2147/OPTH.S238686 PubMed PMID: 32753834; PubMed Central PMCID: PMC7352452.

10. Langenbucher A, Szentmáry N, Cayless A, Cooke D, Hoffmann P, Wendelstein J. Prediction of refraction error after toric lens implantation with biometric input data uncertainties and power labelling tolerances. *Clin Exp Ophthalmol*. 2025;53(1):26-38. doi:10.1111/ceo.14449 PubMed PMID: 39382129; PubMed Central PMCID: PMC11790419.

11. Melles RB, Holladay JT, Chang WJ. Accuracy of Intraocular Lens Calculation Formulas. *Ophthalmology*. 1 februarie 2018;125(2):169-78. doi:10.1016/j.opthta.2017.08.027 PubMed PMID: 28951074.

12. Alió JL, Plaza-Puche AB, Martinez LM, Torky M, Brenner LF. Laser in situ keratomileusis using optimized aspheric profiles and cyclotorsion control to treat compound myopic astigmatism with high cylinder. *J Cataract Refract Surg*. ianuarie 2013;39(1):28-35. doi:10.1016/j.jcrs.2012.07.037 PubMed PMID: 23128029.

13. Azar DT. *Surgical Management of Astigmatism*. 1st ed. Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2019. 1 p.

14. Verma S, Arba-Mosquera S. Astigmatism Correction Through Excimer Laser Ablation Profiles: A Descriptive Review and Guide. *J Refract Surg*. august 2025;41(8). doi:10.3928/1081597X-20250617-01

15. Kessel L, Andresen J, Tendal B, Erngaard D, Flesner P, Hjortdal J. Toric Intraocular Lenses in the Correction of Astigmatism During Cataract Surgery: A Systematic Review and Meta-analysis. *Ophthalmology*. 1 februarie 2016;123(2):275-86. doi:10.1016/j.opthta.2015.10.002 PubMed PMID: 26601819.

16. Wallerstein A, Gauvin M, Trottier P, Cohen M, Lloyd J, Racine L, et al. Toric Trifocal Intraocular Lens for Refractive Lens Exchange: A Multi-center, Multi-surgeon Large Cohort Study. *J Refract Surg*. mai 2023;39(5):302-10. doi:10.3928/1081597X-20230308-01 PubMed PMID: 37162394.

17. Moshirfar M, Bundogji N, Tukan AN, Ellis JH, McCabe SE, Patil A, et al. Toric Implantable Collamer Lens for the Treatment of Myopic Astigmatism. *OPTH*. iulie 2021;Volume 15:2893-906. doi:10.2147/OPTH.S321095

18. Randleman JB, White AJ, Lynn MJ, Hu MH, Stulting RD. Incidence, Outcomes, and Risk Factors for Retreatment After Wavefront-optimized Ablations With PRK and LASIK. *Journal of Refractive Surgery*. martie 2009;25(3):273-6. doi:10.3928/1081597X-20090301-06

19. Santhiago MR, Smadja D, Gomes BF, Mello GR, Monteiro MLR, Wilson SE, et al. Association Between the Percent Tissue Altered and Post–Laser In Situ Keratomileusis Ectasia in Eyes With Normal Preoperative Topography. *American Journal of Ophthalmology*. 1 iulie 2014;158(1):87-95.e1. doi:10.1016/j.ajo.2014.04.002 PubMed PMID: 24727263.
20. Schallhorn SC, Venter JA, Hannan SJ, Hettinger KA. Clinical outcomes of wavefront-guided laser in situ keratomileusis to treat moderate-to-high astigmatism. *Clin Ophthalmol*. 13 iulie 2015;9:1291-8. doi:10.2147/OPTH.S87887 PubMed PMID: 26203219; PubMed Central PMCID: PMC4508064.
21. Kramer BA, Berdahl JP, Hardten DR, Potvin R. Residual astigmatism after toric intraocular lens implantation: Analysis of data from an online toric intraocular lens back-calculator. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. noiembrie 2016;42(11):1595. doi:10.1016/j.jcrs.2016.09.017
22. Lin X, Ma D, Yang J. Insights into the rotational stability of toric intraocular lens implantation: diagnostic approaches, influencing factors and intervention strategies. *Front Med (Lausanne)*. 13 februarie 2024;11:1349496. doi:10.3389/fmed.2024.1349496 PubMed PMID: 38414624; PubMed Central PMCID: PMC10896894.
23. Cano-Ortiz A, Sánchez-Ventosa Á, Membrillo A, Castillo R, Gomera A, López-Pérez MD, et al. Astigmatism correction with toric implantable collamer lens in low and high astigmatism groups. *Eur J Ophthalmol*. ianuarie 2022;32(1):183-92. doi:10.1177/1120672121999991 PubMed PMID: 33663238.
24. Cerpa Manito S, Sánchez Trancón A, Torrado Sierra O, Baptista AM, Serra PM. Biometric and ICL-related risk factors associated to sub-optimal vaults in eyes implanted with implantable collamer lenses. *Eye and Vision*. 5 iulie 2021;8(1):26. doi:10.1186/s40662-021-00250-6
25. Thompson V, Cummings AB, Wang X. Implantable Collamer Lens Procedure Planning: A Review of Global Approaches. *Clin Ophthalmol*. 6 aprilie 2024;18:1033-43. doi:10.2147/OPTH.S456397 PubMed PMID: 38601168; PubMed Central PMCID: PMC11005927.
26. Leccisotti A. Bioptics: where do things stand? *Curr Opin Ophthalmol*. august 2006;17(4):399-405. doi:10.1097/01.icu.0000233962.19004.14 PubMed PMID: 16900035.
27. **Prodescu SV**, Curcă PF, Tătaru CI, Tătaru CP. Clinical Outcomes and Astigmatism Vector Analysis of High Toricity Visian ICL. *rjo*. 20 aprilie 2026;70(1). doi:10.22336/rjo.2026.15

28. **Prodescu SV**, Curcă PF, Tătaru CI, Tătaru CP. Early Real-World Clinical Outcomes and Astigmatism Vector Analysis of Toric Intraocular Lenses for High Astigmatism (≥ 2.0 D). JCM. 28 aprilie 2026;15(9):3343. doi:10.3390/jcm15093343
29. **Prodescu SV**, Curcă PF, Tătaru CP, Tătaru CI. Early Visual, Refractive and Astigmatism Vector Outcomes of StreamLight Trans-PRK for High Astigmatism (≥ 2.00 D). RJO. 2026;70(2).
30. Alpins N. Astigmatism analysis by the Alpins method. Journal of Cataract and Refractive Surgery. ianuarie 2001;27(1):31-49. doi:10.1016/S0886-3350(00)00798-7
31. Koch DD, Wang L, Abulafia A, Holladay JT, Hill W. Rethinking the optimal methods for vector analysis of astigmatism. J Cataract Refract Surg. ianuarie 2021;47(1):100-5. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000000428
32. Abulafia A, Koch DD, Holladay JT, Wang L, Hill W. Pursuing perfection in intraocular lens calculations: IV. Rethinking astigmatism analysis for intraocular lens-based surgery: Suggested terminology, analysis, and standards for outcome reports. Journal of Cataract and Refractive Surgery. octombrie 2018;44(10):1169-74. doi:10.1016/j.jcrs.2018.07.027
33. Reinstein DZ, Archer TJ, Randleman JB. JRS standard for reporting astigmatism outcomes of refractive surgery. J Refract Surg. octombrie 2014;30(10):654-9. doi:10.3928/1081597X-20140903-01 PubMed PMID: 25291747.
34. Reinstein DZ, Archer TJ, Srinivasan S, Mamalis N, Kohnen T, Dupps WJ, et al. Standard for reporting refractive outcomes of intraocular lens-based refractive surgery. Journal of Cataract and Refractive Surgery. aprilie 2017;43(4):435-9. doi:10.1016/j.jcrs.2017.04.005
35. Cañones-Zafra R, Katsanos A, Garcia-Gonzalez M, Gros-Otero J, Teus MA. Femtosecond LASIK for the correction of low and high myopic astigmatism. Int Ophthalmol. ianuarie 2022;42(1):73-80. doi:10.1007/s10792-021-02001-x PubMed PMID: 34370173.
36. Xi L, Zhang C, He Y. Clinical outcomes of Transepithelial photorefractive keratectomy to treat low to moderate myopic astigmatism. BMC Ophthalmol. 9 mai 2018;18:115. doi:10.1186/s12886-018-0775-5 PubMed PMID: 29743044; PubMed Central PMCID: PMC5944066.
37. Ozulken K, Ilhan C. Effects of Cyclotorsion Orientation and Magnitude in Eyes with Compound Myopic Astigmatism on the Compensation Capacity of WaveLight EX500 Photorefractive Keratectomy. Korean J Ophthalmol. octombrie 2019;33(5):458-66.

doi:10.3341/kjo.2019.0042 PubMed PMID: 31612657; PubMed Central PMCID: PMC6791944.

38. Gauvin M, Wallerstein A. mEYEstro software: an automatic tool for standardized refractive surgery outcomes reporting. *BMC Ophthalmol.* 21 aprilie 2023;23(1):171. doi:10.1186/s12886-023-02904-6

39. Gauvin M, Wallerstein A. AstigMATIC: an automatic tool for standard astigmatism vector analysis. *BMC Ophthalmol.* 21 septembrie 2018;18:255. doi:10.1186/s12886-018-0920-1 PubMed PMID: 30241474; PubMed Central PMCID: PMC6151063.

40. Gauvin M, Wallerstein A. AstigMETRICS: An Automated Tool for Standardized Vector Metrics Tables and Group Comparisons in Refractive Surgery. *JCM.* 6 martie 2026;15(5):2018. doi:10.3390/jcm15052018

41. Way C, Elghobaier MG, Nanavaty MA. Transepithelial Photorefractive Keratectomy—Review. *Vision (Basel).* 21 martie 2024;8(1):16. doi:10.3390/vision8010016 PubMed PMID: 38535765; PubMed Central PMCID: PMC10974391.

42. Goggin M, Alpins N, Schmid LM. Management of irregular astigmatism. *Current Opinion in Ophthalmology.* august 2000;11(4):260.

43. Koch DD, Hill W, Abulafia A, Wang L. Pursuing perfection in intraocular lens calculations: I. Logical approach for classifying IOL calculation formulas. *Journal of Cataract and Refractive Surgery.* iunie 2017;43(6):717-8. doi:10.1016/j.jcrs.2017.06.006

44. Astigmatism Double Angle Plot Tool [Internet]. [citat 11 mai 2026]. Disponibil la: <https://www.ascrs.org/tools/astigmatism-double-angle-plot-tool>

45. Kan-Tor Y, Abulafia A, Zadok D, Kohnen T, Savini G, Hoffer KJ, et al. Spherical equivalent prediction analysis in intraocular lens power calculations using Eyetemis: a comprehensive approach. *Journal of Cataract & Refractive Surgery.* noiembrie 2024;50(11):1128. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000001518

46. Wannapanich T, Kasetsuwan N, Reinprayoon U. Intraocular Implantable Collamer Lens with a Central Hole Implantation: Safety, Efficacy, and Patient Outcomes. *Clin Ophthalmol.* 24 martie 2023;17:969-80. doi:10.2147/OPTH.S379856 PubMed PMID: 36998514; PubMed Central PMCID: PMC10046236.

47. Montés-Micó R, Ruiz-Mesa R, Rodríguez-Prats JL, Tañá-Rivero P. Posterior-chamber phakic implantable collamer lenses with a central port: a review. *Acta Ophthalmol.* mai 2021;99(3):e288-301. doi:10.1111/aos.14599 PubMed PMID: 32841517; PubMed Central PMCID: PMC8246543.

48. Kamiya K, Shimizu K, Takahashi M, Ando W, Hayakawa H, Shoji N. Eight-Year Outcomes of Implantation of Posterior Chamber Phakic Intraocular Lens With a Central Port for Moderate to High Ametropia. *Front Med (Lausanne)*. 16 decembrie 2021;8:799078. doi:10.3389/fmed.2021.799078 PubMed PMID: 34977099; PubMed Central PMCID: PMC8716586.
49. Shiga S, Kojima T, Horai R, Nakamura T. Evaluation of long-term clinical outcomes after toric implantable collamer lens implantation. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. septembrie 2023;49(9):964. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000001254
50. Wei R, Li M, Aruma A, Knorz MC, Yang D, Yu Y, et al. Factors leading to realignment or exchange after implantable collamer lens implantation in 10 258 eyes. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. octombrie 2022;48(10):1190. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000000950
51. Trancón AS, Manito SC, Sierra OT, Baptista AM, Serra PM. Determining vault size in implantable collamer lenses: preoperative anatomy and lens parameters. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. mai 2020;46(5):728. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000000146
52. Lan B, Cai L, Xin D, Yao H, Wu S, Cheng L. Quantitative assessment of the vault optimization along with the ocular bioparameters and implantable collamer lens sizing nomograms. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*. septembrie 2025;51(9):812. doi:10.1097/j.jcrs.0000000000001700
53. Gong D, Deng S, Dang K, Yan Z, Wang J. Causes and management strategies for elevated intraocular pressure after implantable collamer lens implantation. *Front Med*. 7 februarie 2024;11. doi:10.3389/fmed.2024.1351272
54. Chen Q, Yan H, Chen L, Wang L, Zheng Q, Ren Y. Adverse events associated with Implantable Collamer Lens: insights from the FDA MAUDE database. *Front Med (Lausanne)*. 21 iulie 2025;12:1613060. doi:10.3389/fmed.2025.1613060 PubMed PMID: 40761863; PubMed Central PMCID: PMC12319018.
55. Chen K, Hu Z, Zhou J, Yu T, Xu J, Bai J, et al. Vector Analysis of the Effects of FS-LASIK and Toric ICL for Moderate to High Astigmatism Correction. *J Ophthalmol*. 25 iulie 2018;2018:6952710. doi:10.1155/2018/6952710 PubMed PMID: 30147948; PubMed Central PMCID: PMC6083598.
56. Rocamora L, Orlando JJ, Lwowski C, Kohnen T, Mertens E, Van Keer K. Postoperative vault prediction for phakic implantable collamer lens surgery: LASSO

formulas. Journal of Cataract & Refractive Surgery. februarie 2023;49(2):126.
doi:10.1097/j.jcrs.0000000000001079

57. Moshirfar M, Santos JM, Cha DS, Herron M, Stoakes IM, Hoopes PC.
Exploring Nomograms for Implantable Collamer Lens Size Selection in Myopia: A
Literature-based Compilation. OPTH. 1 noiembrie 2023;17:3307-22.
doi:10.2147/OPTH.S427815

LISTA LUCRĂRILOR PUBLICATE

1. **Prodescu SV**, Curcă PF, Tătaru CI, Tătaru CP. *Clinical Outcomes and Astigmatism Vector Analysis of High Toricity Visian ICL*. Romanian Journal of Ophthalmology. 2026 Apr 20;70(1).
 - doi:10.22336/rjo.2026.15
 - <https://rjo.ro/clinical-outcomes-and-astigmatism-vector-analysis-of-high-toricity-visian-icl/>
 - Indexat în: PubMed și PubMed Central (PMC)
 - Din **Capitolul 7** al tezei de doctorat (**paginile 110 – 129 și anexa 4**)
2. **Prodescu SV**, Curcă PF, Tătaru CI, Tătaru CP. *Early Real-World Clinical Outcomes and Astigmatism Vector Analysis of Toric Intraocular Lenses for High Astigmatism (≥ 2.0 D)*. Journal of Clinical Medicine. 2026 Apr 28;15(9):3343.
 - doi:10.3390/jcm15093343;
 - <https://www.mdpi.com/2077-0383/15/9/3343>;
 - Journal IF 2,9 (JCR/2024, anunțat în 2025); quartila Q1 (categoria Medicine, General & Internal)
 - Indexat în: PubMed, PubMed Central (PMC), Scopus, Web of Science
 - Din **Capitolul 6** al tezei de doctorat (**paginile 75 – 109 și anexa 3**)
3. **Prodescu SV**, Curcă PF, Tătaru CP, Tătaru CI. *Early Visual, Refractive and Astigmatism Vector Outcomes of StreamLight Trans-PRK for High Astigmatism (≥ 2.00 D)*. Romanian Journal of Ophthalmology. 2026;70(2).
 - Acceptat spre publicare în numărul 70(2) pentru Iunie 2026
 - Indexat în: PubMed și PubMed Central (PMC)
 - Din **Capitolul 5** al tezei de doctorat (**paginile 44 - 74 și anexa 2**)