

UNIVERSITATEA “BABEȘ-BOLYAI” CLUJ NAPOCA  
FACULTATEA DE FIZICĂ  
SPECIALIZAREA BIOFIZICĂ ȘI FIZICĂ MEDICALĂ

## **LUCRARE DE DISERTAȚIE**

Coordonator științific

Prof. Dr. Zoltán Bálint

Conf. Dr. Horváth Karin Ursula

Absolvent

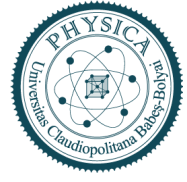
Nedelka Nóra-Boglárka

**2025**



UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI  
BABEȘ-BOLYAI TUDOMÁNYEGYETEM  
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITÄT  
BABEȘ-BOLYAI UNIVERSITY

FACULTATEA DE FIZICĂ  
Str. Mihail Kogălniceanu nr.1  
Cluj-Napoca, RO-400084  
Tel: +4(0)264-405300 | FAX: +4(0)264-591906  
secretariat.phys@ubbcluj.ro  
www.phys.ubbcluj.ro



UNIVERSITATEA “BABEȘ-BOLYAI” CLUJ NAPOCA  
FACULTATEA DE FIZICĂ  
SPECIALIZAREA BIOFIZICĂ ȘI FIZICĂ MEDICALĂ

## LUCRARE DE DISERTAȚIE

### DIAGNOSTICUL NEINVAZIV A BOLILOR PRIN TOMOGRAFIA OPTICĂ DE COERENȚĂ - OCT

Coordonator științific

Prof. Dr. Zoltán Bálint

Conf. Dr. Horváth Karin Ursula

Absolvent

Nedelka Nóra-Boglárka

2025

## Abstract

Lucrarea de față prezintă tomografia în coerență optică (OCT) și aplicarea acesteia în diagnosticul oftalmologic. În cadrul lucrării am analizat o sută de cazuri în care a fost utilizată tehnologia OCT pentru investigarea diferitelor afecțiuni, precum degenerescenta maculară, glaucomul, diabetul, retinopatia sau astigmatismul. În timpul acestor investigații am observat procesul de formare a imaginilor, am evaluat eficiența sa diagnostică și rolul OCT-ului în monitorizarea evoluției diagnosticului.

Bolile oculare devin tot mai frecvente și mai severe odată cu înaintarea în vârstă. Pe măsură ce timpul trece, și ochii noștri îmbătrânesc, crescând astfel riscul apariției unor afecțiuni oftalmologice. Multe dintre aceste boli pot fi tratate eficient dacă sunt detectate la timp – iar pentru aceasta, OCT-ul reprezintă o metodă esențială, atât pentru depistare timpurie, cât și pentru urmărirea evoluției bolii.

Printre metodele existente se remarcă OCT-ul (Tomografia cu coerență optică) fiindcă este complet neinvaziv și permite obținerea imaginilor in vivo, fără a afecta în niciun fel țesutul examinat. Viteza mare de scanare și procesarea rapidă a semnalului permit afișarea imaginilor în timp real, cu viteză video este avantajul principal acestei tehnici. Rezoluția oferită de OCT este mult mai mare decât cea a altor metode de imagistică medicală, cum ar fi ecografia sau imagistica prin rezonanță magnetică (IRM).

Fiecare boală și fiecare pacient necesită un tratament personalizat, iar examinarea OCT oferă o direcție clară în acest sens, ajutându-ne să determinăm dacă pacientul are nevoie de o intervenție laser, injecții, o operație sau medicație pentru vindecare. Astfel, această procedură nu doar contribuie la stabilirea diagnosticului, ci și la procesul de vindecare al pacientului.

Majoritatea pacienților examinați au avut vârste cuprinse între 70 și 80 de ani, ceea ce indică faptul că cele mai multe dintre afecțiunile diagnosticate prin OCT apar odată cu îmbătrânirea organismului.

Cele mai frecvent utilizate funcții de examinare ale OCT-ului sunt cele pentru retină și pentru fibra nervoasă. Acestea includ opțiuni precum Raster, Radial Lines, Retina Map, 3D Disc, ONH și GCC. În cadrul cercetării efectuate la clinica de oftalmologie, funcțiile de mai sus au fost cele mai frecvente, precum și AngioVue și Cornea.

Examinarea oferă o imagine precisă și detaliată, care sprijină atât medicul, cât și pacientul în stabilirea următorilor pași terapeutici.

## **Abstract**

This paper presents optical coherence tomography (OCT) and its application in ophthalmological diagnosis. In the course of this study, we analyzed one hundred cases in which OCT technology was used to investigate various conditions such as macular degeneration, glaucoma, diabetes, retinopathy, and astigmatism. During these investigations, we observed the image formation process, evaluated its diagnostic efficiency, and assessed the role of OCT in monitoring disease progression.

Eye diseases are becoming increasingly common and severe with aging. As time passes, our eyes also age, thereby increasing the risk of developing ophthalmic conditions. Many of these diseases can be treated effectively if detected early—and for this purpose, OCT is an essential method, both for early detection and for monitoring the disease's progression.

Among existing methods, OCT (Optical Coherence Tomography) stands out because it is completely non-invasive and allows for in vivo imaging without in any way affecting the examined tissue. The high scanning speed and rapid signal processing enable real-time image display at video speed, which is the main advantage of this technique. Optical coherence tomography (OCT) offers a markedly superior spatial resolution compared to other conventional imaging modalities, including ultrasound and magnetic resonance imaging (MRI).

Each disease and each patient requires a personalized treatment, and OCT examination offers clear guidance in this regard, helping us determine whether the patient needs laser intervention, injections, surgery, or medication for healing. Thus, this procedure not only contributes to establishing a diagnosis but also to the patient's healing process. The majority of examined patients were between 70 and 80 years old, indicating that most of the conditions diagnosed with OCT appear as the body ages.

The most commonly used OCT examination functions are those for the retina and the nerve fiber layer. These include options such as Raster, Radial Lines, Retina Map, 3D Disc, ONH, and GCC. In the research conducted at the ophthalmology clinic, the functions mentioned above were the most frequently used, along with AngioVue and Cornea.

The examination provides a precise and detailed image that supports both the physician and the patient in determining the next therapeutic steps.

# Cuprins

<b>Abstract.....</b>	<b>7</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>8</b>
<b>Introducere.....</b>	<b>4</b>
<b>Capitolul I.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Descrierea anatomică a ochiului uman.....</b>	<b>5</b>
1.1. Tunica fibroasă.....	5
1.1.1. Corneea.....	5
1.1.2. Sclera.....	6
1.2. Tunica vasculară.....	6
1.2.1. Coroida.....	6
1.2.2. Corpul ciliar.....	6
1.2.3. Iris.....	7
1.3. Tunica nervoasă.....	8
1.3.1. Retina.....	8
1.3.2. Căile sistemului vizual în creier.....	9
1.3.3. Nervii optici și căile nervului optic.....	9
<b>Capitolul II.....</b>	<b>11</b>
<b>2. Tomografia optică de coerență- OCT.....</b>	<b>11</b>
2.1. Prezentarea generală a tomografiei optice de coerență- OCT.....	11
2.2. Principiul de bază al OCT-ului.....	11
2.3. Realizările tehnice ale OCT-ului.....	13
2.3.1. Tomografia cu coerență optică în domeniul temporal (TD-OCT).....	13
2.3.2. Tomografia cu coerență optică în domeniul Fourier (FD-OCT).....	14
2.3.3. Tomografia cu coerență optică în domeniul spectral (SD-OCT).....	14
2.3.4. Tomografia cu coerență optică cu sursă variabilă (SS-OCT).....	15
2.4. Semnal în domeniul frecvenței.....	16
2.5. Rezoluție laterală și axială, dimensiuni ale imaginii.....	18

2.6. Sensibilitate.....	20
2.7. Atenuare (Roll-Off).....	20
2.8. OCT Angiografie (OCTA).....	20
2.9. Paralelizarea colectării datelor OCT.....	21
2.10. Tomograf de Coerență Optică (OCT) RTVue XR Avanti, model XR 100.....	21
2.11. Descrierea procesului de examinare.....	22
2.12. Meniu de examinare.....	24
2.12.1. AngioVue.....	24
2.12.2. Retina.....	25
2.12.3. Nerve Fiber.....	26
2.12.4. Cornea.....	26
2.12.5. Protocol alternativ.....	27
<b>Capitolul III.....</b>	<b>28</b>
<b>3. Diagnosticul bolilor oftalmologice.....</b>	<b>28</b>
3.1. Boli ale interfeței vitreoretiniene.....	28
3.1.1. Tracțiunea vitreo-maculară.....	28
3.2. Edeme maculare.....	29
3.2.1. Edem macular diabetic.....	29
3.2.2. Ocluzia de ram a venei centrale retiniene (BRVO).....	30
3.2.3. Ocluzia de ram a arterei centrale retiniene (RAO).....	31
3.2.4. Inflamație (Uveită).....	31
3.2.5. Sindromul Irvine-Gass (Edem macular cistoid pseudofakic/ CME).....	32
3.3. Telangiectasia macular (MacTel).....	33
3.4. Degenerescență maculară legată de vârstă (DMLV).....	34
3.5. Alte afecțiuni maculare degenerative.....	36
3.5.1. Distrofie maculară viteliformă (AOFVD).....	36
3.5.2. Striuri angioidice.....	37
3.6. Distrofii retiniene ereditare.....	38
3.6.1. Boala Stargardt și fundus flavimaculatus.....	39

3.6.2. Boala Best.....	40
3.6.3. Amauroza congenitală Leber.....	40
3.6.4. Distrofii progresive ale conurilor.....	41
3.6.5. Retinoschizisul juvenil X-linkat.....	41
3.6.6. Retinita pigmentară legată de X.....	42
3.6.7. Acromatopsie.....	42
3.6.8. Distrofia con-rod.....	43
3.6.9. Coroideremie.....	43
3.7. Miopie.....	43
3.7.1. Maculă în formă de dom (DSM).....	44
3.7.2. Miopie progresivă.....	45
3.7.3. Neovascularizație coroidiană.....	45
3.7.4. Foveoschizis miopic.....	46
3.8. Corioretinopatie seroasă centrală (CSCR).....	47
3.9. Boli inflamatorii.....	48
3.9.1. Sindromul multiple evanescent white dot (MEWDS).....	48
3.9.2. Epitelopatie pigmentară acută posterioară multifocală placoidă.....	49
3.9.3. Corioidopatie serpiginoasă.....	50
3.9.4. Boala Vogt-Koyanagi-Harada.....	51
3.10. Maculopatie indusă de clorochină.....	52
3.11. Tumori.....	53
3.11.1. Nevus coroidian.....	53
3.11.2. Melanom coroidian.....	54
3.11.3. Metastază coroidiană.....	55
3.11.4. Osteom coroidian.....	55
<b>Capitolul IV.....</b>	<b>57</b>
<b>4. Studiile clinice.....</b>	<b>57</b>
4.1. Interpretare și analiza datelor.....	57
4.1.1. Clasificare pe grupe de vârstă și sex.....	57

4.1.2. Clasificare în funcție de tipul de investigație și sex.....	58
4.1.3. Diagnostic și afecțiuni asociate stabilite în urma examinării.....	63
4.1.4. Distribuția diagnosticului în funcție de sex și de an.....	69
4.1.5. Imagini realizate în cadrul activității practice.....	73
4.1.6. Discuția rezultatelor.....	76
<b>Concluzii.....</b>	<b>78</b>
<b>Bibliografie.....</b>	<b>80</b>

## Introducere

În prezenta lucrare am realizat un studiu, analizând o sută de cazuri în care au fost evaluate investigațiile prin tomografie în coerență optică (OCT) și diagnosticele stabilite la o clinică de specialitate de oftalmologie.

Am analizat raportul femei-bărbați pe grupe de vârstă, am realizat o statistică descriptivă privind numărul de investigații efectuate separat pentru ochiul stâng și pentru ochiul drept, iar aceste date au fost, de asemenea, grupate și analizate în funcție de sex.

Am observat care au fost cele mai frecvent utilizate funcții de examinare și, totodată, la ce grupă de vârstă s-au efectuat cele mai multe investigații. Ulterior, am centralizat diagnosticele și le-am grupat în funcție de ochiul stâng și ochiul drept. Aceste date au fost apoi reclasificate după grupa de vârstă și sex.

Lucrarea este structurată în patru capitole după cum urmează:

Primul capitol conține introducerea și o descriere a anatomiei ochiului uman, structura și funcționalitatea acestuia.

Capitolul al doilea descrie aparatul medical utilizat – Tomografia cu coerență optică (OCT), principiul său de funcționare și tipurile existente de OCT. Sunt prezentate detalii tehnice privind funcționarea TD-OCT, FD-OCT, SD-OCT și SS-OCT, precum și modul de realizare a unei investigații cu ajutorul aparatului OCT.

În capitolul al treilea sunt prezentate afecțiuni și infecții, precum: boli ale interfeței vitreoretiniene, edeme maculare, telangiectazia maculară (MacTel), degenerescență maculară legată de vârstă (DMLV), alte afecțiuni maculare degenerative, distrofiile retiniene ereditare, miopie, corioretinopatie seroasă centrală (CSCR), boli inflamatorii, maculopatie indusă de clorochină și tumori – toate acestea putând fi investigate cu ajutorul tehnologiei OCT.

Capitolul al patrulea cuprinde metodologia examinării, analiza celor o sută de cazuri în funcție de vârstă, sex, funcțiile de examinare utilizate și diagnosticele identificate, precum și rezultatele obținute.

Lucrarea se încheie cu o concluzie care sintetizează observațiile și concluziile rezultate în urma analizelor efectuate.

# Capitolul I

## 1. Descrierea anatomică a ochiului uman

Globul ocular este situat în orbită, înconjurat de țesuturi conjunctive grase și îmbrățișat de mușchii motori oculari. În ceea ce privește forma, are o formă sferică. Dimensiunile unui glob ocular sunt: lungime 24 mm, lățime 23,5 mm și secțiune transversală 23,5 mm. Acesta cântărește 7,5 g și are un volum de 6,5 cm<sup>3</sup>. Ochiul constă dintr-un amestec de trei învelișuri: învelișul protector exterior, învelișul nutritiv mijlociu și învelișul stimulator receptor interior. [1]

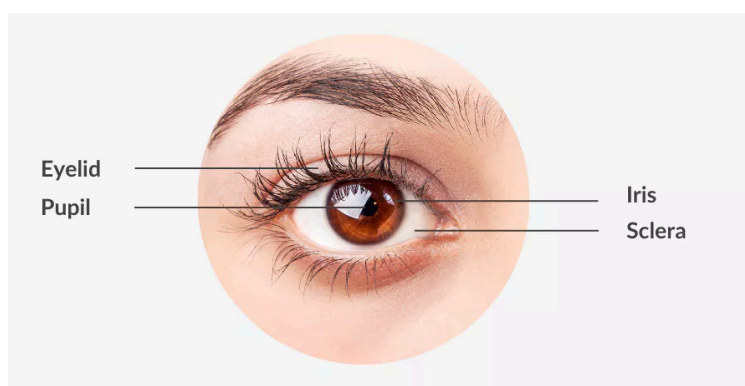


Figura 1.1- Ochiul uman [74]

### 1.1. Tunica fibroasă

Învelișul exterior acționează ca un schelet care este responsabil pentru forma globului ocular și este ținut întins de presiunea conținutului ochiului. Mușchii ochiului sunt atașați de acesta. Globul ocular în sine este alcătuit și protejat în mare parte de corneea, care este situată în partea din față a ochiului și are o rază de 8 mm, și de sclera, care are o rază de 12 mm și este situată în partea din spate a ochiului și se extinde până la nervul optic.

#### 1.1.1. Corneea

Corneea este un țesut biologic unic care este translucid și nu conține vase de sânge. Forma sa seamănă cu o cupolă, diametrul său este de 11 mm, la mijloc are 500 μm grosime, se îngroașă spre margine, acolo poate avea o grosime de până la 700 μm. La periferie, transluciditatea corneei scade, acest lucru se întâmplă în regiunea „limbus”, care este de 1 mm, unde corneea este integrată în sclera, care nu mai este translucidă. 90% din corneea este

alcătuită din fibre de colagen distribuite uniform. Acest strat se numește stroma. Restul de 10% din corneea este alcătuit din epiteliu, stratul Bowman, membrana Descemet și endoteliu, care sunt situate în partea din spate a corneei.

Epiteliul servește ca strat protector, împiedică intrarea agenților patogeni și a bacteriilor. În plus, asigură nivelul de hidratare al stromei.

Stratul Bowman este o membrană foarte subțire sub epiteliu, atingând o grosime de 12  $\mu\text{m}$ .

Membrana Descemet este, de asemenea, un strat foarte subțire, de 10-15  $\mu\text{m}$  grosime.

Endoteliul este în contact direct cu lichidul care umple camera anterioară a ochiului. Acesta pompează substanțe nutritive, cum ar fi glucoza, din umoarea apoasă, în timp ce aspiră lichid din corneea. Este important să se mențină un echilibru al hidratării, deoarece excesul de lichid ar permite împrăștierea sporită a luminii și ar perturba, de asemenea, aranjamentul regulat al fibrelor. [2]

### **1.1.2. Sclera**

Sclera este un țesut gros, alb, numit albul ochiului, care acoperă 95% din ochi. Grosimea acesteia variază de la 530  $\mu\text{m}$  la limbus la 390  $\mu\text{m}$  la marginea ecuatorială a globului ocular și până la 1 mm la nivelul nervului optic. Partea din spate a sclerei este acoperită cu o capsulă, care joacă un rol în separarea acesteia de țesuturile adipose ale cavității oculare. În partea din spate a ochiului, sclera formează o structură asemănătoare unei plase numită lamina cribrosa, prin care trece nervul optic.

## **1.2. Tunica vasculară**

Tunica mijlocie a ochiului cuprinde corpul ciliar, coroida și irisul.

### **1.2.1. Coroida**

Coroida este situată în segmentul posterior a tunica mijlocie și este format din vase conjunctive și țesut conjunctive care sunt bogate în melanocite și fibre nervoase. Din exterior spre interior, coroida este formată din stratul supracoroidian, straturi vasculare formate din stratul Haller, stratul Sattler și coriocapilara și, în cele din urmă, stratul cel mai interior al coroida este membrana Bruch.

### 1.2.2. Corpul ciliar

Corpul ciliar este situat în mijlocul învelișului vascular în continuarea coroidei, ridicându-se înainte, în formă de inel, în globul ocular. Acesta joacă mai multe roluri, firele sale vasculare produc umor apos prin filtrarea ciliatelor, iar mușchii săi joacă un rol major în ajustarea cristalinului ochiului, atât de aproape, cât și de departe. Grosimea corpului ciliar poate fi de până la 5 mm. Corpul ciliar este format din două părți, una exterioară numită față sclera și una interioară numită față ciliar. Astfel, acesta este împărțit în două părți, corpul ciliar anterior reprezintă 1/3 din corpul ciliar, în timp ce celelalte 2/3 reprezintă corpul ciliar posterior, cunoscut și sub denumirea de pars plana.

Corpul ciliar anterior prezintă mușchiul ciliar Brüche care este situat pe partea anterioară și procesele ciliare care se află pe partea posterioară.

Structura histologică a corpului ciliar constă din epiteliul ciliar nepigmentat, epiteliul ciliar pigmentat și din stroma ciliară care conține mușchiul ciliar.

Cristalinul are o structură transparentă similară corneei, dar cristalinul poate crește sau reduce forma și dimensiunea puterii de refracție aplicate luminii care intră în ochi. Celulele fibroase din cristalin asigură transparența. Celulele trec de-a lungul ecuatorului cristalinului și cresc pe suprafața altor celule fibroase din partea anterioară și posterioară a cristalinului. În timpul alungirii lor, ele capătă cristaline, de unde vine și denumirea de „lentile cristalină”. Cristalinele au un indice de refracție mai mare decât umorile apoase și vitreale. Lentila are un indice de refracție gradient de 1,406 în centrul lentilei și de 1,386 la periferie. Acest lucru se datorează faptului că indicele de refracție al celulelor fibrelor din apropierea suprafeței este mai mic decât cel al celulelor aflate la o adâncime mai mare față de suprafață, rezultând o reducere a aberațiilor sferice și o calitate focală mai fină. Lentila este înconjurată de o capsulă, care nu numai că oferă o suprafață optică, dar servește și la suspendarea lentilei în interiorul ochiului.

În centrul cristalinului există microfibrile inelastice (zonule) cu mușchi ciliari atașați. Pe măsură ce mușchii ciliari se relaxează, tensiunea crește la valoarea sa maximă, determinând contracția cristalinului în curbura sa cea mai plată. Acest lucru creează un efect de focalizare asupra obiectelor îndepărtate. Cu toate acestea, atunci când mușchiul ciliar se contractă, mai ales spre interior, spre centrul ochiului, tensiunea va scădea și cristalinul va căpăta o formă mai rotunjită, devenind mai puternic. Acest lucru creează capacitatea de a focaliza pe obiecte apropiate.

Umoarea apoasă se numește o zonă apoasă care se află între corneea și cristalin, aceasta este cavitatea oculară. Această apă este produsă de corpul ciliar, care este situat în spatele rădăcinii irisului și ajunge în fața retinei. Apa intră prin pupilă în cavitatea dintre cristalin și iris. Umorele apoase furnizează nutrienți corneei și cristalinelor. [2]

### **1.2.3. Iris**

Irisul, formând partea exterioară a celui de-al doilea înveliș, datorită acțiunii diafragmei, separând partea din față a ochiului de cea din spate. Irisul are un diametru de 12 mm și o grosime de numai 300  $\mu$ . Irisul, vizibil pe corneea, dă culoarea ochilor. Irisul are un strat întunecat, posterior, pigmentat. Cantitatea de pigment din stratul stromal determină diferitele culori ale ochilor. Ochiul albastru rezultă din absorbția selectivă a luminii cu lungime de undă lungă de către stroma irisului și reflectarea luminii cu lungime de undă scurtă de către stratul pigmentat din spate. În ochiul brun, aproape toate lungimile de undă vizibile ale luminii sunt absorbite de stroma, lăsând foarte puțină lumină să fie reflectată în afara ochiului.

Scopul său principal este de a preveni pătrunderea luminii în exces în ochi și de a alina pupila - deschiderea irisului - cu lumina.

În iris există atât mușchi de închidere, cât și de dilatare. Primul, care implică nervii parasimpatici, ajută la contractia pupilei, al doilea, care implică nervii simpatici, ajută la dilatarea acesteia. Majoritatea răspunsurilor pupilare sunt determinate de un set compus de semnale trimise prin creierul mijlociu, în funcție de cantitatea de lumină care ajunge la retină. Acesta este motivul pentru care pupilele noastre se contractă atunci când simțim un pericol. Diametrul pupilei este cuprins între 3-5 mm. [3]

## **1.3. Tunica nervoasă**

### **1.3.1. Retina**

Retina este o membrană subțire și netedă. Grosimea sa medie este de 250  $\mu$ m. Partea anterioară, care acoperă irisul și corpul ciliar, este insensibilă la lumină, în timp ce partea posterioară este sensibilă la lumină și conține receptorii de lumină. În partea din spate a retinei se află capul nervului optic și macula lutea, care are un diametru de 2 mm. Distanța

dintre cele două este de 4 mm. Nervul optic nu are niciun element care să absoarbă lumina, astfel încât aici nu se formează nicio imagine, ceea ce se numește punct orb.

Retina este formată din 10 straturi. De la suprafață până la emisfera ochiului, straturile sunt: membrana limitantă internă, stratul fibrelor nervoase (axonii ganglionilor), stratul celulelor ganglionare, stratul plexiform intern (sinapsele dintre ganglion și celulele bipolare), stratul nuclear intern, stratul plexiform extern (sinapsele dintre celulele bipolare și fotoreceptoare), stratul nuclear extern (celulele fotoreceptoare), membrana limitantă externă, stratul receptor (părțile externă și internă ale celulelor fotoreceptoare), epiteliul pigmentar al retinei (EPR).

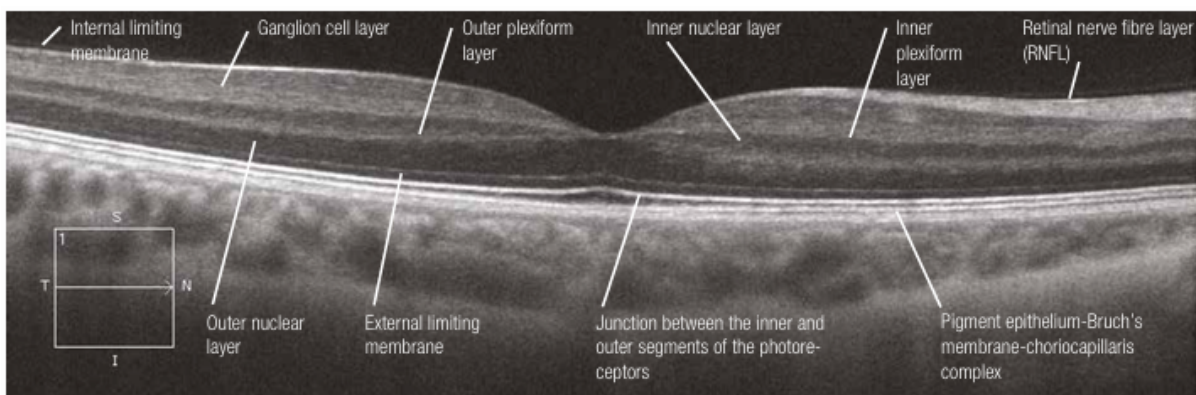


Figura 1.2- Anatomia retinei prezentat pe o imagine OCT [73]

EPR este stratul exterior al retinei, acționând ca absorbant final al fotonilor de intrare, reducând strălucirea în ochi și este principalul promotor metabolic al părții exterioare a celulelor receptoare. Pigmentarea care absoarbe lumina face ca pupila să pară neagră.

Lumina trece prin celelalte straturi ale retinei înainte de a ajunge la receptori, care transformă fotonii într-un semnal neuronal care este procesat de mai multe celule, inclusiv celulele bipolare, orizontale și ganglionare. Stratul de fibre nervoase este format din axonii de ieșire ai ganglionilor, care se adună în nervul optic pentru a ieși din ochi. Conexiunea mai multor celule nervoase retiniene finalizează procesarea inițială a informațiilor vizuale trimise către creier.

În stratul exterior al retinei, lângă stratul pigmentar, se află receptorii, tijele fotosensibile și conurile sensibile la culoare. Partea exterioară a celulelor receptoare conține molecule pigmentare sensibile la lumină, opsinele, care constau în bastonașe și conuri. O retină umană adultă conține 5 milioane de conuri și 92 de milioane de bastonașe. Conul este responsabil de distingerea culorilor și de vederea detaliilor fine. Acestea sunt concentrate în

partea centrală a retinei. Bastonașele sunt responsabile pentru vederea periferică, vederea în condiții de lumină slabă. Acestea sunt localizate în partea centrală și periferică a retinei.

Cea mai mare parte a luminii care intră în ochi se concentrează pe o zonă numită macula lutea, care este situată în partea din spate a retinei. Macula este o zonă cu diametrul de 5-6 mm. Aceasta conține o densitate mare de peptide care protejează celulele nervoase ale retinei.

Fovea centralis, situată în zona maculară, este în mijlocul retinei și are un diametru de numai 1,5 mm. Acesta este punctul în care vederea este cea mai clară. În această zonă există doar conuri, din cauza pierderii stratului neuronal de acoperire, se formează o depresiune în retină în acest punct, numită pit foveală. Numim regiunea parafoveală zona imediat adiacentă foveei, care este tranziția de la conuri la retină, dominată de bastonașe. Vascularizația retiniană alimentează straturile interne ale retinei, în timp ce vascularizația coroidală deservește EPR-ul metabolic activ și straturile externe ale retinei, situate între EPR și scleră.

Sistemul capilar al retinei nu se extinde în fovea centrală pentru o absorbție maximă a fotonilor, astfel încât această zonă se numește zonă avasculară foveală, care depinde de aportul sanguin al coriicapilarelor.

Umorarea vitroasă umple partea din spate a globului ocular și are o consistență gelatinoasă. Acesta este compus din fibrile de colagen dispuse într-o rețea de acid hialuronic, care au o consistență de gel transparent. Umorul vitros din jurul capului nervului optic și a maculei este slab conectat la retină, ajutând la menținerea umorului vitros împreună cu retina. La ora serat și la corpul ciliar, umorul vitros este mai bine conectat la retină, care joacă un rol în separarea lichidului din camera anterioară de cel din camera posterioară. [2], [3], [4]

### **1.3.2. Căile sistemului vizual în creier**

Semnalele nervoase procesate de retină călătoresc prin axonii celulelor ganglionare, se divid și trec parțial în chiasma optică și apoi prin căile nervului optic în nucleul geniculat lateral (LGN). De aici, semnalele trec la nervul vizual primar, unde are loc procesarea vizuală ulterioară.

### **1.3.3. Nervii optici și căile nervului optic**

Nervul optic al fiecărui ochi este format din fascicule de axoni de aproximativ 1 milion de celule ganglionare retiniene. Nervul este atașat la nas la aproximativ 15 grade de

macula din spatele ochiului. Această conexiune se numește capul nervului optic. Capul nervului optic are aproximativ 1,8 mm în diametru. Deoarece nu există fotoreceptori deasupra nervului optic, există un punct mort, un scotom, în câmpul vizual al ambilor ochi, departe de fixație. Când ambii ochi sunt deschiși, câmpul vizual al fiecărui ochi umple pata oarbă. Nervii optici continuă în partea din spate și se întâlnesc în chiasma optică. Aici, axonii neuronilor se intersectează, formând calea optică opusă. Axonii neuronilor care provin din retina temporală continuă în tractul optic de pe aceeași parte. [5]

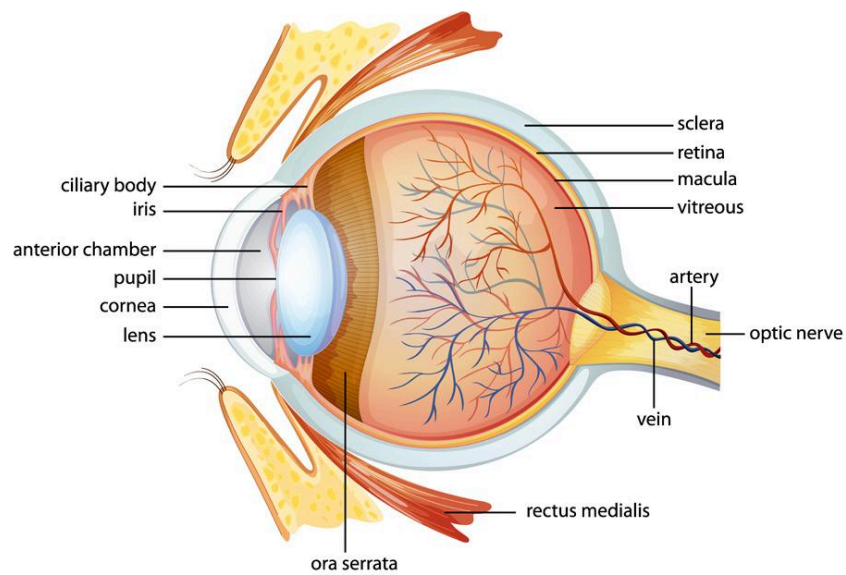


Figura 1.3- Anatomia ochiului uman [75]

## Capitolul II

### 2. Tomografia optică de coerență- OCT

#### 2.1. Prezentarea generală a tomografiei optice de coerență- OCT

Tomografia cu coerență optică (OCT) este o tehnică de imagistică non-invazivă care realizează imagini secționale de înaltă rezoluție ale țesuturilor. Aceasta este foarte utilă în cazurile în care diagnosticul histologic tradițional cu microscopie – de exemplu prin biopsie – nu este posibil, cum ar fi în cazul ochiului uman.

OCT-ul (Tomografia cu coerență optică) este complet non-invaziv și poate produce imagini vii (in vivo) fără a influența în niciun fel țesutul examinat. Viteza mare de scanare și procesarea rapidă a semnalului permit afișarea imaginilor în timp real și cu viteză video. Rezoluția OCT-ului este mult mai mare decât a altor metode de imagistică medicală, cum ar fi ecografia sau imagistica prin rezonanță magnetică (IRM). Rezoluția axială poate atinge nivelul microscopiei confocale, în timp ce rezoluția laterală este comparabilă cu cea a oftalmoscopiei confocale cu laser (cSLO). În general, sistemele OCT oferă o rezoluție între 20 și 5  $\mu\text{m}$ . Datorită metodei interferometrice de măsurare, rezoluția axială este determinată de sursa de lumină, nu de optica de focalizare. Acest lucru permite depășirea limitelor focalizării optice impuse de dimensiunea pupilei ochiului. Profunzimea extinsă a câmpului focal și funcționarea în domeniul infraroșu apropiat oferă o adâncime de penetrare de câteva sute de microni, acoperind întreaga retină. [65], [66]

#### 2.2. Principiul de bază al OCT-ului

OCT-ul este adesea comparat cu ecografia medicală datorită principiului de funcționare similar. Ambele tehnici de imagistică medicală trimit unde în țesutul examinat, unde acestea sunt reflectate de structura țesutului. Undele reflectate sunt analizate, iar întârzierea reflexiei este măsurată pentru a determina adâncimea la care a avut loc absorbția. În cazul OCT-ului, se folosește lumină din domeniul infraroșu apropiat, care se propagă mult mai rapid decât undele ultrasonice. Întârzierea undelor luminoase reflectate nu poate fi măsurată direct, motiv pentru care se utilizează o măsurătoare de referință. Cu ajutorul unui

interferometru, o parte din lumină este direcționată către eșantion, iar cealaltă parte este trimisă pe un braț de referință cu lungime cunoscută.

Interferometria cu coerență redusă este principiul de bază al tuturor implementărilor OCT. Coerența temporală este o caracteristică a sursei de lumină care descrie în ce măsură undele emise de sursă își păstrează relațiile de fază într-un anumit punct spațial, din punct de vedere temporal. Undele provenite din surse de lumină cu coerență temporală scăzută mențin o relație fixă de fază doar pentru o perioadă limitată de timp, ceea ce corespunde unei anumite game de lungimi de drum — aceasta este denumită lungimea de coerență sau fereastra de coerență. O sursă de lumină cu o lățime spectrală mare este compusă dintr-un amestec de mai multe lungimi de undă. Astfel de surse cu bandă largă au o coerență scăzută, în timp ce lumina laser monocromatică are o linie spectrală îngustă și poate avea o lungime de coerență de chiar câțiva metri.

Un interferometru împarte lumina provenită de la sursa de lumină în două căi separate, apoi combină din nou lumina reflectată de pe cele două căi la ieșirea interferometrului. În anumite condiții, aici poate fi observată interferența: undele coerente se suprapun, iar amplitudinile câmpului electromagnetic se pot întări reciproc (interferență constructivă), se pot anula (interferență distructivă), sau pot da naștere unor stări intermediare. Intensitatea luminii rezultate poate fi convertită în semnal electric cu ajutorul unui fotodetector. Acest semnal depinde de diferența de lungime a drumurilor optice dintre cele două brațe.

În cazul unei surse de lumină cu coerență redusă (cum ar fi o diodă superluminiscentă – SLD – sau un laser cu impulsuri), interferența poate fi observată doar dacă lungimile drumurilor optice se potrivesc în limita scurtei lungimi de coerență a sursei de lumină — care este, de obicei, de ordinul micronilor. [67]

Lungimea de coerență poate fi calculată folosind următoarea formulă:

$$L_c = \frac{0.44 \cdot \lambda^2}{\Delta\lambda}$$

Unde  $L_c$  este lungimea de coerență,  $\lambda$  este lungimea de undă centrală a sursei de lumină,  $\Delta\lambda$  este lățimea de bandă spectrală.

Această relație arată că, cu cât spectrul sursei de lumină este mai larg, cu atât lungimea de coerență va fi mai scurtă, ceea ce duce la o rezoluție axială mai clară și mai precisă în tomografia în coerență optică (OCT).

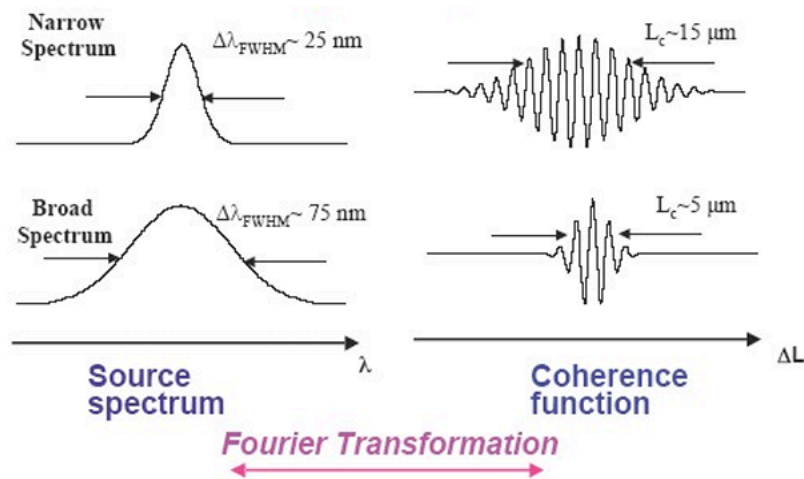


Figura 2.1 - Relația dintre spectrul sursei și funcția de coerență în OCT [80]

În partea stângă sunt prezentate două tipuri de spectre: o sursă cu spectru îngust ( $\Delta\lambda = 25 \text{ nm}$ ) și o sursă cu spectru larg ( $\Delta\lambda = 75 \text{ nm}$ ). Lumina cu spectru îngust generează o lungime de coerență mai mare ( $\sim 15 \text{ }\mu\text{m}$ ), în timp ce spectrul larg duce la o lungime de coerență mai mică ( $\sim 5 \text{ }\mu\text{m}$ ). În partea dreaptă sunt afișate funcțiile de coerență corespunzătoare, care reprezintă transformatele Fourier ale spectrelor. O sursă de lumină cu spectru larg produce o funcție de coerență mai ascuțită și mai îngustă, ceea ce este esențial pentru rezoluția axială (în adâncime) a tomografiei în coerență optică (OCT).

## 2.3. Realizările tehnice ale OCT-ului

### 2.3.1. Tomografia cu coerență optică în domeniul temporal (TD-OCT)

În prima implementare a OCT-ului, lungimea brațului de referință era modulată pentru fiecare scanare în profunzime, iar intensitatea luminoasă totală înregistrată de detector furniza profilul de reflectanță al probei. Această variantă este denumită OCT în domeniul temporal (TD-OCT).

Lumina provenită de la sursa de lumină este împărțită între brațul de referință și cel al probei. Lumina reflectată din ambele brațe se întoarce, este recombinaată și înregistrată de detector. Pentru a înregistra profilul în profunzime (scanare A) al unui punct din probă, oglinda de referință este deplasată pe direcția adâncimii (z).

Lumina unei surse cu coerență redusă este introdusă în interferometru, care, în acest caz, are o configurație cu fibră optică. Dacă se folosesc elemente optice tradiționale, separatorul de fibră este înlocuit cu un divizor de fascicul (beam splitter). Lumina incidentă este împărțită în două brațe: unul către probă și celălalt către o oglindă montată pe o platformă de translație. Lumina reflectată din cele două brațe este recombinaată, iar interferența poate fi observată doar dacă drumurile optice sunt egale — adică lumina parcurge ambele trasee într-un timp aproape identic. Modulațiile de intensitate, cunoscute și sub denumirea de franje de interferență, pot fi detectate cu ajutorul unei fotodiode. Cantitatea de lumină reflectată sau împrăștiată din probă poate fi dedusă direct din anvelopa semnalului.

Pentru fiecare punct al probei, oglinda de referință este scanată pe direcția adâncimii ( $z$ ), în timp ce intensitatea luminii este înregistrată de detector. Astfel, se obține profilul complet al reflectivității probei în adâncime, în poziția fasciculului de lumină, care – similar cu imagistica cu ultrasunete – este denumit scanare A (A-scan).

Pentru a crea o imagine secțională (B-scan), brațul probei este scanat lateral pe probă. Această abreviere provine din imagistica cu ultrasunete, unde B-scan reprezintă scanarea de luminozitate.

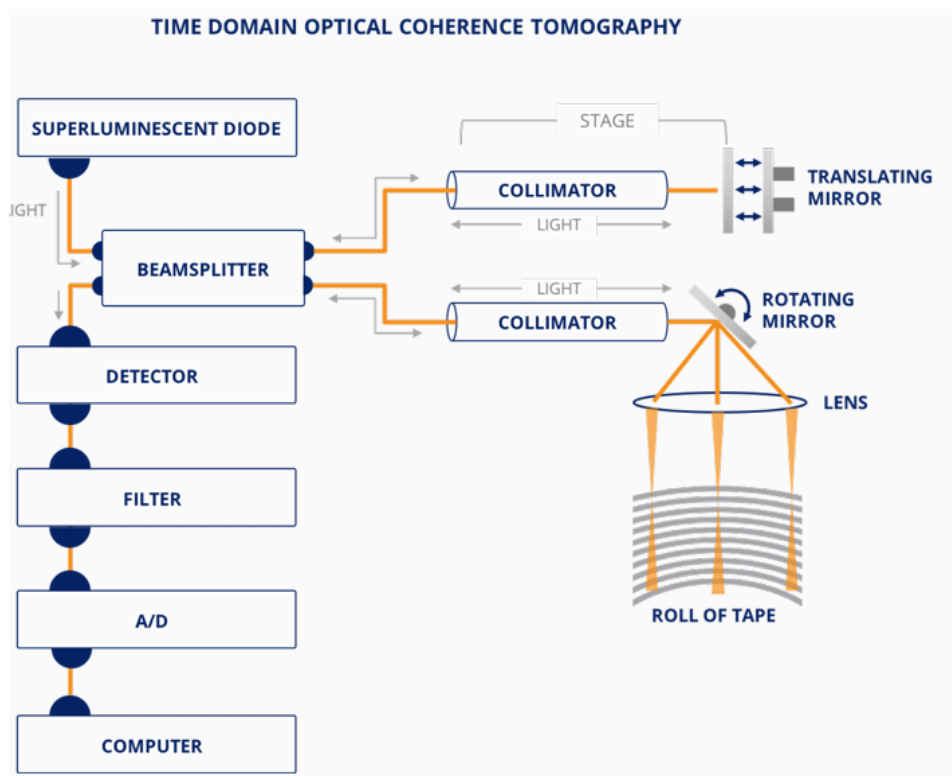


Figura 2.2- Reprezentarea schematică a sistemului TD-OCT [75]

### **2.3.2. Tomografia cu coerență optică în domeniul Fourier (FD-OCT)**

OCT-ul în domeniul Fourier (FD-OCT) este a doua generație a tehnologiei OCT, realizează mai eficient principiul interferometriei cu coerență redusă. Spre deosebire de TD-OCT, FD-OCT folosește informațiile spectrale pentru generarea A-scanurilor, fără a fi necesar să se modifice mecanic lungimea drumului optic.

S-au dezvoltat două metode pentru a înregistra informațiile spectrale ale semnalului interferometric. Ambele metode înregistrează spectrul de interferență (cunoscute și sub denumirea de interferograme spectrale), din care A-scanurile sunt calculate prin transformare Fourier.

### **2.3.3. Tomografia cu coerență optică în domeniul spectral (SD-OCT)**

SD-OCT este similar cu TD-OCT, dar detectorul punctual este înlocuit cu un spectrometru. Spectrometrul folosește un element difractiv pentru a separa spațial componentele de lumină cu diferite lungimi de undă pe o linie, care este înregistrată de o cameră liniară de mare viteză. Fiecare citire a camerei formează un interferogram spectral, în care se observă suprapunerea unor modele de benzi. [68]

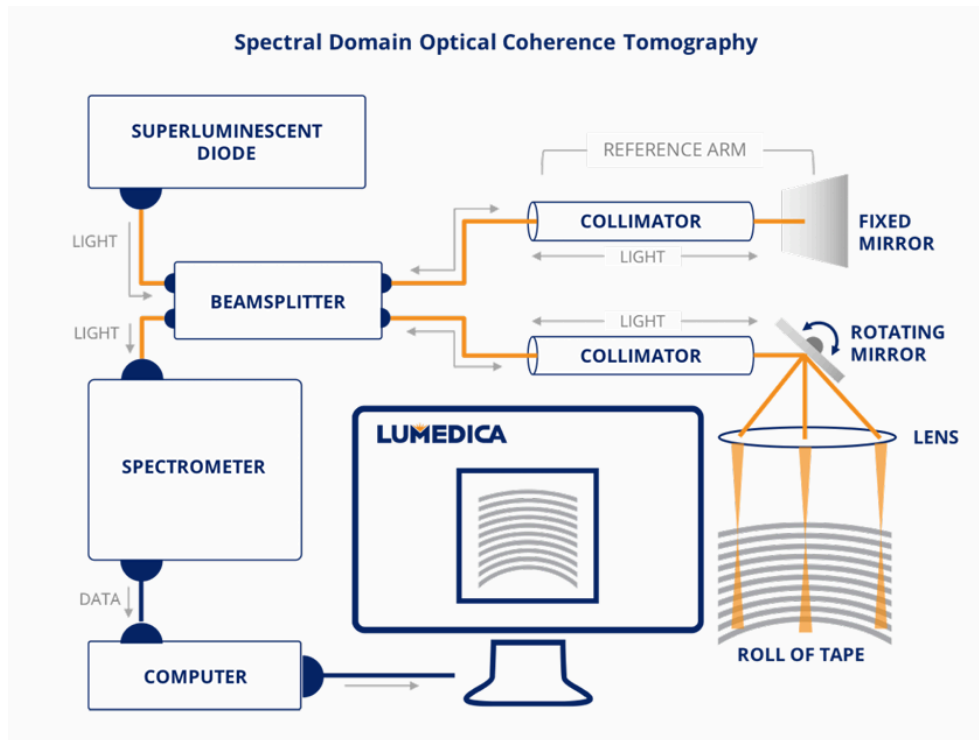


Figura 2.3- Reprezentarea schematică a sistemului SD-OCT [75]

#### 2.3.4. Tomografia cu coerență optică cu sursă variabilă (SS-OCT)

În timp ce SD-OCT folosește un spectrometru pentru separarea lungimilor de undă, SS-OCT lucrează cu o sursă de lumină care parcurge lungimile de undă pe o gamă largă.

Aranjamentul optic este similar cu cel al TD-OCT, însă sursa de lumină cu bandă largă este înlocuită cu o sursă optică care, având o lățime spectrală îngustă, parcurge rapid domeniul de lungimi de undă. Într-o singură trecere, fiecare componentă a semnalului interferometric este detectată pe rând de un fotodetector de mare viteză.

Sursele disponibile pe piață sunt capabile de viteze de sweep de peste 100 kHz, pentru care sunt necesare detecție ultrarapidă în domeniul GHz și conversie analog-digitală (AD). O trecere completă a lungimii de undă generează un interferogram spectral, care conține modele de benzi, similar cu SD-OCT. [65]

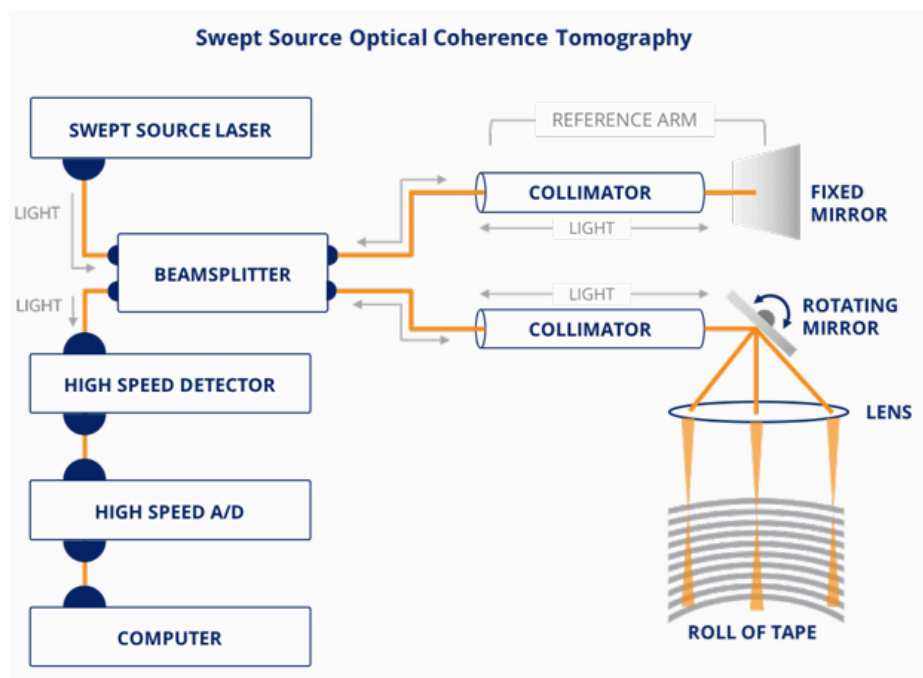


Figura 2.4- Reprezentarea schematică a sistemului SS-OCT [75]

## 2.4. Semnal în domeniul frecvenței

Tomografia cu coerență optică (OCT) măsoară microstructura subcutană a țesuturilor biologice prin diferențierea luminii reflectate din diferite adâncimi.

Similar imagisticii cu ultrasunete, semnalele provenite din structuri mai adânci parcurg un drum mai lung, ajungând la detector cu întârziere. În cazul ultrasunetelor, viteza de propagare a sunetului este destul de mică pentru a putea înregistra direct această întârziere. În schimb, lumina călătorește mult mai repede, astfel încât perceperea întârzierii nu este posibilă direct. În loc de aceasta, OCT utilizează detectarea interferometrică, în care semnalul perceput este comparat cu un semnal de referință static.

Lumina provenită de la o sursă de lumină care acoperă o gamă largă de lungimi de undă este separată de un divizor de fascicul într-un braț de referință și unul de probă. Țesuturile biologice sunt parțial translucide în domeniul infraroșu apropiat, astfel că lumina de examinare trece prin probă și este dispersată sau reflectată la diferite adâncimi ale structurii interne. O parte din lumina reflectată ajunge la detector, unde creează interferență cu lumina de referință reflectată de oglindă. Detectorul transformă acest semnal de interferență într-un semnal electric, care are următoarea formă:

$$P_{det} = |U_r|^2 + |U_s|^2 + U_s^* U_r + U_s U_r^*$$

unde  $U_r$  și  $U_s$  sunt proporționale cu câmpurile electromagnetice reflectate din brațul de referință și cel de probă, iar  $*$  indică conjugatul complex.

Imagistica în domeniul optic al frecvenței (OFDI) și alte implementări OCT cu sursă cu spectru variabil utilizează o sursă laser care scanează rapid un domeniu larg de lungimi de undă. Semnalul de interferență este înregistrat ca o funcție de timp, care poate fi corespunzătoare unui semnal exprimat în funcție de numărul de undă.

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Ca abordare alternativă, sistemele OCT din domeniul spectral cu cameră folosesc lumină cu bandă largă și un spectrometru pentru a înregistra un semnal echivalent. Primul termen de interferență din ecuația anterioară poate fi exprimat astfel:

$$U_s^* U_r(k) = \alpha(k) \int f(z) e^{-i2kz} dz$$

unde  $f(z)$  reprezintă profilul de reflexie al probei în funcție de adâncime ( $z$ ), raportat la lungimea brațului de referință. Factorul 2 ține cont de parcursul luminii dus-întors între probă și detector.  $\alpha(k)$  este funcția de formă a spectrului sursei de lumină,  $i = \sqrt{-1}$ .

Înregistrarea semnalului în funcție de numărul de undă este echivalentă cu transformata Fourier a profilului de reflectanță. În consecință, prin aplicarea transformatei Fourier inverse asupra semnalului înregistrat se poate reconstrui tomograma profilului de reflectanță din probă:

$$t(z) = \int U_s^* U_r(k) e^{i2kz} dk = FT^{-1}\{U_s^* U_r(k)\}$$

Transformata Fourier stabilește o relație între domeniul spațial ( $z$ ) și domeniul frecvenței spațiale / al numărului de undă ( $k$ ). Amplitudinea reconstruită  $|t(z)|$  este proporțională cu amplitudinea câmpului electromagnetic, în timp ce  $T(z) = |t(z)|^2$  reprezintă intensitatea

luminii împrăștiate la o anumită adâncime în probă. Tomogramele sunt reprezentate pe o scară logaritmică:

$$T_{dB} = 10 \log_{10}(T(Z)) = 20 \log_{10}(|t(z)|)$$

Semnalul de interferență înregistrat conține două termeni de interferență complecși conjugate, care duc la o imagine reflectată în tomograma reconstruită. Dacă un termen generează tomograma  $t(z)$ , celălalt generează  $t(-z)$ , care este simetric față de punctul de zero al diferenței de drum optic. Această suprapunere simetrică este, de obicei, perturbatoare, dar poate fi evitată prin asigurarea unei diferențe suficiente de drum optic între brațul de referință și cel al probei sau prin utilizarea altor strategii de separare.

Deși tomograma reconstruită se apropie de structura originală, forma spectrală a sursei de lumină aplică o ponderare în spectrul frecvenței spațiale. Doar domeniul de frecvență spațială acoperit de sursa de lumină este accesibil. Drept urmare, semnalul reconstruit este o versiune filtrată a structurii reale, ce poate fi exprimată ca o convoluție între profilul de reflexie original și funcția de răspuns impulsională (PSF) a sistemului OCT. Această PSF este transformata Fourier inversă a formei spectrale  $a(z) = FT\{-1\}a(k)$ , astfel:

$$t(z) = \int U_s^* U_r(k) e^{i2kz} dk \propto \int f(z') a(z - z') dz' = f(z) * a(z)$$

unde  $*$  reprezintă operația de convoluție. Funcția  $a(z)$  este funcția de coerență a sursei de lumină, a cărei densitate spectrală de putere este  $\alpha(k)$  — de aici provine denumirea „tomografie cu coerență optică”.

Dacă în profilul de reflexie original există o singură suprafață reflectorizantă, în tomograma reconstruită va apărea un vârf cu lățime finită. Presupunând că spectrul are o formă de tip curbă Gaussiană, există următoarea relație între lățimea la jumătate din înălțime (FWHM) în domeniul numărului de undă,  $\Delta k_{fwhm}$ , și lățimea vârfului reconstruit în tomogramă,  $\Delta z_{fwhm}$ :

$$\Delta z_{fwhm} = \frac{4 \ln(2)}{\Delta k_{fwhm}} = \frac{2 \ln(2) \lambda_c^2}{\pi \Delta \lambda_{fwhm}}$$

Cu cât spectrul acoperit de sursa de lumină este mai larg, cu atât se poate obține o rezoluție axială mai bună în tomogramă. [69]

## **2.5. Rezoluție laterală și axială, dimensiuni ale imaginii**

În OCT, proprietățile axiale și laterale sunt independente una de cealaltă. Rezoluția laterală este determinată de obiectivul care focalizează fasciculul pe probă și de mediul intermediar. Proprietățile axiale sunt determinate de caracteristicile de coerență ale tehnicii interferometrice (sursa de lumină) și de eșantionarea semnalului de către detector.

Această caracteristică face posibilă obținerea unei rezoluții axiale ridicate în oftalmologie, chiar dacă pupila ochiului limitează rezoluția laterală.

Informația axială a imaginii, de-a lungul unei scanări A, este reconstruită pe baza întârzierii luminii reflectate sau împrăștiate din probă, obținută prin măsurare interferometrică. Prin urmare, proprietățile sursei de lumină și eșantionarea semnalului detectat determină caracteristicile axiale ale sistemului OCT.

Rezoluția axială a sistemului OCT în aer este egală cu lungimea de coerență bidirecțională a sursei. Lungimea de undă centrală a sistemelor OCT este aleasă astfel încât să se atingă o adâncime de penetrare cât mai mare în țesutul examinat. În sistemele oftalmologice, lungimea de undă centrală este de obicei în jur de 850 nm sau 1050 nm, pentru a permite luminii să pătrundă prin epiteliul pigmentar retinian (RPE) și să permită imagistica coroidului.

Un alt aspect important este absorbția mediilor oculare, care reduce intensitatea luminii ce ajunge la retină și revine către detector.

Proprietățile de absorbție ale mediilor oculare sunt similare cu cele ale apei. Rezoluția axială în OCT depinde de lățimea de bandă spectrală a sursei de lumină și de lungimea de undă centrală.

Adâncimea axială de imagine definește domeniul axial acoperit de un B-scan. Aceasta este determinată de frecvența maximă de interferență detectabilă, deoarece frecvența maximă corespunde adâncimii maxime care poate fi decodificată. Distanța de eșantionare axială se calculează împărțind adâncimea maximă la  $0,5N$ , ceea ce indică câți micrometri/pixel are imaginea.

Proprietățile laterale depind de focalizarea optică și de apertura numerică (NA). Rezoluția laterală este determinată de diametrul fascicului de lumină în punctul de focalizare. În cazul OCT-ului retinian, rezoluția laterală tipică este de aproximativ 10  $\mu\text{m}$ , iar adâncimea de focalizare este de circa 700  $\mu\text{m}$ .

Deoarece OCT-ul măsoară întârzieri ale drumului optic, distanțele axiale trebuie corectate cu indicele de refracție ( $n$ ) al mediului pentru a obține distanțele geometrice.

Înregistrare 3D a datelor: fascicul OCT este scanat și lateral, permițând obținerea unui volum de date (volum) din care se pot genera ulterior imagini en face (privite din față).

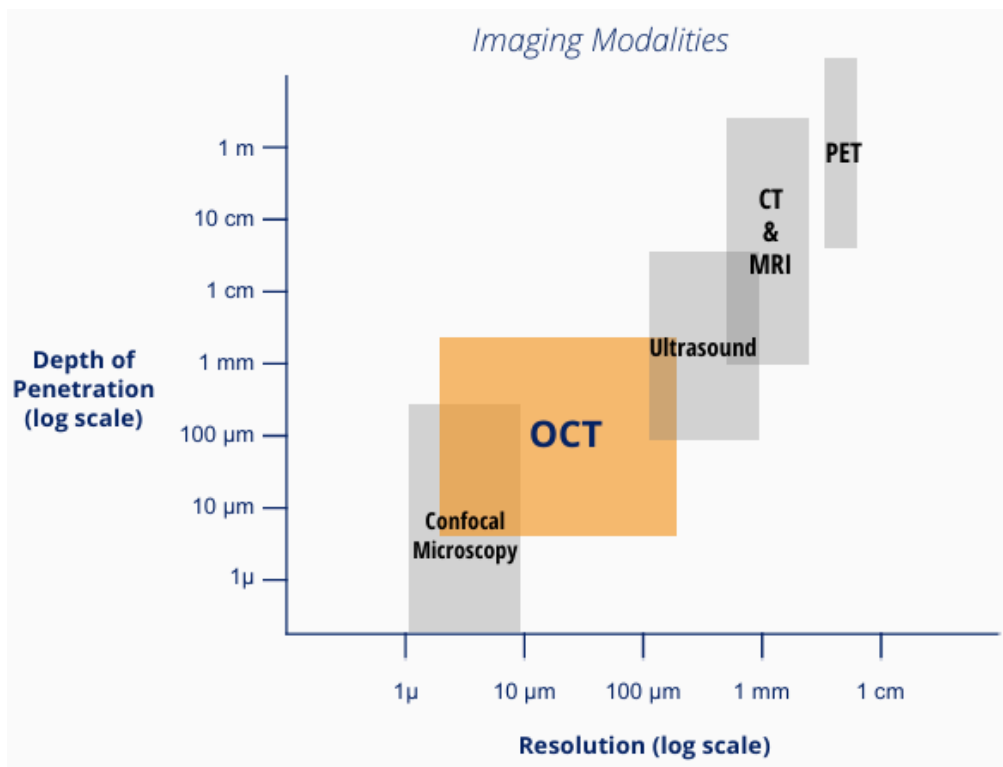


Figura 2.5- Performanța OCT comparativ cu alte tehnici imagistice medicale [75]

## 2.6. Sensibilitate

Scanarea A din OCT redă intensitatea luminii împrăștiată în funcție de adâncimea țesutului. Raportul semnal-zgomot (SNR) este determinat de raportul dintre intensitatea

semnalului și deviația standard a zgomotului de fond. SNR-ul este proporțional cu reflectivitatea probei ( $R$ ).

Sensibilitatea sistemului este definită ca fiind cea mai mică reflectivitate a unei probe care mai poate fi detectată la  $SNR = 1$ . În cazul unei oglinzi ideale ( $R = 1$ ), SNR-ul maxim atins corespunde sensibilității sistemului.

În sistemele FD-OCT, sensibilitatea depinde teoretic doar de zgomotul de fotoni (shot noise), ceea ce înseamnă că sensibilitatea este influențată de puterea optică incidentă, eficiența detecției și timpul de integrare.

## **2.7. Atenuare (Roll-Off)**

Roll-off-ul se referă la cât de mult scade sensibilitatea pe măsură ce crește adâncimea de penetrare.

În cazul SD-OCT (OCT în domeniul spectral), roll-off-ul este determinat de rezoluția spectrală, care este limitată de pixeli senzorului liniar și de optica spectrometrului. La SS-OCT (OCT cu sursă măturată), roll-off-ul este influențat de lățimea de bandă a scanării laserului și de conversia analog-digitală (ADC).

Sistemele SD-OCT tind să prezinte un roll-off mai pronunțat, însă și sistemele SS-OCT moderne pot experimenta un roll-off de aproximativ 2–3 dB/mm.

## **2.8. OCT Angiografie (OCTA)**

Semnalele OCT provenite din vasele de sânge prezintă o variație mult mai mare decât semnalele OCT provenite din țesuturile fixe. Schimbările de semnal din vase sunt datorate mișcării particulelor reflectorizante (în principal eritrocite). Se observă o variație crescută atât în intensitate, cât și în faza complexă a semnalului OCT, iar aceste informații sunt folosite pentru calcularea imaginilor OCTA.

În imaginile OCTA, se realizează repetat scanări B pe aceeași zonă, iar algoritmi matematici și statistici avansați au fost dezvoltați pentru a separa structurile vasculare de țesuturile fixe, pe baza variației semnalului OCT. Aceste algoritme se confruntă cu numeroase provocări, cum ar fi mișcările rapide ale ochilor (mișcare masivă), care trebuie diferențiate de variațiile cauzate de fluxul sanguin retinian.

## **2.9. Paralelizarea colectării datelor OCT**

O altă abordare pentru reducerea timpului de achiziție a volumelor OCT este paralelizarea colectării datelor OCT, adică înregistrarea paralelă a testelor A în mai multe puncte ale probei. Cea mai frecvent utilizată tehnică de paralelizare este abordarea câmpului liniar (line-field), demonstrată atât în sistemele SD-OCT, cât și în cele SS-OCT. Aici, în loc de un punct focal scanat, se proiectează o întreagă linie pe probă. Astfel, este necesar un singur scanner pentru a examina o zonă 2D. În sistemele SD-OCT bazate pe câmpul liniar se utilizează un detector bidimensional (chip CCD sau CMOS). O dimensiune (seria de pixeli) mapează linia iluminată pe țesut, în timp ce cealaltă dimensiune (coloanele de pixeli) măsoară interferența spectrală a benzii, corespunzătoare fiecărui pixel de pe linia respectivă. Astfel, citirea detectorului bidimensional oferă întreaga informație a unei scanări B.

În sistemele SS-OCT cu câmp liniar se utilizează doar o cameră de linie 1D pentru a proiecta linia iluminată pe probă. Camera de linie este citită după fiecare sweep de lungime de undă, astfel că, după un sweep complet, sunt înregistrate datele unui scan complet B.

În final, tehnica câmpului liniar SS-OCT poate fi aplicată și în sistemele SS-OCT cu câmp complet, înlocuind detectorul de linie cu un senzor 2D. După fiecare sweep de lungime de undă, sunt obținute datele OCT pentru un întreg volum 3D al țesutului.

## **2.10. Tomograf de Coerență Optică (OCT) RTVue XR Avanti, model XR 100**

Tomograf de Coerență Optică (OCT) RTVue XR Avanti, model XR 100 este un echipament de optometrie de ultimă tehnologie, conceput pentru imagistica de înaltă rezoluție a retinei, nervului optic și a altor structuri ale ochiului. Aparatul utilizează tehnologie avansată pentru a crea imagini detaliate ale secțiunilor transversale ale ochiului, permițând specialiștilor în oftalmologie să diagnosticheze și să monitorizeze diversele afecțiuni ale retinei și nervului optic.

Unul dintre cele mai importante caracteristici ale RTVue XR Avanti este precizia și exactitatea remarcabile. Aparatul utilizează tehnologia de domeniu spectral (SD-OCT), care oferă imagistică de înaltă rezoluție și scanare rapidă, astfel încât să permită un diagnostic

eficient și de încredere și urmărirea stării de sănătate a pacienților pentru numeroase afecțiuni oculare, precum glaucomul (presiunea oculară crescută), degenerescența maculară și alte leziuni ale ochiului, permițând detectarea timpurie și diagnosticul acestora.

Acest model este, de asemenea, extrem de versatil: poate fi utilizat în diverse medii, cum ar fi cabinetele de optometrie, clinici de oftalmologie și spitale. Capacitățile sale de imagistică de înaltă rezoluție îl fac indispensabil pentru cei care sunt dedicați oferirii celor mai înalte standarde de îngrijire pentru pacienții lor.

Echipamentul este, de asemenea, echipat cu un software avansat care poate analiza datele colectate în timpul procesului de imagistică, oferind informații extrem de detaliate despre starea de sănătate a ochiului pacientului. [70], [71]

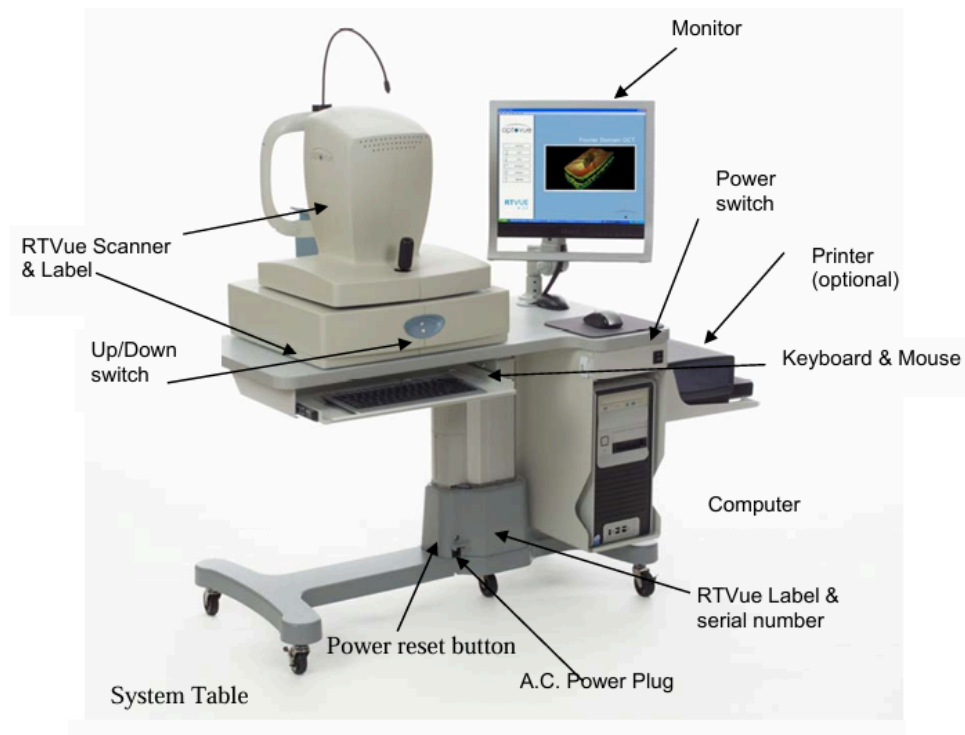


Figura 2.6- Reprezentarea fotografică a Tomografului de Coerență Optică (OCT) RTVue XR Avanti, model XR 100 [77]

## 2.11. Descrierea procesului de examinare

Examinarea prin tomografie în coerență optică (OCT) durează între 5 și 10 minute. Nu este necesară nicio pregătire prealabilă, aceasta putând fi efectuată chiar imediat după un control oftalmologic de rutină.

Cu aproximativ 5-10 minute înainte de examinare, medicul va administra pacientului picături oftalmice pentru dilatarea pupilelor. După scurgerea timpului necesar, pacientul se va așeza în fața aparatului, sprijinindu-și bărbia pe suportul special destinat și lipindu-și fruntea de bara de susținere.

Ulterior, medicul va începe examinarea. Din meniul aparatului, va selecta tipul de investigații dorite și, cu ajutorul controlerului, va focaliza aparatul pe unul dintre ochii pacientului. Pacientul va vedea o cruce verde în interiorul dispozitivului și, pe durata examinării, trebuie să o privească fără să clipească, dacă este posibil. Între diferitele examinări se poate clipi, dar doar atunci când medicul permite acest lucru — în caz contrar, imaginea obținută va fi invalidă. În funcție de tipul de examinare, pacientul poate vedea și benzi roșii, în afara crucii verzi, care scanează ochiul. Aceste benzi se pot mișca orizontal, vertical sau radial.

Medicul vede imaginea în timp real pe un ecran conectat la aparat și, când consideră că imaginea este optimă, apasă butonul de pe controler pentru a capta o fotografie. Aceeași procedură se repetă pentru celălalt ochi, cu excepția cazurilor în care este necesar să se examineze doar unul dintre ochi.

În cazul în care din meniul aparatului dorim să selectăm anumite examinări din categoria „Cornea”, este necesară montarea unei lentile speciale și activarea a trei lumini LED — una galbenă și două roșii — pentru a obține o calitate mai bună a imaginii. Aceste LED-uri sunt fixate pe capul aparatului și, în timpul examinării, sunt apropiate de ochiul pacientului, fără a atinge însă ochiul.

După examinare, medicul va evalua imaginile obținute și, dacă este necesar, poate recomanda investigații suplimentare sau poate prescrie un tratament.

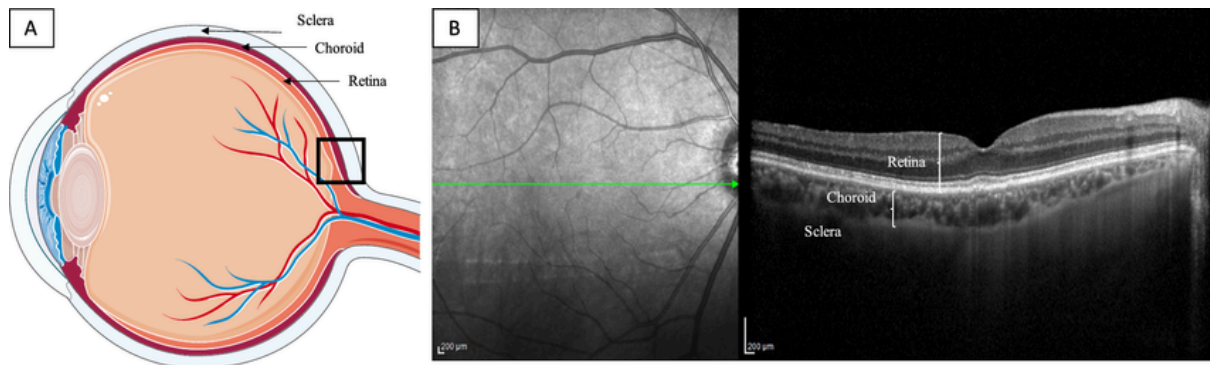


Figura 2.7- Anatomia ochiului uman în OCT [79]

În imaginea (A) este prezentată o secțiune schematică a structurii interne a ochiului. Se poate observa clar poziționarea relativă a retinei (stratul sensibil la lumină), a coroidului (stratul vascular) și a sclerei (stratul fibros extern). Retina este stratul intern al ochiului, sensibil la lumină, care conține fotoreceptori (conuri și bastonașe) responsabili de formarea vederii. Sub retină se află coroidul, o structură bogată în vase de sânge, a cărei funcție principală este alimentarea cu nutrienți și oxigen a retinei, în special a fotoreceptorilor. Sub coroid se află sclera, stratul extern și fibros al ochiului, care oferă stabilitate structurală și protecție.

Partea stângă a imaginii (B) prezintă o fotografie de fundus, adică o reprezentare fotografică a suprafeței retinei. În această imagine pot fi observate vasele de sânge care traversează retina, iar linia verde indică direcția de scanare pe care a fost realizată imaginea OCT. Această linie trece prin fovee, zona responsabilă de vederea centrală clară, extrem de importantă în cadrul examinărilor oftalmologice.

Partea dreaptă a imaginii (B) arată o imagine tomografică în secțiune transversală realizată cu ajutorul aparatului OCT, exact de-a lungul liniei verzi indicate pe fotografia de fundus. În această imagine, țesuturile din partea posterioară a ochiului pot fi diferențiate cu o rezoluție înaltă. Stratificarea începe cu retina, stratul superior luminos, compus din mai multe straturi celulare distincte. Sub aceasta se află coroidul, un strat mai întunecat, bogat în vase de sânge, iar dedesubt se observă sclera, stratul cel mai profund și cu reflexie redusă.

## 2.12. Meniu de examinare

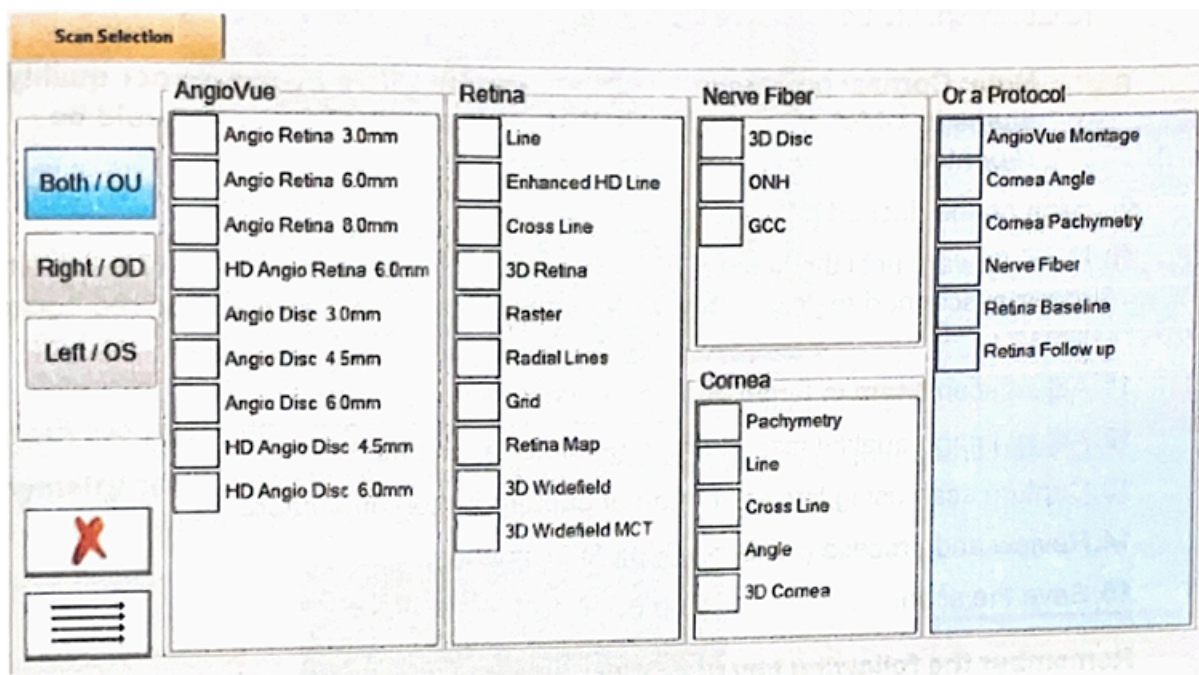


Figura 2.8- Vizualizarea meniului de examinare [76]

Dispozitivul Optovue RTVue XR Avanti (XR 100) de tomografie în coerență optică (OCT) este un instrument de diagnostic avansat, conceput pentru examinarea detaliată a retinei, a nervului optic și a segmentului anterior al ochiului. Structura meniului dispozitivului oferă diferite moduri de examinare, fiecare fiind destinat unor indicații oftalmologice specifice. [68]

### 2.12.1. AngioVue

#### Angio Retina

Scopul este vizualizarea microcirculației retiniene. Ajută la observarea detaliată a vaselor retiniene și a microcirculației, în special în zona maculei. În timpul examinării, plexurile superficiale (de la suprafață) și cele profunde pot fi afișate separat.

#### HD Angio Retina

Scopul este vizualizarea microcirculației retiniene la rezoluție înaltă. Este utilizat pentru observarea detaliilor mai fine, în special în zonele maculei și peripapilare. Se

caracterizează prin realizarea unor imagini de rezoluție mai mare pentru un diagnostic mai precis.

### Angio Disc

Scopul este vizualizarea microcirculației la nivelul capului nervului optic. Ajută la observarea vaselor de sânge și a microcirculației capului nervului optic, în special în cazuri de glaucom și alte afecțiuni ale nervului optic. Contribuie la redarea detaliată a vaselor capului nervului optic și a țesuturilor înconjurătoare.

### HD Angio Disc

Scopul este vizualizarea microcirculației capului nervului optic la rezoluție înaltă. Este utilizat pentru observarea detaliilor mai fine ale vaselor din capul nervului optic și din zona înconjurătoare. Se caracterizează prin realizarea de imagini de rezoluție mai mare, pentru un diagnostic mai precis.

## **2.12.2. Retina**

### Line

Scanare de-a lungul unei singure linii, care oferă o imagine secțională de înaltă rezoluție a unei zone selectate din retină. Este utilă, de exemplu, pentru observarea edemului, a membranei epiretinale sau a altor modificări localizate.

### Enhanced HD Line

Scanare liniară îmbunătățită, cu rezoluție înaltă, care oferă o imagine și mai detaliată a straturilor retiniene. Este deosebit de importantă pentru detectarea modificărilor structurale fine, cum ar fi cele din stratul fotoreceptorilor.

### Cross Line

Scanare liniară dublă, cu două linii perpendiculare, care oferă o secțiune transversală încrucișată. Este o alegere bună pentru o evaluare rapidă a structurilor centrale, cum ar fi macula.

### 3D Retina

Scanarea întregului volum al retinei, cu reconstrucție 3D. Poate fi utilizată pentru urmărirea progresiei și pentru cartografierea spațială a leziunilor difuze.

### Raster

Scanare cu mai multe linii paralele, acoperind o suprafață mai mare. Eficientă pentru imagistică detaliată, de exemplu în cazul retinopatiei diabetice.

### Radial Lines

Scanări radiale cu linii pornind dintr-un punct central (de exemplu, macula). Utilă pentru analiza simetrică a stării retinei centrale (macula).

### Grid

Scanare în structură de grilă, cu acoperire sistematică. Permite o evaluare cuprinzătoare pentru compararea diferitelor zone.

### Retina Map

Realizarea unei hărți a grosimii pentru diferite zone ale retinei. Este esențială pentru urmărirea cantitativă a edemului retinian sau atrofiei.

### 3D Widefield

Examinare volumetrică 3D cu câmp vizual larg, care se extinde și asupra periferiei retinei. Este o alegere bună pentru cartografierea leziunilor periferice (de exemplu, modificări vasculare, retinopatie diabetică).

### 3D Widefield MCT

Metoda 3D Widefield menționată mai sus, combinată cu tehnologia Multi Centroid Tracking (MCT). Oferă imagistică mai precisă și mai stabilă în cazul ochiului în mișcare, cu un contrast îmbunătățit.

### **2.12.3. Nerve Fiber**

#### 3D Disc

Imagistică tridimensională a capului nervului optic, care ajută la analiza modificărilor structurale ale papilei.

#### ONH

Examinarea detaliată a capului nervului optic, inclusiv măsurarea zonei cupelor și marginii, este importantă pentru evaluarea glaucomului.

#### GCC

Măsoară grosimea celulelor ganglionare și a axonilor acestora în zona maculei, fiind un indicator precoce al afectării glaucomatoase.

### **2.12.4. Cornea**

#### Pachymetry

Măsurarea grosimii corneei, importantă pentru evaluarea preoperatorie în chirurgia refractivă și pentru estimarea riscului de glaucom.

#### Line/ Cross Line

Scanări longitudinale și transversale pentru afișarea imaginii secționale a corneei.

#### Angle

Examinarea unghiului camerei anterioare, ajutând la determinarea tipului de glaucom.

#### 3D Cornea

Imagistică tridimensională a corneei, care permite analize topografice și de grosime.

### **2.12.5. Protocol alternativ**

#### AngioVue Montage

Această examinare combină mai multe imagini OCT angiografice (OCTA) pentru a oferi un câmp vizual mai larg în vederea investigării rețelei vasculare retiniene. Este deosebit de utilă pentru evaluarea leziunilor vasculare periferice, cum ar fi retinopatia diabetică sau occludările venoase.

#### Cornea Angle

Această măsurătoare este destinată examinării unghiului camerei anterioare (rețeaua trabeculară și canalul Schlemm), fiind esențială pentru diagnosticarea și monitorizarea glaucomului cu unghi închis.

#### Cornea Pachymetry

Realizează cartografierea grosimii corneei (pachimetrie), esențială pentru evaluarea riscului de glaucom, examinările preoperatorii în chirurgia refractivă și diagnosticul keratoconusului.

#### Nerve Fiber

Această măsurătoare analizează grosimea stratului de fibre nervoase retiniene (RNFL), în special în jurul capului nervului optic. Este importantă pentru detectarea precoce a glaucomului și monitorizarea progresiei acestuia.

#### Retina Baseilna

Servește ca examinare de bază pentru documentarea structurii retinei. Acest punct de plecare permite compararea modificărilor ulterioare, facilitând monitorizarea pe termen lung a stării pacientului.

#### Retina Follow up

Permite compararea cu examinările Retina Baseline anterioare pentru a identifica modificările survenite în structura retinei. Acest lucru este deosebit de util în monitorizarea degenerescenței maculare, retinopatiei diabetice și altor afecțiuni retiniene. [72]

## Capitolul III

### 3. Diagnosticul bolilor oftalmologice

#### 3.1. Boli ale interfeței vitreoretiniene

##### 3.1.1. Tracțiunea vitreo-maculară

Centrul ochiului este plin cu corp vitros, o substanță clară, de consistență gelatinoasă, numită vitreous. Vitreous-ul este formată în proporție de 99% din apă și 1% din proteine. Partea interioară sensibilă la lumină a ochiului, corpul vitros, conține milioane de fibre microscopice împletite, care sunt atașate de retină încă de la naștere.

Pe măsură ce îmbătrânim, corpul vitros începe să se lichefieze treptat și să se desprindă de suprafața retinei. Acest lucru se datorează fibrelor proteice, care se pot contracta de-a lungul vieții și pot exercita o forță de tracțiune asupra peretelui posterior al ochiului, tensionând astfel macula. Acest proces natural de îmbătrânire se numește dezlipire posterioară a corpului vitros sau posterior vitreous detachment (PVD).

Când corpul vitros se contractă, trage de retină și încearcă să se desprindă de peretele posterior al ochiului. În unele cazuri, corpul vitros rămâne atașat de partea centrală a maculei, exercitând tracțiune asupra acesteia. Acest fenomen poartă denumirea de tracțiune vitreo-maculară (VMT) și poate solicita excesiv macula, deformând țesuturile acesteia. Vederea periferică rămâne intactă, însă în centrul câmpului vizual apare o pată.

Adesea, această afecțiune poate duce la formarea unei găuri în maculă, ceea ce determină ca razele de lumină să lovească direct țesuturile retinei. Aceasta distorsionează și întunecă și mai mult vederea centrală. Când apare gaura maculară, poate exista aderență vitreană, ceea ce duce la deschiderea găurii. Țesutul cicatricial poate crește spre marginile retinei sau, dimpotrivă, poate regresa. În cazul din urmă, intervenția chirurgicală este necesară pentru a îndepărta țesutul cicatricial din jurul găurii și pentru a o trata cu o bulă de aer. Tensiunea de suprafață a bulei de aer presează retina, menținând-o în poziție până când se vindecă. Bula de aer se resoarbe în mod natural.

Principala cauză a VMT este îmbătrânirea. Tratamentul principal constă în intervenția chirurgicală, prin care corpul vitros este îndepărtat din interiorul ochiului pentru a elimina forța de tracțiune asupra maculei. O bulă de aer este introdusă în ochi, plutind în partea inferioară a câmpului vizual, iar aceasta se resoarbe în câteva zile. [6], [7]

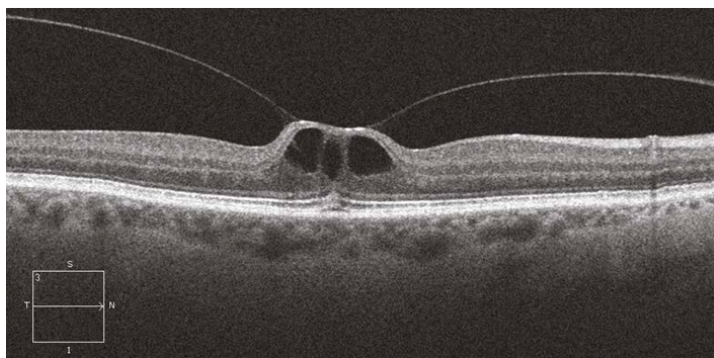


Figura 3.1- Tracțiune vitreo-maculară [73]

## 3.2. Edeme maculare

### 3.2.1. Edem macular diabetic

Diabetul zaharat este una dintre principalele cauze pentru care vedem că, în timp, oamenii își pierd vederea, ceea ce duce la apariția edemului macular diabetic. Edemul macular apare atunci când lichidul se acumulează în maculă, provocând umflături și îngroșarea retinei.

Buzunarele de lichid care se formează în maculă sunt, de obicei, cauzate de scurgerile din vasele de sânge deteriorate. Pe măsură ce lichidul ajunge în retină, partea centrală a acesteia începe să se umfle. Acest edem rezultat este numit edem diabetic. În această situație, macula nu funcționează corespunzător, ceea ce poate duce la vedere încețoșată, distorsiuni vizuale și chiar pierderea permanentă a vederii.

Edemul macular diabetic este o complicație microvasculară gravă a retinopatiei diabetice, care apare în două stadii principale. Primul este stadiul non-proliferativ, cauzat de hemoragii și scurgeri vasculare. Al doilea este stadiul proliferativ, caracterizat prin neovascularizație anormală. Modificările structurale și funcționale ale sistemului vascular retinian care rezultă din acest proces contribuie la deteriorarea vederii.

În trecut, tratamentul se făcea cu laser, prin cauterizarea vaselor de sânge problematice. În prezent, tratamentul constă în injecții, medicamentele ajutând la reducerea scurgerilor vasculare, ceea ce poate inversa deteriorarea cauzată de diabet. [8], [9], [10], [11], [16], [17]

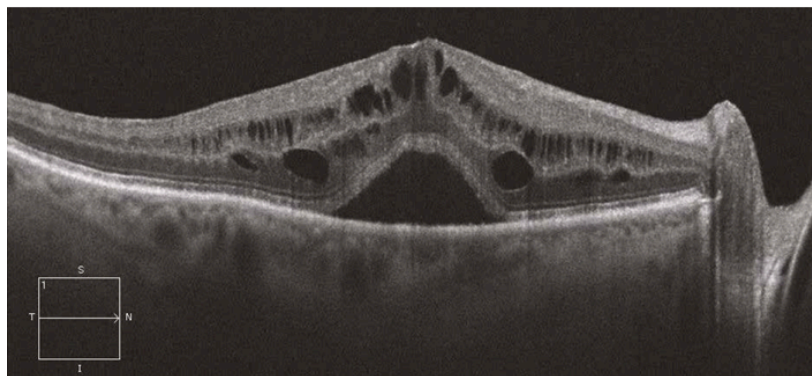


Figura 3.2- Edem macular diabetic [73]

### 3.2.2. Ocluzia de ram a venei centrale retiniene (BRVO)

Venele și arterele se găsesc în ochi la fel ca în restul corpului. Rolul lor este de a transporta sângele. Ochiul are o venă și o arteră principală. Ocluzia de ram a venei centrale retiniene (RVO) apare atunci când ramurile venei retiniene sunt blocate. Blocajul venos apare atunci când există presiune în artera din apropiere sau se formează un cheag de sânge în venă. În acest caz, sângele nu poate fi evacuat, iar lichidul se acumulează în retină. Acest lichid poate duce la umflarea maculei, afectând vederea. Aceasta este o afecțiune vasculară care afectează vasele de sânge ale retinei și este mai frecventă la persoanele în vârstă.

Există două tipuri de ocluzie de ram a venei centrale retiniene: ocluzia venei centrale a retinei (CRVO) și ocluzia unei ramuri a venei retiniene (BRVO). CRVO înseamnă că vena principală care drenează sângele din retină este blocată, în timp ce BRVO indică faptul că obstrucția apare într-o venă mai mică.

Simptomele la care trebuie să fim atenți includ scăderea vederii la unul sau ambii ochi. De asemenea, pot apărea vedere încețoșată și distorsionată, iar forma obiectelor poate varia între ochi.

Factorii care cresc riscul de apariție a RVO includ vârsta înaintată, hipertensiunea arterială, fumatul, obezitatea, bolile de inimă, ateroscleroza, glaucomul și diabetul.

Tratamentul poate include implanturi intraoculare cu steroizi, fotocoagulare laser sau medicamente anti-VEGF. [12], [13], [14]

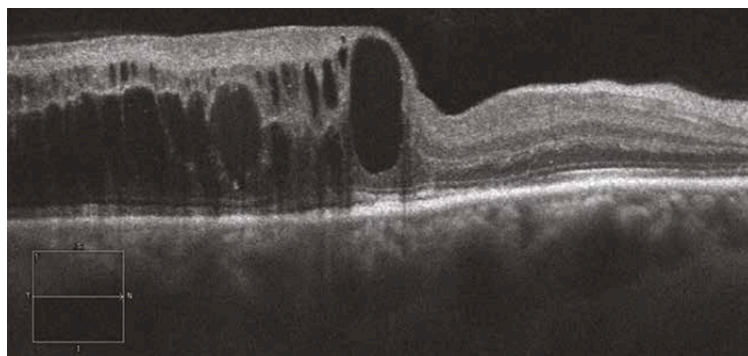


Figura 3.3- Ocluzia de ram a venei centrale retiniene (BRVO) [73]

### 3.2.3. Ocluzia de ram a arterei centrale retiniene (RAO)

Se manifestă clasic prin pierderea vederii, fără durere. Cauzele includ ateroscleroza carotidiană, îngustarea arterelor, probleme cardiace și hipertensiunea arterială. Tensiunea arterială ridicată poate deteriora arterele care asigură alimentarea cu sânge a ochiului. Dacă un cheag de sânge sau acumularea de colesterol blochează fluxul sanguin într-una sau mai multe artere ale retinei, această afecțiune se numește ocluzia de ram a arterei centrale retiniene (RAO). Este similară cu un accident vascular cerebral (AVC), cu diferența că afectează ochiul.

Așa cum există două tipuri de obstrucție venoasă, și în acest caz distingem două tipuri: prima este obstrucția arterei principale (CRAO), iar a doua este obstrucția unei ramuri arteriale (BRAO).

CRAO este un factor de risc pentru accidentul vascular cerebral, fiind considerată o urgență medicală gravă care necesită îngrijire clinică imediată.

Simptomele includ pierderea bruscă și nedureroasă a vederii. Pacientul poate pierde vederea complet la un ochi sau doar într-o parte a acestuia. În unele cazuri, vederea poate fi parțial recuperată. Alte simptome pot include pierderea vederii periferice, vedere distorsionată, percepția deformează a formelor obiectelor sau apariția unor pete oarbe în câmpul vizual. [14], [15]

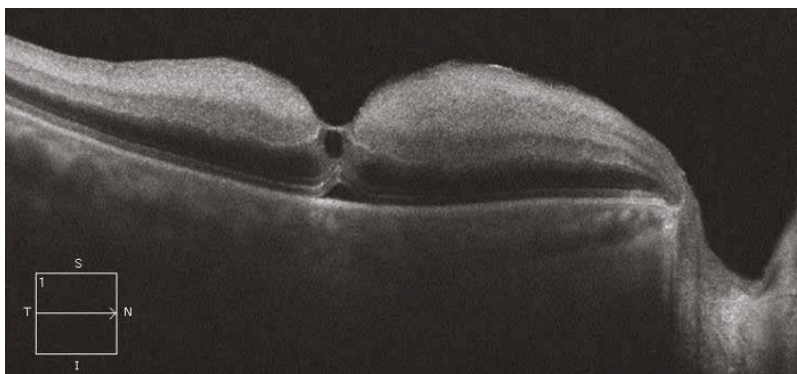


Figura 3.4- Ocluzia de ram a arterei centrale retiniene (RAO) [73]

#### 3.2.4. Inflamație (Uveită)

Uveita este inflamația stratului mijlociu al globului ocular, numit uvee.

Există trei tipuri de uveită, în funcție de partea uveei afectată. Primul tip, inflamația părții anterioare a uveei, aproape de partea din față a ochiului, se numește uveită anterioară sau irită. Apare brusc, iar simptomele pot dura câteva săptămâni. Această formă poate fi constantă sau poate dispărea și reapărea periodic. Al doilea tip, inflamația părții din mijloc a uveei, se numește uveită intermediară. Simptomele pot dura de la câteva săptămâni până la ani. Al treilea tip, inflamația părții posterioare a uveei, se numește uveită posterioară.

Simptomele apar treptat. În cazurile severe, toate straturile ochiului, de la partea anterioară până la cea posterioară, pot fi afectate. Această formă se numește panuveită și poate provoca deteriorări extinse ale retinei.

Această afecțiune poate afecta unul sau ambii ochi și poate apărea la orice vârstă, inclusiv la copii.

Posibilele cauze ale uveitei includ infecțiile, leziunile, bolile autoimune și bolile inflamatorii. Printre agenții cauzatori se numără zona zoster, virusul herpes, sifilisul, boala Lyme, paraziții, toxoplasmoza, bolile inflamatorii intestinale, artrita reumatoidă, lupusul, infecțiile bacteriene și fungice.

Simptomele pot include roșeață oculară, durere, sensibilitate la lumină, vedere încețoșată, pete sau umbre plutitoare în câmpul vizual, înroșirea pielii, acumularea unui lichid albicios în partea inferioară a ochiului sau în jurul irisului. O leziune poate afecta mușchii și vasele de sânge care alcătuiesc diferite părți ale pleoapei. În caz de leziune, sistemul imunitar declanșează inflamația ca parte a procesului de vindecare.

Tratamentul uveitei constă în utilizarea de picături antiinflamatoare sau midriatice (pentru dilatarea pupilei), precum și administrarea de injecții. [18], [19], [20], [21], [22]

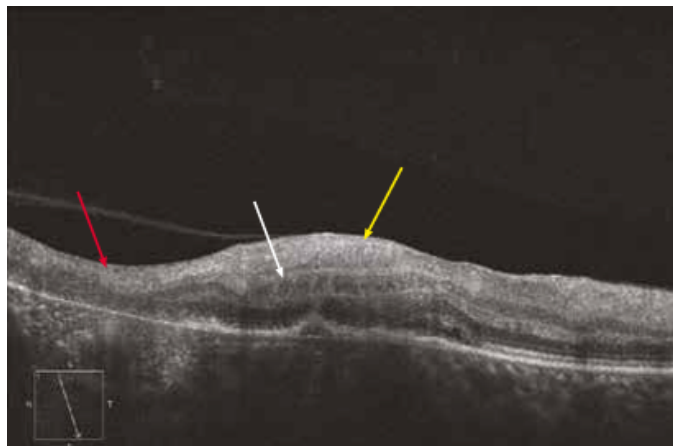


Figura 3.5- Inflamație (Uveită) [73]

În toxoplasmoza oculară, locul infecției apare adesea ca o zonă ușor hiperreflectivă în retina internă îngroșată (săgeata galbenă). De asemenea, poate fi observat un edem chistic intraretinian bine delimitat (săgeata albă). În legătură cu zona activă a infecției se observă o zonă atrofiată, care corespunde unei cicatrici rezultate în urma unei infecții anterioare (săgeata roșie).

### 3.2.5. Sindromul Irvine-Gass (Edem macular cistoid pseudofakic/ CME)

Edemul macular cistoid (CME) este una dintre cele mai frecvente cauze ale pierderii vederii după operația de cataractă. Apariția sa era mai frecventă în cazul intervențiilor chirurgicale mai vechi pentru cataractă, afectând între 20-60% dintre pacienți. În prezent, odată cu modernizarea tehnicilor chirurgicale, incidența CME a scăzut semnificativ.

Înlocuirea cristalinului în cadrul operației de cataractă poate declanșa CME. Acest lucru se întâmplă deoarece intervenția chirurgicală poate irita retina și alte părți ale ochiului, ceea ce duce la umflarea capilarelor retiniene și la scurgerea de lichid în retină.

Simptomul principal al CME este vederea încețoșată. La pacienții diabetici, această afecțiune apare frecvent după operația de cataractă. Factorii de risc includ glaucomul și utilizarea medicamentelor analogi de prostaglandine pentru reducerea presiunii intraoculare.

Printre afecțiunile diagnosticate anterior apariției CME se numără membrana epiretiniană, uveita, edemul pseudofacic contralateral, gaura maculară, ruptura capsulară intraoperatorie și pierderea corpului vitros. [23], [24]

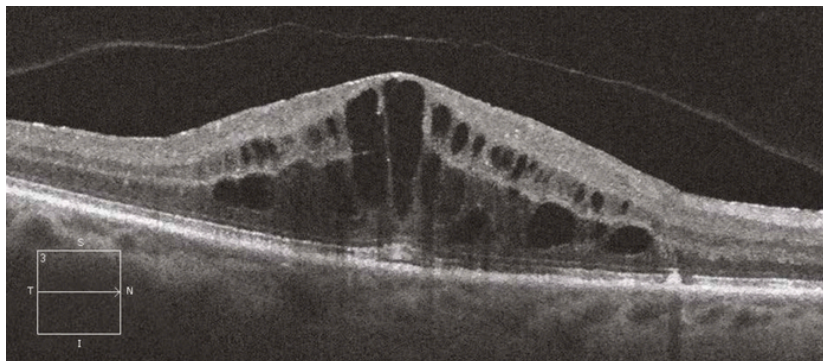


Figura 3.6- Sindromul Irvine-Gass (Edem macular cistoid pseudofacic/ CME) [73]

### 3.3. Telangiectasia macular (MacTel)

Teleangiectazia maculară idiopatică reprezintă dilatarea capilarelor maculare.

MacTel este o afecțiune care afectează macula și provoacă pierderea vederii centrale. Se dezvoltă atunci când apar probleme la nivelul vaselor de sânge mici din jurul foveei. Foveea, situată în centrul maculei, asigură cea mai clară vedere centrală.

Există două tipuri de MacTel, fiecare afectând vasele de sânge în mod diferit.

În MacTel de tip 2, vasele din jurul foveei devin anormale și se dilată. În unele cazuri, se formează noi vase de sânge sub retină, fenomen cunoscut sub numele de neovascularizație maculară. Aceste vase pot permite scurgerea sângelui sau a lichidului. Lichidul provenit din vasele care se scurg determină umflarea sau îngroșarea maculei, afectând vederea centrală. De asemenea, țesuturile din maculă sau fovee se pot subția sau pot forma cicatrici, ducând la pierderea vederii detaliate. Acest tip afectează ambii ochi, dar nu întotdeauna în mod egal.

Tomografia prin coerență optică (OCT) evidențiază o cavitate mare hiporeactivă în retina internă, împreună cu două cavități mai mici. Leziunea slab hiperreflectivă care intră în contact cu chistul indică probabil migrarea materialului retinian transformat. În retina externă, se observă o mică întrerupere asociată cu o leziune atrofică.

În MacTel de tip 1, vasele de sânge se dilată și formează mici anevrisme, care pot permite scurgerea lichidului și pot provoca edem. Acest fenomen, numit edem macular, poate

deteriora celulele maculare. Boala afectează aproape întotdeauna un singur ochi, ceea ce o diferențiază de tipul 2.

Secțiunea OCT orizontală care trece prin fovee arată două cavități hiporeflexive în retina internă, probabil de origine degenerativă și nu chisturi exsudative. Micile pete hiperreflexive din retina internă corespund depunerilor cristaline galbene. Retina externă este intactă, sugerând o leziune recentă.

În fotografia retiniană, se poate observa o venulă dreptunghiulară în centru. O mică pată galbenă indică o depunere cristalină superficială. Pata întunecată vizibilă în fotografie sugerează hiperpigmentare, indicând prezența unei plăci pigmentare la nivelul epiteliului pigmentar retinian (RPE). De asemenea, se poate observa o estompare a retinei sau o reducere a transparenței acesteia. În unele cazuri, pe partea stângă a retinei pot apărea noi complexe vasculare.

În stadiile incipiente, boala nu prezintă simptome, dar în timp pot apărea vederea încețoșată și distorsionată, precum și pierderea vederii centrale. Pierderea vederii centrale progresează pe parcursul a 10-20 de ani. Pacienții au nevoie de mai multă lumină pentru o vedere mai bună. Această boală nu afectează vederea periferică și nu provoacă orbire totală. MacTel de tip 2 apare cel mai frecvent la vârsta mijlocie, atât la bărbați, cât și la femei. Diabetul și hipertensiunea arterială pot contribui la apariția bolii. De asemenea, există o predispoziție genetică. MacTel de tip 1 este o afecțiune rară, prezentă de la naștere. Afectează aproape exclusiv bărbații și este de obicei diagnosticată în jurul vârstei de 40 de ani.

Tratamentul cu laser ajută la închiderea vaselor de sânge care prezintă scurgeri. Se recomandă, de asemenea, injecții cu steroizi și medicamente anti-VEGF pentru gestionarea bolii.

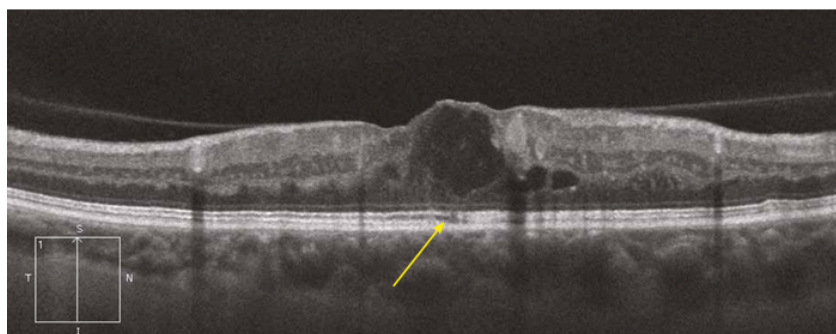


Figura 3.7- Telangiectasia macular (MacTel) [73]

În imagine se observă o cavitate mare hiporeactivă în stratul intern al retinei, precum și două cavități mai mici. Leziunea slab hiperreflectivă aflată în contact cu chistul corespunde, cel mai probabil, unei migrații de material retinian alterat. Întreruperea scurtă a retinei externe (săgeata galbenă) corespunde unei leziuni atrofice.

### **3.4. Degenerescentă maculară legată de vârstă (DMLV)**

Degenerescenta maculară legată de vârstă (DMLV) este o afecțiune degenerativă dobândită a retinei, care provoacă tulburări centrale semnificative printr-o combinație de modificări neovasculare și non-neovasculare. Boala avansată poate include zone focale de pierdere a epiteliului pigmentar retinian (RPE), hemoragii sub retină sau sub RPE, lichid seros, precum și fibroză subretiniană.

DMLV în stadiu incipient este definită prin prezența mai multor drusen mici (<63 microni, dure) sau medii ( $\geq 63 < 125$  microni, moi). Drusenii mici sunt frecvent întâlniți la persoanele de peste 50 de ani și pot fi considerați un epifenomen al îmbătrânirii, în timp ce drusenii intermediari sunt mai specifici pentru DMLV.

DMLV intermediară este o boală a maculei caracterizată fie printr-o acumulare extinsă de drusen mici sau medii, fie prin prezența oricărui drusen mare ( $\geq 125$  microni). Diametrul mediu al venelor retiniene la marginea discului optic este de aproximativ 124 microni.

Drusenii sunt depozite galbene situate sub retină, formate din lipide și proteine. Aceștia pot avea dimensiuni diferite – mici, medii sau mari. Drusenii mici sunt comuni la persoanele în vârstă care nu prezintă DMLV. Însă prezența unui număr mare de drusen mici sau a unor drusen mai mari poate indica DMLV. Există și alte tipuri de drusen care nu afectează vederea.

DMLV are două tipuri principale.

Forma uscată este cea mai frecventă, afectând aproximativ 80% dintre pacienți. Se caracterizează prin subțierea progresivă a unor porțiuni ale maculei și formarea unor drusen mici. Această formă poate include și tulburări de pigmentare și atrofie geografică (zone de pierdere a celulelor retiniene). Vederea centrală se deteriorează treptat.

Forma umedă este mai rară, dar mult mai severă. În acest caz, sub retină cresc vase de sânge anormale care pot permite scurgerea de sânge sau lichid, provocând cicatrizarea

maculei. Pacienții cu această formă de DMLV își pierd vederea mult mai repede decât cei cu forma uscată.

Factorii de risc includ o alimentație bogată în grăsimi, obezitatea, fumatul, factorii genetici, colesterolul ridicat, bolile cardiovasculare și înaintarea în vârstă.

Tratamentul este posibil doar pentru DMLV uscată, folosind injecții cu pegcetacoplan și avacincaptad pegol. Forma umedă nu poate fi vindecată, dar progresia sa poate fi încetinită cu ajutorul unor vitamine și minerale precum vitaminele C și E, zincul și luteina. De asemenea, se utilizează terapia anti-VEGF, care reduce numărul vaselor de sânge anormale din retină și încetinește scurgerea de sânge sau lichid. Tratamentul se administrează prin injecții intraoculare.

O altă opțiune este tratamentul cu laser, unde fasciculele de lumină sunt concentrate asupra vaselor de sânge anormale pentru a reduce numărul acestora și pentru a încetini scurgerea lichidelor. [25], [26], [27], [28], [29], [30], [31], [32], [33]

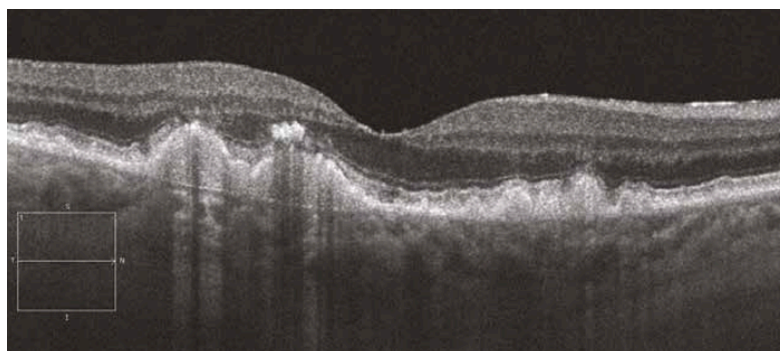


Figura 3.8- Degenerescență maculară legată de vârstă (DMLV) [73]

### **3.5. Alte afecțiuni maculare degenerative**

#### **3.5.1. Distrofie maculară viteliformă (AOFVD)**

Distrofia maculară viteliformă este o boală ereditară care duce la pierderea progresivă a vederii. În timpul bolii, un pigment galben gras, numit lipofuscin, se acumulează în zona maculei. Acest lucru afectează celulele fotosensibile responsabile pentru vederea centrală. Vederea periferică nu este afectată. Poate afecta unul sau ambii ochi.

Se disting două tipuri. Prima este distrofia maculară viteliformă de tip Best, care începe în copilărie și severitatea pierderii vederii poate varia. A doua este distrofia maculară viteliformă a adultului, care apare între 40 și 60 de ani. Se caracterizează printr-o afectare ușoară a vederii, care se agravează în timp.

VMD (Distrofia Maculară Viteliformă) se moștenește de obicei într-un model autozomal dominant. Copiii unui părinte afectat au 50% șanse să moștenească gena. Această boală are patru stadii: simetric, ridicat, leziune subretiniană galbenă și pete pigmentare centrale în fovee. AOFVD face parte din distrofiile model, în care pigmentul se acumulează în EPR (epiteliul pigmentar retinian) la nivelul maculei, afectând cel mai frecvent ambii ochi.

Cercetătorii au asociat VMD cu mai multe gene. PRPH2 este o glicoproteină localizată pe suprafața fotoreceptorilor retinieni. Aceasta joacă un rol critic în formarea și stabilizarea segmentelor externe ale bastonașelor și conurilor, având funcția de moleculă de adeziune. Cele mai frecvente cazuri sunt cauzate de mutații genetice, deși acestea sunt rare. Gena BEST1 codifică bestrofin-1, o proteină transmembranară situată predominant în EPR. Aceasta funcționează ca un canal ionic și joacă un rol în semnalizarea intracelulară a calciului. Compromiterea interfeței dintre EPR și fotoreceptori ca urmare a mutației BEST1 poate duce la creșterea vulnerabilității bastonașelor și conurilor. Acest lucru determină acumularea de lichid subretinian și pierderea EPR și a fotoreceptorilor suprapuse. Genele IMPG1 și IMPG2 (Interphotoreceptor Matrix Proteoglycan 1 și 2) codifică proteine secretate în matricea extracelulară a retinei, având un rol în adeziunea retiniană.

În regiunea foveală se poate observa degenerarea și atrofierea fotoreceptorilor. EPR prezintă hipertrofie, iar hipertrofia periferică poate fi, de asemenea, observată. În ambele cazuri, au fost identificate macrofage pline de pigment care au migrat din EPR în retina de deasupra acestuia, precum și depuneri detectabile prin colorație PAS (Schiff acid periodic) între EPR și membrana Bruch. În ambele cazuri, a fost observată și calcificarea.

VMD prezintă leziuni caracteristice la nivelul ochiului/maculei, care pot fi ușor identificate prin OCT (tomografie în coerență optică). Pe lângă investigațiile imagistice, pot fi necesare și teste genetice.

În prezent, nu există un tratament specific dezvoltat pentru această boală. [34], [35]

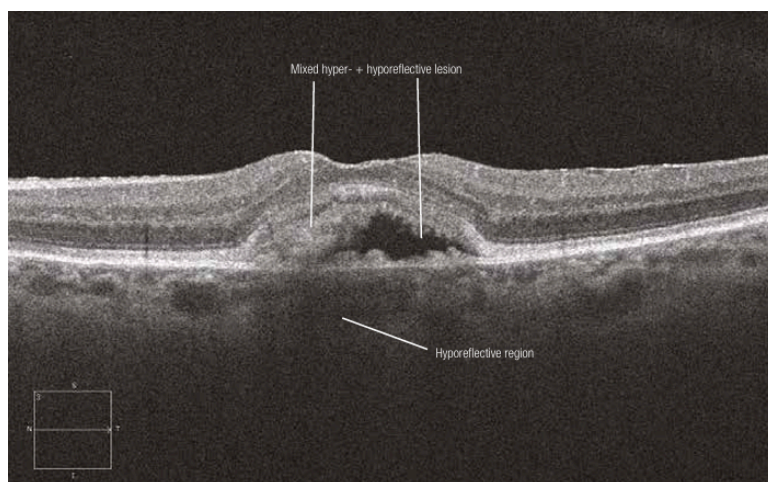


Figura 3.9- Distrofie maculară viteliformă (AOFVD) [73]

### 3.5.2. Striuri angioide

Striurile angioide, cunoscute și sub denumirea de striuri Knapp, sunt linii bilaterale, neregulate, situate în profunzimea retinei, care pornesc din nervul optic și se dispun radial. Acestea rezultă din ruperea membranei Bruch slăbite. Striurile angioide sunt asociate și cu alte afecțiuni, cea mai frecventă fiind pseudoxantomul elastic, o boală ereditară care determină acumularea de minerale în fibrele elastice ale organismului.

Boala este asimptomatică, însă o complicație posibilă este neovascularizația coroidiană, care poate duce la pierderea vederii. Neovascularizația coroidiană reprezintă creșterea unor vase de sânge noi în retină. Acestea apar de obicei sub formă de raze neregulate dintr-o zonă inelară de pigmentare peripapilară. La punctul de origine de la nivelul nervului optic, striurile sunt mai largi, iar pe măsură ce se extind din marginea nervului optic, se îngustează într-un singur punct. Striurile angioide pot avea culoare portocalie (peau d'orange), roșie, gri sau maro și, la o examinare superficială, pot fi confundate cu vasele de sânge retiniene. Această afecțiune poate apărea spontan sau ca urmare a unui traumatism contondent. Striurile angioide sunt întâlnite și la pacienții cu anemie falciformă și boala Paget.

Examinările histologice au evidențiat calcificări extinse și îngroșarea spațiului interstițial dintre membrana Bruch și capilare. Rupturile histologice ale membranei Bruch corespund localizării clinice a striurilor angioide. Invazia țesutului fibrovascular din coroidă în spațiul subpigmentar retinian poate apărea în regiunile în care striurile angioide sunt

anormal de subțiri, ceea ce poate duce la hemoragii subretiniene, neovascularizație coroidiană și cicatrizare în formă de disc.

Fundul de ochi este caracterizat de un inel de atrofie peripapilară, din care numeroase striuri înguste și neregulate se extind radial în interiorul polului posterior, putând ajunge până la periferia mijlocie. Leziunile sunt de obicei bilaterale, dar asimetrice. Aspectul striurilor angioide depinde de pigmentul epitelial retinian individual și de contribuția epiteliului pigmentar subiacent și a coroidei.

Striurile angioide pot determina hemoragii subretiniene, care fie se rezolvă spontan, fie duc la neovascularizație coroidiană, cu risc de pierdere a vederii. Cu cât striurile angioide sunt mai lungi, cu atât riscul de neovascularizație coroidiană și atrofie maculară este mai mare. Acestea sunt asimptomatice, cu excepția cazului în care sunt subfoveale. La angiografie, apar hiperfluorescente din cauza atrofiei epiteliului pigmentar retinian supraiacent.

Tratamentul recomandat este fotocoagularea cu laser, dar riscul de recurență este ridicat. Pe lângă intervenția chirurgicală, agenții anti-VEGF pot fi eficienți în tratament. [36], [37]

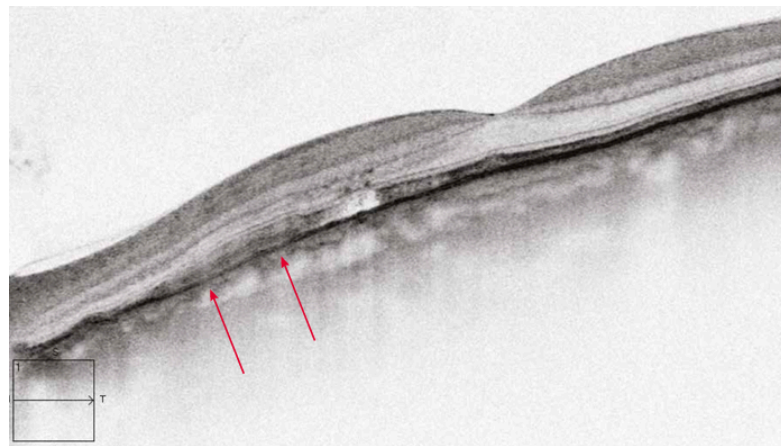


Figura 3.10- Striuri angioide [73]

Pe imaginile OCT, vizibilitatea rupturii membranei lui Bruch depinde de lățimea dungilor (săgețile roșii) și este mai evidentă atunci când se utilizează imagini negative.

### **3.6. Distrofii retiniene ereditare**

Bolile ereditare ale ochilor formează un grup mare care poate duce la pierderea ireversibilă a vederii. Acestea se dezvoltă din una sau mai multe mutații genetice, care provoacă moartea celulelor fotoreceptoare ale retinei. Tratamentul constă în terapia genică, care înlocuiește genele defecte, și terapia cu factori neurotrofici, care stimulează creșterea fotoreceptorilor. Pentru un tratament de succes, se utilizează o terapie combinată.

Retinitis pigmentosa este cea mai frecventă formă, afectând celulele bastonașe. Există și tipuri care provoacă degenerarea bastonașelor, afectând inițial retina periferică, în timp ce altele atacă macula.

În retină există între 60 și 125 de milioane de bastonașe și între 3,2 și 6,5 milioane de conuri. În fovee nu există bastonașe, deși acestea sunt situate la aproximativ 20 de grade distanță de fovee. Conurile sunt concentrate în principal în fovee.

Bolile care afectează bastonașele cauzează probleme de vedere nocturnă și deficiențe în câmpul vizual periferic. Cele care afectează conurile pot provoca fotosensibilitate, tulburări ale vederii centrale și probleme de percepție a culorilor.

Există mai multe tipuri ale acestor boli, toate caracterizate prin scăderea acuității vizuale. Aceste afecțiuni sunt principala cauză a deteriorării vederii și afectează toate grupele de vârstă. Ele diferă la nivel genetic, clinic, histologic și fiziopatologic. [38], [39], [40]

#### **3.6.1. Boala Stargardt și fundus flavimaculatus**

Degenerescenta maculară juvenilă este o formă progresivă, caracterizată prin heterogenitate clinică și genetică. Sunt prezente cel puțin 4 mutații genetice. Afectează retina centrală și apare la 1 din 8000-10000 de persoane. Este una dintre cele două forme cele mai frecvente ale distrofiei maculare ereditare.

Se manifestă ca o distrofie maculară atrofică bilaterală, caracterizată prin prezența unor „pete galben-murdare” în zona perimaculară și periferică. Moștenirea este, în principal, autozomal-recesivă sau autozomal-dominantă.

Această formă apare predominant în copilărie, până la aproximativ șase ani, și se observă o reducere a vederii centrale. De asemenea, poate apărea daltonism progresiv.

Pierderea rapidă a vederii are loc până în jurul vârstei de douăzeci de ani. Acuitatea vizuală scade sub 6/12, progresia este rapidă, iar prognosticul vizual este nefavorabil.

Fundus flavimaculatus apare mai târziu și cruță macula. Este caracterizat prin deteriorarea vederii centrale, iar în unele cazuri poate apărea și afectarea percepției culorilor. Se observă numeroase pete galbene dispersate, însă vederea periferică rămâne intactă.

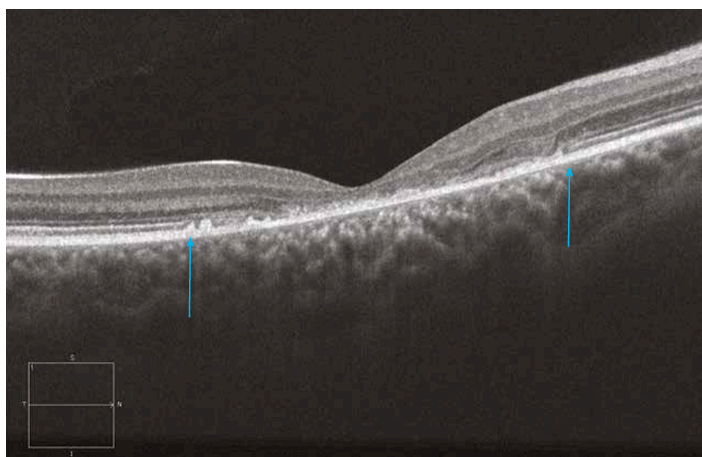


Figura 3.11- Boala Stargardt și fundus flavimaculatus [73]

Atrofia maculară centrală (între cele două săgeți) este evidențiată pe imaginea OCT, demonstrând dispariția retinei externe.

### 3.6.2. Boala Best

A doua cea mai frecventă distrofie ereditară. Se caracterizează prin acumularea anormală de lipofuscină la nivelul epitelului pigmentar retinian (EPR). Pe măsură ce progresează, duce în cele din urmă la un aspect rotund, galben-ou caracteristic, la care se poate asocia un pseudohipopion.

Este o boală progresivă cu moștenire autozomal dominantă. Mutația a fost localizată la gena BEST1, situată pe cromozomul XI.

Simptomele apar până la vârsta de 20 de ani. Acuitatea vizuală se deteriorează odată cu apariția aspectului „galben-ou”. La copii, valorile EOG sunt scăzute chiar înainte de debutul bolii. Vederea rămâne stabilă până în jurul vârstei de 50 de ani. Cicatrizarea maculară duce ulterior la scăderea acuității vizuale.



Figura 3.12- Boala Best [73]

### 3.6.3. Amauroza congenitală Leber

Aceasta este cea mai severă distrofie retiniană. Deficiența vizuală gravă apare deja în primul an de viață, fiind însoțită de nistagmus oscilator și de o patologie retiniană variabilă. Boala este cauzată de mutații în cel puțin șase gene. Unele dintre genele mutante sunt implicate și în retinitis pigmentosa.

Apare foarte rar și duce la pierderea severă a vederii încă din copilărie. Funcțiile vizuale sunt grav afectate și sunt însoțite de nistagmus, reacție pupilară lentă sau absentă, fotofobie și hipermetropie ridicată. Acuitatea vizuală depășește rar 20/400. Moștenirea este genetic heterogenă.

Un semn caracteristic este frecarea constantă a ochilor, apăsarea și zgârierea acestora. Acest comportament duce la resorbția grăsimii orbitale și la apariția enoftalmiei, ceea ce determină o înfundare a globului ocular.

Metodele de tratament eficiente includ corecția defectelor de refracție, dispozitivele de asistență pentru deficiența vizuală și terapia de substituție genetică, care s-a dovedit a fi de succes.

### 3.6.4. Distrofii progresive ale conurilor

Este o afecțiune rară, variind de la disfuncția pură a conurilor până la disfuncția combinată a conurilor și bastonașelor în grade diferite. Inițial, sunt afectate conurile, iar ulterior și bastonașele.

În majoritatea cazurilor, apare sporadic, dar poate avea și moștenire autozomal-dominantă, autozomal-recesivă sau legată de cromozomul X.

Debutază cu o pierdere lentă și bilaterală a vederii, vederea nocturnă fiind mai bună decât cea diurnă. Se caracterizează prin fotofobie și percepție deficitară a culorilor.

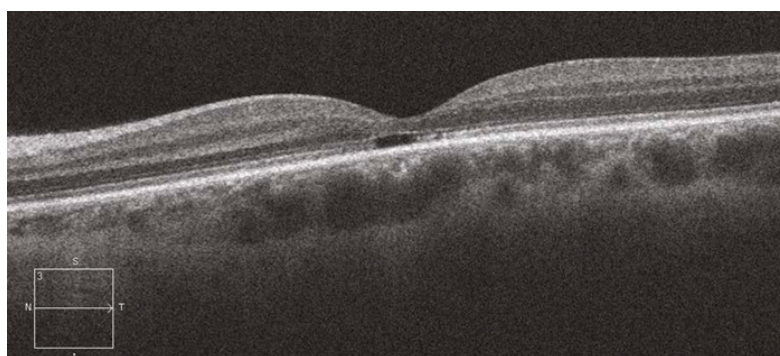


Figura 3.13- Distrofii progresive ale conurilor [73]

### 3.6.5. Retinoschizisul juvenil X-linkat

Este o boală recesivă legată de cromozomul X, cauzată de mutațiile genei RS1. Aceasta duce la separarea straturilor retiniene, afectând stratul plexiform extern. În zonele afectate ale retinei, vederea nu este optimă.

Afectează aproape exclusiv bărbații tineri. Pacienții prezintă retinoschisis periferic, care apare sub forma unor chisturi în retina internă, vizibile pe OCT.

Vederea centrală este afectată, iar acuitatea vizuală variază între 20/30 și 20/200. Pierderea vederii este cauzată de prezența chisturilor retiniene, care au o formă asemănătoare unei roți cu spițe. Dacă stratul intern al retinei se desprinde de stratul celular extern, vederea periferică poate fi, de asemenea, afectată.

Ca tratament, se utilizează local inhibitori ai anhidrazei carbonice, precum dorzolamid și brinzolamid.

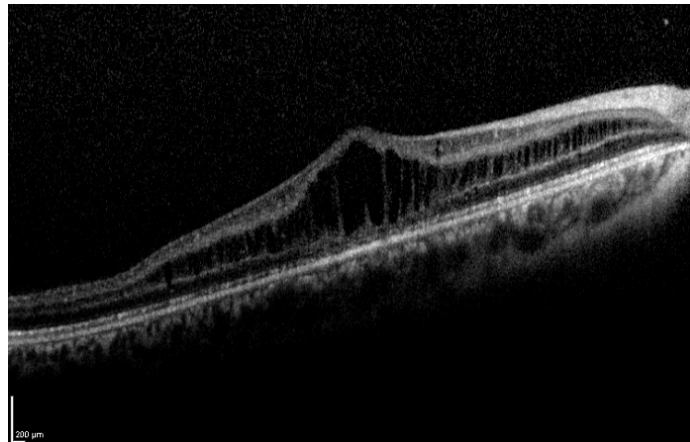


Figura 3.14- Retinoschizisul juvenil X-linkat [73]

### 3.6.6. Retinita pigmentară legată de X

Degenerarea lentă a celulelor fotoreceptoare din retină, care reacționează la lumină. Pierderea vederii nocturne, scăderea acuității vizuale și a vederii periferice.

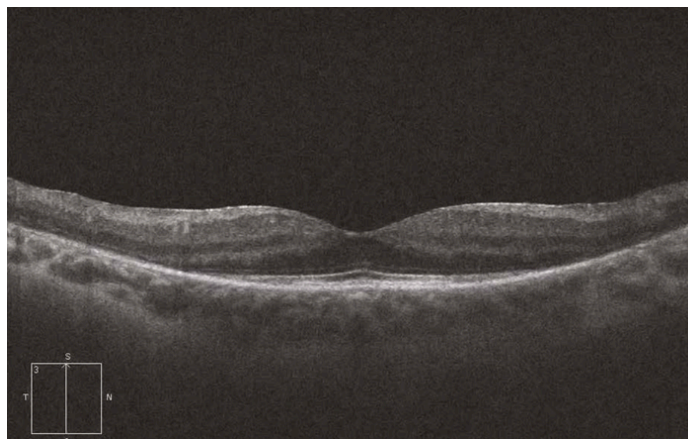


Figura 3.15- Retinita pigmentară legată de X [73]

### 3.6.7. Acromatopsie

Copiii nu percep culorile sau doar foarte puțin, au acuitate vizuală redusă și sunt extrem de sensibili la lumină.

Datorită acestor două caracteristici, se deosebește de daltonismul congenital.

### 3.6.8. Distrofia con-rod

Afectarea fotoreceptorilor numiți bastonașe și conuri. Pierderea vederii apare treptat, debutând în copilărie cu fotosensibilitate și deteriorare vizuală.

Se caracterizează prin apariția unui punct orb, pierderea vederii periferice și dificultăți în distingerea culorilor.

### 3.6.9. Coroideremie

Afectează mai ales bărbații și este cauzată de pierderea celulelor retiniene.

Provoacă o pierdere progresivă a vederii, debutând în copilărie cu orbire nocturnă, urmată de pierderea vederii periferice și, în final, de deteriorarea vederii centrale.

La vârsta adultă, este caracteristică fie orbirea totală, fie vederea în tunel.

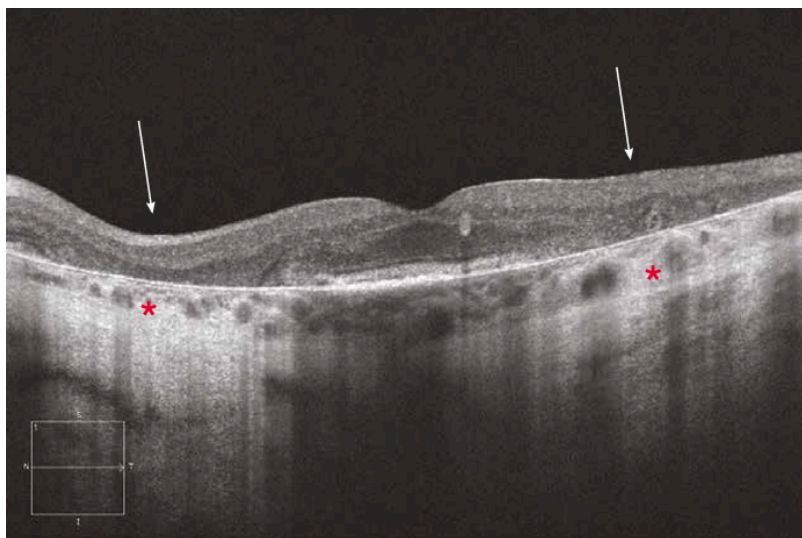


Figura 3.16- Coroideremie [73]

Secțiunea OCT arată atrofia retinei externe și a epitelului pigmentar în regiunea centrofoveală (săgeți). În apropierea zonei de atrofie, coroida este hiperreflectivă din cauza dispariției epitelului pigmentar (asteriscuri).

### **3.7. Miopie**

Miopia este atunci când obiectele apropiate par clare, dar cele îndepărtate sunt încețoșate. Este un defect comun de focalizare a ochiului, care este în creștere de câteva decenii. Se estimează că până în 2050 jumătate din populația lumii va fi mioapă.

Se disting două tipuri de miopie: miopia joasă și miopia înaltă. Miopia joasă, cunoscută și sub denumirea de miopie ușoară, este mai mică de 3 dioptrii. Miopia moderată sau înaltă se situează între 3 și 6 dioptrii.

Copiii miopi vor experimenta o agravare progresivă a vederii de-a lungul timpului, care se stabilizează în jurul vârstei de 20 de ani.

În cazul miopiei, forma ochiului împiedică focalizarea corectă a luminii, astfel încât aceasta ajunge în fața retinei în loc să fie focalizată direct pe retină. Acest lucru poate fi cauzat fie de o curbură prea mare a corneei, fie de o lungime axială mai mare a ochiului decât cea normală. Dacă lumina nu este focalizată corespunzător pe retină, vederea devine încețoșată.

Dacă unul dintre părinți este miop, există o probabilitate mare ca și copilul să fie miop. Totuși, dacă un copil este miop, nu este obligatoriu ca și părintele să fie. Miopia este de obicei descoperită între 8 și 12 ani, iar după vârsta de 20-40 de ani apar puține modificări. Petrecerea unui timp excesiv în interior crește riscul de miopie la copii. Persoanele mioape prezintă un risc crescut de dezlipire de retină.

Printre simptomele miopiei se numără oboseala oculară, durerile de cap și tendința de a miji ochii pentru a vedea mai clar. [41]

### 3.7.1. Maculă în formă de dom (DSM)

Macula în formă de dom (DSM) reprezintă o proeminență anterioară convexă a maculei, curbată spre cavitatea vitreană, asociată cu miopie mare și stafilom posterior. Apare la aproximativ 1% dintre ochii cu miopie severă în rândul pacienților spitalizați. De obicei, DSM este unilateral, dar poate fi observată și la pacienții cu hipermetropie sau emetropie. Aceasta este cauzată de îngroșarea focală a sclerei subfoveale. În plus, un defect al membranei Bruch poate crea o relaxare focală în partea posterioară a sclerei, permițând acesteia să se bombeze anterior și să formeze un dom. Această proeminență poate compensa lungimea axială mare la pacienții cu miopie severă, protejând astfel foveea de deteriorare și redistribuind forțele de tracțiune mai periferic.

În imaginile OCT, convexitatea poate apărea în diferite orientări, motiv pentru care este esențială realizarea scanărilor verticale, orizontale și radiale, ultima fiind cea preferată. Pe lângă aceasta, DSM poate fi însoțită de ridicarea maculei, puncte fine de scurgere, dezlipire seroasă a retinei, elevarea epitelului pigmentar retinian și mici defecte ale epitelului pigmentar.

DSM este împărțită în trei categorii: dom central rotund, care este identificat prin măsurători orizontale și verticale pe OCT; dom oval orientat orizontal, care este detectat prin scanări verticale; și dom oval orientat vertical, observabil prin scanări orizontale.

Vitrectomia poate ajuta la rezolvarea temporară a dezlipirii subretiniene la pacienții cu DSM. Înălțimea domului mai mare de 400  $\mu\text{m}$  este corelată cu dezlipire seroasă subfoveală, atrofia extinsă a epitelului pigmentar retinian și scăderea acuității vizuale.

Simptomele DSM includ scăderea acuității vizuale, metamorfopsie, dezlipire seroasă foveală și neovascularizație coroidală. [42], [43], [44], [45]

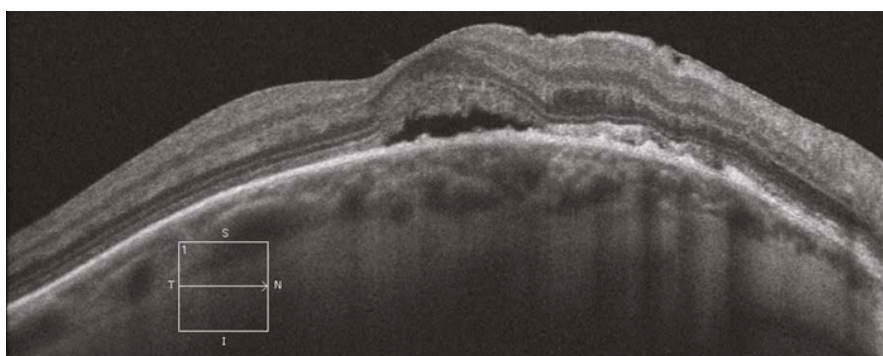


Figura 3.17- Maculă în formă de dom (DSM) [73]

### **3.7.2. Miopie progresivă**

Se numește miopie progresivă aceea situație în care lungimea axială a globului ocular nu se stabilizează, ci continuă să crească. În acest caz, nu doar gradul miopiei crește, ci pot apărea și modificări la nivelul fundului de ochi. Aceste modificări sunt cauzate de întinderea excesivă a polului posterior al ochiului și de subțierea progresivă a țesuturilor.

Din cauza acestei subțieri, se pot forma proeminente care implică inclusiv macula. Tensiunea crescută la nivelul ochiului afectează circulația sângelui, ceea ce duce la atrofia țesuturilor. În cazurile de întindere extremă, poate apărea o ruptură care afectează toate straturile retinei, ceea ce poate duce la dezlipire de retină sau chiar la orbire.

Printre simptomele miopiei progresive se numără vederea distorsionată, dificultatea în recunoașterea fețelor și diminuarea percepției culorilor.

### **3.7.3. Neovascularizație coroidiană**

Cea mai gravă complicație a miopiei patologice (PM) este neovascularizația coroidiană (CNV). Miopia patologică este asociată, de asemenea, cu stafilom posterior, fisuri de tip „lacquer cracks”, nerv optic oblic și vase de sânge slăbite. CNV a fost identificată la 10% dintre pacienții cu PM, iar la peste jumătate dintre aceștia s-a dezvoltat după vârsta de 50 de ani. Există mai multe corelații între miopie și CNV, printre care se numără o lungime axială mai mare de 26,5 mm.

Investigațiile OCT arată o zonă cu reflexie puternică deasupra epiteliului pigmentar retinian (RPE), ceea ce indică prezența CNV. De asemenea, segmentarea straturilor retinei evidențiază un tipar neregulat și aglomerat al CNV. Pe lângă factorii genetici, la apariția CNV miopice contribuie și mecanisme structurale și hemodinamice.

Alungirea excesivă a globului ocular provoacă stres mecanic, ceea ce duce la deteriorarea retinei și la dezechilibrul factorilor proangiogenici și antiangiogenici, favorizând astfel formarea CNV. Axul ocular prelungit determină modificări proteice care duc la degenerescența retinei, afectând coroida și sclera. Celulele amacrine din retină joacă un rol în procesele inflamatorii, care pot contribui și ele la apariția CNV. [46]

Afectarea acuității vizuale este semnificativă, fiind cauzată de extinderea excesivă a polului posterior, care modifică alinierea fotoreceptorilor. În miopia înaltă, conurile din macula nazală sunt orientate spre nervul optic, în timp ce cele din zona temporală sunt

îndreptate spre centrul pupilei. Acest fenomen este cunoscut sub numele de efectul Stiles-Crawford. Lumina care intră în ochi aproape de marginea pupilei generează un răspuns mai slab al fotoreceptorilor comparativ cu lumina de aceeași intensitate care ajunge în apropierea centrului pupilei.

OCT este un instrument esențial în cartografierea structurii retinei în diferitele stadii ale CNV miopice. De asemenea, ajută la diferențierea unor afecțiuni precum stafilomul posterior, retinoschizis, coroida subțiată, dezlipirea posterioară a corpului vitros, atrofia maculară, hemoragia, tracțiunea vitreomaculară și gaura maculară.

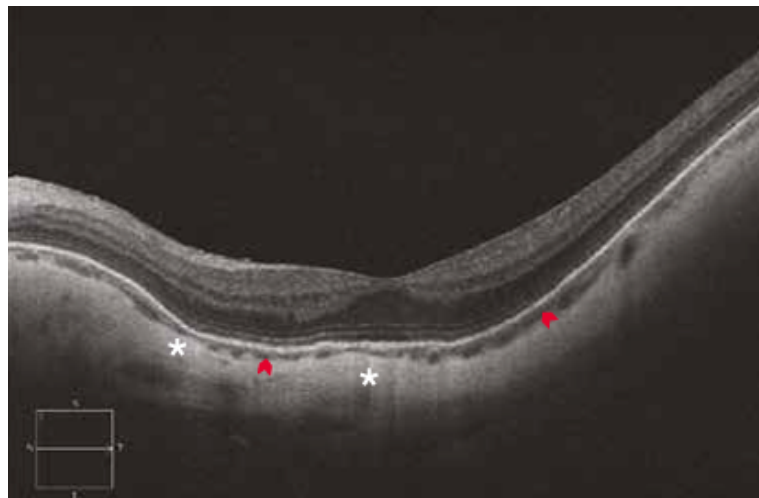


Figura 3.18- Neovascularizație coroidiană [73]

Secțiunea OCT arată o bună conservare a straturilor retiniene, cu o coroidă hiporeactivă abia vizibilă (săgeți roșii). Se observă peretele deformat al sclerei hiperreflective lângă stafilom (asteriscuri).

#### 3.7.4. Foveoschizis miopic

Foveoschizisul miopic (MF) este caracterizat prin formarea unei fisuri intraretiniene asociate cu stafilomul posterior miopic. Această afecțiune afectează aproximativ 30% dintre pacienții cu miopie, definită printr-o eroare de refracție mai mare de -6 dioptrii și o lungime axială de peste 26 mm.

Examinarea cu lampă cu fantă evidențiază proeminențe maculare superficiale, cu sau fără spații chistice intraretiniene. Boala apare, de obicei, în jurul vârstei de 40 de ani.

Printre simptomele MF se numără vederea încețoșată, o acuitate vizuală de 20/25, care se poate degrada până la perceperea degetelor.

Investigația OCT relevă o îngroșare a retinei la nivelul polului posterior, precum și o zonă hiporeactivă între retina internă reflectivă și retina externă mai puțin reflectivă. În această zonă hiporeactivă, se pot observa frecvent structuri de tip coloană.

Foveoschizisul miopic este adesea asociat cu alte anomalii maculare, cum ar fi: dezlipirea foveală, care implică separarea dintre epiteliul pigmentar retinian și stratul de fotoreceptori și poate preceda formarea unei găuri maculare, structuri epimaculare, gaură maculară, micropliuri retiniene și defecte ale fotoreceptorilor la joncțiunea dintre segmentele interne și externe.

În imaginile OCT, este vizibilă o linie hiperreflectivă, care poate corespunde unei hialoide posterioare parțial detașate, unei membrane epiretiniene sau unei membrane limitante interne decolate.

Tratamentul constă în reaplicarea maculei și fortificarea sclerei posterioare. [47]

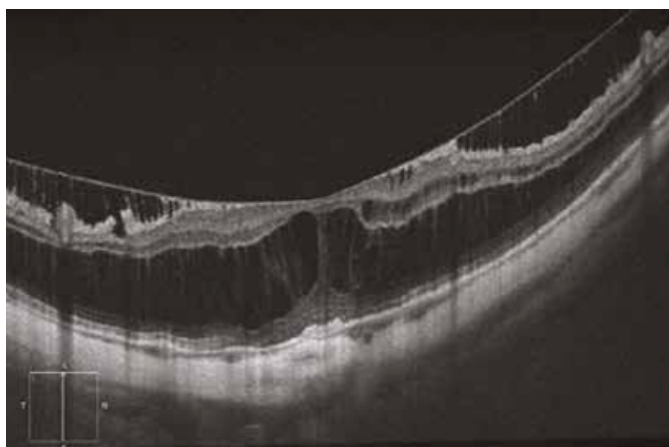


Figura 3.19- Foveoschizis miopic [73]

### **3.8. Corioretinopatie seroasă centrală (CSCR)**

Corioretinopatia seroasă centrală (CSC) este o afecțiune caracterizată prin acumularea de lichid sub retină. Scurgerea lichidului provine din coroidă, stratul de țesut situat sub retină. Între retină și coroidă se află un strat celular numit epiteliu pigmentar retinian (RPE). CSC apare atunci când, din cauza uneia sau mai multor leziuni focale, se produce dezlipirea seroasă a retinei neurosenzoriale.

Semnele oftalmologice variază de la modificări mono- sau panfocale ale RPE, până la proeminente retiniene umplute cu lichid limpede – caracteristice cazurilor recente – și dezlipiri retiniene superficiale acoperind pete mari, neregulate și depigmentate ale RPE. De obicei, afectează un singur ochi, dar, în cazuri rare, pot fi implicați ambii ochi.

Boala apare cel mai frecvent la bărbați cu vârste între 30 și 50 de ani, însă poate apărea și la femei între 30 și 40 de ani, cu un raport de 8:1 în favoarea bărbaților. Factorii favorizanți includ stresul, utilizarea corticosteroizilor, bolile autoimune, sindromul Cushing, lupusul, transplantul de organe, hipertensiunea arterială, predispoziția genetică, medicamentele pentru disfuncție erectilă și tratamentele oncologice. Corticosteroizii pot fi prezenți și în spray-uri nazale și creme antiinflamatoare.

CSC poate avea o evoluție acută sau cronică. Forma acută se rezolvă de obicei în 3-4 luni, dar poate recidiva ulterior. Forma cronică se caracterizează prin dezlipire seroasă persistentă a retinei. Cel mai tipic semn este pierderea reflexului foveal, asociată cu o zonă proeminentă, bine delimitată și transparentă, care poate fi uneori acoperită de depuneri granulate sau fibrinoase.

OCT poate evidenția, în unele cazuri, multiple desprinderi ale epiteliului pigmentar (PED), situate de obicei deasupra dezlipirii neurosenzoriale.

În cele mai multe cazuri, CSC se rezolvă spontan în 1-2 luni. Dacă acest lucru nu se întâmplă, poate fi necesară tratamentul cu laser sau terapia fotodinamică. Totuși, aceasta din urmă poate determina modificări ale RPE, hiperperfuzie coroidiană sau neovascularizație coroidiană. [48], [49], [50], [51]

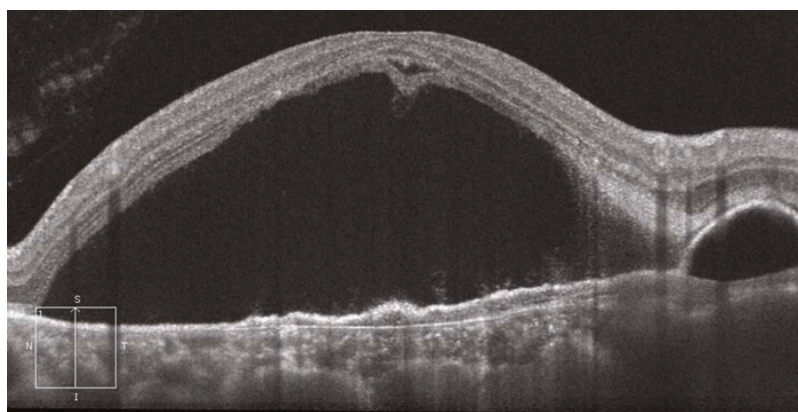


Figura 3.20- Corioretinopatie seroasă centrală (CSCR) [73]

## 3.9. Boli inflamatorii

### 3.9.1. Sindromul multiple evanescent white dot (MEWDS)

Sindromul punctelor albe, o boală inflamatorie. Aceasta provoacă leziuni retiniene alb-gălbui situate la nivelul epitelului pigmentar retinian (RPE) sau al retinei externe și afectează în principal adulții tineri.

În timpul examinării fundului de ochi, se observă leziuni plate, multifocale, alb-gri, care pătrund profund în RPE. Aceste leziuni sunt localizate în polul posterior, în afara foveei. În acest caz, foveea poate apărea portocalie și granulară. Se poate observa edem al nervului optic, vitrită ușoară și o pată oarbă mărită.

În OCT, în faza acută, se evidențiază discontinuitatea tranziției dintre segmentul intern și extern. Recidivele bolii duc la subțierea stratului nuclear extern. De asemenea, se observă afectarea segmentelor externe ale fotoreceptorilor. Dacă boala reapare, trebuie suspectată coroidita multifocală idiopatică, deoarece aceste două afecțiuni se suprapun frecvent.

Boala este cauzată de probleme de vazoocluzie la nivelul coriocapilarelor, ceea ce determină ischemie temporară în retina externă și afectarea reversibilă a segmentelor externe ale fotoreceptorilor. Pacienții își recapătă vederea în 3-9 săptămâni, leziunile dispar, iar în locul acestora pot rămâne cicatrici. În cazuri rare, poate persista mărirea petei oarbe, iar în 10% dintre cazuri, boala recidivează.

Simptomele includ vedere încețoșată unilaterală și scotoame. Femeile sunt afectate de patru ori mai frecvent decât bărbații. La 30% dintre pacienți se poate identifica un prodrom viral. De asemenea, s-a observat că boala poate apărea ca efect secundar al vaccinului împotriva COVID-19. [52], [53]

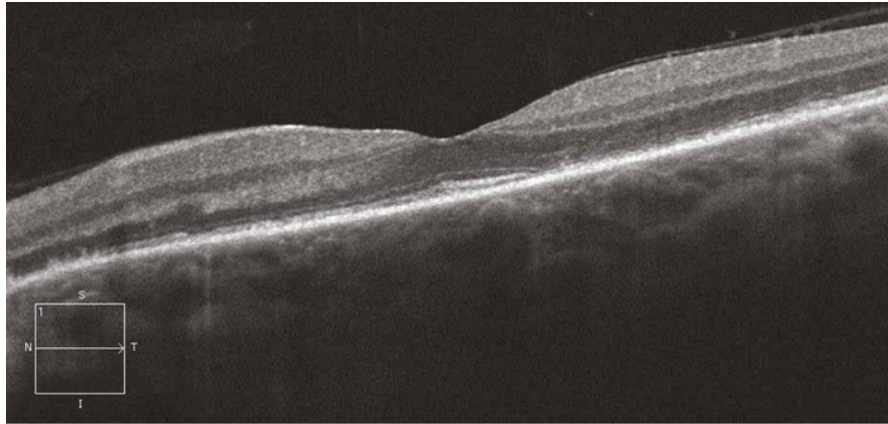


Figura 3.21- Sindromul multiple evanescent white dot (MEWDS) [73]

### 3.9.2. Epitelopatie pigmentară acută posterioară multifocală placoidă

Epitelopatia pigmentară placoidă multifocală acută (APMPPE) este o corioretinopatie inflamatorie. Aceasta afectează în primul rând coriocapilarele și coroida internă, ceea ce duce la leziuni secundare la nivelul epiteliului pigmentar retinian (RPE) și al retinei externe. Boala apare frecvent după simptomele unei infecții virale. Tuberculoza poate contribui la dezvoltarea bolii. De asemenea, este asociată cu boli autoimune, psoriazis, diabet și eczemă. Poate apărea și după anumite vaccinuri, cum ar fi hepatita B, varicela, poliomielita și tetanosul.

OCT poate evidenția anomaliile ale fluxului sanguin la nivelul coriocapilarelor. Pierderea fluxului este observată în leziunile acute, în timp ce în leziunile în curs de vindecare se formează canale vasculare, fenomen determinat de îngroșarea RPE în leziunile acute. De asemenea, se poate observa disrupția structurii retinei externe și a zonei elipsoidale. Material hiperreflectiv poate apărea în straturile externe ale retinei și la nivelul RPE. După vindecare, pot persista zone focale de atrofie a fotoreceptorilor și a RPE.

Boala poate fi însoțită de acumularea de lichid subretinian, iar în unele cazuri poate duce la dezlipire exudativă a retinei.

Mecanismele posibile includ ischemia coroidiană, care afectează fotoreceptorii, și modificarea polarității RPE, ceea ce compromite funcția de pompare și determină migrarea lichidului din retină spre coroidă. [54], [55]

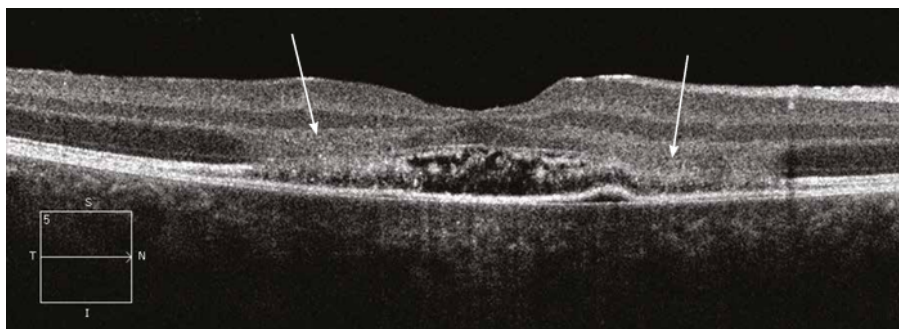


Figura 3.22- Epitelopatie pigmentară acută posterioară multifocală placoidă [73]

OCT permite localizarea leziunilor în stratul nuclear extern. Plăcile apar hiperreflective (săgeți). În faza acută, este frecvent asociată o mică detașare seroasă a retinei (SRD).

### 3.9.3. Coroidopatie serpiginoasă

Coroidopatia serpiginoasă este o boală inflamatorie rară, bilaterală, cronică, progresivă și recurentă, cu etiologie necunoscută, care afectează epiteliul pigmentar retinian (RPE), coriocardilarele și coroidul. Aceasta afectează în principal adulții tineri și de vârstă mijlocie, predominant bărbații.

Originea bolii este imunogenă. Cercetătorii au observat prezența HLA-BF și a antigenului S-retinian la pacienți. De asemenea, *Mycobacterium* ar putea fi implicat în dezvoltarea bolii.

Simptomele includ pierderea unilaterală a vederii, metamorfopsie sau scotom central. Se pot observa infiltrate subretiniene gri-gălbui care se răspândesc centrifugal în regiunea peripapilară într-un model serpiginos (în formă de șarpe). Leziunile active au margini bine definite și, pe măsură ce boala progresează, acestea duc la atrofia RPE și a coriocardilarelor. Recidivele pot cauza o deteriorare suplimentară, iar în unele cazuri pot apărea leziuni hiper- sau hipopigmentate.

Există două tipuri de coroidopatie serpiginoasă. Forma clasică, care reprezintă 80% din cazuri, este caracterizată de afectare bilaterală asimetrică, cu pete gălbui-cenușii ce se extind și în maculă. Forma maculară, pe de altă parte, nu afectează regiunea peripapilară și poate fi confundată cu degenerescența maculară.

OCT arată modificări la nivelul straturilor externe ale retinei și coriocupilarelor. Acestea se manifestă prin hiperreflecție localizată și disrupția benzilor fotoreceptorilor în retina externă. Atrofia retiniană și ruptura RPE indică leziuni vechi. Primele semne ale bolii includ tulburări ale fluxului sanguin la nivelul coriocupilarelor, înainte ca retina să fie afectată.

Scopul tratamentului este de a controla inflamația. În ciuda tratamentului pe termen lung, aproximativ 25% dintre pacienți își pot pierde definitiv vederea la ochiul afectat. [56], [57]

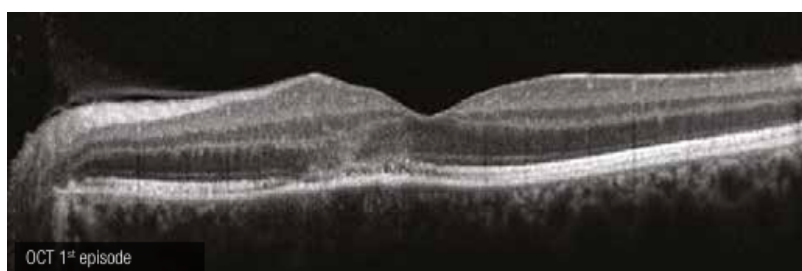


Figura 3.23- Coroidopatie serpiginosă [73]

#### 3.9.4. Boala Vogt-Koyanagi-Harada

Este definită ca o panuveită granulomatoasă bilaterală, cu sau fără manifestări extraoculare. Se caracterizează prin uveită cronică, alopecie, vitiligo și disartrie. Boala apare în jurul vârstei de 50 de ani și este mai frecventă la femei.

Cauza exactă este necunoscută, dar poate fi influențată de leziuni cutanate și infecții virale. Un rol important în apariția bolii îl are reacția autoimună mediată de celulele T împotriva antigenelor asociate cu melanocitele, melanina și epiteliul pigmentar retinian (RPE).

Caracteristica patologică principală este îngroșarea difuză a uveei, care nu este cauzată de inflamație necrotizantă granulomatoasă. Sunt prezenți nodulii Dalen-Fuchs, care sunt granuloame situate între RPE și membrana Bruch.

Boala are patru stadii: prodromal, uveitic, cronic și cronic recidivant. În stadiul prodromal, simptomele includ cefalee, febră, greață, amețeli și fotofobie. În stadiul uveitic, apare vederea încețoșată la ambii ochi. Se caracterizează prin îngroșarea coroidului, care se

manifestă prin ridicarea stratului retino-coroidian peripapilar, hiperemia și edemul nervului optic, edem retinian și, uneori, dezlipiri multiple ale retinei. În acest stadiu, inflamația afectează și camera anterioară a ochiului. Stadiul cronic este marcat de apariția vitiligo-ului, poliozei și depigmentării coroidiene. Aceasta duce la un aspect palid al fundului de ochi, cu o coroidă intens roșu-portocalie. În stadiul cronic recidivant, inflamația uveitei anterioare se acutizează, putând apărea noduli irișieni. În acest stadiu pot apărea glaucom și cataractă.

La OCT, se observă prezența lichidului subretinian. În cazul pliurilor coroidiene, îngroșarea acestora se manifestă prin aspect ondulat al RPE și coroidului. În retina externă sunt prezente mai multe septuri care contribuie la formarea unor compartimente cu lichid. În stadiul acut, coroidul este îngroșat. [58], [59]

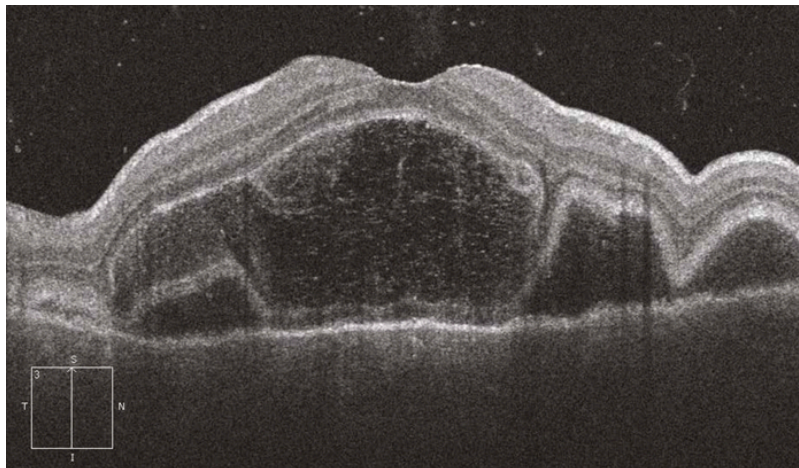


Figura 3.24- Boala Vogt-Koyanagi-Harada [73]

### 3.10. Maculopatie indusă de clorochină

Hidroxiclорochina (HCQ) este cunoscută și sub denumirea de retinopatie indusă de clorochină (CQ). Atât clorochina, cât și hidroxiclорochina pot deteriora diferite structuri ale ochiului, cum ar fi corneea, corpul ciliar și retina, și pot provoca cataractă și retinopatie.

Inițial, clorochina a fost utilizată ca medicament antimalaric. În prezent, este folosită pentru tratarea inflamațiilor reumatologice și dermatologice. Efectele adverse ale hidroxiclорochinei apar în maculă. În cazurile severe, pacienții pot observa modificări ale

percepției culorilor și pot prezenta scotoame. În cele din urmă, se poate dezvolta maculopatie „bull’s-eye” (maculopatie în ochi de bou).

Efectele adverse ale medicamentului asupra corneei includ depuneri intraepiteliale, care afectează rar vederea, dar pot duce la disfuncția corpului ciliar. În același timp, influențează metabolismul celulelor retiniene.

Retinopatia indusă de hidroxiclorochină determină distrugerea conurilor și bastonașelor din maculă. Celulele epiteliale pigmentare retiniene (RPE) înlocuiesc fotoreceptorii afectați, ceea ce duce la apariția unor celule pline de pigment în stratul nuclear extern și stratul plexiform. Keratopatia indusă de hidroxiclorochină apare din cauza depunerii medicamentului nemodificat în epiteliul cornean. Hidroxiclorochina se leagă de melanină, ceea ce poate afecta RPE, fie prin lezarea lizozomilor, fie prin reducerea fagocitozei. Cu toate acestea, legarea de melanină poate servi și ca mecanism de eliminare a substanțelor toxice din zonele intracelulare afectate.

Fotoreceptorii pot suferi leziuni, determinând degenerarea stratului extern. RPE poate fi, de asemenea, afectat și poate suferi rupturi, ceea ce duce la apariția maculopatiei „bull’s-eye”, cauzată de depigmentarea parafoveală a RPE, cu păstrarea insulei foveale.

OCT evidențiază subțierea parafoveală și pierderea liniilor segmentelor externe. Pierderea stratului nuclear extern și a zonei elipsoidale determină o autofluorescență crescută și indică ruptura RPE, fără leziuni parafoveale evidente. [60], [61], [62]

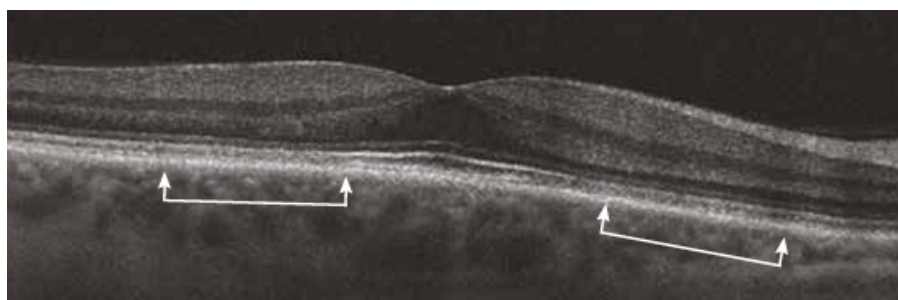


Figura 3.25- Maculopatie indusă de clorochină [73]

Linia de demarcație dintre segmentele interne și externe ale fotoreceptorilor este modificată, dar nu este întreruptă (secțiunea dintre săgeți).

### **3.11. Tumori**

Este o leziune întunecată, pigmentată, situată în partea posterioară a ochiului, asemănătoare alunițelor de pe piele. Aceasta provine din celulele pigmentare ale coroidului, stratul aflat sub sclera. Poate avea o culoare gălbuie sau maronie. În acest caz, pot apărea drusen, precum și modificări degenerative ale epiteliului pigmentar retinian (RPE), manifestate sub formă de fibroză sau pigmentare neregulată.

Această afecțiune este asimptomatică, însă uneori poate provoca vedere încețoșată din cauza nevilor situați sub maculă. Dacă determină degenerarea RPE, se poate acumula lichid sub retină sau pot apărea vase de sânge anormale, responsabile de scurgeri de lichid sau sânge. Se descoperă în timpul examinării retinei, având o culoare maronie și margini ușor estompate, ceea ce îl face să se confunde cu retina. Dimensiunea sa este de aproximativ 2 mm în relief. Este posibil ca în același ochi să existe mai mulți nevi.

Uneori, un nev coroidian se poate transforma în melanom uveal. Dacă dimensiunile unui nev cresc rapid într-un interval de un an, este posibil să fie vorba despre o leziune malignă. Caracteristicile acestuia includ o grosime mai mare de 2 mm, prezența de lichid sub retină, scăderea acuității vizuale și pete pigmentare în apropierea nervului optic. [63]

#### **3.11.1. Nevus coroidian**

În imaginea realizată cu OCT se observă edem deasupra retinei, lichid subretinian, subțierea retinei și desprinderea epiteliului pigmentar retinian (RPE). Caracterizarea edemului retinian, evaluarea fotoreceptorilor și evidențierea drusenilor ca proeminente la nivelul membranei RPE/Bruch sunt vizibile. Se poate observa tranziția progresivă între coroida internă și externă hiperreflectivă. Se constată absența coriocapilarelor, precum și proeminența RPE, indicând prezența drusenilor. [64]

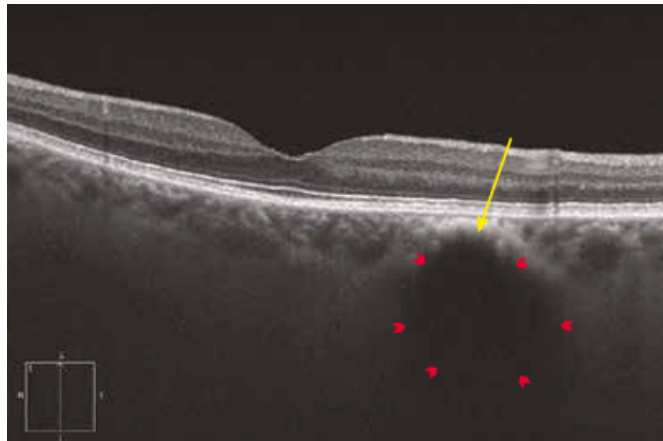


Figura 3.26- Nevus coroidian [73]

OCT evidențiază o linie hiperreflectivă la nivelul complexului EPR/membrana lui Bruch/coriocapilare (săgeata galbenă). Din cauza efectului de umbră produs de pigment, nevul apare ca o leziune hiporelectivă în cadrul coroidei (săgețile roșii).

### 3.11.2. Melanom coroidian

Melanomului i se asociază lichid subretinian, care se deplasează și provoacă vedere încețoșată. Subțierea retinei de deasupra, chisturi intraretiniene, îngroșarea epiteliului pigmentar retinian (RPE) și edemul retinian sunt caracteristice. [64]

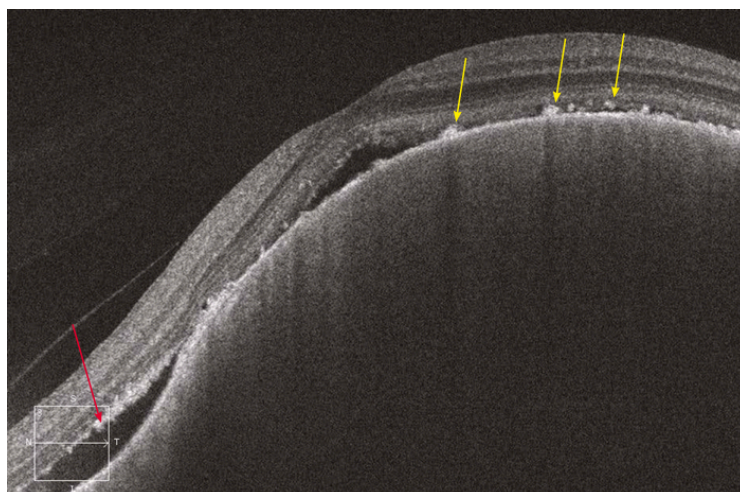


Figura 3.27- Melanom coroidian [73]

Pe imaginea OCT, pe lângă hiporeflectivitatea asociată efectului de umbră din regiunea coroidii, se observă un SRD, depozite subretiniene (săgeata galbenă), atrofie a EPR-ului și o remodelare a fotoreceptorilor (săgeata roșie). Grosimea depășește capacitatea de măsurare a dispozitivului.

### 3.11.3. Metastază coroidiană

Metastazele apar cel mai frecvent la nivelul coroidului. Acestea sunt de obicei precedate de o altă afecțiune malignă.

În imaginile OCT se observă o proeminență în formă de cupolă a retinei neurosenzoriale și a epiteliului pigmentar retinian (RPE), însoțită de lichid subretinian adiacent. Aceasta este asociată cu edem retinian, chisturi intraretiniene și îngroșarea RPE.

Deasupra tumorii, se pot vedea depozite subretiniene intens reflectante, asemănătoare unor adeziuni ale RPE. Examinarea OCT permite determinarea dimensiunilor și structurii tumorii. În plus, pot fi observate îngroșarea și proeminența RPE, lichidul subretinian de deasupra, detașări neurosenzoriale și depozite hiperreflective provenite din celulele tumorale. [64]

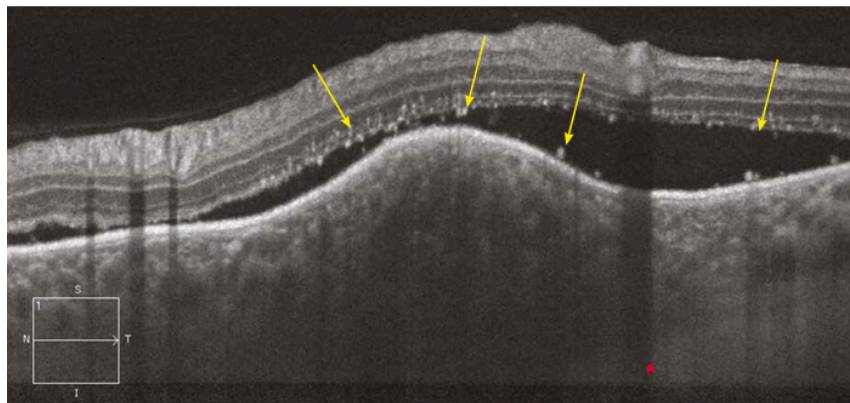


Figura 3.28- Metastază coroidiană [73]

Bombarea EPR-ului și a retinei neurosenzoriale, asociată cu un SRD, este vizibilă. Reflectivitatea tumorii este variabilă, dar cel mai adesea hiporeflectivă. Există și elemente hiperreflective care corespund depozitelor subretiniene (săgeata galbenă). În acest caz, retina internă este păstrată, dar poate apărea edem intraretinian. Retina externă adiacentă tumorii

este remodelată, iar EPR-ul este atrofiat. În final, limita posterioară a tumorii este clar vizibilă, permițând măsurarea dimensiunii acesteia (săgeți roșii).

#### 3.11.4. Osteom coroidian

Este o tumoră osoasă rară, care apare la femeile tinere. Se manifestă ca o pată portocalie în maculă, dar poate prezenta și zone albicioase. Determină pierderea vederii și formarea de lichid subretinian, precum și degenerarea fotoreceptorilor.

În imaginile OCT se observă păstrarea retinei interne, dar modificări la nivelul stratului extern al retinei, al fotoreceptorilor și al epiteliului pigmentar retinian (RPE). RPE rămâne continuu pe suprafața tumorii subiacente. Calcificarea influențează transmisia luminii.

În zonele calcificate ale tumorii, se mențin straturile externe și interne intacte, RPE este bine delimitat și transmisia luminii este redusă. În schimb, în regiunile decalcificate, se observă un strat intern al retinei conservat, un strat extern subțiat, RPE nedelimitabil și o transmisie crescută a luminii.

Tumora apare ca o masă densă, hiperreflectivă, care se îngustează posterior, iar în partea anterioară, între tumoră și scleră, se observă un spațiu hiporelectiv. Se remarcă o modificare continuă la nivelul RPE. Retina neurosenzorială situată deasupra tumorii este subțiată, cu pierderea stratului extern. [64]

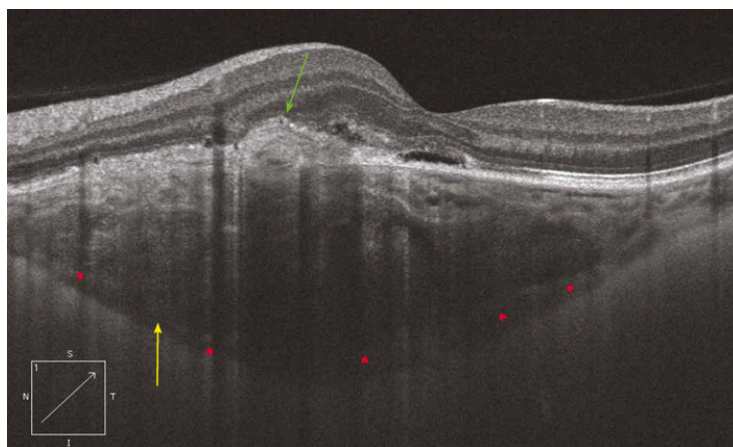


Figura 3.29- Osteom coroidian [73]

Tumora este ușor vizibilă în întregime pe secțiunea OCT (marginile anterioară și posterioară), în interiorul coroidei, ca o leziune moderat reflectivă, perfect delimitată (săgeți roșii continue). De asemenea, se observă un spațiu hiporeflectiv care separă tumora de scleră (săgeată galbenă). Complexul EPR–membrana lui Bruch–coriocalilare dispare în regiunea proeminentă care pătrunde în retina neurosenzorială (săgeată verde). Un SRD limitat este prezent sub retina suprapusă. În afară de membrana limitantă externă, care este întreruptă, diferitele straturi retiniene sunt bine conservate.

## Capitolul IV

### 4. Studiile clinice

#### 4.1. Interpretare și analiza datelor

##### 4.1.1. Clasificare pe grupe de vârstă și sex

În cadrul lucrării, ne-am propus realizarea unui studiu în care urmărim examinarea fundului de ochi al pacienților cu ajutorul OCT. În cercetare au fost incluși toți pacienții care au avut o examinare a fundului de ochi între octombrie 2024 și februarie 2025, la o singură clinică de oftalmologie, examinate cu ajutorul aceluiași aparat OCT, având astfel ca punct de plecare un total de 100 de cazuri.

În primul rând, din cele 100 de cazuri am analizat raportul bărbați-femei, care în cazul nostru a fost de 42 bărbați și 58 femei care au efectuat examinarea fundului de ochi în această perioadă. După aceasta, am împărțit cele 100 de cazuri în grupe în funcție de vârstă.

Între 0 și 20 de ani au fost 3 pacienți: 1 bărbat și 2 femei; între 20 și 30 de ani au fost 7 pacienți: 5 bărbați și 2 femei; între 30 și 40 de ani a fost 1 pacient, un bărbat; între 40 și 50 de ani au fost 4 pacienți: 2 bărbați și 2 femei; între 50 și 60 de ani numărul pacienților a fost de 12: 5 bărbați și 7 femei; între 60 și 70 de ani au fost 22 pacienți: 8 bărbați și 14 femei; între 70 și 80 de ani numărul pacienților a fost de 39: dintre care 14 bărbați și 25 femei; iar între 80 și 90 de ani au fost 12 pacienți: 6 bărbați și 6 femei care au participat la examinare.

Se poate observa din aceste date că cei mai mulți pacienți se încadrează în grupa de vârstă 70–80 de ani, urmat de cei între 60–70 de ani, apoi urmează grupele de 50–60 și 80–90 de ani, ca atare media de vârstă a pacienților a fost de  $72 \pm SD$  pentru total, separat pentru bărbați a fost 69 și pentru femei a fost 72.

Vârsta medie			
Vârsta	Total	Sex	
		Masculin	Feminin
0-20	18	18	18,5
20-30	26	28	23
30-40	37	37	-
40-50	45	46,5	44,5
50-60	54	54	54
60-70	67	67	67
70-80	75	74,5	76
80-90	84	85	83

Tabel 4.1- Tabel cu clasificare în funcție de vârstă și sex

#### Clasificare în funcție de vârstă și sex

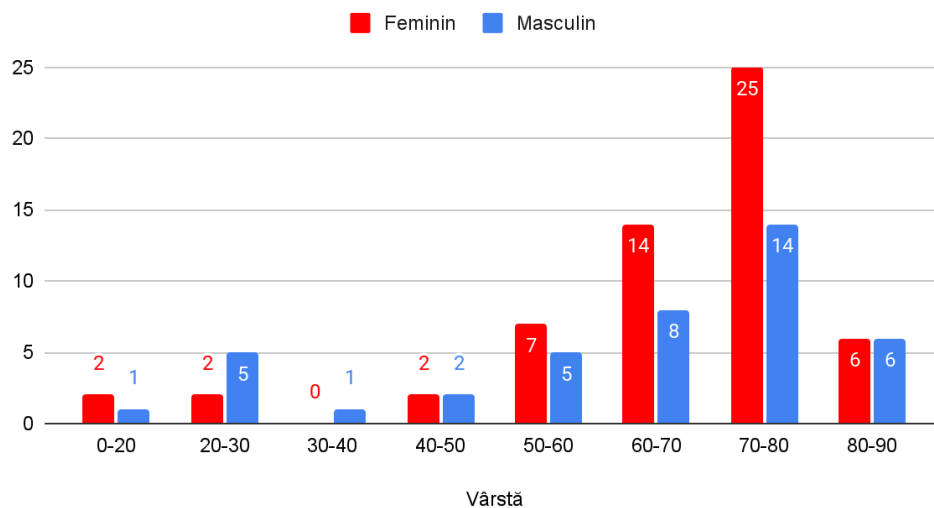


Figura 4.1- Diagramă despre clasificarea pacienților în funcție de vârstă și sex

#### 4.1.2. Clasificare în funcție de tipul de investigație și sex

În total, am examinat 100 pacienți. Dintre aceștia, la 8 pacienți (6 bărbați și 2 femei) a fost examinat doar ochiul stâng, la 4 pacienți (2 bărbați și 2 femei) doar ochiul drept, iar la ceilalți 88 pacienți (34 bărbați și 54 femei) au fost examinați ambii ochi. În total, au fost efectuate 368 de investigații pentru ochiul stâng și 354 pentru ochiul drept.

Acum să analizăm grupele separat, în funcție de vârstă, sex, tipul examinării și diagnostic.

În grupa de vârstă 0–20 de ani se află 3 pacienți: 1 bărbat și 2 femei. La toți pacienții din această grupă au fost examinați ambii ochi.

În timpul examinării au fost utilizate funcțiile de investigare a retinei: Raster, Radial Lines și Retina Map. Examinarea Raster a fost efectuată la toți cei 3 pacienți, Radial Lines a fost utilizată la 1 pacientă (femeie), iar funcția Retina Map a fost aplicată, de asemenea, la toți cei 3 pacienți.

În grupa de vârstă 20–30 de ani se află 7 pacienți, dintre care 5 bărbați și 2 femei. La 6 pacienți au fost examinați ambii ochi, iar la 1 pacient (bărbat) doar ochiul drept.

În timpul examinării au fost utilizate funcțiile de investigare a retinei, fibrelor nervoase și corneei. Dintre funcțiile de examinare a retinei au fost aplicate Raster, Radial Lines, Grid și Retina Map. Raster a fost utilizat la 3 pacienți (2 bărbați și 1 femeie), Radial Lines la 4 pacienți (3 bărbați și 1 femeie), Grid la 1 pacient (1 bărbat), iar Retina Map la 3 pacienți (2 bărbați și 1 femeie). Dintre funcțiile de examinare a fibrelor nervoase (Nerve Fiber) au fost aplicate 3D Disc, ONH și GCC. 3D Disc a fost folosit la 3 pacienți (2 bărbați și 1 femeie), ONH tot la 3 pacienți (2 bărbați și 1 femeie), iar GCC la 2 pacienți (1 bărbat și 1 femeie).

Dintre funcțiile de examinare a corneei (Cornea) au fost utilizate Pachymetry și Angle. Ambele investigații au fost efectuate doar la 1 pacientă (femeie).

Aceste investigații au fost realizate doar la pacienții cărora li s-au examinat ambii ochi.

La pacientul căruia i-a fost examinat doar ochiul drept, au fost aplicate următoarele investigații: Radial Lines, Retina Map, 3D Disc, ONH și GCC.

În grupa de vârstă 30–40 de ani se află 1 pacient de sex masculin, căruia i-au fost examinați ambii ochi. Dintre funcțiile de examinare a retinei au fost utilizate Radial Lines și Retina Map. Dintre funcțiile de examinare a fibrelor nervoase (Nerve Fiber) au fost aplicate 3D Disc, ONH și GCC.

În grupa de vârstă 40–50 de ani se află 4 pacienți, 2 bărbați și 2 femei. La toți cei 4 pacienți au fost examinați ambii ochi. În timpul examinării au fost utilizate funcțiile de investigare a retinei, fibrelor nervoase și corneei. Dintre funcțiile de examinare a retinei au fost aplicate Raster, Radial Lines, Grid și Retina Map. Raster a fost utilizat la 2 pacienți (1 bărbat și 1 femeie), Radial Lines tot la 2 pacienți (1 bărbat și 1 femeie), Grid la 1 pacientă (femeie), iar Retina Map la 2 pacienți (1 bărbat și 1 femeie). Dintre funcțiile de examinare a fibrelor nervoase (Nerve Fiber) au fost utilizate 3D Disc, ONH și GCC. Examinarea 3D Disc a fost realizată la 3 pacienți (1 bărbat și 2 femei), ONH la 3 pacienți (1 bărbat și 2 femei), iar

GCC tot la 3 pacienți (1 bărbat și 2 femei). Dintre funcțiile de examinare a corneei (Cornea) au fost utilizate Pachymetry și Angle. Ambele investigații au fost efectuate la 1 pacient (bărbat).

În grupa de vârstă 50–60 de ani se află 12 pacienți, dintre care 5 bărbați și 7 femei. La 10 pacienți au fost examinați ambii ochi, la 1 pacientă (femeie) doar ochiul drept, iar la 1 pacientă (femeie) doar ochiul stâng. În timpul examinării au fost utilizate funcțiile de investigare a retinei, fibrelor nervoase și corneei. Dintre funcțiile de examinare a retinei au fost folosite Raster, Radial Lines și Retina Map. Raster a fost utilizat la 6 pacienți (5 bărbați și 1 femeie), Radial Lines la 7 pacienți (1 bărbat și 6 femei), iar Retina Map la 6 pacienți (3 bărbați și 3 femei). Dintre funcțiile de examinare a fibrelor nervoase (Nerve Fiber) au fost aplicate 3D Disc, ONH și GCC. Examinarea 3D Disc a fost realizată la 8 pacienți (3 bărbați și 5 femei), ONH la 8 pacienți (3 bărbați și 5 femei), iar GCC la 7 pacienți (2 bărbați și 5 femei). Dintre funcțiile de examinare a corneei (Cornea) au fost utilizate Pachymetry, Angle și 3D Cornea. Pachymetry a fost efectuată la 4 pacienți (1 bărbat și 3 femei), Angle la 5 pacienți (1 bărbat și 4 femei), iar 3D Cornea la 1 pacientă (femeie). Aceste investigații au fost realizate doar la pacienții cărora li s-au examinat ambii ochi. La pacienta (1 femeie) căreia i-a fost examinat doar ochiul stâng, au fost utilizate funcțiile Raster, Retina Map și 3D Disc. La pacienta (1 femeie) căreia i-a fost examinat doar ochiul drept, au fost aplicate funcțiile Radial Lines și Angle.

În grupa de vârstă 60–70 de ani se află 22 pacienți, dintre care 8 bărbați și 14 femei. La 17 pacienți au fost examinați ambii ochi, la 2 pacienți (1 bărbat și 1 femeie) doar ochiul drept, iar la 3 pacienți (2 bărbați și 1 femeie) doar ochiul stâng. În timpul examinării au fost utilizate funcțiile AngioVue, Retina, Nerve Fiber și Cornea. În cadrul examinării AngioVue a fost aplicată funcția HD Angio Retina 6.0 mm la 1 pacientă (femeie). Dintre funcțiile de examinare a retinei au fost utilizate Raster, Radial Lines, Grid și Retina Map. Raster a fost aplicat la 14 pacienți (7 bărbați și 7 femei), Radial Lines la 8 pacienți (2 bărbați și 6 femei), Grid la 3 pacienți (2 bărbați și 1 femeie), iar Retina Map la 10 pacienți (4 bărbați și 6 femei). Dintre funcțiile de examinare a fibrelor nervoase (Nerve Fiber) au fost utilizate 3D Disc, ONH și GCC. 3D Disc a fost efectuată la 11 pacienți (3 bărbați și 8 femei), ONH la 13 pacienți (5 bărbați și 8 femei), iar GCC la 12 pacienți (4 bărbați și 8 femei). Dintre funcțiile de examinare a corneei (Cornea) au fost aplicate Pachymetry, Angle și 3D Cornea. Pachymetry a fost realizată la 6 pacienți (1 bărbat și 5 femei), Angle la 6 pacienți (1 bărbat și 5 femei), iar 3D Cornea la 1 pacient (1 bărbat). Aceste investigații au fost efectuate doar la

pacienții cărora li s-au examinat ambii ochi. La cei 3 pacienți (2 bărbați și 1 femeie) cărora li s-a examinat doar ochiul stâng, au fost aplicate funcțiile Raster, Retina Map și Radial Lines. La cei 2 pacienți (1 bărbat și 1 femeie) cărora li s-a examinat doar ochiul drept, au fost utilizate funcțiile Raster, Retina Map, 3D Disc, ONH și GCC.

În grupa de vârstă 70–80 de ani se află 39 pacienți, dintre care 14 bărbați și 25 femei. La 35 pacienți au fost examinați ambii ochi, iar la 4 pacienți (toți bărbați) doar ochiul stâng. În timpul examinării au fost utilizate funcțiile AngioVue, Retina, Nerve Fiber și Cornea. Dintre funcțiile de examinare a retinei au fost aplicate Raster, Radial Lines, Grid și Retina Map. Raster a fost utilizat la 30 pacienți (11 bărbați și 19 femei), Radial Lines la 14 pacienți (6 bărbați și 8 femei), Grid la 1 pacient (bărbat) și Retina Map la 22 pacienți (5 bărbați și 17 femei). Dintre funcțiile de examinare a fibrelor nervoase (Nerve Fiber) au fost utilizate 3D Disc, ONH și GCC. Examinarea 3D Disc a fost realizată la 12 pacienți (3 bărbați și 9 femei), ONH la 11 pacienți (3 bărbați și 8 femei), iar GCC la 11 pacienți (2 bărbați și 9 femei). Dintre funcțiile de examinare a corneei (Cornea) au fost folosite Pachymetry și Angle. Pachymetry a fost efectuată la 4 pacienți (1 bărbat și 3 femei), iar Angle la 4 pacienți (1 bărbat și 3 femei). Aceste investigații au fost realizate doar la pacienții cărora li s-au examinat ambii ochi. La cei 4 pacienți (toți bărbați) cărora li s-a examinat doar ochiul stâng, au fost utilizate funcțiile Raster, Radial Lines, Grid și Retina Map.

În grupa de vârstă 80–90 de ani sunt 12 pacienți (6 bărbați și 6 femei) cărora li s-au examinat ambii ochi. Dintre funcțiile de examinare a retinei au fost utilizate Radial Lines și Retina Map. Dintre funcțiile de examinare a fibrelor nervoase (Nerve Fiber) au fost aplicate 3D Disc, ONH și GCC. Mai exact, dintre funcțiile de examinare a retinei au fost folosite Raster, Radial Lines, Grid și Retina Map. Raster a fost aplicat la 8 pacienți (3 bărbați și 5 femei), Radial Lines la 4 pacienți (1 bărbat și 3 femei), Grid la 1 pacientă și Retina Map la 8 pacienți (3 bărbați și 5 femei). Dintre funcțiile Nerve Fiber, 3D Disc a fost utilizat la 5 pacienți (2 bărbați și 3 femei), ONH la 5 pacienți (2 bărbați și 3 femei), iar GCC la 5 pacienți (2 bărbați și 3 femei).

La ochiul stâng s-au efectuat în total 368 de examinări, dintre care 216 la femei și 152 la bărbați.

În cadrul examinării Angiou, investigația cu funcția HD Angio Retina 6.0 mm a fost realizată la 3 pacienți (1 femeie, 2 bărbați). Dintre examinările de tip Retina, au fost utilizate funcțiile Raster, Radial Lines, Grid și Retina Map. Examinarea Raster a fost realizată la 74 de pacienți (36 bărbați, 38 femei), examinarea Radial Lines la 49 de pacienți (22 bărbați, 27

femei), examinarea Grid la 11 pacienți (8 bărbați, 3 femei), iar examinarea Retina Map la 64 de pacienți (27 bărbați, 37 femei). Dintre examinările de tip Nerve Fiber, au fost utilizate funcțiile 3D Disc, ONH și GCC. Examinarea 3D Disc a fost realizată la 45 de pacienți (16 bărbați, 29 femei), examinarea ONH la 45 de pacienți (18 bărbați, 27 femei), iar examinarea GCC la 42 de pacienți (14 bărbați, 28 femei). Dintre examinările de tip Cornea, au fost utilizate funcțiile Pachymetry și Angle. Examinarea Pachymetry a fost realizată la 16 pacienți (4 bărbați, 12 femei), examinarea Angle la 17 pacienți (4 bărbați, 13 femei), iar examinarea 3D Cornea la 2 pacienți (1 bărbat, 1 femeie).

La ochiul drept s-au efectuat în total 354 de examinări, dintre care 213 la femei și 141 la bărbați.

În cadrul examinării Angioug, investigația cu funcția HD Angio Retina 6.0 mm a fost realizată la 3 pacienți (1 femeie, 2 bărbați). Dintre examinările de tip Retina, au fost utilizate funcțiile Raster, Radial Lines, Grid și Retina Map. Examinarea Raster a fost realizată la 68 de pacienți (31 bărbați, 37 femei), examinarea Radial Lines la 44 de pacienți (17 bărbați, 27 femei), examinarea Grid la 7 pacienți (4 bărbați, 3 femei), iar examinarea Retina Map la 58 de pacienți (23 bărbați, 35 femei). Dintre examinările de tip Nerve Fiber, au fost utilizate funcțiile 3D Disc, ONH și GCC. Examinarea 3D Disc a fost realizată la 46 de pacienți (18 bărbați, 28 femei), examinarea ONH la 47 de pacienți (20 bărbați, 27 femei), iar examinarea GCC la 44 de pacienți (16 bărbați, 28 femei). Dintre examinările de tip Cornea, au fost utilizate funcțiile Pachymetry și Angle. Examinarea Pachymetry a fost realizată la 16 pacienți (4 bărbați, 12 femei), examinarea Angle la 19 pacienți (5 bărbați, 14 femei), iar examinarea 3D Cornea la 2 pacienți (1 bărbat, 1 femeie).

Tipurile examinării	Ochiul stâng		
	Femei	Bărbați	Total
HD Angio Retian 6.0 mm	1	2	3
Raster	38	36	74
Radial Lines	27	22	49
Grid	3	8	11
Retina Map	37	27	64
3D Disc	29	16	45
ONH	27	18	45
GCC	28	14	42
Pachymetry	12	4	16
Angle	13	4	17
3D Cornes	1	1	2
<b>Total</b>	<b>216</b>	<b>152</b>	<b>368</b>

Tabel 4.2- Numărul total al examinărilor efectuate la ochiul stâng, precum și numărul examinărilor efectuate separat la femei și la bărbați.

Tipurile examinării	Ochiul drept		
	Femei	Bărbați	Total
HD Angio Retian 6.0 mm	1	2	3
Raster	37	31	68
Radial Lines	27	17	44
Grid	3	4	7
Retina Map	35	23	58
3D Disc	28	18	46
ONH	27	20	47
GCC	28	16	44
Pachymetry	12	4	16
Angle	14	5	19
3D Cornes	1	1	2
<b>Total</b>	<b>213</b>	<b>141</b>	<b>354</b>

Tabel 4.3- Numărul total al examinărilor efectuate la ochiul drept, precum și numărul examinărilor efectuate separat la femei și la bărbați.

## Tipurile de examinări pentru ochiul stâng

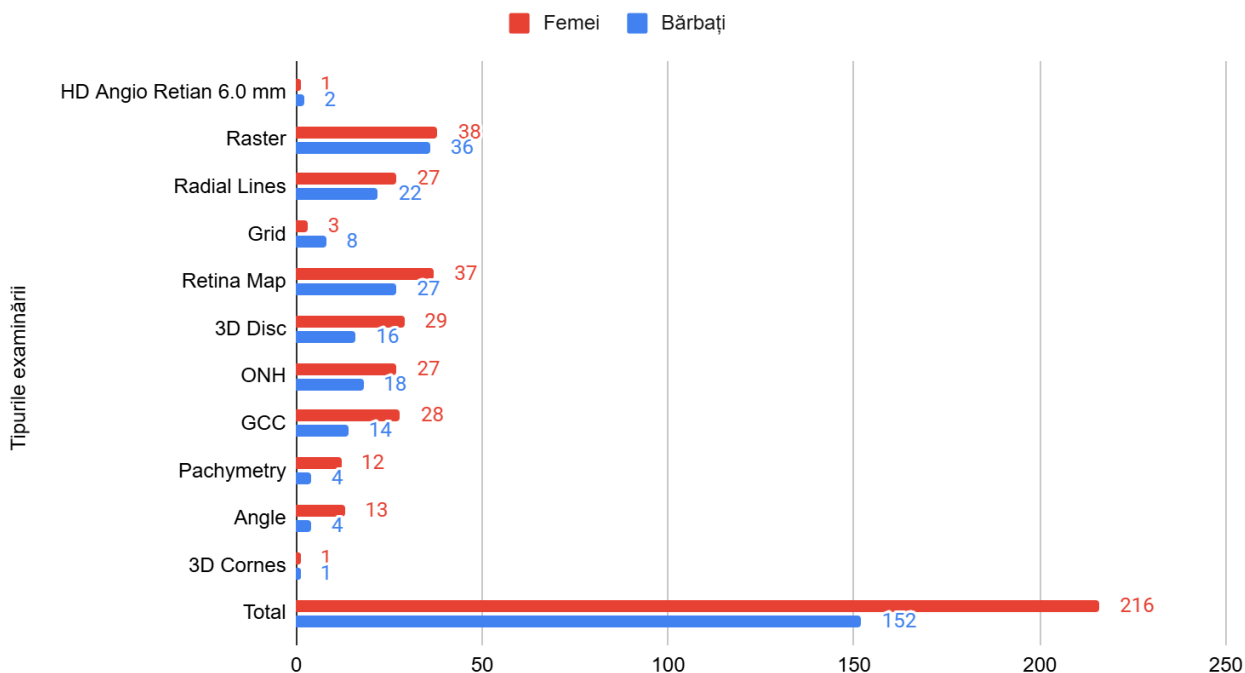


Figura 4.2- Diagramă cu tipurile examinărilor făcute pentru ochiul stâng.

## Tipurile de examinări pentru ochiul drept

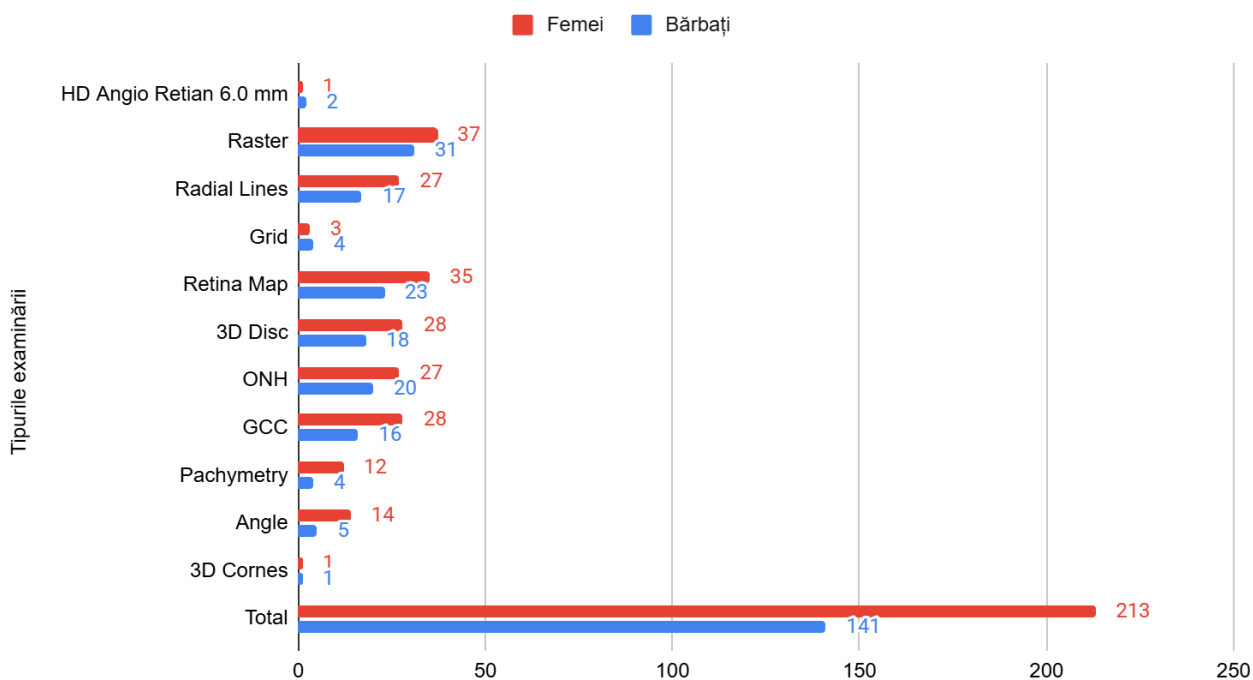


Figura 4.3- Diagramă cu tipurile examinărilor făcute pentru ochiul drept.

#### 4.1.3. Diagnostic și afecțiuni asociate stabilite în urma examinării

După efectuarea măsurătorilor, am analizat diagnosticele și afecțiunile asociate stabilite. În urma investigațiilor au fost identificate 10 tipuri de diagnostice și 4 afecțiuni asociate. Diagnosticele identificate sunt: chisturi retiniene, cicatrici retiniene, detașare de epiteliu pigmentar, DMLV, glaucom, hipertensiune oculară, hiposemnale, infecție, macular diabetic și retină atrofiată. Afecțiunile asociate sunt: astigmatism, cataractă, HIV și miopie. În plus, există un grup de pacienți la care diagnosticul rămâne incert și necesită investigații suplimentare, precum și un grup de control, alcătuit din pacienți la care nu au fost diagnosticate modificări patologice. Afecțiunile asociate și diagnosticele rămase în incert necesită investigații suplimentare pentru un diagnostic complet și precis.

La pacienții la care diagnosticul rămâne incert, este necesară completarea investigațiilor oftalmologice prin examinări suplimentare, precum examinarea la lampă cu fantă (biomicroscopie cu lampă cu fantă), fundoscopie și alte metode specifice, pentru a putea stabili un diagnostic complet și precis.

Ca exemplu, în imaginea de mai jos este prezentată o fotografie funduspică a unui pacient diagnosticat cu DMLV. Împreună cu investigația OCT, aceste examinări permit stabilirea unui diagnostic precis.

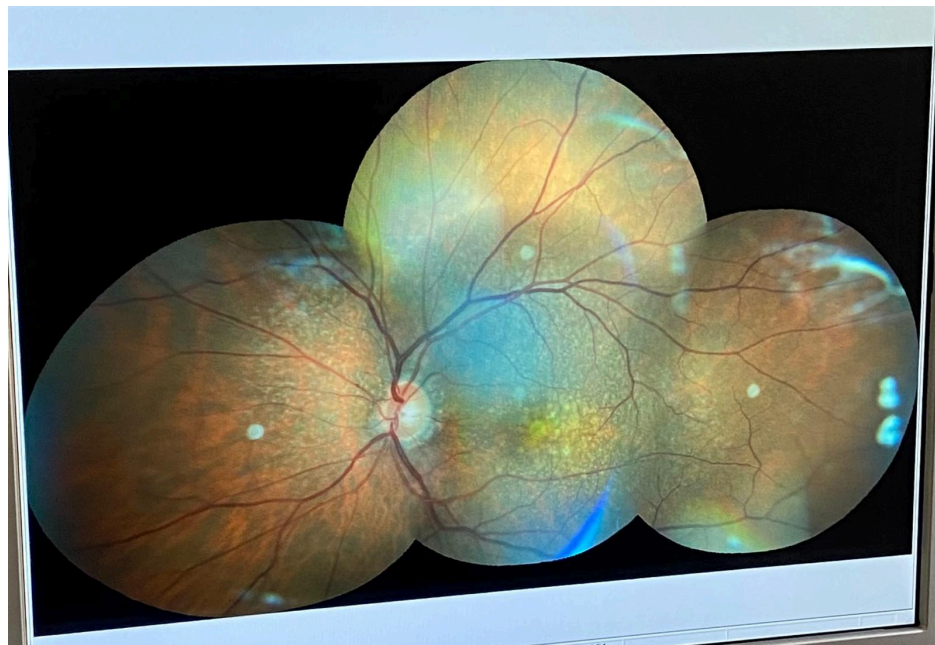


Figura 4.4- O fotografie funduspică a unui pacient diagnosticat cu DMLV

În imaginea următoare este prezentată examinarea efectuată cu funcția OCT Nerve Fiber, care oferă un diagnostic precis asupra nervului optic și grosimii retinei.

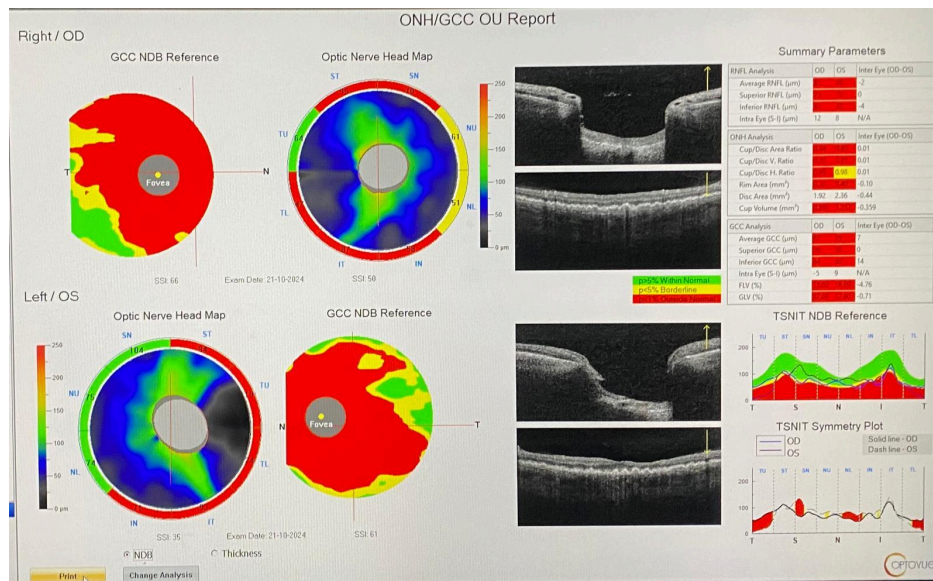


Figura 4.5- OCT de nerv optic și de grosime retiniană (RNFL)

În imagine este vizibil papila nervului optic, prezentând excavare caracteristică glaucomului avansat. Zonele colorate în roșu indică regiuni de subțiere retiniană, reflectând pierderea fibrelor nervoase.

În cazul glaucomului, se măsoară adesea și unghiul camerular, care în condiții normale are o valoare de aproximativ 45 de grade. Acest unghi este determinat între corneea și iris. La pacienții cu glaucom, unghiul este de obicei mai mic de 45 de grade. În imaginea următoare este ilustrat modul în care se măsoară unghiul camerular. Se observă clar că valoarea unghiului este de 29,44 grade, ceea ce indică prezența glaucomului la pacient. De asemenea, în imagine se pot distinge straturile corneei: în partea superioară epiteliul corneean, urmat de stroma corneeană și endoteliul corneean, iar în partea opusă a unghiului se află irisul.

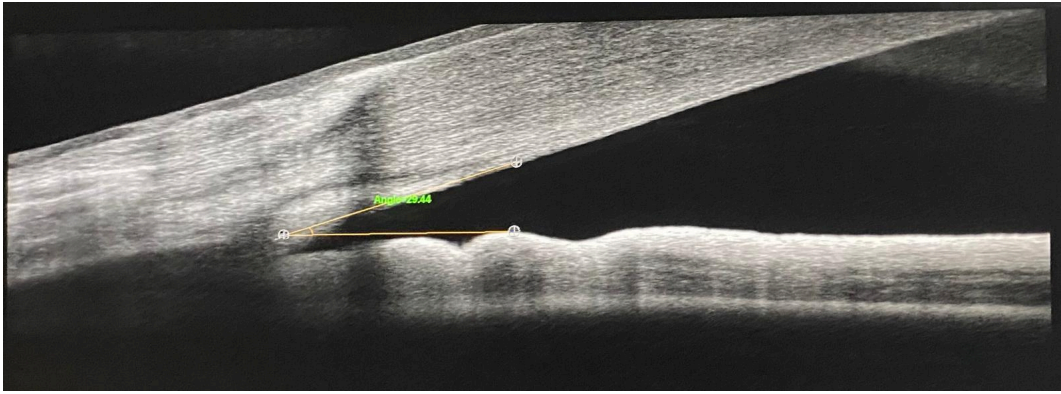


Figura 4.6- Unghiul cameral

Prin urmare, per total au fost identificate chisturi retiniene la 6 pacienți (1 bărbat, 5 femei), cicatrici retiniene la 2 paciente (2 femei), detașarea de epitelu pigmentar la 1 pacientă (1 femeie), DMLV la 8 pacienți (3 bărbați, 5 femei), glaucom la 4 pacienți (3 bărbați, 1 femeie), hipertensiune oculară la 2 pacienți (1 bărbat, 1 femeie), hiposemnale la 1 pacientă (1 femeie), o infecție nespecificată la 1 pacientă (1 femeie), maculopatie diabetică la 7 pacienți (2 bărbați, 5 femei) și retina atrofiată la 1 pacient (1 bărbat).

Astigmatismul a fost identificat la 1 pacientă (1 femeie), cataracta la 21 de pacienți (7 bărbați, 14 femei), infecția HIV la 1 pacient (1 bărbat), iar miopia la 2 pacienți (1 bărbat, 1 femeie).

Totodată, în cazul a 14 pacienți (8 bărbați, 6 femei), diagnosticul a rămas incert și la 27 de pacienți (12 bărbați, 15 femei) nu s-au identificat modificări patologice.

Pentru ochiul stâng au fost stabilite următoarele diagnostice, cum ar fi chisturi retiniene la 6 pacienți (1 bărbat, 5 femei), cicatrici retiniene la 2 paciente (2 femei), detașarea de epitelu pigmentar la 1 pacientă (1 femeie), la 7 pacienți (2 bărbați, 6 femei) a fost identificat DMLV, glaucom la 4 pacienți (3 bărbați, 1 femeie), hipertensiune oculară la 2 pacienți (1 bărbat, 1 femeie), hiposemnalele la 1 pacientă (1 femeie), o infecție nespecificată la 1 pacientă (1 femeie), maculopatia diabetică la 7 pacienți (2 bărbați, 5 femei), iar retina atrofiată la 1 pacient (1 bărbat). De asemenea, astigmatismul a fost identificat la 1 pacientă (1 femeie), cataracta la 20 pacienți (8 bărbați, 12 femei), infecția HIV la 1 pacient (1 bărbat), miopia la 2 pacienți (1 bărbat, 1 femeie).

Pentru ochiul drept au fost stabilite următoarele diagnostice, cum ar fi chisturi retiniene la 6 pacienți (1 bărbat, 5 femei), cicatrici retiniene la 2 paciente (2 femei), detașarea

de epitelii pigmentar la 1 pacientă (1 femeie), la 8 pacienți (2 bărbați, 6 femei) a fost identificat DMLV, glaucom la 4 pacienți (3 bărbați, 1 femeie), hipertensiune oculară la 2 pacienți (1 bărbat, 1 femeie), hiposemnalele la 1 pacientă (1 femeie), o infecție nespecificată la 1 pacientă (1 femeie), maculopatia diabetică la 6 pacienți (2 bărbați, 4 femei), iar retina atrofiată la 1 pacient (1 bărbat). De asemenea, astigmatismul a fost identificat la 1 pacientă (1 femeie), cataracta la 19 pacienți (8 bărbați, 11 femei), infecția HIV la 1 pacient (1 bărbat), miopia la 2 pacienți (1 bărbat, 1 femeie).

Diagnostic	Nr. de cazuri	Ochiul stâng	Ochiul drept	Ambii ochi
Chisturi retiniene	7	7	7	7
Cicatrici retiniene	2	2	2	2
Detașare de epidermie pigmentară	1	1	1	1
DMLV	8	7	8	7
Fibrosă posterioară capsulară crsitalinului	1	1	1	1
Glaucom	4	4	4	4
Hipertensiune	2	2	2	2
Hiposemnale	1	1	1	1
Macular diabetic	7	7	6	6
Retina atrofiată	2	1	1	0

Tabel 4.4- Diagnosticile sunt prezentate în tabel alături de frecvența acestora, diferențiat pentru ochiul stâng și ochiul drept.

Afecțiuni asociate	Nr. de cazuri	Ochiul stâng	Ochiul drept	Ambii ochi
Astigmatism	1	1	1	1
Cataracta	20	20	19	19
HIV	1	1	1	1
Miopie	2	2	2	2

Tabel 4.5- Afecțiuni asociate sunt prezentate în tabel alături de frecvența acestora, diferențiat pentru ochiul stâng și ochiul drept.

Diagnostic	Nr. de cazuri	Ochiul stâng	Ochiul drept	Ambii ochi
Diagnosticul rămâne incert	14	14	12	12
Fără modificări patologice	27	26	25	24

Tabel 4.6- Tabel cu numărul de pacienți cu diagnostic fără modificări patologice sau cu diagnostic rămas incert.

### Diagnosticile stabilite în urma examinării ochiului stâng

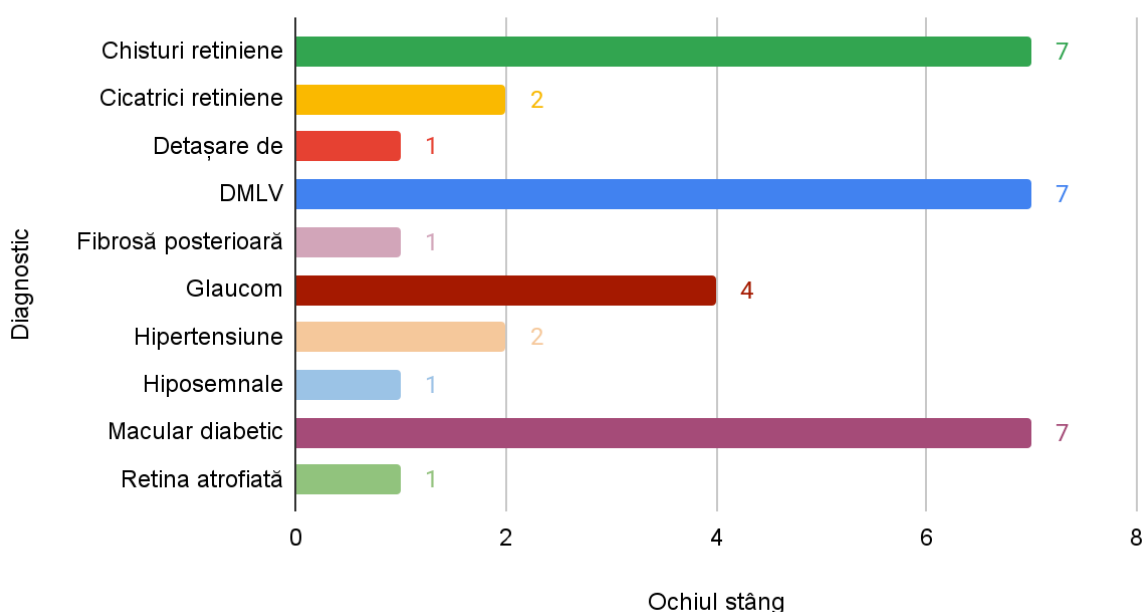


Figura 4.7- Diagramă cu diagnostice stabilite în urma examinării ochiului stâng

### Diagnosticile stabilite în urma examinării ochiului drept

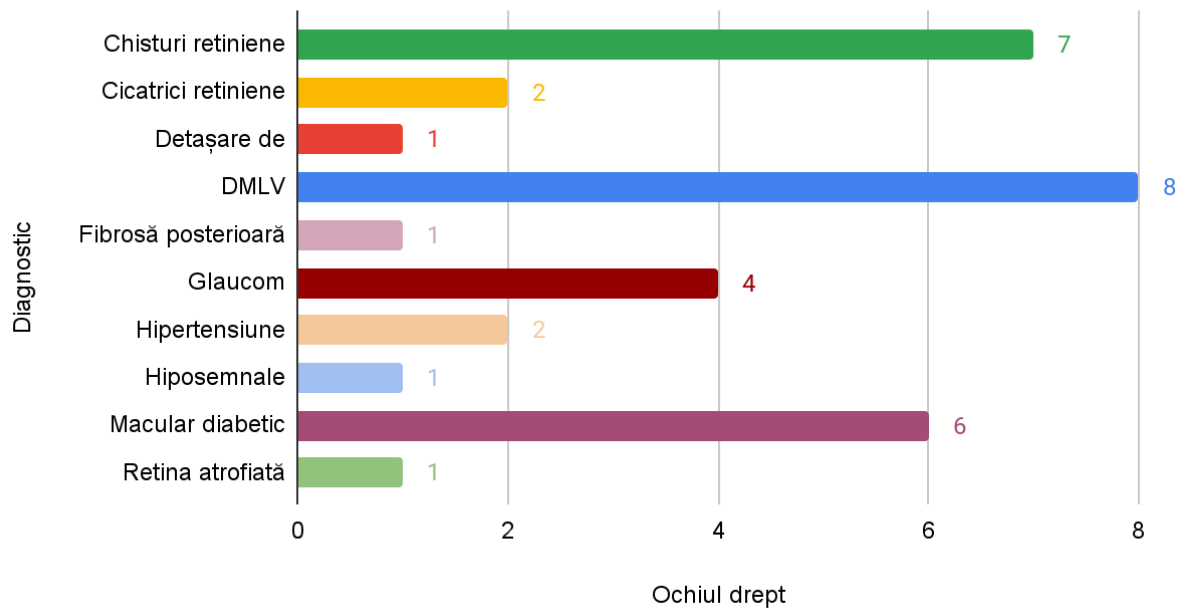


Figura 4.8- Diagramă cu diagnostice stabilite în urma examinării ochiului drept

### Afecțiunile asociate stabilite în urma examinării ochiului stâng

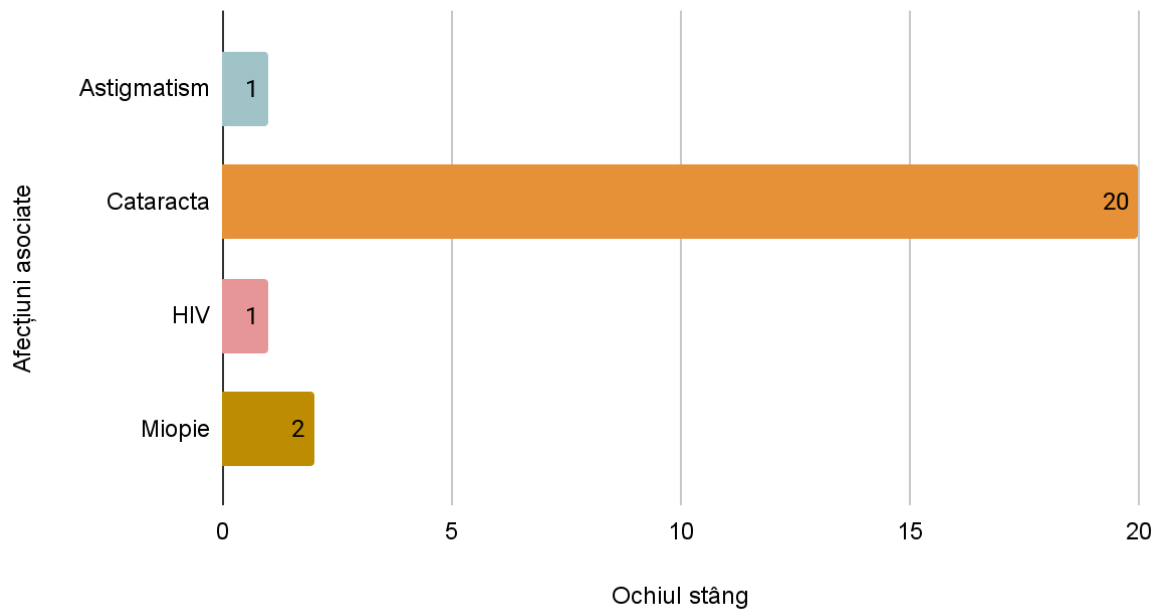


Figura 4.9- Diagramă cu afecțiuni asociate stabilite în urma examinării ochiului stâng

## Afecțiunile asociate stabilite în urma examinării ochiului drept

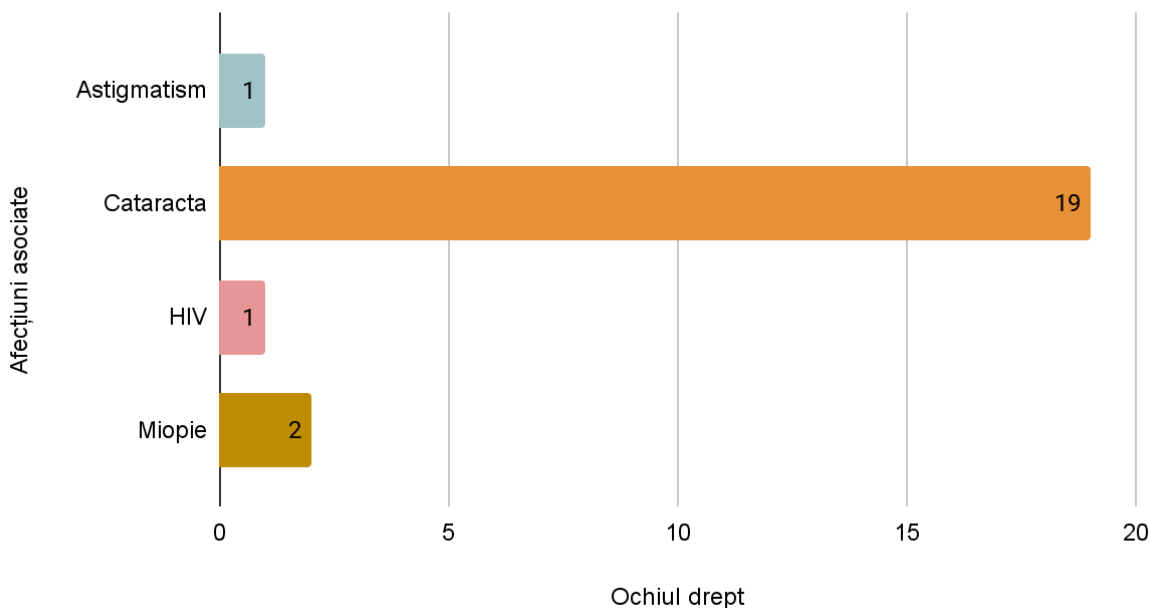


Figura 4.10- Diagramă cu afecțiuni asociate stabilite în urma examinării ochiului drept

### 4.1.4. Distribuția diagnosticului în funcție de sex și de an

Diagnosticile menționate anterior au fost regrupate conform categoriilor de vârstă și sex.

În grupa de vârstă 0–20 de ani, s-a diagnosticat hiposemnal la o pacientă (1 femeie), iar la doi pacienți (2 bărbați) nu s-au identificat modificări patologice.

În grupa de vârstă 20–30 de ani, la o pacientă (1 femeie) s-a depistat hipertensiune. La o altă pacientă (1 femeie) cataractă și la un pacient (1 bărbat) infecție HIV. La trei pacienți (3 bărbați) nu s-au observat modificări patologice, iar la un pacient (1 bărbat) diagnosticul a rămas incert.

Între 30–40 de ani, un singur pacient (1 bărbat) a fost diagnosticat cu hipertensiune.

În intervalul 40–50 de ani, s-au identificat următoarele afecțiuni: glaucom la un pacient (1 bărbat), cicatrici retiniene la o pacientă (1 femeie), chisturi retiniene la un pacient (1 bărbat). La o pacientă (1 femeie) diagnosticul a rămas incert.

În grupa 50–60 de ani, un pacient (1 bărbat) cu maculopatie diabetică, iar doi pacienți (1 bărbat, 1 femeie) cu DMLV. Două paciente (2 femei) au fost diagnosticate cu cataractă. La

șase pacienți (3 bărbați, 3 femei) nu s-au constatat modificări patologice, iar la alți doi pacienți (1 bărbat, 1 femeie) diagnosticul a rămas incert.

În grupa 60–70 de ani, s-a diagnosticat maculopatie diabetică la o pacientă (1 femeie), DMLV la trei pacienți (1 bărbat, 2 femei), chisturi retiniene la o pacientă (1 femeie), cicatrici retiniene la o pacientă (1 femeie), glaucom la un pacient (1 bărbat), și fibroză posterioară capsulară a cristalinului la o pacientă (1 femeie). S-a diagnosticat astigmatism la o pacientă (1 femeie). La nouă pacienți (3 bărbați, 6 femei) nu s-au evidențiat modificări patologice, iar la cinci pacienți (3 bărbați, 2 femei) diagnosticul a rămas incert.

Între 70–80 de ani, au fost diagnosticate următoarele: maculopatie diabetică la cinci pacienți (1 bărbat, 4 femei), detașare de epiteliu pigmentar la o pacientă (1 femeie), chisturi retiniene la patru paciente (4 femei), glaucom la doi pacienți (2 bărbați), atrofie retiniană la un pacient (1 bărbat), DMLV la două paciente (2 femei), o pacientă (1 femeie) cu infecție S-a diagnosticat miopie la un pacient (1 femeie), și cataractă la șaisprezece pacienți (6 bărbați, 10 femei). În această grupă, patru pacienți (1 bărbat, 3 femei) nu au prezentat modificări patologice, iar la cinci pacienți (2 bărbați, 3 femei) diagnosticul a rămas incert.

În final, în grupa de vârstă 80–90 de ani, s-a diagnosticat cataractă la un pacient (1 bărbat), chisturi retiniene la o pacientă (1 femeie), DMLV la un pacient (1 bărbat). S-a diagnosticat miopie la un alt pacient (1 bărbat). La patru pacienți (1 bărbat, 3 femei) nu s-au evidențiat modificări patologice, iar la trei pacienți (2 bărbați, 1 femeie) diagnosticul a rămas incert.

### Distribuția diagnosticilor în funcție de grupele de vârstă la pacienții de sex masculin

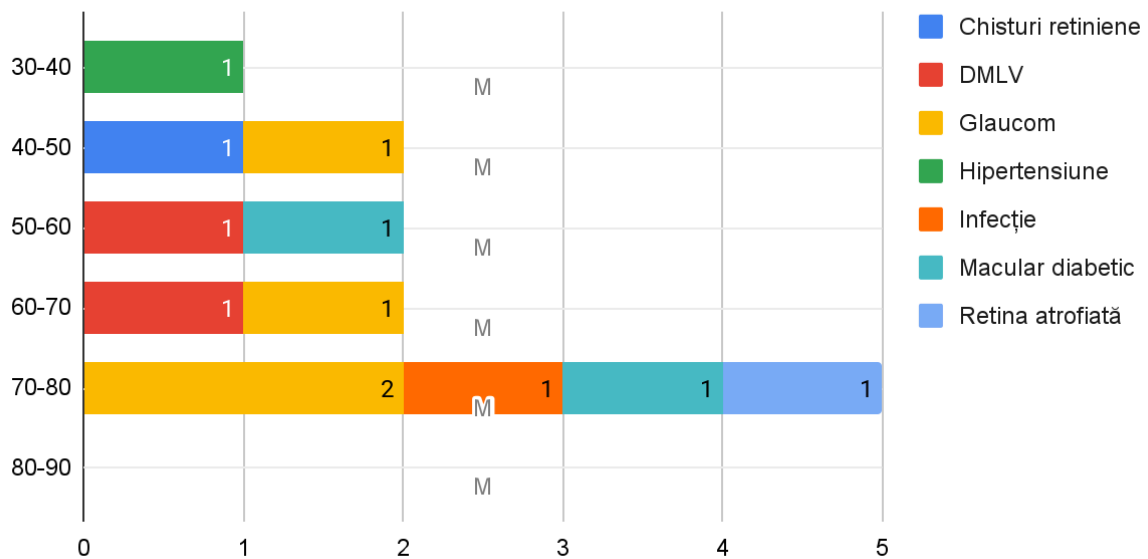


Figura 4.11- Diagramă privind clasificarea diagnosticilor pacienților de sex masculin în funcție de vârstă

### Distribuția diagnosticilor în funcție de grupele de vârstă la pacienții de sex feminin

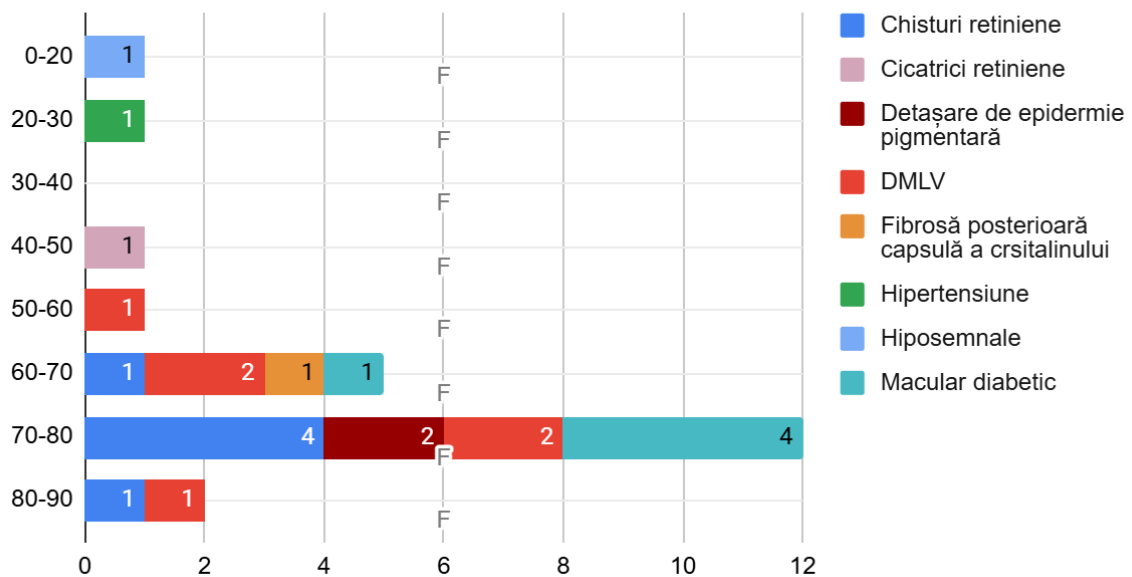


Figura 4.12- Diagramă privind clasificarea diagnosticilor pacientelor de sex feminin în funcție de vârstă

### Distribuția afecțiunilor asociate în funcție de grupele de vârstă la pacienții de sex masculin

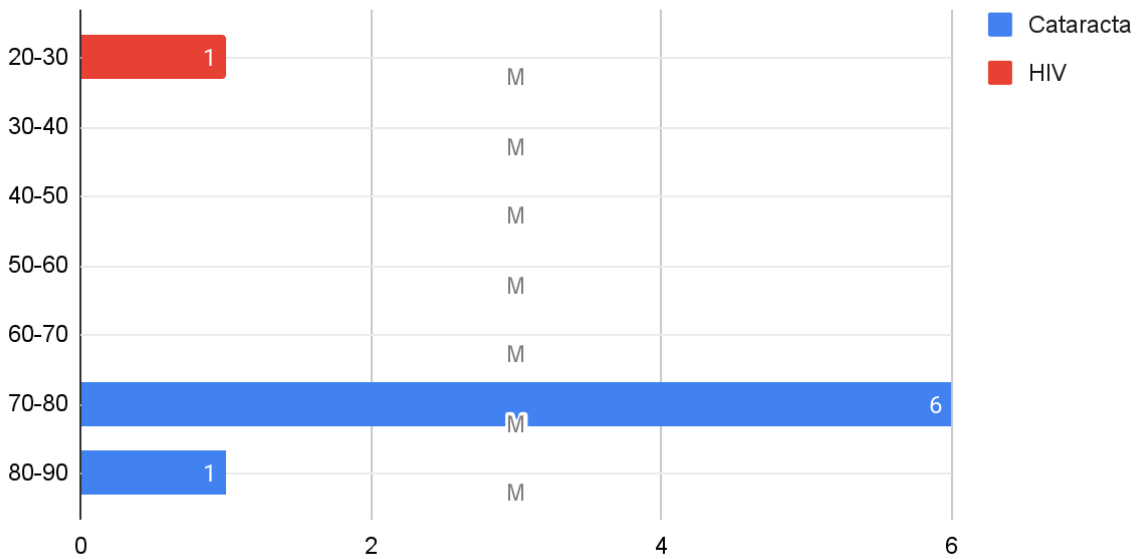


Figura 4.13- Diagramă privind clasificarea afecțiunilor asociate la pacienți de sex masculin în funcție de vârstă

### Distribuția afecțiunilor asociate în funcție de grupele de vârstă la pacienții de sex feminin

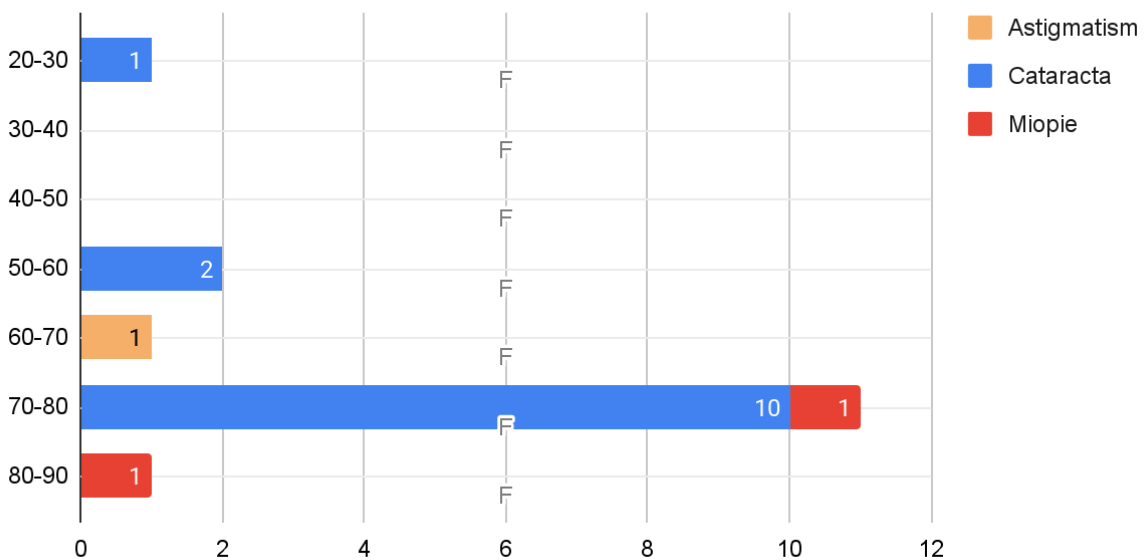


Figura 4.14- Diagramă privind clasificarea afecțiunilor asociate la paciente de sex feminin în funcție de vârstă

#### 4.1.5. Imagini realizate în cadrul activității practice

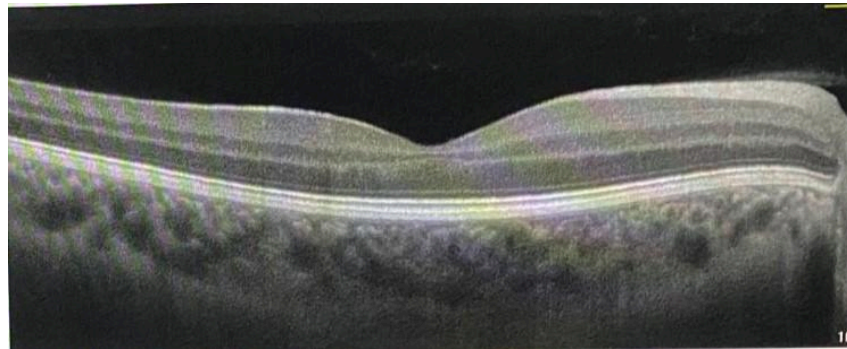


Figura 4.15- Pacient fără modificări patologice



Figura 4.16- Pacient cu astigmatism dar fără modificări de fund de ochi

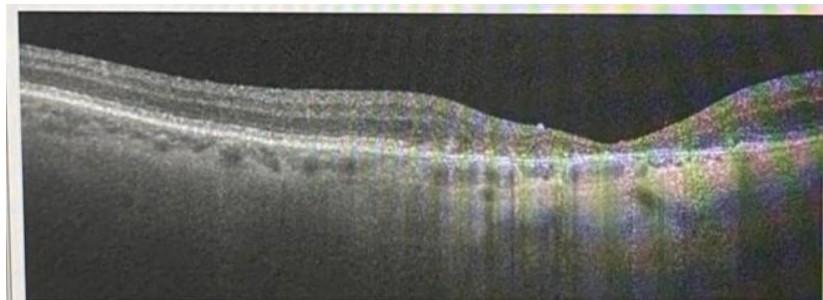


Figura 4.17- Pacient cu cataractă și cu modificări retiniene maculară

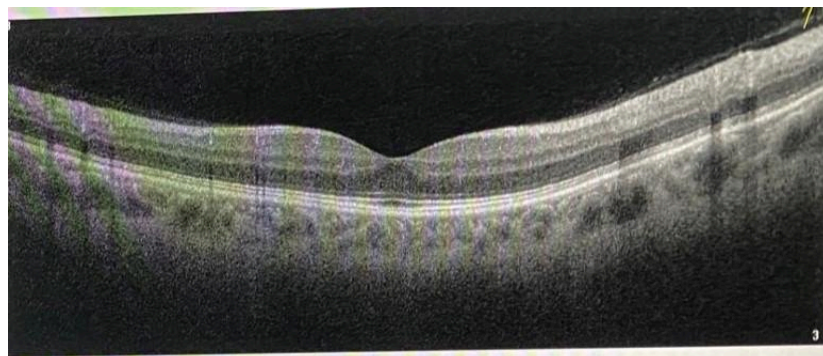


Figura 4.18- Pacient cu cicatrice retiniană parafoveolară

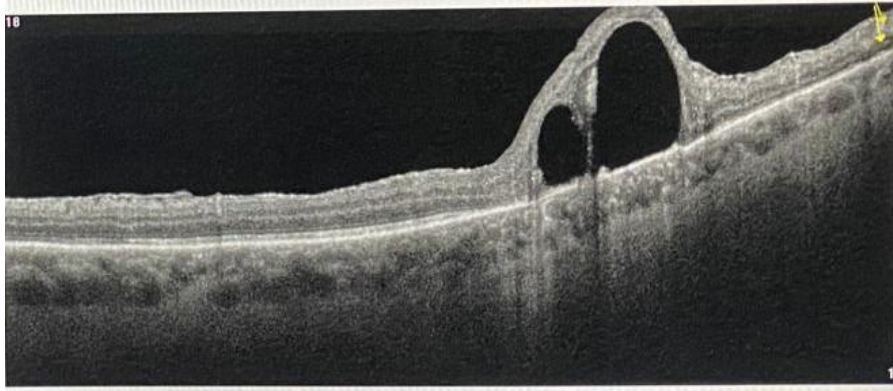


Figura 4.19- Pacient cu detașare EPR

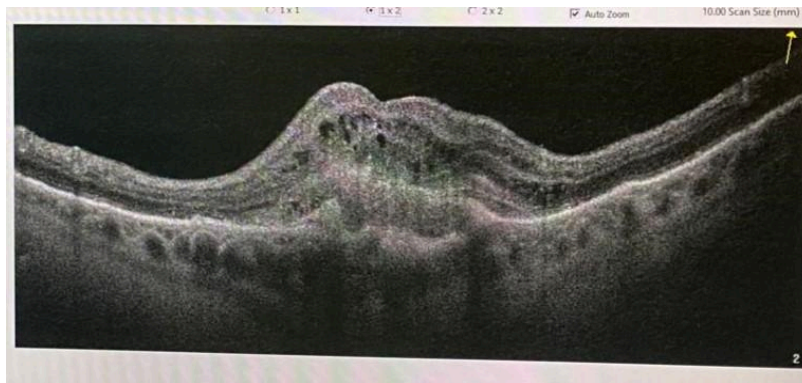


Figura 4.20- Pacient cu edem macular diabetic



Figura 4.21- Pacient cu DMLV

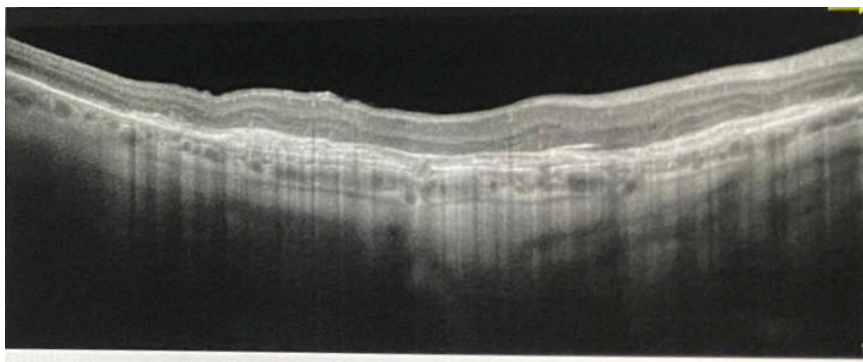


Figura 4.22- Pacient cu fibroză capsulară posterioară după operație de cataractă și cu DMLV

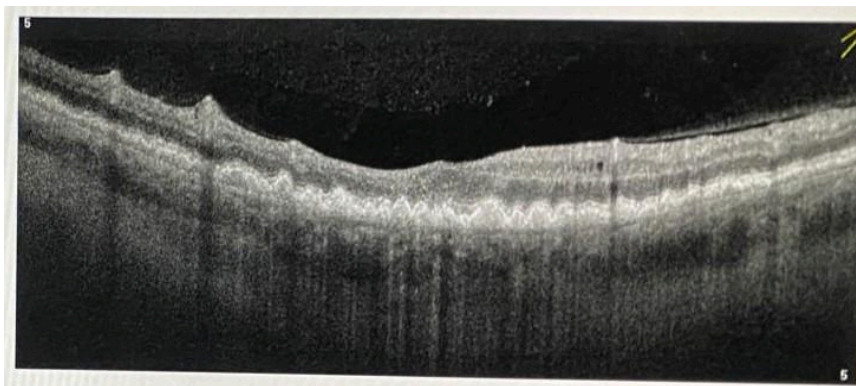


Figura 4.23- Pacient cu glaucom

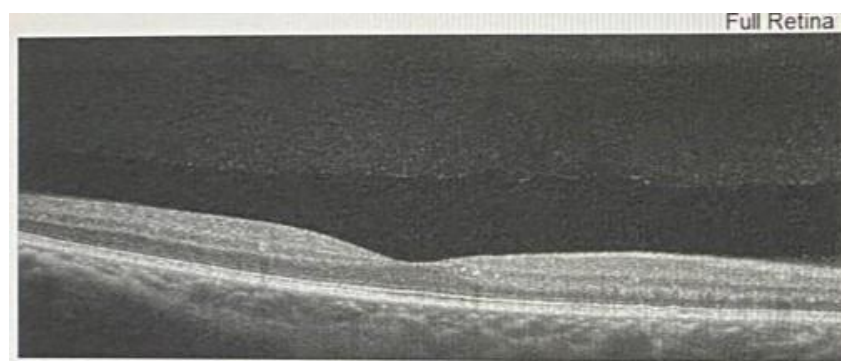


Figura 4.24- Pacient cu miopie și cu fund de ochi normal

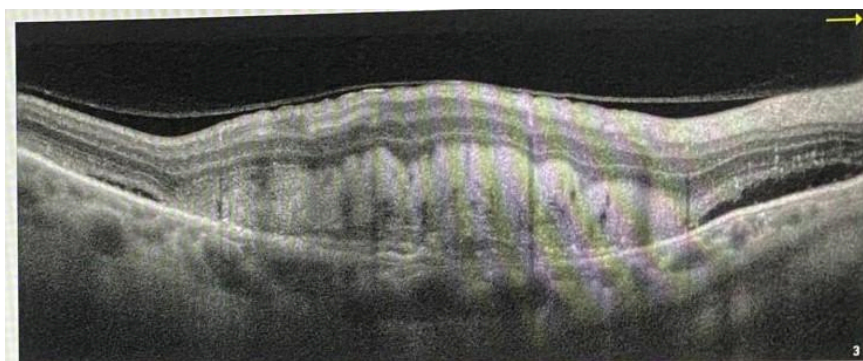


Figura 4.25- Pacient cu retină atrofiată și DMLV

#### 4.1.6. Discuția rezultatelor

Conform literaturii de specialitate, cele mai frecvent utilizate funcții ale tomografiei în coerență optică (OCT) sunt cele destinate examinării retinei, fibrelor nervoase și corneei. Dintre funcțiile retiniene, cele mai des întâlnite sunt: 3D Retina, Enhanced HD Line, Raster și Line scan. În ceea ce privește analiza fibrelor nervoase, funcțiile 3D Disc, ONH (capul nervului optic) și GCC (Complexul celulelor ganglionare) sunt cele mai utilizate. Pentru corneea, funcțiile Angle și Pachymetry sunt cele mai relevante.

Pe de altă parte, conform datelor obținute din practică și a rezultatelor statistice, cele mai utilizate funcții au fost: Raster, Radial Lines, Retina Map, 3D Disc, ONH și GCC. Funcțiile Angle și Pachymetry au fost, de asemenea, utilizate, însă nu se numără printre cele mai frecvente. În cazul funcțiilor retiniene, nu există o concordanță completă între teorie și practică, însă există suprapuneri. În schimb, pentru funcțiile dedicate fibrelor nervoase, se observă o concordanță totală între datele din literatură și cele din practică.

În ceea ce privește diagnosticele, majoritatea afecțiunilor sunt dependente de vârstă. Potrivit literaturii, maculopatia diabetică apare, în general, la pacienți diabetici de vârstă mijlocie, cel mai frecvent în intervalul 35–55 de ani. Această patologie este ușor mai frecventă la femei decât la bărbați. Conform datelor proprii, au fost diagnosticați 7 pacienți cu maculopatie diabetică: 2 bărbați (unul între 50–60 ani și unul între 70–80 ani), iar 5 femei – dintre care una între 50–60 ani și patru între 70–80 ani. Aceste date susțin afirmația conform căreia afecțiunea este mai prevalentă la femei. Totuși, nu pot confirma complet ipoteza că incidența maximă se situează între 30–60 de ani, deoarece majoritatea pacienților proprii sunt în grupa de vârstă 70–80 de ani.

Glaucomul are o prevalență în creștere odată cu înaintarea în vârstă, fiind cel mai frecvent întâlnit la persoanele peste 60 de ani. Literatura arată că bărbații prezintă un risc mai mare. Într-adevăr, datele proprii confirmă acest aspect: 4 pacienți de sex masculin au fost diagnosticați cu glaucom – unul între 40–50 ani, unul între 60–70 ani și doi între 70–80 ani. Aceste rezultate susțin ipoteza că glaucomul afectează predominant bărbații vârstnici.

Degenerescenta maculară legată de vârstă (DMLV/AMD) este, de asemenea, o patologie specifică vârstei înaintate, apărând în general după vârsta de 50 de ani și afectând mai frecvent femeile. Conform statisticilor, au fost diagnosticați 2 bărbați și 6 femei cu DMLV, majoritatea femeilor fiind în intervalul 60–80 de ani, ceea ce confirmă prevalența crescută în rândul femeilor în vârstă.

Cataracta are o incidență marcat crescută după vârsta de 60 de ani. Este mai frecventă la femei, în special în rândul celor de peste 70 de ani. Datele arată că 7 bărbați au fost diagnosticați cu cataractă (6 între 70–80 ani, 1 între 80–90 ani), în timp ce la femei s-au înregistrat 13 cazuri (10 între 70–80 ani, 2 între 50–60 ani și un caz izolat la 20–30 ani, ceea ce reprezintă o excepție, având în vedere că această afecțiune apare de regulă la vârstnici).

Chisturile retiniene și cicatricile retiniene pot apărea la vârste diferite, fiind adesea secundare altor afecțiuni precum diabetul, procese inflamatorii sau traume. Datele disponibile indică faptul că aceste modificări sunt mai frecvent întâlnite la pacienți de vârstă mijlocie și înaintată. A fost diagnosticat 1 bărbat (40–50 ani) și 6 femei (1 între 60–70 ani, 4 între 70–80 ani și 1 între 80–90 ani). Aceste rezultate susțin afirmația conform căreia chisturile și cicatricile retiniene sunt mai frecvente la vârstnici.

În concluzie, examinarea OCT este deosebit de utilă în populația de peste 40 de ani, având în vedere că numeroase afecțiuni retiniene degenerative și vasculare apar în această categorie de vârstă. Distribuția pe sexe evidențiază că unele afecțiuni – precum DMLV și cataracta – sunt mai frecvente la femei, în timp ce altele – cum ar fi glaucomul – afectează mai frecvent bărbații. Aceste cunoștințe epidemiologice sunt esențiale pentru implementarea screening-urilor țintite și a măsurilor de prevenție în grupurile cu risc crescut.

## Concluzii

În lucrarea mea de disertație am prezentat în detaliu anatomia ochiului, funcționarea tomografiei în coerență optică (OCT), bolile oculare și examinările efectuate cu ajutorul OCT.

Ochiul este situat în orbită, are dimensiuni mici, dar o anatomie extrem de complexă. Din acest motiv, pot apărea numeroase boli și afecțiuni, cum ar fi: boli ale interfeței vitreoretiniene, edeme maculare, telangiectazia maculară (MacTel), degenerescenta maculară legată de vârstă (DMLV), alte afecțiuni maculare degenerative, distrofiile retiniene ereditare, miopie, corioretinopatie seroasă centrală (CSCR), boli inflamatorii, maculopatie indusă de clorochină și tumori.

Tomografia în coerență optică (OCT) este o tehnică de imagistică non-invazivă care oferă imagini secționale de înaltă rezoluție ale țesuturilor. Este deosebit de utilă în cazurile în care diagnosticul histologic tradițional prin microscopie – de exemplu prin biopsie – nu este posibil, așa cum este cazul ochiului uman.

În cadrul practicii necesare pentru realizarea lucrării, am participat la examinarea OCT a 100 de pacienți, realizând un total de 368 de examinări pentru ochiul stâng: 216 la paciente de sex feminin și 152 la pacienți de sex masculin.

Pentru ochiul drept, au fost realizate în total 354 de examinări, dintre care 213 la femei și 141 la bărbați. Pe baza acestor date am efectuat o analiză statistică.

În prima etapă, am clasificat cei 100 de pacienți în funcție de vârstă și sex. Se observă că majoritatea pacienților examinați aparțin grupei de vârstă 70–80 de ani, urmați de grupele 60–70, 50–60 și 80–90 de ani. Acest fapt arată că bolile diagnosticate cu ajutorul OCT apar în special la vârste înaintate.

În etapa următoare am centralizat și analizat numărul de examinări efectuate, separat pentru ochiul drept și cel stâng. S-a constatat că cele mai frecvent utilizate funcții ale OCT au fost cele pentru examinarea retinei, cum ar fi: Raster, Radial Lines, Retina Map. Acestea au fost urmate de funcțiile pentru nervul optic: 3D Disc, ONH și GCC.

Rezultatele obținute au fost apoi regrupate în funcție de sex. Pentru ambii ochi, s-a observat că la paciente de sex feminin s-au realizat mai multe examinări decât la pacienți de sex masculin. Frecvența funcțiilor utilizate a fost aceeași pentru ambii ochi.

În etapa următoare am analizat diagnosticele stabilite în urma examinărilor. În majoritatea cazurilor nu au fost identificate modificări patologice sau diagnosticul a rămas

incert.

Am urmărit, de asemenea, în cazul fiecărei afecțiuni, la care ochi a fost realizată examinarea. Astfel, am realizat o analiză statistică separată pentru ochiul drept și ochiul stâng, în funcție de diagnosticele stabilite. S-a constatat că diagnosticele sunt, în mare parte, identice pentru ambii ochi, cu diferențe minime, ceea ce sugerează că bolile sunt de obicei prezente bilateral.

Am analizat și distribuția diagnosticului în funcție de sex și de vârstă. După cum am menționat anterior, în majoritatea cazurilor fie nu s-au observat modificări patologice, fie diagnosticul a rămas incert.

Printre diagnosticele întâlnite în cadrul cercetării se numără: astigmatism, cataractă, chist, cicatrice, detașare de EPR, DMLV, fibroză posterioară postoperatorie (după operația de cataractă), glaucom, hipertensiune, hiposemnale, HIV, infecție, maculopatie diabetică, miopie și atrofie retiniană.

S-a observat că la grupele de vârstă mai tinere au fost diagnosticate mai rar afecțiuni severe, deși chiar și la grupa 20–30 de ani a fost identificată o pacientă cu cataractă. În grupa de vârstă 70–80 de ani au fost diagnosticate toate acele boli care apar sau se agravează odată cu înaintarea în vârstă, cum ar fi: cataracta, glaucomul, DMLV, maculopatia diabetică și chisturile.

Acestea sunt frecvent întâlnite în grupa 70–80 de ani, dar pot fi identificate și în grupele 50–60, 60–70 și 80–90 de ani.

În concluzie, putem afirma că sănătatea ochilor se deteriorează odată cu înaintarea în vârstă, iar OCT-ul reprezintă un instrument esențial care oferă un diagnostic precis și permite monitorizarea evoluției bolilor în stadii incipiente. Examinarea OCT este nedureroasă și necesită un timp redus, motiv pentru care, odată ajunși la o anumită vârstă, este recomandat să efectuăm cel puțin o examinare anuală.

## Bibliografie

- [1] -Dumitrache, Marieta, and Burcin R. *Tratat de oftalmologie*. vol. Volumul I, București,Editura Universitară "Carol Davila", 2012. III vols., pg 4.
- [2]- Dr. Donáth, Tibor. *Anatómia-Élettan*. 1 ed., vol. 1, Budapest, MEDICINA KÖNYVKIADÓ RT., 2005.
- [3]- *VISUAL SYSTEM* I. Capitolul 6.
- [4]- Dumitrache, Marieta, and Burcin R. *Tratat de oftalmologie*. vol. Volumul II, București,Editura Universitară "Carol Davila", 2012. III vols.
- [5]- Dumitrache, Marieta, and Burcin R. *Tratat de oftalmologie*. vol. Volumul III, București,Editura Universitară "Carol Davila", 2012. III vols.
- [6]- Sanket U. Shah, MD. "Vitreomacular Traction Syndrome." *American Academy of Ophthalmology*, [https://eyewiki.org/Vitreomacular\\_Traction\\_Syndrome](https://eyewiki.org/Vitreomacular_Traction_Syndrome).
- [7]- medtextfree. *Ophthalmology*. vol. Chapter 130, 2010. *Free Medical Textbook*, <https://medtextfree.wordpress.com/2010/12/31/chapter-130-vitreomacular-traction-syndrome/>.
- [8]- Engerman, Ronald L. "Pathogenesis of Diabetic Retinopathy." *Respectives in Diabetes*, vol. 38, 1989, pp. 1-4,
- [9]- World Health Organization. *Diabetic retinopathy screening: a short guide*. 2020,
- [10]- U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. *Diabetic Retinopathy*. Vision Place, 2020,
- [11]- Niki Elyasi, BS, and Houman David Hemmati, MD, PHD. "Diabetic Macular Edema: Diagnosis and Management." *Retina, Ophthalmic Pearls*, 2021, pp. 1-3,
- [12]- Daniel Porter. "What Is Macular Edema?" *American Academy of Ophthalmology*, 23 sept. 2024, <https://www.aaopt.org/eye-health/diseases/what-is-macular-edema>.
- [13]- Kierstan Boyd. "What Is Branch Retinal Vein Occlusion (BRVO)?" *American Academy of Ophthalmology*, 01 oct. 2024, <https://www.aaopt.org/eye-health/diseases/what-is-branch-retinal-vein-occlusion>.
- [14]- DR. NAGY VALÉRIA. *SZEMFENÉKI VASCULARIS TÖRTÉNÉSEK-A THROMBOPHILIA RITKA MEGJELENÉSI FORMÁI*. Debrecen,
- [15]- G Atma Vemulakonda, MD. "What Is a Retinal Artery Occlusion?" *American Academy of Ophthalmology*, 11 nov. 2024, <https://www.aaopt.org/eye-health/diseases/what-is-stroke-affecting-eye>.

- [16]- Dr. Nagy, Zoltan Zsolt Zsolt, and Andras Dr. Papp. “A diabéteszes makula ödéma jellemzői, korszerű kezelési lehetőségei és ellátási helyzete Magyarországon.” pp. 1-2.
- [17]- Browning, David J; Stewart, Michael W1,; Lee, Chong. “Diabetic macular edema, Evidence-based management.” *Download Cite Share Favorites Permissions Review Article Diabetic macular edema Evidence-based management Browning, David J; Stewart, Michael W1,; Lee, Chong Author Information Indian Journal of Ophthalmology*, 2018,  
[https://journals.lww.com/ijo/fulltext/2018/66120/Diabetic\\_macular\\_edema\\_\\_Evidence\\_based\\_management.15.aspx](https://journals.lww.com/ijo/fulltext/2018/66120/Diabetic_macular_edema__Evidence_based_management.15.aspx).
- [18]- Kierstan Boyd. “What Is Uveitis?” *American Academy of Ophthalmology*, 03 dec. 2024,  
<https://www.aao.org/eye-health/diseases/what-is-uveitis>.
- [19]- Mayo Clinic. “Uveitis.” *Mayo Clinic*, 07 mar. 2023,  
<https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/uveitis/symptoms-causes/syc-20378734>.
- [20]- Cleveland Clinic. “Uveitis.” *Clevelandclinic*,  
<https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/14414-uveitis>.
- [21]- Eye Diseases & Conditions. “Uveitis.” *Prevent Blindness*,  
<https://preventblindness.org/uveitis/>.
- [22]- Apollo Hospitals. “Uveitis: típusok, okok, tünetek, diagnózis és kezelés.” *Apollo Hospitals*,  
<https://www.apollohospitals.com/hu/diseases-and-conditions/uveitis-types-causes-symptoms-diagnosis-and-treatment>.
- [23]- Dean Elliott, MD, Ivana Kim, MD, Yoshihiro Yonekawa, MD. “Pseudophakic Cystoid Macular Edema (Irvine-Gass Syndrome).” *American Academy of Ophthalmology*, 20 ian. 2024,  
[https://eyewiki.org/Pseudophakic\\_Cystoid\\_Macular\\_Edema\\_\(Irvine-Gass\\_Syndrome\)](https://eyewiki.org/Pseudophakic_Cystoid_Macular_Edema_(Irvine-Gass_Syndrome))
- [24]- Ayse Gul Kocak Altintas, Cagri Ilhan and Mehmet Citirik. “The management of Irvine-Gass Syndrome in a patient using Inhaler Steroid.” *International Journal of Clinical and Experimental Ophthalmology*, 2018,  
<https://www.clinophthaljournal.com/apdf/ijceo-aid1011.pdf>.

- [25]- Kierstan Boyd. "Understanding Macular Degeneration." *American Academy of Ophthalmology*, 01 oct. 2024,  
<https://www.aao.org/eye-health/diseases/amd-macular-degeneration>.
- [26]- Yasser M. Elshatory, MD. "Age-Related Macular Degeneration." *American Academy of Ophthalmology*, 6 mar 2025, [https://eyewiki.org/Age-Related\\_Macular\\_Degeneration](https://eyewiki.org/Age-Related_Macular_Degeneration).
- [27]- Johns Hopkins Medicine. "Age-Related Macular Degeneration (AMD)." *Johns Hopkins Medicine*,  
<https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/agerelated-macular-degeneration-amd>.
- [28]- Alfredo García-Layana, Francisco Cabrera-López , José García-Arumí , Lluís Arias-Barquet , José M Ruiz-Moreno. "Early and intermediate age-related macular degeneration: update and clinical review." *PubMedCentral*, 3 oct. 2017,  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5633280/>.
- [29]- Ana Rita Fernandes, et al. "Exudative versus Nonexudative Age-Related Macular Degeneration: Physiopathology and Treatment Options." *PubMed Central*, 26 febr 2016, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8910030/>.
- [30]- Szabi Madaras. "A makula-degeneráció építőkövei." *Mezéménesi ÉletmódKözpont*, 20 ian. 2021,  
[https://herghelia.hu/a-makula-degeneracio/?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiAtYy9BhBcEiwANWQOLyPMBaBHNY6hgqMqHdY9YyAkt4LYqcwWZH4TH0MZInVw1\\_vafGCNbBoCDWgQAvD\\_BwE](https://herghelia.hu/a-makula-degeneracio/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAtYy9BhBcEiwANWQOLyPMBaBHNY6hgqMqHdY9YyAkt4LYqcwWZH4TH0MZInVw1_vafGCNbBoCDWgQAvD_BwE).
- [31]- Dr. Vlad Ioan Beraru. "Degenerescenta maculara (DMLV) - principala cauza de scadere a vederii la populatia cu varsta de peste 55 ani!" *MedLife*, 09 apr. 2024,  
[https://www.sfatulmedicului.ro/Sanatatea-ochilor/degenerescenta-maculara-dmlv-principala-cauza-de-scadere-a-vederii-la-po\\_10625](https://www.sfatulmedicului.ro/Sanatatea-ochilor/degenerescenta-maculara-dmlv-principala-cauza-de-scadere-a-vederii-la-po_10625).
- [32]- Szemészeti Szakmai Kollégium. *NEFMI szakmai protokoll az időskori makula degeneráció kezeléséről*, 2011, pp. 1-18.
- [33]- Dr. Varga László, Katona Melinda, Grósz Tamás, Dr. Dombi József, Dr. Kovács Attila, Dr. Dégi Rózsa, Dr. Nyúl László. *Időskori makula degeneráció kvantitativ jellemzése SD-OCT képek automatikus elemzésével*, pp. 1-6.
- [34]- Adult-onset vitelliform macular dystrophy and Best disease." *Macular Disease Foundation Australia*,  
<https://www.mdfoundation.com.au/about-macular-disease/other-macular-conditions/vitelliform-macular-dystrophy-best-disease/>.

- [35]- Grace E. Nipp, et al. "REVIEW article." *Adult-onset foveomacular vitelliform dystrophy: epidemiology, pathophysiology, imaging, and prognosis*, vol. 3, 2023.  
<https://www.frontiersin.org/journals/ophthalmology/articles/10.3389/fopht.2023.1237788/full>.
- [36]- Darin R Goldman, MD. "Angioid Streaks." *American Academy of Ophthalmology*, 6 mar 2025, [https://eyewiki.org/Angioid\\_Streaks](https://eyewiki.org/Angioid_Streaks).
- [37]- Cleveland Clinic. "Angioid Streaks." *Cleveland Clinic*,  
<https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/angioid-streaks>.
- [38]- Dr Philippa Vincent, MRCP. "Hereditary retinal dystrophies." *Patient*, 21 iul. 2023,  
<https://patient.info/doctor/hereditary-retinal-dystrophies>.
- [39]- Boston Children's Hospital. "Inherited Retinal Disorders." *Boston Children's Hospital*,  
<https://www.childrenshospital.org/conditions/inherited-retinal-disorders>.
- [40]- Barraquer. "Hereditary retinal dystrophy." *Barraquer*,  
<https://www.barraquer.com/en/pathology/hereditary-retinal-dystrophy>.
- [41]- David Turbert. "Nearsightedness: What Is Myopia?" *American Academy of Ophthalmology*, 07 nov. 2024,  
<https://www.aao.org/eye-health/diseases/myopia-nearsightedness>.
- [42]- Danny A. Mammo, MD, Perry J. Thompson. "Dome-Shaped Macula." *American Academy of Ophthalmology*, 16 iun. 2024, [https://eyewiki.org/Dome-Shaped\\_Macula](https://eyewiki.org/Dome-Shaped_Macula).
- [43]- Szemészeti Klinika Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar. *A kóros rövidlátás talaján kialakult súlyos látásromlás. Szemészeti Klinika Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar*,  
<https://szemmelweis.hu/szemeszet/a-szem-betegsegei/a-koros-rovidlatas-talajan-kialakult-sulyos-latasromlas/>.
- [44]- Cleveland Clinic. "Myopia (Nearsightedness)." *Cleveland Clinic*,  
<https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/8579-myopia-nearsightedness>.
- [45]- Singapore National Eye Centre Company. "UNDERSTAND MORE ABOUT HIGH MYOPIA." pp. 1-8.  
[https://www.s nec.com.sg/patient-care/conditionstreatments/eye-conditions-brochures/Documents/EN\\_High\\_Myopia.pdf](https://www.s nec.com.sg/patient-care/conditionstreatments/eye-conditions-brochures/Documents/EN_High_Myopia.pdf).
- [46]- David Perez, MD, Shulamit Schwartz, MD, and Anat Loewenstein, MD Edited By: Bennie H. Jeng, MD, and Ingrid U. Scott, MD, MPH. "Myopic Choroidal Neovascularization." *American Academy of Ophthalmology*, 01 march 2020,  
<https://www.aao.org/eyenet/article/myopic-choroidal-neovascularization>.

- [47]- Hisham Alkuraya, MD. “Myopic Foveoschisis: A Common Complication in High Myopia.” *Retinal Physician*, 01 march 2011, <https://www.retinalphysician.com/issues/2011/march/myopic-foveoschisis/>.
- [48]- Daniel Porter. “What is Central Serous Chorioretinopathy?” *American Academy of Ophthalmology*, 09 oct 2024, <https://www.aao.org/eye-health/diseases/what-is-central-serous-retinopathy>.
- [49]- The Fundation American Society of Retina Specialists. “Central Serous Chorioretinopathy.” *The Fundation American Society of Retina Specialists*, <https://www.asrs.org/patients/retinal-diseases/21/central-serous-chorioretinopathy>.
- [50]- Diego Fernando Silva Aguayo ; Mariana de Jesús Mosquera Guilcapi ; Byron Ernesto Coello Franco ; Josselyn Gabriela Gortaire Macas. “Corioretinopatía serosa central.” *RECIMUNDO*, 2024, pp. 1-8. <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/2249>.
- [51]- Maria Wang, Inger Christine Munch, Pascal W. Hasler, Christian Prünke, Michael Larsen. “Central serous chorioretinopathy.” *Acta Ophthtalmologica*, 2008. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1600-0420.2007.00889.x>.
- [52]- Brian Toussaint MD. “Multiple Evanescent White Dot Syndrome.” *American Academy of Ophthalmology*, 12 dec. 2024, [https://eyewiki.org/Multiple\\_Evanescent\\_White\\_Dot\\_Syndrome](https://eyewiki.org/Multiple_Evanescent_White_Dot_Syndrome).
- [53]- Ioannis Papisavvas , Alessandro Mantovani, Ilknur Tugal-Tutkun , Carl P Herbort Jr. “Multiple evanescent white dot syndrome (MEWDS): update on practical appraisal, diagnosis and clinicopathology; a review and an alternative comprehensive perspective.” *PubMed Central*, 18 dec. 2021, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8684571/>.
- [54]- Avrey Thau, Matej Polomsky, MD, Murtaza Adam, MD. “Acute Posterior Multifocal Placoid Pigment Epitheliopathy.” *American Academy of Ophthalmology*, 30 dec 2024, [https://eyewiki.org/Acute\\_Posterior\\_Multifocal\\_Placoid\\_Pigment\\_Epitheliopathy](https://eyewiki.org/Acute_Posterior_Multifocal_Placoid_Pigment_Epitheliopathy).
- [55]- Ilaria Testi, Sandra Vermeirsch & Carlos Pavesio. “Acute posterior multifocal placoid pigment epitheliopathy (APMPPE).” *Journal of Ophthalmic Inflammation and Infection*, no. 31, 2021. <https://joi-journal.springeropen.com/articles/10.1186/s12348-021-00263-1>.
- [56]- Marta Catarina Esteves Guedes, MD. “Serpiginous Choroidopathy.” *American Academy of Ophthalmology*, 6 ian. 2025, [https://eyewiki.org/Serpiginous\\_Choroidopathy](https://eyewiki.org/Serpiginous_Choroidopathy).

- [57]- Amelia M. Todd, MD, Niloofar Piri, MD, and Denis Jusufbegovic, MD. “Diagnosis and Management of Serpiginous Choroiditis.” *American Academy of Ophthalmology*, 01 may 2019, <https://www.aao.org/eyenet/article/diagnosis-of-serpiginous-choroiditis>.
- [58]- Hugo R. Salcedo, MD. “Vogt-Koyanagi-Harada Disease.” *American Academy of Ophthalmology*, 30 dec. 2024, [https://eyewiki.org/Vogt-Koyanagi-Harada\\_Disease](https://eyewiki.org/Vogt-Koyanagi-Harada_Disease).
- [59]- Kenji Ishihara, MD · Masanori Hangai, MD, Mihori Kita, MD · Nagahisa Yoshimura, MD. “Acute Vogt–Koyanagi–Harada Disease in Enhanced Spectral-Domain Optical Coherence Tomography.” *Ophthalmology*, vol. 116, 2009. [https://www.aaojournal.org/article/S0161-6420\(09\)00354-6/fulltext](https://www.aaojournal.org/article/S0161-6420(09)00354-6/fulltext).
- [60]- Sanita Korah, Thomas Kuriakose. “Optical coherence tomography in a patient with chloroquine-induced maculopathy.” 2008.
- [61]- Christina Y. Weng, MD, MBA, Judy E. Kim, MD. “Hydroxychloroquine Toxicity.” *American Academy of Ophthalmology*, 14 ian. 2025, [https://eyewiki.org/Hydroxychloroquine\\_Toxicity](https://eyewiki.org/Hydroxychloroquine_Toxicity).
- [62]- Michael F. Marmor, MD, Ulrich Kellner, MD, Timothy Y.Y. Lai, MD, FRCOphth, Ronald B. Melles, MD William F. Mieler, MD. “Recommendations on Screening for Chloroquine and Hydroxychloroquine Retinopathy (2016 Revision).” *American Academy of Ophthalmology Statement*, 2016, pp. 1-9.
- [63]- The Foundation American Society of Retina Specialists. “Choroidal Nevus.” *Retina Health Series*, <https://www.asrs.org/patients/retinal-diseases/42/choroidal-nevus>.
- [64]- Emil Anthony T Say , Sanket U Shah , Sandor Ferenczy , Carol L Shields. “Optical Coherence Tomography of Retinal and Choroidal Tumors.” *Journal of Ophthalmology*, 2011. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3139893/>.
- [65]- Silke Aumann, Sabine Donner, Jörg Fischer, and Frank Müller. *High Resolution Imaging in Microscopy and Ophthalmology: New Frontiers in Biomedical Optics*. vol. 3, 2019. *National Library of Medicine*, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554044/>.
- [66]- Righab Hamdan , Ricardo Garcia Gonzalez , Said Ghostine , Christophe Caussin. “Optical coherence tomography: From physical principles to clinical applications Tomographie par cohérence optique : des principes physiques aux applications cliniques.” vol. 105, 2012. *Science Direct*, [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875213612001490?fbclid=IwY2xjawJ0iPllHRuA2FlbQIxMAABHiQ7Vyl8IyPolqXq61JBUx1OX3E1aZDgl1xKcCN0-F-WUocewFVdVSNzOk6P\\_aem\\_kn3Z8RVHRvtZqAoSV13tUw](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875213612001490?fbclid=IwY2xjawJ0iPllHRuA2FlbQIxMAABHiQ7Vyl8IyPolqXq61JBUx1OX3E1aZDgl1xKcCN0-F-WUocewFVdVSNzOk6P_aem_kn3Z8RVHRvtZqAoSV13tUw).

- [67]- A F Fercher, W Drexler, C K Hitzenberger and T Lasser. *Optical coherence tomography—principles and applications*. 2003,  
[https://light.ece.illinois.edu/ECE280/OCT\\_review.pdf?fbclid=IwY2xjawJ0iPxlHRuA2FlbQIxMAABHgHSzTOSsjt8uNV6wRZDRXmY8V4wpOCDu1XwC7wZYsSQjYGfxnFj2uD4sLsE\\_aem\\_jaszIpfvMqUYpSY0APwBbQ](https://light.ece.illinois.edu/ECE280/OCT_review.pdf?fbclid=IwY2xjawJ0iPxlHRuA2FlbQIxMAABHgHSzTOSsjt8uNV6wRZDRXmY8V4wpOCDu1XwC7wZYsSQjYGfxnFj2uD4sLsE_aem_jaszIpfvMqUYpSY0APwBbQ).
- [68]- “Spectral Domain Optical Coherence Tomography.” *Romger General*,  
<https://romger.com/sd-oct/>.
- [69]- “Working Principle of OCT.” *Center for Biomedical OCT Research*,  
[https://octresearch.org/the-center/oct-and-biomedical-optics/working-principle-of-oct/?fbclid=IwY2xjawJ0iPVleHRuA2FlbQIxMAABHjiGDldeSvnlqz1ABON1rqb37zteF6WcJjaoZxYYRn0xJj6OEXdlIxtbba\\_aem\\_URzRi-TKVwvK6oZDLWUquQ](https://octresearch.org/the-center/oct-and-biomedical-optics/working-principle-of-oct/?fbclid=IwY2xjawJ0iPVleHRuA2FlbQIxMAABHjiGDldeSvnlqz1ABON1rqb37zteF6WcJjaoZxYYRn0xJj6OEXdlIxtbba_aem_URzRi-TKVwvK6oZDLWUquQ).
- [70]- “The Optical-Coherence Tomograph (OCT) RTVue XR Avanti.” *Optik Medikal*,  
<https://optikmedikal.com.ua/en/equipment/the-optical-coherence-tomograph-oct-rtvue-xr-avanti/>.
- [71]- Danuta M Sampson, Noha Ali , Alex Au Yong , Rumaanah Jeewa , Saumya Rajgopal , Deepaysh D C S Dutt , Sharaf Mohamed , Shehata Mohamed , Alex Hansen , Moreno Menghini , Fred K Chen. “RTVue XR AngioVue Optical Coherence Tomography Angiography Software Upgrade Impacts on Retinal Thickness and Vessel Density Measurements.” 2020. *National Library of Medicine*,  
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7351533/>.
- [72]- *RTVue XR Avanti, CAm User Manual International Software Version 2016.2*. 2016.
- [73]- Prof. Marie-Noelle Delyfer, MD, PhD, FEBO, and Prof. Jean-Francois Korobelnik, MD, FEBO. *OCT & RETINA*. FRANCE, Edited by: Laboratoires Theá, Carl Zeiss Meditec France SAS.
- [74]- *SmartBuyGlasses*,  
<https://www.smartbuyglasses.ca/optical-center/eye-care/the-dangers-of-eyeball-tattoos/>.
- [75]- “Retina Posters.” *pixers*, <https://pixers.hk/posters/retina>.
- [76]- Lumedica and Edmund Optics |. *TEACHING PRINCIPLES & APPLICATIONS OF OCT Optical Coherence Tomography*. 2018.
- [77]- Optovue. *User’s Manual*. vol. Version 3.0, 2007.
- [78]- Optovue. *RTVue XR Avanti*. 2016.
- [79]- Scientific Reports. “Choroidal morphology and microvascular structure in eyes of patients with idiopathic normal pressure hydrocephalus before and after

ventriculo-peritoneal shunt surgery.” 2023,

[https://www.researchgate.net/publication/374290072\\_Choroidal\\_morphology\\_and\\_microvascular\\_structure\\_in\\_eyes\\_of\\_patients\\_with\\_idiopathic\\_normal\\_pressure\\_hydrocephalus\\_before\\_and\\_after\\_ventriculo-peritoneal\\_shunt\\_surgery](https://www.researchgate.net/publication/374290072_Choroidal_morphology_and_microvascular_structure_in_eyes_of_patients_with_idiopathic_normal_pressure_hydrocephalus_before_and_after_ventriculo-peritoneal_shunt_surgery).

[80]- E. Göran Sallerud. *Biomedical Optics OCT*. 05 10 2006.

## DECLARAȚIE PE PROPRIE RĂSPUNDERE

Subsemnata, **Nedelka Nóra-Boglárka** , declar că Lucrarea de absolvire/Lucrarea de licență/Proiectul de diplomă/Lucrarea de disertație pe care o voi prezenta în cadrul examenului de finalizare a studiilor la Facultatea de **Fizică**, din cadrul Universității Babeș-Bolyai, în sesiunea **Iulie 2025** , sub îndrumarea **Prof. Dr. Zoltán Bálint, Conf. Dr. Horváth Karin Ursula**, reprezintă o operă personală. Menționez că nu am plagiat o altă lucrare publicată, prezentată public sau un fișier postat pe Internet. Pentru realizarea lucrării am folosit exclusiv bibliografia prezentată și nu am ascuns nici o altă sursă bibliografică sau fișier electronic pe care să le fi folosit la redactarea lucrării.

Prezenta declarație este parte a lucrării și se anexează la aceasta.

Data  
20.06.2025.

Nume  
Nedelka Nóra-Boglárka

Semnătură