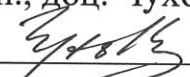


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

УДК 617.726

«Допущено до захисту»

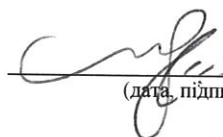
В.о. завідувача кафедри
комп'ютерних технологій у
медицині та телекомунікаціях
к.т.н., доц. Чухов В.В.


« 19 » 12 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

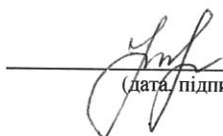
на тему Дослідження патологій очей за допомогою новітніх технологій
за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія»
освітній ступінь «магістр»

Виконавець роботи
студент 2 курсу, гр.БІм-21-1


(дата, підпис) 5.12.2022

Алтаргоні
Абдулазіз

Керівник роботи
к.т.н., доц.


(дата, підпис) 5.12.2022

Нікітчук Т.М.

Житомир
2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЦИНІ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної магістерської роботи

на тему Дослідження патологій очей за допомогою новітніх технологій

Виконав: студент 2 курсу,
групи БІм-21-1 спеціальності
163 «Біомедична інженерія»

Алтаргоні Абдулазіз

Керівник Нікітчук Т.М.

Рецензент Коломієць Р.О.

Житомир
2022

«Затверджено»

В.о. завідувача кафедри

комп'ютерних технологій у

медицині та телекомунікаціях

 В.В. Чухов
« 25 » вересня 2021 р.

Завдання на кваліфікаційну магістерську роботу

Алтаргоні Абдулазіз

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження патологій очей за допомогою новітніх технологій

затверджено наказом по університету від «12» жовтня 2022 р. № 461/с

2. Мета дослідження Розробка системи діагностики захворювань ока для виявлення патологій, що діють використовувалась в домашніх умовах.

3. Вихідні дані (характеристики об'єкта, умов дослідження та ін. дитячий зір, приїтковий зір, макула

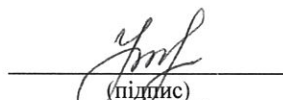
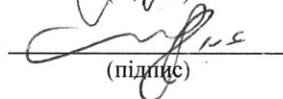
4. Основні задачі дослідження розробити методику перевірки розсіпів, розробити програмну частину виявлення патологій ока

5. Термін подання роботи до захисту серпень 2022р.

6. Дата видачі завдання « 25 » вересня 2021 р.

Науковий керівник

Завдання прийняв
до виконання


(підпис)

(підпис)

Алтаргоні А.А.
(прізвище, ініціали)
Алтаргоні Абдулазіз
(прізвище, ініціали)

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі магістра розглянуто питання розробки системи діагностики захворювань ока для виявлення патологій, пов'язаних з порушенням однорідності його структури, що зможе використовуватись в домашніх умовах в мобільних застосунках.

ANNOTATION

The master's qualification work considered the issue of developing a system for diagnosing eye diseases to detect pathologies associated with a violation of the homogeneity of its structure, which can be used at home in mobile applications.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	8
1.1 Будова ока	8
1.2 Методи діагностики в офтальмології	19
1.3 Зорові функції. Центральний та периферичний зір. Дослідження поля зору	24
РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ГОСТРОТИ ТА ПОЛЯ ЗОРУ	28
2.1 Різновиди захворювань ока	28
2.2 Прилади та системи для діагностування захворювань ока	33
2.3 Комп'ютерна периметрія очей	44
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	49
3.1 Дослідження зниження функції акомодатії у дітей в період пандемії	49
3.2. Дослідження центрального зору	53
3.3 Експериментальне дослідження периферичного зору	56
ВИСНОВКИ	62
ЛІТЕРАТУРА	63

ВСТУП

Око є парним сенсорним органом людини, який може сприймати електромагнітні випромінювання у видимих діапазонах довжини хвилі і відіграє функцію зору. Через око люди сприймають майже 90% інформації з оточуючого світу. Очі ще називають зоровими аналізаторами, які складаються з трьох ланок: периферичної, провідникової і центральної. Очі людини є результатом довгого процесу вдосконалення світлових сенсорів нервової системи. Очне яблуко округленої форми, діаметр якої складає приблизно 23 мм, а маса 7-8 г. Стінки очей складаються з таких оболонок: зовнішньої (білкової), середньої (судинної), внутрішньої (сітківки). Очне яблуко містить стінку, внутрішнє ядро (кришталік, скловидне тіло), передню та задню камери ока (заповнені водянистою речовиною). Хвороби ока є як і спадкові, так і набуті за життя, ось чому потреба у сучасному виявленні і діагностиці патологій грає велику роль в медицині. Відносно недавно почали з'являтися прилади для діагностики ока, засновані на принципі пропускання через око ультразвукової хвилі певної частоти, та реєстрації параметрів цієї хвилі після проходження. Такі прилади мають значно менші габаритні розміри та вагу, а також більш якісніші результати контролю.

На сьогоднішній день існує чимало методів діагностики ока. Проте прилади, якими виконується діагностика, засновані переважно на законах геометричної оптики та містять в своїй конструкції велику кількість скляних деталей. За рахунок цього вони мають досить великі габаритні розміри та вагу. Також компоненти оптичної системи таких приладів інколи бувають досить дорогими у виготовленні. Одним із важливих завдань виявлення патологій ока є дослідження однорідності структури цього органу. Серед перших пристроїв, що дозволяли виявляти неоднорідності ока людини, були ручні офтальмоскопи. Сьогодні виділяють такі види офтальмоскопів: бінокулярні, лазерні, з лінзою Гольдмана, прямої і зворотної дії. Основними недоліками цих приладів є їх наявність в діагностичних центрах, до яких звертаються в тяжких випадках захворювання. Тому актуальним є дослідження патологій очей за допомогою

новітніх технологій, які можуть бути як додатки в мобільних засосунках та зможуть використовуватись в індивідуальному порядку в домашніх умовах.

Тому **мета** магістерської кваліфікаційної роботи – розробка системи діагностики захворювань ока для виявлення патологій, пов’язаних з порушенням однорідності його структури, що зможе використовуватись в домашніх умовах в мобільних застосунках.

Об’єктом роботи є захворювання очей людини.

Предметом роботи є система для діагностики захворювання очей людини.

Завдання магістерської кваліфікаційної роботи:

- провести аналіз методів і засобів діагностики захворювань очей, пов’язаних із порушенням однорідності його структури;
- розглянути методи та обґрунтувати вибір методу діагностування патологій ока;
- розробити алгоритм проведення досліджень;
- розробити програмну частину визначення патології очей.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Будова ока

Зоровий аналізатор [1-10] складається з периферійної частини, представленої очним яблуком (*bulbus oculi*), провідних шляхів, що включають зоровий нерв, зоровий тракт, лучистість Граціоле, і центральний відділ аналізатора. Центральний відділ складається з підкіркового центру (зовнішні колінчаті тіла) і коркового зорового центру (*fissura calcarina*) потиличної долі головного мозку. Передньозадній розмір ока при народженні дорівнює, в середньому, 16,2 мм. До 1-го року життя він збільшується до 19,2 мм, до 15 років дорівнює 23 мм, що практично вже відповідає середньому розміру ока дорослої людини (24 мм). Схожою є й динаміка маси очного яблука. Якщо при народженні вона в середньому становить 3 г, то до 1-го року життя - 4,5 г, а до 11 років - 11 г, що практично дорівнює масі ока дорослої людини. Вертикальний діаметр рогівки становить в середньому 11-11,5 мм, а горизонтальний - 11,5-12 мм. При народженні горизонтальний діаметр дорівнює 9 мм і до 2 років практично досягає діаметра у дорослої людини. Очне яблуко (*bulbus oculi*) має 3 оболонки, що оточують його внутрішні середовища, – фіброзну, судинну і сітчасту. Зовнішня, або фіброзна, оболонка очного яблука представлена щільною еластичною тканиною, 5/6 її становить непрозора частина – склера і 1/6 прозора частина - рогівка. Місце переходу рогівки у склеру називається лімб. Фіброзна оболонка виконує захисну, формоутворювальну і тургорну функції, до неї прикріплюються окорухові м'язи.

Фіброзна оболонка ока [2-10].

Рогівка (*cornea*), крім перерахованих, виконує ще оптичну функцію, будучи основним заломлюючим середовищем ока. Вона характеризується прозорістю, гладкістю, дзеркальністю, сферичністю, високою чутливістю. Рогівка складається з 6 шарів: переднього епітелію, передньої пограничної

мембрани (боуменової оболонки), власної речовини рогівки, задньої пограничної мембрани (десцеметової оболонки), шару Дуа і заднього епітелію або ендотелію.

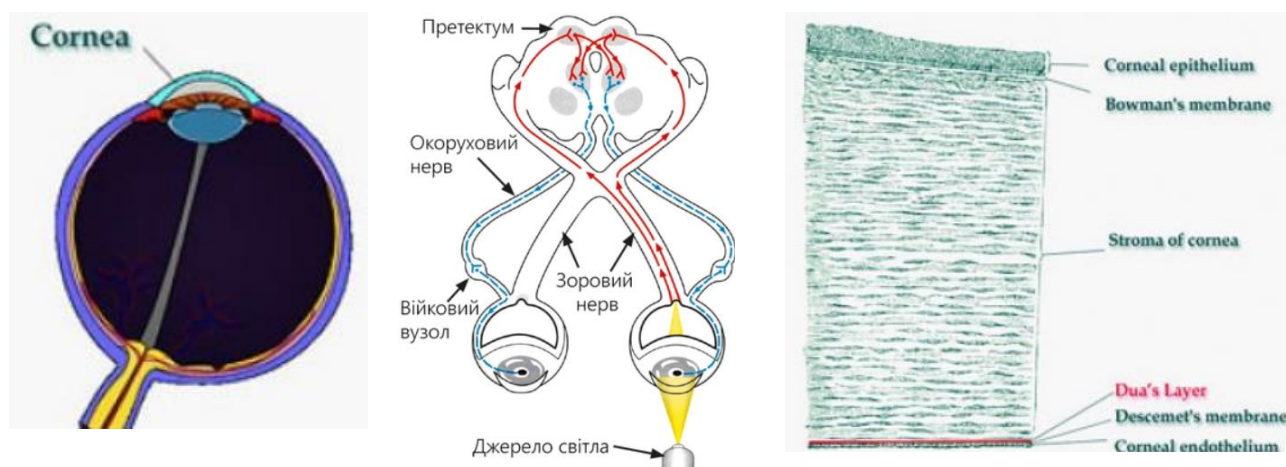


Рисунок 1.1 – Зображення структури ока

Білкова (sclera) – непрозора частина фіброзної капсули ока, продовження рогівки. У зоні лімба, що має ширину близько 1 мм, спереду є неглибока борозенка (sulcus sclerae). Білкова складається з 3 шарів: епісклерального листка (lam. Episcleralis), власне склери (substantia propria sclerae) і внутрішньої бурої пластинки (Lam. Fusca sclerae), утворених з колагенових і еластичних волокон, які хаотично переплітаються і тим самим виключають її прозорість. У центрі заднього відділу склера представлена багат шаровою сітчастою пластинкою, через яку проходять зоровий нерв і судини сітківки. Товщина склери неоднакова в різних ділянках: у заднього полюса ока вона дорівнює 1 мм, біля краю рогівки - 0,6 мм.

Судинна оболонка очного яблука [2-10].

Ця оболонка ембріологічно відповідає м'якій мозковій оболонці і містить густе сплетіння судин. Вона поділяється на 3 відділи: райдужну оболонку, циліарне, або війчасте тіло і власне судинну оболонку.

Райдужна оболонка (iris). Це передній, добре видимий відділ судинного тракту. Вона є своєрідною діафрагмою, що регулює надходження світла в око в залежності від умов. Оптимальні умови для високої гостроти зору забезпечуються при ширині зіниці 3 мм. Крім того, райдужка бере участь в ультрафільтрації та відтоку внутрішньоочної рідини, а також забезпечує

сталість температури вологи передньої камери і самої тканини шляхом зміни ширини судин. Райдужна оболонка складається з 2 листків – ектодермального і мезодермального, і розташована між роговою оболонкою і кришталиком. В її центрі знаходиться зіниця, краї якої покриті пігментною бахромою.

У райдужній оболонці є два м'язи. Круговий м'яз, що звужує зіницю, складається з циркулярних волокон, розташованих концентрично зіничному краю на ширину 1,5 мм, і іннервується парасимпатичними нервовими волокнами. М'яз, що розширює зіницю, складається з пігментованих гладких волокон, що лежать радіально в задніх шарах райдужки. Дилататор іннервується симпатичними нервами від верхнього симпатичного вузла.

Кровопостачання райдужної оболонки. Основну масу райдужки становлять артеріальні і венозні утворення. Артерії райдужки беруть початок у її кореня від великого артеріального кола, розташованого в цилиарному тілі.

Війкове тіло (*corpus ciliare*) є середнім відділом судинної оболонки ока, простягається від лімба до зубчастого краю сітківки. На зовнішній поверхні склери це місце відповідає прикріпленню сухожиль прямих м'язів очного яблука. Основними функціями цилиарного тіла є продукція (ультрафільтрація) внутрішньоочної рідини і акомодация (налаштування очей для ясного бачення поблизу і вдалині). Крім того, цилиарне тіло бере участь в продукції і відтоку внутрішньоочної рідини. Воно являє собою замкнуте кільце товщиною близько 0,5 мм і шириною майже 6 мм, яке розташоване під склерою і відокремлене від неї супрациліарним простором. На меридіональному розрізі цилиарне тіло має трикутну форму з основою в напрямку райдужки, однією вершиною до хоріоїдеї, інший – до кришталика і містить цилиарний м'яз, що складається з трьох порцій гладких м'язових волокон: меридіональних (м'яз Брюкке), радіальних (м'яз Іванова) і циркулярних (м'яз Мюллера).

Передня частина внутрішньої поверхні цилиарного тіла має близько 70 цилиарних відростків, які мають вигляд вій (звідси назва «війкове тіло»). Ця частина цилиарного тіла називається «циліарний вінець» (*corona ciliaris*).

Безвідросткова частина – плоска частина цилиарного тіла (*pars planum*). До відростків цилиарного тіла прикріплюються цинові зв'язки, які, влітаючи

в капсулу кришталика, утримують його в рухомому стані. При скороченні всіх м'язових порцій відбувається підтягування цилиарного тіла допереду і звуження його кільця навколо кришталика, при цьому циннова зв'язка розслаблюється. Внаслідок еластичності кришталик приймає більш кулясту форму. Кожен цилиарний відросток складається зі строми з мережею судин і нервових закінчень (чутливих, рухових і трофічних), покритої двома листками (пігментного і безпігментного) епітелію.

Кожен цилиарний відросток несе в собі одну артеріолу, яка ділиться на велику кількість надзвичайно широких капілярів (діаметром 20-30 мкм) і посткапілярних венул. Головною функцією цилиарних відростків є продукція внутрішньоочної рідини. Кровопостачання цилиарного тіла здійснюється з гілок великого артеріального кола райдужки, розташованого в цилиарному тілі декілька допереду від цилиарного м'яза.

У формуванні великого артеріального кола райдужки беруть участь дві задні довгі цилиарні артерії, які прободають склеру в горизонтальному меридіані у зорового нерва і в супрахоріоїдальному просторі проходять до цилиарного тіла, і передні цилиарні артерії.

Власне судинна оболонка, хоріоїдея (chorioidea), є заднім відділом судинного тракту і видима тільки при офтальмоскопії. Вона розташовується під склерою і становить $\frac{2}{3}$ всього судинного тракту. Хоріоїдея бере участь в живленні безсудинних структур ока, зовнішніх фоторецепторних шарів сітківки (забезпечуючи сприйняття світла); в ультрафільтрації та підтримці нормального офтальмотонуса. Хоріоїдея утворена за рахунок задніх коротких цилиарних артерій. У передньому відділі судини хоріоїдеї анастомозують з судинами великого артеріального кола райдужки.

Розрізняють 4 шари судинної оболонки: надсудинна пластинка, судинна пластинка, судинно-капілярна пластинка і базальний комплекс, або мембрану Бруха [2-10].

Сітківка.

Сітківка – своєрідне «вікно в мозок», периферична ланка зорового аналізатора, внутрішня оболонка очного яблука.

Сітківка (retina) – це частина мозку, яка відокремилася від нього на ранніх стадіях розвитку, але все ще пов'язана з ним за допомогою пучка нервових волокон - зорового нерва. (перший нейрон – палички і колбочки, другий – біполярні клітини; третій – гангліозні) Присутні так само горизонтальні, амакринові (нейромедіатори) і клітини Мюллера

- Внутрішня погранична мембрана
- Шар нервових волокон
- Шар гангліозних клітин – III нейрон
- Внутрішній плексиформний
- Внутрішній нуклеарний – II нейрон
- Зовнішній плексиформний
- Зовнішній нуклеарний
- Зовнішня погранична мембрана
- Шар паличок і колбочок – I нейрон
- Шар пігментного епітелію.

Пігментний епітелій сітківки. Шар пігментних клітин, що знаходиться між судинною оболонкою і фоторецепторами. Пігментні епітеліоцити мають відростки, що охоплюють палички і колбочки [2-10].

Функції пігментного епітелію:

- 1) поглинання надлишкового світла;
- 2) постачання фоторецепторних клітин ретинолом (віт А), який бере участь в утворенні світлочутливих білків – родопсину і йодопсину;
- 3) фагоцитоз відпрацьованих компонентів паличок і колбочок.

Фізіологічна функція макули. Макула містить 92 млн. паличок і 4,6 млн. колбочок. У фоторецепторах світло за допомогою фотохімічної реакції перетворюється в електричні імпульси і далі інформація може передаватися по нервових волокнах. Макула – точка найвищої гостроти зору і ідентифікації кольорів.

Зоровий шлях (рисунок 1.1). Топографічно зоровий нерв можна поділити на 4 відділи: внутрішньоочний, внутрішньоорбітальний, внутрішньокістковий (внутрішньоканальцевий) і внутрішньочерепний (внутрішньомозковий).

Внутрішньоочна частина представлена диском, його контури чіткі, в центрі є воронкоподібне заглиблення білястого кольору (екскавація). В області екскавації входить центральна артерія сітківки і виходить центральна вена сітківки.

Внутрішньоорбітальна частина зорового нерва починається відразу після виходу з сітчастої пластинки. Він відразу набуває сполучнотканинну (м'яку оболонку, ніжну павутинну піхву і зовнішню (тверду) оболонку. Внутрішньокісткова (внутрішньоканальцева) частина зорового нерва починається від зорового отвору клиноподібної кістки (між тілом і коренем її малого крила), проходить по каналу і закінчується біля внутрішньочерепного отвору каналу.

Внутрішньочерепний відділ має довжину до 1,5 см. В області діафрагми турецького сідла зорові нерви зливаються, утворюючи перехрещення – так звану хіазму. Волокна зорового нерва від зовнішніх (скроневих) відділів сітківки обох очей який перехрещуються і йдуть по зовнішнім ділянках хіазми ззаду, а волокна від внутрішніх (носових) відділів сітківки повністю перехрещуються. Після часткового перехрещення зорових нервів в області хіазми утворюються правий і лівий зорові тракти. Обидва зорові тракти, дивергуючи, направляються до підкіркових зорових центрів - латеральних колінчастих тіл. У підкіркових центрах замикається третій нейрон, що починається в мультиполярних клітинах сітківки, і закінчується так звана периферична частина зорового шляху.

Кровопостачання зорового нерва до хіазми здійснюється гілками внутрішньої сонної артерії. Кровопостачання внутрішньоочної частини зорового нерва здійснюється з 4 артеріальних систем: ретинальної, хоріоїдальної, склеральної і менінгеальної. Основними джерелами кровопостачання є гілки очноямкової артерії (центральна артерія сітківки, задні короткі війчасті артерії), гілочки сплетіння м'якої мозкової оболонки.

Прозорі внутрішньоочні середовища. Внутрішні структури очі складаються з прозорих світлозаломлюючих середовищ: склоподібного тіла, кришталика і водянистої вологи, що заповнює очні камери.

Передня камера (camera anterior) – простір, спереду обмежений рогівкою, ззаду райдужкою і в області зіниці кришталиком [2-10].

Задня камера (camera posterior) розташована позаду райдужки, яка є її передньою стінкою. Зовнішньою стінкою служить циліарне тіло, задньою – передня поверхня склоподібного тіла. Внутрішню стінку утворюють екватор кришталика і предекваторіальні зони передньої і задньої поверхонь кришталика.

Камери очей заповнені водянистою вологою – прозорою безбарвною рідиною щільністю 1,005-1,007 з показником заломлення 1,33.

Склоподібне тіло (corpus vitreum) – частина оптичної системи ока, заповнює порожнину очного яблука, чому сприяє збереженню його тургору і форми. Склоподібне тіло має до певної міри амортизуючі властивості, оскільки його рухи спочатку рівномірно прискорені, а потім рівномірно уповільнені. Обсяг склоподібного тіла дорослої людини 4 мл. Воно складається з щільної основи і рідини, причому становить близько 99% склоподібного тіла. В'язкість гелеподібного склоподібного тіла обумовлена змістом в його кістязку особливих білків – вітрозину і муцину і в кілька десятків разів вище в'язкості води. Склоподібне тіло прикріплюється до оточуючих його відділів ока в декількох місцях.

Головне місце прикріплення, або базис склоподібного тіла, виконаний у вигляді кільця, що виступає декілька допереду від зубчастого краю, міцно пов'язане з війковим епітелієм. Досить вивчена топографія гіалоїдного, або клокетова, каналу, через який в ембріональному періоді від диска зорового нерва до задньої капсули кришталика проходить артерія склоподібного тіла (a. Hyaloidea).

На час народження a.hyaloides зникає, а гіалоїдний канал зберігається у вигляді вузької трубочки. Водяниста волога, кришталик, склоподібне тіло разом з рогівкою утворюють заломлюючі середовища ока, що забезпечують чітке зображення на сітківці. Ув'язнені в замкнуту з усіх боків капсулу ока водяниста волога і склоподібне тіло надають на стінки певний тиск,

підтримують певне напруження, обумовлюють тонус ока, внутрішньоочний тиск (*tensio oculi*).

Дренажна система [2-10]. Дренажна система – це основний шлях відтоку внутрішньоочної рідини. Внутрішньоочна рідина виробляється відростками циліарного тіла. Кожен відросток складається зі строми, широких тонкостінних капілярів і двох шарів епітелію.

Розглянемо шляхи відтоку внутрішньоочної рідини з ока (гідродинаміку ока). Перехід внутрішньоочної рідини з задньої камери, куди вона спочатку надходить, в передню, в нормі не зустрічає опору. Особливу важливість представляє відтік вологи через дренажну систему ока, розташовану в кутку передньої камери (місце, де рогівка переходить в склеру, а райдужка – в війкове тіло) і складається з трабекулярного апарату, шлеммового каналу, колекторних каналів, системи інтра- і епісклеральних венозних судин.

Будова кута передньої камери:

- Гратчасті трабекули
- Корнеосклеральні трабекули
- Увеальні трабекули
- Ірис-трабекули • Сухожилля циліарного м'яза • Переднє прикордонне кільце Швальбе
- Склеральна перегородка
- Шлеммів канал
- Склеральна шпора
- Водянисті вени.

Функція трабекули і шлеммового каналу полягає в підтримці сталості внутрішньоочного тиску. Порушення відтоку внутрішньоочної рідини через трабекулу є однією з основних причин первинної глаукоми.

Кришталік [2-10]. Кришталік (*lens*) являє собою прозоре двоопукле тіло, форма якого змінюється під час акомодатії. Радіус кривизни передньої, менш опуклою поверхні – 10 мм, задній – 4,5-5 мм, діаметр по екватору 9 мм. Кришталік є другим після рогівки заломлюючим середовищем оптичної системи ока. Кришталік розташований безпосередньо за райдужною

оболонкою і тісно прилягає до її задньої поверхні. Стабільне розташування кришталика забезпечується спеціальним зв'язковим апаратом, поглибленням в склоподібному тілі і гіалоїдною зв'язкою, а також райдужною оболонкою. Кришталик вкритий безструктурною, дуже щільною, еластичною, сильно світлозаломлюючою капсулою. Під капсулою передньої поверхні кришталика є шар епітелію (*epithelium lentis*). Ці клітини відрізняються високою проліферативною активністю. У напрямку до екватора епітеліальні клітини стають вище і утворюють так звану росткову зону кришталика. Ця зона створює протягом усього життя нові клітини як на передній, так і на задній поверхні кришталика. Нові епітеліальні клітини диференціюються в кришталикові волокна (*fibrae lentis*), тісно упаковані у вигляді шестигранних призматичних тіл. У міру зростання нових волокон старі відтісняються до центру і ущільнюються, утворюючи ядро (*nucl. Lentis*). У міру збільшення ядра кришталик втрачає свої еластичні властивості і не може виконувати функцію акомодатії. Зазвичай це починається у віці 45 років і носить назву пресбіопії.

Очниця [2-10]. Очниця, або орбіта (*orbita*), – кісткове вмістилище для ока. Вона має форму чотиригранної піраміди, зверненої основою допереду і назовні, вершиною – дозад і досередини. Довжина передньої осі орбіти 4-5 см, висота в області входу 3,5 см, ширина 4 см. В очній ямці розрізняють 4 стінки: внутрішню, верхню, зовнішню, нижню. На межі верхньої і зовнішньої стінок в глибині очниці є верхня очна щілина. Вона розташована між великим і малим крилом клиноподібної кістки. Через верхню очну щілину проникають всі очорухові нерви, перша гілка трійчастого нерва, а також залишає орбіту верхня очна вена (*v. Ophthalmica superior*). У вершини очниці, в малому крилі основної кістки, проходить канал зорового нерва, який відкривається в середню черепну ямку. Через цей канал виходить з орбіти зоровий нерв (*n. Opticus*) і проникає в орбіту *a.ophthalmica*.

Окорухові м'язи [2-10]. До очорухових м'язів відносяться 4 прямі – верхня (*m. Rectus superior*), нижня (*t. Rectus inferior*), латеральна (*m. Rectus lateralis*) і медіальна (*m. Rectus medialis*) і 2 косі – верхня і нижня (*m. Obliquus superior et m. obliquus inferior*). Всі м'язи (крім нижнього косого) починаються

від сухожильного кільця, з'єднаного з періостом орбіти навколо каналу зорового нерва. Вони йдуть допереду, розходяться пучком, утворюючи м'язову воронку, прободають стінку піхви очного яблука (тенонову капсулу) і прикріплюються до склери: внутрішній прямий м'яз – на відстані 5,5 мм від рогівки, нижній – 6,5 мм, зовнішній – 7 мм, верхній – 8 мм. Лінія прикріплення сухожиль внутрішнього і зовнішнього прямого м'яза йде паралельно лімбу, що обумовлює тільки бічні рухи. Внутрішній прямий м'яз повертає очі досередини, а зовнішній – назовні. Іннервація м'язів ока здійснюється окоруховим, блоковим і відвідним нервами.

Іннервація ока [2-10]. Чутлива іннервація ока і тканин орбіти здійснюється першою гілкою трійчастого нерва – очним нервом, який входить в орбіту через верхню очну щілину і розділяється на 3 гілки: слізну, носовійчасту і лобову.

Сльозний нерв іннервує слізну залозу, зовнішні відділи кон'юнктиви повік і очного яблука, шкіру нижньої і верхньої повіки.

Носовійчастий нерв віддає гілочку до війкового вузла. Лобовий нерв розділяється на дві гілочки: надочнаямкову і надблокову. Всі гілочки, анастомозують між собою, іннервують середню і внутрішню частину шкіри верхньої повіки.

Війковий, або цилиарний, вузол розташований в очниці із зовнішнього боку зорового нерва. До складу війкового вузла входять чутливі волокна носовійкового нерва, парасимпатичні волокна окорухового нерва і симпатичні волокна сплетення внутрішньої сонної артерії. Парасимпатичні волокна іннервують сфінктер зіниці і війковий м'яз. Симпатичні волокна йдуть до м'яза розширюючого зіницю. Окоруховий нерв іннервує всі прямі м'язи окрім латерального, а також нижнього косого, що піднімає верхню повіку, сфінктер зіниці і війковий м'яз. Блоковий нерв іннервує верхній косий м'яз, відвідний нерв - зовнішній прямий м'яз. Круговий м'яз ока іннервується гілочкою лицьового нерва.

Придатковий апарат ока [2-10]. До придаткового апарату ока відносяться повіки, кон'юнктива, слезопродуктивні і слезовідвідні органи,

ретробульбарна клітковина. Повіки (palpebrae) Основна функція повік – захисна. Повіки являють собою складне анатомічне утворення, яке включає два листка – шкірно-м'язовий і кон'юнктивальний – хрящовий. М'язова частина повік складається з кругового м'яза повік, м'яза, що піднімає верхню повіку, м'яза Ріолана (вузька м'язова смужка по краю повіки біля кореня вій) і м'яза Горнера (м'язові волокна з кругового м'яза, що охоплюють слізний мішок). Круговий м'яз іннервується лицьовим нервом. М'яз, що піднімає верхню повіку, складається з 3 частин: передня частина прикріплюється до шкіри, середня частина прикріплюється до верхнього краю хряща, задня – до верхнього склепіння кон'юнктиви. Така будова забезпечує одночасне підняття всіх листків повіки. Передня і задня частини м'яза іннервуються ококоруховим нервом, середня – шийним симпатичним нервом. У товщі хряща перпендикулярно краю повіки знаходяться видозмінені сальні залози - мейбомієві залози.

Кон'юнктива [2-10]. Кон'юнктивою називається тонка слизова оболонка, що вистилає задню поверхню повік і передню поверхню очного яблука аж до рогівки. Кон'юнктива – слизова оболонка, багато забезпечена судинами і нервами. Розрізняють 3 відділи кон'юнктиви: кон'юнктиву повіки, кон'юнктиву склепін' (верхнього і нижнього) і кон'юнктиву очного яблука. Кон'юнктива являє собою тонку і ніжну слизову оболонку, що складається з поверхневого епітеліального і глибокого – підслизистого шарів. Кон'юнктива повік (лат. Conjunctiva palpebrarum) волога, блідо-рожевого кольору, але в достатній мірі прозора, крізь неї можна бачити як просвічують залози хряща повіки (мейбомієві залози). Поверхневий шар кон'юнктиви повіки вистелений багаторядним циліндричним епітелієм.

Кон'юнктива склепін' [2-10]. У склепіннях (fornix conjunctivae), де кон'юнктива повік переходить в кон'юнктиву очного яблука, епітелій змінюється з багат шарового циліндричного на багат шаровий плоский. Кон'юнктива очного яблука (conjunctiva bulbi). У ній розрізняють частину рухливу, яка покриває саме очне яблуко, і частину області лімба, спаяну з підлеглою тканиною. З лімба кон'юнктива переходить на передню поверхню рогівки, утворюючи її епітеліальний, оптично абсолютно прозорий шар.

Багатошаровий плоский епітелій кон'юнктиви очного яблука відноситься до того, що не ороговіває.

1.2 Методи діагностики в офтальмології

Офтальмоскопія – метод дослідження диска зорового нерва, сітківки і хоріоїдеї (судинної оболонки) в променях світла, який відбивається від очного дна. У клініці в основному застосовується два методи офтальмоскопії – в зворотному і в прямому вигляді – зворотна і пряма.

Офтальмоскопія дає найбільш повні дані з широкою зіницею. Зіницю не розширюють при підозрі на глаукому, щоб не викликати підйом внутрішньоочного тиску.

Офтальмоскопія в зворотному вигляді (зворотна офтальмоскопія) [2-10]. У методиці зворотної офтальмоскопії застосовується увігнуте очне дзеркало і лупа. Так само, як і при дослідженнях в світлі, лампа поміщається зліва і декілька позаду пацієнта, щоб досліджуване око знаходилося в тіні. Лікар розташовується навпроти хворого на відстані не більше півметра, і правою рукою приставляє до свого правого ока офтальмоскоп. Щоб отвір офтальмоскопа не зміщувався з зіниці лікаря, а пучок світла з ока пацієнта, верхній край офтальмоскопа поміщають на надбрівну дугу. При офтальмоскопії лікар тримає ліве око відкритим для здійснення постійного спостереження за загальним станом і поведінкою досліджуваного. Помітивши червоне світло зіниці досліджуваного ока, лікар вказівним і великим пальцями лівої руки бере двоопуклу лупу, і розміщує її перпендикулярно світловому пучку перед досліджуваним оком.

Для отримання стереоскопічної картини з очного дна використовується налобний біноклярний зворотній офтальмоскоп, винайдений Чарльзом Скіпенсом. Назву "зворотної" дана методика офтальмоскопії отримала через те, що лікар спостерігає перевернуте або зворотнє зображення очного дна. Відповідно, пряма офтальмоскопія показує око в прямому, неперевернутому вигляді.

Пряма офтальмоскопія має на увазі більш детальне дослідження очного дна, в процесі дослідження виходить 15-16-ти кратне збільшення. Для прямої офтальмоскопії використовується великий безрефлексний офтальмоскоп, офтальмоскопічна насадка щілинної лампи або (переважно) ручний електричний офтальмоскоп. В основу конструкції ручного офтальмоскопа покладена технологія поділу пучка світла, який висвітлює очне дно, від пучка світла, відбитого від очного дна. Це позбавляє очі лікаря від світлових відблисків, які можуть заважати дослідженню при зворотній офтальмоскопії. Пряма офтальмоскопія проводиться при розширеній зіниці, що досягається застосуванням очних крапель мідріатиків (наприклад, тропікаміду). Відстань при прямій офтальмоскопії між досліджуваним оком і офтальмоскопом не повинна перевищувати 4 см. Саме дослідження починається з огляду судинного пучка диска зорового нерва, що виходить з центру очного дна. Далі оглядається область жовтої плями, центральна область сітчастої оболонки, яка розташовується біля заднього полюса ока. На закінчення огляду піддається периферична зона очного дна. Потрібно відзначити, що при більшій деталізації зображення, яку в порівнянні зі зворотнім забезпечує пряма офтальмоскопія, у прямій офтальмоскопії є і свої недоліки.

Метод прямої офтальмоскопії не дозволяє оглядати периферію очного дна. Це дуже суттєве обмеження при обстеженні пацієнтів з відшаруванням сітківки, оскільки причинні розриви, як правило, розташовуються близько до краю сітківки, близько т.зв. зубчастої лінії (*ora serrata*). Крім того, в більшості випадків прямі офтальмоскопи не дають стереоскопічного зображення, що ускладнює оцінку висоти відшарування сітківки, ступінь її набряку і т.п.

Процедура офтальмоскопії Для проведення офтальмоскопії ніякої підготовки не потрібно. Але для найбільш ретельного огляду периферії очного дна необхідне попереднє розширення зіниці, що досягається закапуванням 1% р-ра тропікаміду за 15 хвилин до дослідження або 0,5% р-ра іклопентолата.



Рисунок 1.2 – Методика проведення прямої офтальмоскопії

У темній кімнаті пацієнт сідає на стілець. Лікар сідає навпроти нього. Потім, приставивши до свого ока офтальмоскоп, і, освітивши пучком світла досліджуване око пацієнта, лікар починає наближатися до останнього до тих пір, поки не побачить чітку картину очного дна. Відстань між офтальмоскопом і досліджуваним оком не повинна бути більше 4 см. Але у цього методу є невеликий недолік – під час огляду видно тільки невелику ділянку очного дна, тому лікар керуватиме поглядом пацієнта, щоб повністю оглянути очне дно, в тому числі і його периферичні відділи.

Методика проведення зворотної офтальмоскопії. Зворотна офтальмоскопія (огляд очного дна). Обстеження також проводиться в темній кімнаті. Пацієнт сідає на стілець. Зліва і декілька ззаду від пацієнта повинна бути розміщена лампа, пацієнт при цьому повинен бути в тіні. Лікар сідає навпроти пацієнта, на відстані витягнутої руки, підносить до свого ока офтальмоскоп, направляючи промінь відбитого світла від дзеркала на область зіниці. При цьому зіниця починає світитися червоним кольором. Потім лікар підносить до досліджуваного ока пацієнта двоопуклу лупу. При огляді лупа розташовується на відстані 7-8 см від досліджуваного ока. Цей метод особливо ефективний при огляді очного дна у людини, що має катаракту в стадії дозрівання. При застосуванні електричного офтальмоскопа лампа не потрібна. При будь-якому вигляді офтальмоскопії обидва ока пацієнта повинні бути відкриті. Під час дослідження лікар повинен оглянути різні ділянки сітківки, що

вимагає певного положення очного яблука, в зв'язку з цим він буде керувати положенням погляду пацієнта. Офтальмоскопію проводять в певному порядку: в першу чергу лікар оглядає область диска зорового нерва, потім центральну область сітківки і в останню чергу – периферію очного дна. Так, для огляду області диска зорового нерва при огляді правого ока пацієнт повинен дивитися на праве вухо лікаря, при огляді лівого ока відповідно – на ліве вухо. У нормі диск зорового нерва округлої або овальної форми, блідо-рожевого кольору, з чіткими контурами. З центру диска виходить артерія і входять вени. Співвідношення колібра артерій і вен в здоровому оці становить 2/3. Для огляду центральної області сітківки пацієнт повинен дивитися прямо в офтальмоскоп. У центрі очного дна у вигляді червоного овалу розташована макула (або жовта пляма), облямована світлою смугою (макулярним рефлексом) в центрі її розташовується центральна ямка сітківки, відповідна фовеаларному рефлексу. Для огляду периферичної частини сітківки лікар просить пацієнта подивитися в 8 напрямках: вгору, вгору-вліво, вліво, донизу-вліво, донизу, донизу-вправо, вправо, вгору-вправо; для цього обов'язково необхідно попередньо розширити зіницю.

Процедура офтальмоскопії займає в середньому 5-10 хвилин. Необхідно відзначити, що під час огляду пацієнт може відчувати певний дискомфорт в очах через яскравого світла від офтальмоскопа, також відразу після огляду протягом деякого часу пацієнт може бачити перед очима різні плями. Якщо пацієнту було розширено зіницю, то за кермо йому сідати не можна протягом 2-3 годин після огляду, крім того, при виході на вулицю такій людині бажано одягнути сонцезахисні окуляри, тому що розширена зіниця викликає сильний дискомфорт при погляді на світло.

На лікарські препарати можливе виникнення алергічної реакції.

Офтальмобіомікроскопія – це методика, яка дає можливість виявити розташування сітківки зі склоподібним тілом, визначити її стан і якісні зміни сітчастої оболонки з подальшою їх локалізацією. Офтальмобіомікроскопія - це огляд очного дна за допомогою звичайної щілинної лампи (біомікроскопія) і сильною збираючою лінзою (до 70-80 діоптрій і вище).

Офтальмобіомікроскопія повинна проводитися з фотографуванням і обов'язковою реєстрацією отриманих даних, що дає можливість документального підтвердження стану патологічних вогнищ на очному дні і надання достовірної інформації про ефективність і результати призначеного лікування.



Рисунок 1.3 – Проведення офтальмобіомікроскопії

Офтальмохромоскопія була розроблена в другій половині XX століття і здійснюється за допомогою спеціального електричного офтальмоскопа, в який поміщаються світлофільтри, які дають можливість оглядати очне дно в синьому, червоному, жовтому, помаранчевому і зеленому світлі. Офтальмохромоскопію може значно розширити можливості лікаря при постановці діагнозу, дозволяє виявити найменші зміни в оці, які не можуть бути ідентифіковані при звичайному (білому) освітленні. Огляд з лінзою Гольдмана дозволяє отримати дані про стан очного дна від центру до крайньої периферії. Можливість дослідження периферії сітківки забезпечується наявністю дзеркал в лінзі Гольдмана (і її аналогах). Дзеркала заломлюють світло таким чином, що промені світла, відбиті від периферії очного дна, потрапляють в поле зору досліджуваного лікарем. Дана методика також дозволяє проводити огляд кута передньої камери ока. Особливий гаптичний вінчик, розташований на оптичному елементі забезпечує надійне фіксування в очній щілині, і дають можливість проводити біомікроскопічне дослідження методом поетапного огляду очного дна безпосередньо до зубчастої лінії. Саме з лінзою Гольдмана доктора вивчають стан периферії сітківки при короткозорості. Для короткозорих очей характерна схильність до розвитку

периферичних дистрофій сітківки, т.зв. периферичних вітреохоріоретинальних дистрофій (ПВХРД або ПХРД). Такий огляд очного дна важливий для обстеження кандидатів на лазерну корекцію короткозорості і вагітних жінок при виборі безпечного способу розродження.

1.3 Зорові функції. Центральний та периферичний зір. Дослідження поля зору

Виділяють 5 основних функцій органу зору (рисунок 1.4):

1. Центральний зір (гострота зору)
2. Периферичний зір (поле зору) периферичний зір обох очей утворює поле зору.
3. Кольоровий зір (кольоровідчуття)
4. Сутінковий зір (світловідчуття)
5. Бінокулярний зір (здатність до злиття об'єктів, видимих кожним оком)



Рисунок 1.4 – Основні зорові функції та їх показники

Центральний зір (гострота зору).

1. Вимірюється у відносних одиницях.
2. За нормальну гостроту зору, рівну 1,0 (100%) прийнята зворотня величина кута зору 1'. Це означає, що око сприймає 2 точки роздільно, якщо кут під яким їх видно = 1 градусу.

3. Роздільна здатність ока залежить як від рефракції, так і від анатомічного (або функціонального) стану колб. Діоптрія (Д) – це одиниця заломлюючої сили, прийнята в даний час всюди. Одиниця – одна діоптрія – це заломлююча сила лінзи з фокусною відстанню в 1 м. Заломлювальна сила діоптричного апарату ока в середньому – 56-60 діоптрій, тобто вона прирівнюється до двоопуклої лінзи з фокусною відстанню в 23-24 мм.

Запис гостроти зору:

Vis OD = 1,0 Vis OS = 0,3 sph -1,75 D = 1,0

Vis OD = 0,01 н/к Vis OS = 1/∞ pl certa (pl. incerta)

Периферичний зір. Здатність сприймати частину простору навколо фіксованої точки і є периферичний зір – це функція, що забезпечує просторове орієнтування. Поле зору – частина простору, яке бачить око при певній фіксації погляду і нерухомій голові. **Метод дослідження меж поля зору** з їх проекцією на сферичну поверхню називається **периметрією**.

Дослідження поля зору. Можна виділити три способи дослідження поля зору:

- I. Контрольний – порівняння полів зору дослідника і досліджуваного.
- II. Кампіметрія – проекція поля зору на плоску поверхню.
- III. Периметрія – проекція поля зору на сферичну поверхню.

Розрізняють:

- кінетичну периметрію (пред'являють рухомий об'єкт);
- статичну периметрію (варіює освітленість об'єкта в одній і тій же позиції);
- у клінічній практиці найчастіше використовують так звану квантитативну периметрію або периметрію для білого кольору, квалітативну периметрію – кольорову периметрію. Об'єкт вибирають відповідно до гостроти зору: Vis 1,0-0,8 - 1 мм 0,7-0,5 - 3 мм 0,4-0,1 - 5 мм.

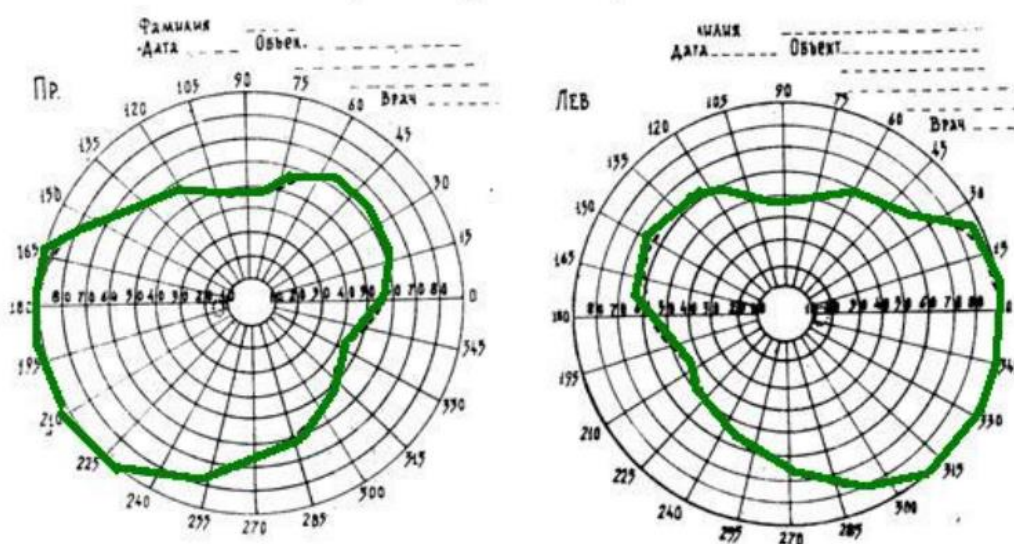


Рисунок 1.5 – Периметрія (норма)

Кампіметрія – визначення центрального поля зору (30° - 40°) на площині. Метод дозволяє найбільш точно визначити форму і розміри сліпої плями, центральні та парацентральні дефекти поля зору – скотоми.

Дослідження проводять за допомогою кампіметра – матового екрану чорного кольору з білою фіксаційною точкою в центрі. Хворий сідає спиною до світла на відстані 1 м від екрану, спираючись підборіддям на підставку, встановлену проти точки фіксації.

Білі об'єкти діаметром від 1-5 до 10 мм, укріплені на довгих стрижнях чорного кольору, повільно пересувають від центру до периферії в горизонтальному, вертикальному і косих меридіанах. При цьому шпильками або крейдою відзначають точки, де зникає об'єкт. Таким чином відшукують ділянки випадання – скотоми і, продовжуючи дослідження, визначають їх форму і величину.

Переваги: визначаються невеликі дефекти поля зору (скотоми).

Недолік: немає можливості визначити периферичні межі поля зору.

Комп'ютерна периметрія – при проведенні комп'ютерної периметрії пацієнт також фіксує свій погляд на певній мітці. У різних точках приладу в хаотичному порядку з мінливою швидкістю починають з'являтися об'єкти різної яскравості. Як тільки пацієнт помічає такий об'єкт, він натискає на

спеціальну кнопку приладу. Прилад видає результати обстеження, на підставі яких лікар виставляє точний діагноз.

Дослідження на комп'ютерному сферопериметрі дозволяє точно виявити не тільки локалізацію дефектів поля зору, а й визначити їх глибину.

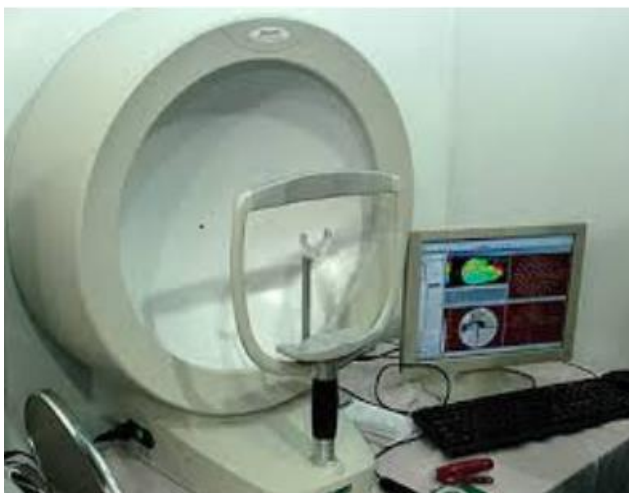


Рисунок 1.6 – Комп'ютерний периметр

РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ГОСТРОТИ ТА ПОЛЯ ЗОРУ

2.1 Різновиди захворювань ока

Новітня офтальмологія зробила великий прорив у методах діагностики та лікуванні багатьох хвороб. Найчастішу проблему із зором пов'язуються з порушеннями рефракції, такими як короткозорістю, далекозорістю та астигматизмом. Такі захворювання на цей час добре лікуються та корегуються різноманітними методиками. Хвороб очей є досить велика кількість. Вони існують як вроджені так і спадковими, або через ті та інші фактори. У кожної людини захворювання очей проявляються по-інакшому, це залежить від індивідуальних особливостей організму, і поставити точний діагноз може тільки спеціаліст.

Катаракта – це захворювання, що характеризується повним або частковим помутнінням кришталіка ока або його капсули. Патологія супроводжується зниженням або втратою зору. Найчастіше катаракта зустрічається в дорослих людей, старше 50 років, але все ж таки захворювання зустрічається в будь-якому віці. Розрізняються декілька видів катаракти. До них відноситься травматична, вроджена, ускладнена та променева катаракта [2 – 6].

Катаракта має декілька ступеню ураження та в залежності від цього варіюються симптоми, але, до основних відносять:

- Поява подвоєння в оці, у випадку, коли інше око на цей час закрите. Це перший симптом, того, як хвороба прогресує, після того він зникає.
- Нечіткі картинки, розпливчасті образи, які не змінюються за допомогою контактних лінз чи окулярів. Також погано видно як близько, так і далеко певні предмети. Пацієнти дають характеристику такому зіру, як затуманений, або з утворенням пелени.
- Поява спалаху та відблиску, яке виникає найчастіше вночі.
- Збільшення світлочутливості очей в нічний час. Взагалі нічний зір стає гіршим. Всі джерела світла починаються здаватись пацієнту досить яскравими, також дратують очі.

Оглядаючи джерела світла, люди з катарактою бачать біля них ореоли. Людина із помутніннями в кришталику не може управляти машиною, бо це є досить важко, так як його засліплюватимуть фари зустрічних транспортів.

- Сприйняття кольорів порушується, всі вони стають блідними. Зазвичай важко сприймати людині відтінки фіолетового та блакитного кольору.

- Покращення зору, має тимчасовий характер. Даний симптом характеризується тим, що людина, яка носила окуляри, із розвитком хвороби може не користуватись ними. Але, це має не довгий період, бо згодом зір знову погіршується.

- Якщо людині постійно треба змінювати окуляри для зору, то це є привід задуматися про катаракту, тому що це захворювання має властивість прогресувати та швидко знижувати зір. Симптомом катаракти також є поява смужок та миготіння плям або різних кульок.

При катаракті ока важко читати, писати, працювати з малими деталями. В міру «дозрівання» катаракти колір зіниці змінюється з чорного на біле.

Глаукома [2 – 6] («мутні блакитні очі») – це велика група захворювань очей, що характеризуються безперервним або періодичним підвищенням внутрішньоочного тиску з наступними типовими дефектами поля зору, зниженням зору та атрофією зорового нерва.

Існує дві основні форми глаукоми: відкритокутова і закритокутова. Крім того, розрізняють вроджену глаукому у підлітків і різні форми вторинної глаукоми, включаючи глаукому, пов'язану з аномальним розвитком очей. Відкритокутова глаукома має більше 90% всіх випадків хвороби цієї недугою. При даній формі глаукоми райдужно-рогівковий кут відкритий, це і дало їй таку назву. Причини до кінця не з'ясовані, порушення відтоку внутрішньоочної рідини. Це приводить до його поступового збільшення, але постійно підвищений тиск, який в кінці може зруйнувати зоровий нерв та призвести до втрати зору, якщо не виявити це завчасно, та не розпочати медикаментозне лікування під контролем лікаря.

Закритокутова глаукома – більш унікальна форма глаукоми, яка часто буває при далекозорості в людей віком старше 30 років. При даній формі

глаукоми тиск в оці збільшується швидко. Все, це розширює зіницю, наприклад, тьмяне світло, певні медикаменти та навіть розширюють краплі для очей, які закачують перед обстеженням ока, може стати наслідком того, що в деяких людей райдужна оболонка заблоковує відтік внутрішньоочної рідини. Коли починається така форма захворювання, очне яблуко стрімко твердіє, та несподівано тиск викликає біль та затуманення зору [2, 4, 7, 14].

Розвинення глаукоми призводить до незворотного процесу часткової або повної втрати зору. Перш за все починається погіршення периферійного зору. Потім зміни здійснюються по всьому полі зору. Якщо тиск зростає, а хворий не починає лікування, – зір з часом стає гіршим аж до сліпоти.

Гострий напад глаукоми – напад, який виникає в наслідок різкого збільшення внутрішньоочного тиску (ВГД), та викликає порушення кровообігу ока, яке може призвести до повної сліпоти. Напад може початись раптово. Починається біль в оці, у впевній половині голови, найчастіше на потилиці, нудота, часто блювота, загальна слабкість. Гострий напад глаукоми часто сприймають за мігрень, гіпертонічний кризис, отруєння, це призводить ще більш до тяжких наслідків, бо допомогу таким хворим потрібно надавати в перші часи захворювання [2 – 6].

Кератоконус – конусоподібне випинання в центрі рогівки, яке розвивається в період статевого дозрівання, викликаючи зміни анатомічної структури і топографії рогівки, що в свою чергу призводить до поступового зниження зору. Захворювання починається в молодому віці в працездатного населення, та питання лікування кератоконуса є одною із ключових тем у сучасній офтальмології.

Хвороба проявляється погіршенням зору через розвиток астигматизму та короткозорості. Пацієнти мають скаргу на необхідність часткої зміни оптичної сили 19 окулярів та появу несприйняття м'яких контактних лінз. Характерною причиною є те, що ці скарги спочатку стосуються тільки одного ока.

Далі при розвитку кератоконуса астигматизм збільшується, та корекція зору є неможливою. Рогівка стає тоншою до критичних величин. Надалі товщина рогівки стає настільки малою, що не має змогу підтримувати баланс

внутрішнього та зовнішнього тиску. Розвивається набряк рогівки, це є небезпечним наслідком для цілісності ока [2 – 6].

Початкова стадія захворювання до останнього часу важко діагностується та часто пропускається. Останнім часом, завдяки появі новітніх технологій дослідження рогівки кератоконус діагностується частіш та на початкових стадіях. Новітні методи дослідження рогівки надають змогу отримувати повну топографічну карту передньої та задньої поверхні рогівки (що є досить важливо, тому що початкові зміни проявляються саме на задній поверхні), визначати їх товщину в будь-якій точці із точністю до 1 мікрона.

Астигматизм ока – дефект ока, який зумовлюється несферичною формою рогівки чи кришталика, за яким промені світла не фокусуються в одній точці. При астигматизмі ока промінці світла, які виходять з однієї точки, по різному заломлюються в оці, на різних його меридіанах (правильний астигматизм ока), або на різних відрізках одного меридіана (неправильний астигматизм ока), внаслідок цього на сітківці відтворюється спотворене зображення. Основними симптомами є нечіткий зір, за яким важко розгледіти дрібні деталі як близько, так і здалеку. Око, яке має астигматизм, чітко сприймає пряму лінію тільки в одному меридіані [2 – 6]. Астигматизм зумовлюється нерівномірною кривизною рогівки чи неправильною формою кришталика, в залежності від чого розрізняють рогівковий та кришталиковий астигматизм.

Розрізняють дві форми рогівкового астигматизму: правильна, при якій рогівка має форму сфероїда, а світло заломлюється в різних меридіанах по-різному (зазвичай вроджений і виправлений); неправильний, через помутніння 20 астигматизму і рубцевої рогівки, не тільки має різну меридіанну заломлюючу силу, але й заломлюючу силу кожного меридіана (найпоширенішою є набута, некоригована) [2 – 6].

Відповідно до положення сітківки щодо двох фокальних ліній:

- Складний короткозорий астигматизм – фокальна лінія перед сітківкою;
- Простий короткозорий астигматизм – одна вогнищева лінія на сітківці, інша – спереду;

- Змішаний астигматизм – сітківка між фокальними лініями;
- Простий гіперметропічний астигматизм – одна вогнищева лінія на сітківці, інша – позаду;
- Складний гіперметропічний астигматизм – фокальна лінія за сітківкою.

При сфероастигматизмі має місце не астигматизм, а сферична аберація, яка за своїми проявами подібна, оскільки за неї промені також не фокусуються в одній точці.

Короткозорість або міопія – недолік зору, коли людина чітко бачить тільки близько розташовані предмети, результат збільшення заломлювальної сили оптичних середовищ ока (кришталіка, рогівки) або досить великої довжини осі (при нормальній заломлювальній силі) очного яблука. Короткозорість є вроджена та набута. Набута – тоді коли збільшується кривизна кришталіка. Вроджена – зображення з'являється не на сітківці, а перед нею.

При короткозорості промені від віддалених предметів, що входять в очі паралельно, збираються не на сітківці ока, що потрібно для нормального зору, а перед нею. При великій прогресуючій короткозорості зір погано підправляється окулярами, важко при читанні, з'являється відчуття літаючих мушок перед очима, та іноді різке зниження зору через крововилив, або відшарування сітківки.

Далекозорість чи гіперметропія – недолік зору, який з'являється через зміну оптичної системи ока, це є симптомом нездатності сфокусувати зір на певному об'єкті. При цьому промені світла, які потрапляють після заломлення через лінзу ока (рогівку і кришталік) віртуально збирається за сітківкою (світлосприймальний апарат ока), а на сітківці формується нечітке зображення. Далекозорість часто починає розвиватись після 50 років [2 – 6].

Більш важкими, та небезпечними та складними офтальмологічним захворювань є відшарування сітківки. Даний стан вимагає термінове оперативне втручання в лікування очей. В інших випадках воно може провокувати розвиток серйозних хвороб як катаракта, увеїт (хронічне запалення) та навіть повну втрату зору.

В здорових очах сітківка ока та судинна оболонка щільно прилягають один до одного. Через такий ряд причин (травми, внутріочні пухлини, діабетична ретинопатія, короткозорість) може відбуватись відшарування сітківки, іншим словом відділення сітківки від судинної оболонки. Відбувається це внаслідок натягу або розриву, порушення харчування та дистрофії сітківки. Результатом процесу руйнування тканин сітківки є досить велике погіршення зору. Якщо вражена центральна область сітківки – макули – погіршується центральний зір. Даний стан має назву макулодистрофію, та часто пов'язується із віковими змінами, тому зустрічається найчастіше в людей похилого віку. Незважаючи на погіршення зору та здоров'ю організму в цілому, яке несе відшарування сітківки, потрібно знати що все лікується. Новітні методи лікування надають змогу вберегти зір при своєчасному проведеному хірургічному втручанні (вітректомія). Потрібно пам'ятати, що в певній ситуації альтернативи операції немає і бути не може. Позитивний прогноз залежить від того, як швидко ви звернетесь до офтальмолога. Кваліфікована допомога та кваліфіковане лікування досвідчених хірургів допоможуть вам зберегти ваші очі здоровими [2 – 6].

2.2 Прилади та системи для діагностування захворювань ока

2.2.1. Способи проведення офтальмоскопічної діагностики. З розділу 1, офтальмоскопія ока є поширеним дослідженням в офтальмологічній практиці. Вона вважається найважливішим методом діагностики захворювань органів зору. Процедура безпечна і не доставляє пацієнтові неприємних відчуттів. Офтальмоскопія передбачає огляд очного дна за допомогою спеціального приладу - офтальмоскопа. Обстеження дозволяє візуалізувати стан сітківки і розташованих в ній структур. Це неінвазивна процедура, яка проводиться на профілактичних оглядах у людей будь-якої вікової категорії. Завдяки офтальмоскопії вдається виявити важкі патології органів зору в самому початку розвитку. Серед них: катаракта, новоутворення, ушкодження зорового

нерва, відшарування сітківки, глаукома, макулодистрофія, меланома, цитомегаловірусний ретиніт, патології судин очей [2, 3, 6, 7, 9].

Є кілька різновидів офтальмоскопії. Для кожної з них використовуються прилади різної модифікації і з різними технічними характеристиками. Лікар підбирає оптимальний варіант для хворого в залежності від конкретного клінічного випадку.

Зворотну офтальмоскопію проводять за допомогою високодіоптрійної збиральної лінзи. Її можна встановити в дзеркальний офтальмоскоп Гельмгольца. Трохи позаду пацієнта ставлять настільну лампу. Лікар бачить перевернуте зображення очного дна, збільшене до п'яти разів.

Переваги методу: безконтактність, швидкість проведення, широкий огляд, застосовується навіть при поганому освітленні.

З недоліків слід зазначити той факт, що неможливо сильно збільшити зображення.

Бінокулярна – це різновид непрямой офтальмоскопії. Але обстеження проводиться не одним оком, а відразу двома. Спосіб знайшов широке застосування в хірургії. Він незамінний при виконанні операцій на сітківці або очному яблуці. У звичайних поліклініках використовується рідко через відсутність необхідного обладнання.

Пряма офтальмоскопія – метод дає можливість розглянути очне дно з більш високою точністю. Застосовуються дзеркальні офтальмоскопи, що збільшують зображення в 14-15 разів. Встановлювати настільну лампу не знадобиться, тому що у таких приладів є власне джерело світла. Відстань між оком і офтальмоскопом становить не більше чотирьох сантиметрів. Але відразу всю панораму побачити не вийде, доведеться розглядати невеликі ділянки очного дна окремо. Зате, можна виявити навіть мінімальні порушення в сітківці. Пряма офтальмоскопія не інформативна в декількох випадках. Ось їх перелік: астигматизм високого ступеня, міопія, помутніння в склоподібному тілі або кришталику, біомікроскопія [2, 3, 4, 7, 9]. Для її виконання використовується щілинна лампа-рухливий бінокулярний мікроскоп, вільно

переміщуваний на предметному столі. Також, знадобиться збиральна лінза. Ця методика є безконтактною і дозволяє вивчити склоподібне тіло і сітківку.

У більш сучасних модифікаціях щілинних ламп є пристрої, які роблять фотознімки. З лінзою Гольдмана – за допомогою даного способу можна оглянути очне дно від центральної частини до периферії в найдрібніших деталях. У приладі присутній трехзеркальна лінза, яка прикладається до рогівки оболонці.

Скануюча лазерна – сучасний спосіб обстеження органів зору, який заснований на застосуванні лазерного променя. Отримане зображення виводиться на комп'ютерний монітор, тому можна зробити відеозапис дослідження. Головним недоліком є тільки висока ціна процедури[2, 3, 4, 7, 9].

2.2.2 Різновиди офтальмоскопічних приладів і систем. Офтальмоскопи та інші пристрої для діагностики дна ока розроблені по принципу зв'язності, тобто на принципі, що кожній точці предмета відповідає кожна точка в площині зображення. Досліджувати дно ока можна розділити на 2 способи: з прямим та зворотним напрямком, що приведено на рис. 2.2 а, б.

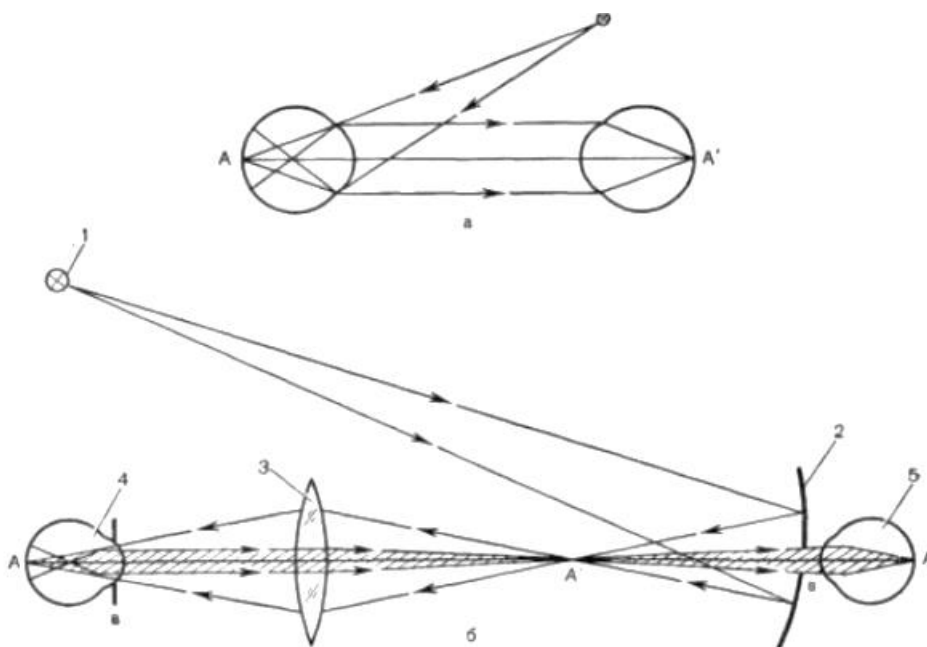


Рисунок 2.2 – Схема офтальмологічного дослідження у прямому (а) і зворотному (б) напрямках.

При офтальмоскопічному дослідженні нормальних (еметропічних) очей у прямій формі, світлові промені після відбиття від досліджуваного дна ока та переході крізь оптичну систему офтальмоскопа паралельними променями надходять до ока спостерігача і на сітківці спостерігача утворюється пряме зображення дна ока.

В еметропічного ока, коли фокусна відстань задається як 17 мм, збільшення, коли буде видно дно ока, буде дорівнювати $250/17 = 14,7$ крат, візьмемо 15 крат. Цей показник є позитивним аспектом цього виду діагностики. Однак використання даного методу діагностики не завжди зручне, бо потрібно максимально близько розташувати око спостерігача до ока, яке діагностується. Це обумовлено тим, що лише на невеликій відстані між очами видимого поля зору буде достатньо, тому що зіниця діагностованого ока являє собою діафрагму, обмежуючи поле зору. Через невелику відстань, лице спостерігача дуже приближається до лица діагностованої людини, спостерігач не має можливості використовувати одне око для діагностики обох очей людини, а змушений спостерігати лівим оком в ліве око людини та навпаки. Тому рідше використовують офтальмоскопію зворотнього напрямку. [2, 3, 4, 7, 14].

Схема проведення офтальмоскопічного дослідження у зворотньому напрямі виступає в ролі принципової оптичної схеми ручних дзеркальних офтальмоскопів, які широко застосовуються в нашій країні. Світлові промені від джерела (рис. 2.2 б) падають на ввігнуте дзеркало 2 із отвором В, яке відбиває його і перенаправляє на опуклу лінзу 3 (рис. 2.2 б). Перетнувши лінзу, світлові промені через оптичну систему діагностованого ока 4 освічують дно ока. Віддзеркалені від дна ока промені (у випадку нормального ока) виходять паралельними пучками і потрапляють на лінзу 3, на фокальній площині цієї лінзи будується зворотне зображення дна ока, яке пізніше обстежується крізь отвір у дзеркалі 2 оком людини 5, яка спостерігає. У цій ситуації точка А дна ока пов'язана із точкою зображення А, яка розташована у повітрі. Щоб її роздивитись, спостерігач має підлаштуватися так, аби точка А' була пов'язана із точкою А". Для того, аби зіниця В' не обмежувала поле зору, лупа має показувати зображення отвору в зіниці В' дослідженого ока. Потім зіниця В'

зображується лінзою в отворі В дзеркала, позаду якого розташоване око спостерігача. [2, 3, 4, 7, 14].

2.2.3 Найбільш поширений периметр типу Ферстера. Він складається з дуги шириною 7-8 см, до якої з зовнішньої сторони, а іноді по ребру нанесені поділки в градусах. Дуга має форму півкола (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Периметр типу Ферстера

Вона закріплена в центрі і може вільно обертатися. Таким чином, дуга під час обертання у своїй точці фіксації на підставці описує півсферу. Голова хворого добре фіксується особливим пристосуванням в такому положенні, щоб досліджуване око знаходилося в центрі дуги периметра. В центрі дуги з внутрішньої сторони знаходиться білий кружок, на який під час дослідження повинен дивитися хворий.



Рисунок 2.4 – Проведення поляриметричного дослідження

Щоб око обстежуваного справді перебувало у центрі описуваної дугою півсфери, підставку для підборіддя піднімають або опускають до тих пір, поки півмісяцева вирізка на верхній частині металевої палички підставки для підборіддя не буде щільно прилягати до нижнього кісткового краю орбіти. При дослідженні лівого ока підборіддя поміщають в праву впадину, а при дослідженні правого в ліву. На друге око накладають пов'язку. Медична сестра знаходиться перед хворим, стежачи за тим, щоб хворий оком дивився тільки на білий кружок в центрі дуги. Медична сестра переміщує паличку, на кінці якої укріплений майданчик з необхідним об'єктом, з периферії до центру. Паличку з об'єктом бажано переміщати не тільки плавно з периферії до центру дуги, але і здійснювати невеликі рухи в перпендикулярному до ширини дуги напрямку. Всю увагу медична сестра повинна звернути на око хворого. Медична сестра повинна заздалегідь пояснити хворому, що він повинен сказати одне коротке слово «так» або «бачу» або навіть стукнути пальцем по столу в перший момент, коли він побачить, що з периферії щось рухається. Тоді медична сестра перестає рухати об'єкт і дивиться по дузі периметра, на якому градусі від центру дуги хворий помітив об'єкт.

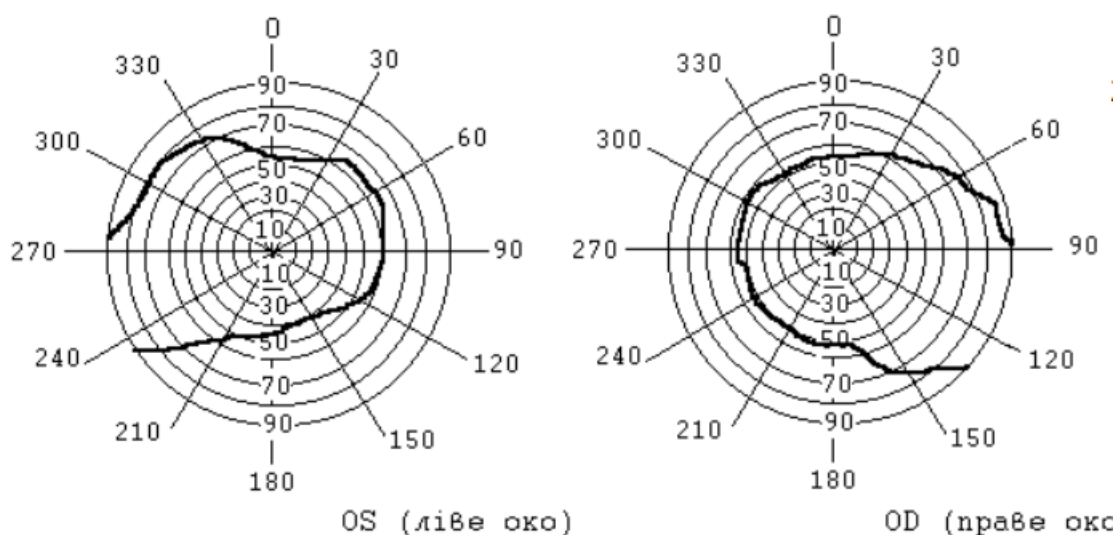


Рисунок 2.5 – Поля зору для правого та лівого ока

Дефекти в полі зору, різницю між тим, що хворий бачить фактично, і тим, що він повинен бачити, заштриховують. У нормі найширше поле зору на білий

колір, менше – на червоний і синій, найвужче – на зелений колір. Дефекти в полі зору називають скотомами [8].

Центральне поле зору в межах 30-40° від його центру досліджують методом **кампіметрії**. Перед пацієнтом на відстані 1 м розташовують чорну дошку (площина Грефе), пропонують зафіксувати погляд на білій точці в її центрі. З периферії чорної площини дошки до центру переміщують об'єкти різного розміру, визначаючи місце випадіння їх із поля зору. Так виявляють центральні, периферичні, абсолютні та відносно обмежені дефекти в полі зору (скотоми), межі сліпої плями.

Сучасні комп'ютерні периметри [8, 9] дають змогу швидко виявити дефекти центрального поля зору, що має велике значення в діагностиці змін сітківки в ділянці жовтої плями, а також дугоподібні скотоми при глаукомі.

Динамічна периметрія (кінетична) вважається найбільш популярною. При цьому об'єкт переміщують у просторі від периферичних областей у напрямку до центру.

В останні роки все більше поширення отримує **статична** периметрія, що відрізняється застосуванням нерухомих об'єктів зі змінною яскравістю і розміром. Для проведення даного обстеження використовують статичні автоматичні периметри, які пов'язані з комп'ютером. Лікар встановлює і запускає програму пристрій. Після цього на периметрі у вигляді півсфери або на другому екрані з'являються і спалахують білі або кольорові об'єкти, які можуть переміщатися по різних меридіанах.

За допомогою спеціального датчика відбувається запис показників пацієнта. У результаті комп'ютер видає результат на бланку у вигляді роздруківки. Якщо визначають поля зору за допомогою білого світла, то діаметр мітки становить 3 мм. Якщо гострота зору пацієнта значно знижена, то можна збільшити яскравість об'єкта. Для кольорової периметрії застосовують об'єкти діаметром 5 мм. При визначенні меж колірного зору потрібно враховувати, що периферична область сама по собі ахроматична і спочатку об'єкт сприймається білим або сірим. Тільки після того, як пацієнт почне розрізняти колір об'єкта, можна говорити про вході в хроматичну зону.

Найбільш широкі поля зору притаманні жовтого і синього кольору, тоді як найвужче характерно для зеленого об'єкта. Для підвищення інформативності периметрії необхідно використовувати об'єкти різного діаметру і яскравості. У цьому випадку мова йде про комп'ютерну периметрію. Саме вона дозволяє виявити перші зміни оптичної системи внаслідок дистрофії сітківки, глаукоми та інших патологій очей. Щоб досліджувати сутінковий і нічний зір, можна використовувати низьку освітленість об'єкту і фону. При цьому існує можливість досліджувати роботу палочкових клітин сітчастої оболонки. Не так давно для оцінки просторового зору почали застосовувати високонтрастну периметрію. При цьому оцінку проводять із застосуванням чорних, білих та кольорових смуг, які демонструють у вигляді таблиць або на екрані комп'ютера. З метою діагностики та більш точного обґрунтування висновків у випадку багатьох захворювань зорового нерва слід визначити межі поля зору для кольорів. Використовують периметрію, застосовуючи кольорові об'єкти. Межі поля зору мають значення і для діагностики топографії ушкоджень зорового тракту. Якщо межі звужені з усіх боків, діагностують концентричне звуження поля зору. У разі випадіння поля зору у вигляді сектора, квадранта, половини поля, мову ведуть про сектороподібні, квадрантні, половинні випадіння. Половинні обмеження поля на обох очах є знаком геміанопсії. Сучасний автоматичний комп'ютерний периметр використовується офтальмологом для визначення полів зору і перевірки порогової чутливості сітківки ока. Тобто периметр знімає інформацію про простір, який бачить око людини при фіксованому погляді і нерухливій голові. Даний прилад являє собою велику чашу, в яку дивиться пацієнт, зафіксувавши погляд в центрі. В різних частинах чаші виникають об'єкти різного розміру та яскравості. До чаші приєднаний комп'ютер, оснащений великою кількістю програм, статистичних методик і стратегій обстеження, які дозволяють проводити якісну периметрію.

Периметрія – це інструментальний метод діагностики в офтальмології, який дозволяє визначати межі полів зору і найменше їх відхилення від встановлених норм на самих ранніх стадіях, а також зафіксувати результати у

вигляді діаграм, графіків та трьохвимірного зображення (рис. 5,6). Рис.5. Комп'ютерна периметрія. Електронний ресурс: <http://vizio.com.ua/knigi/52-oftal-mologija-bezkorovajna/308-periferichnij-zir-polya-zoru-skotomy.html> Рис.6. Бланк результатів проведення комп'ютерної периметрії. Електронний ресурс: <http://vizio.com.ua/knigi/52-oftal-mologija-bezkorovajna/308-periferichnij-zir-polya-zoru-skotomy.html> Існують світлова та кольорова периметрії, які мають різні кути полів зору в нормі. Поле зору світла – найширше, обумовлене розміщенням на сітківці світлочутливих паличок. В середньому, в нормі це 55° ближче до носа, 90° далі від носа, 55° зверху і 60° знизу. Можлива похибка на $5-10^{\circ}$. Поле зору кольору – обумовлене розміщенням на сітківці колбочок, чутливих до кольору. Поле зору синього кольору проходить близько 50° , червоного - 30° і зеленого - 20° . Дані периметрії допомагають офтальмологу судити про наявність захворювань сітківки ока і зорового нерва, зорових шляхів і зорових центрів головного мозку. Вони вказують на локалізацію патологічного процесу. Окрім звуження полів зору можуть бути і випадання деяких ділянок. Такий обмежений дефект називається скотоною. В сучасних периметрах використовуються цифрові алгоритми, які дозволяють виявити будь-які зміни полів зору пацієнта. За необхідністю, периметрія проводиться з коригуючими лінзами: сферичними чи циліндричними. Враховується вік пацієнта: результат тесту містить графік, який показує відхилення реальної чутливості кожної точки від типової для віку даного пацієнта. Периметр також враховує неврологічний стан пацієнта і скорочує тривалість обстеження за допомогою скорочення неврологічного поля. Обстеження проводиться в абсолютно темному приміщенні. Тривалість тесту 10-20 хвилин в залежності від виду периметрії (рис. 7). Рис.7. Нормальні межі поля зору. Електронний ресурс: <http://vizio.com.ua/knigi/52-oftal-mologija-bezkorovajna/308-periferichnij-zir-polya-zoru-skotomy.html>

Скотоми – обмежені дефекти в полі зору.

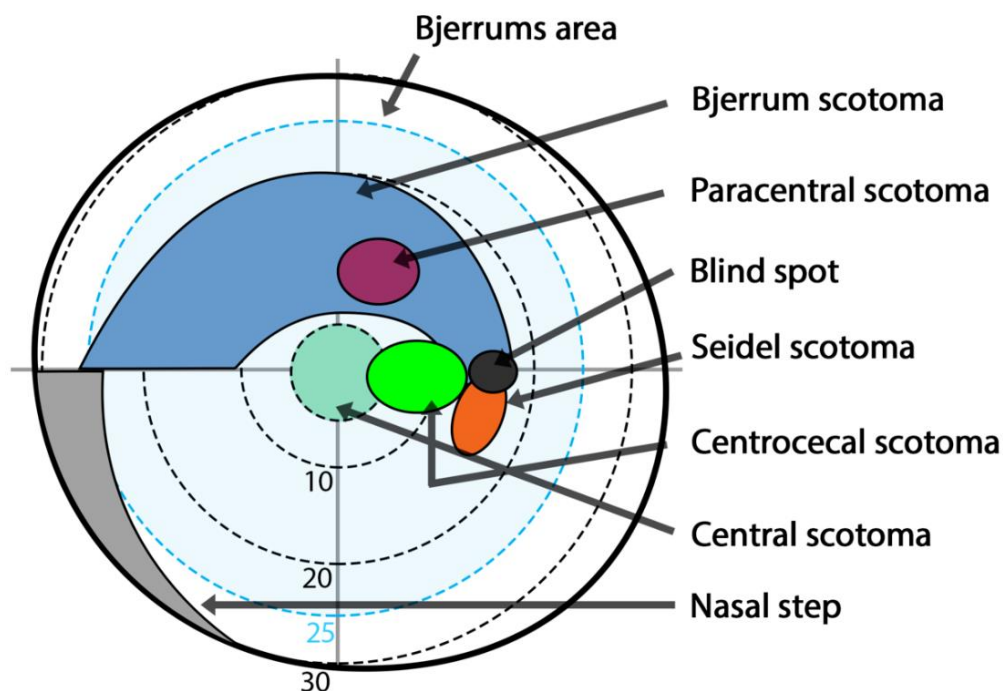


Рисунок 2.6 – Площа Б'єррума та типи скотом на полі зору

За розташуванням скотоми можуть бути центральними й периферичними. За характером розрізняють позитивну й негативну скотоми. Позитивну – хворий відчуває, як темну або забарвлену в якийсь колір пляму, що закриває частину предмета під час його розглядання. Виявляють порушення за допомогою сітки, запропонованої швейцарським офтальмологом Амслером. При патології спостерігатиметься випадіння з поля зору окремих квадратів або ліній. Варіювання форми й розміру квадратів або ліній (збільшення - макропсія, зменшення - мікропсія) також має діагностичне значення. Якщо є центральні зміни сітківки, хворий при зміні її освітлення (переведення погляду зі світлої поверхні на більш темну) може помітити позитивну скотому (скотома дезадаптації). Негативну скотому хворий не помічає, її виявляють під час дослідження поля зору. Скотому вважають абсолютною, якщо з поля зору хворого випадає певна ділянка, відносною - якщо на цій ділянці знижена видимість тест-об'єкта. Приклад абсолютної негативної скотоми - сліпа пляма (зона диска зорового нерва - проекція в просторі диска зорового нерва), що інакше називається фізіологічною скотомою. Вона розташована в скроневій половині поля зору на 12-18° від точки фіксації. Її розміри по вертикалі - 8-9°,

по горизонталі - 5-8°. До фізіологічних скотом відносяться й ангіоскотом, що відповідає розташуванню судин на сітківці.

Патологічні скотом, головним чином, виникають через ураження сітківки та судинної оболонки ока, а також зорових провідних шляхів і зорових центрів. Також до патологічних відносять збільшені в розмірі і змінені в результаті деяких патологічних реакцій фізіологічні скотом (наприклад, розширення сліпої плями при невриті диска зорового нерва, застійному соску, задньої стафіломи через короткозорість високою ступеня а також збільшилися внаслідок перифлебів сітківки, глаукома, діабетичної ретинопатії та інших патологій). Наприклад, дугоподібна форма характерна в основному для глаукоми, а кільцеподібна може бути обумовлена пігментною дегенерацією сітківки. За місцем локалізації прийнято розрізняти центральні, парацентральні, периферичні, а також периферичні патологічні скотом.

Центральні скотом локалізуються в центральній області поля зору, включаючи в себе і точку фіксації. Вони виявляються при ураженні сітківки в зоні жовтої плями (наприклад, при макулодистрофії), при змінах в папілломакулярного пучку зорового нерва (наприклад, при аксіальному невриті).

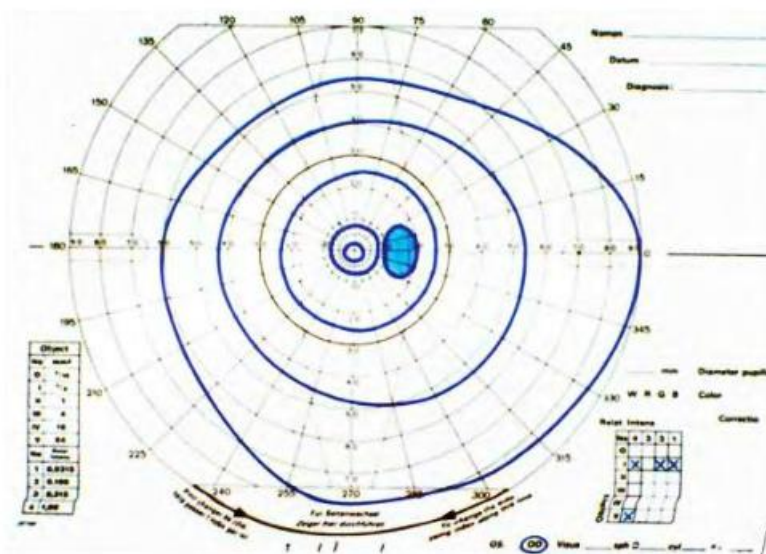


Рисунок 2.7 – Нормальні межі поля зору

Скотом в першому випадку називають позитивними, а в другому - негативними. Розташовані в парацентральних ділянках поля зору скотом -

називають парацентральною, вони до точки фіксації примикають з якої-небудь зі сторін. Перицентральною скотоми здатні оточувати точку фіксації, але не замикаються з нею. Найбільш типовою периферичною скотоми можна вважати скотому Бьеррума. Така скотома служить раннім симптомом глаукоми, маючи певне прогностичне значення, адже вона при підвищенні внутрішньоочного тиску збільшується і зменшується або зникає при зниженні його (функціональна скотома). Периферичні скотоми, локалізовані в периферичних зонах поля зору, характерні при хоріоретиніті, ретиніті, дистрофії периферії сітчастої оболонки.

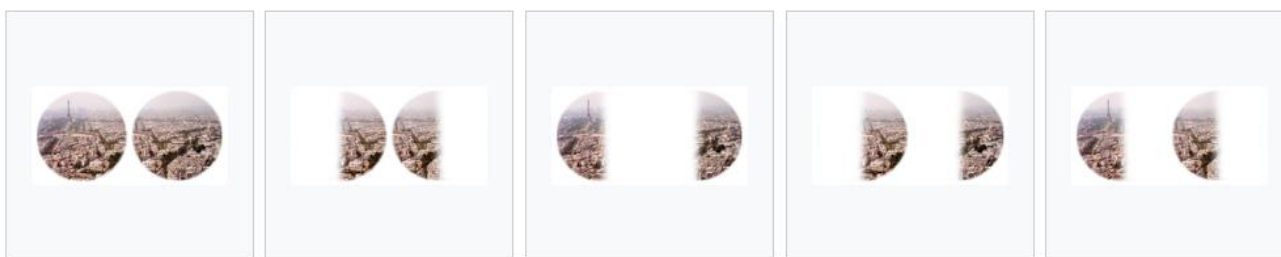


Рисунок 2.8 – Варіації розташування скотом (1-а картинка – норма)

2.3 Комп'ютерна периметрія очей

В даний час найбільш точним і поширеним вважається комп'ютерна периметрія очей – для цього використовується електронний комп'ютерний периметр (рисунок 2.9), на якому офтальмолог встановлює позначку для концентрації погляду пацієнта. В ході обстеження лікар змінює рівень освітленості такої точки, яка при цьому залишається абсолютно нерухомою.



Рисунок 2.9 – Проведення сучасної поляриметрії

Коли пацієнт підтверджує, що він сфокусував погляд на позначці, запускається програма, що видає по сторонам від точки інші схожі об'єкти, які відрізняються один від одного кольором. Якщо людина бачить периферійним зором нову з'являється точку – він повинен підтвердити це натисканням клавіші. Після п'ятнадцятихвилинного сеансу комп'ютер видає результати у вигляді зведеної таблиці, розшифровкою яких належить зайнятися офтальмолога [12].

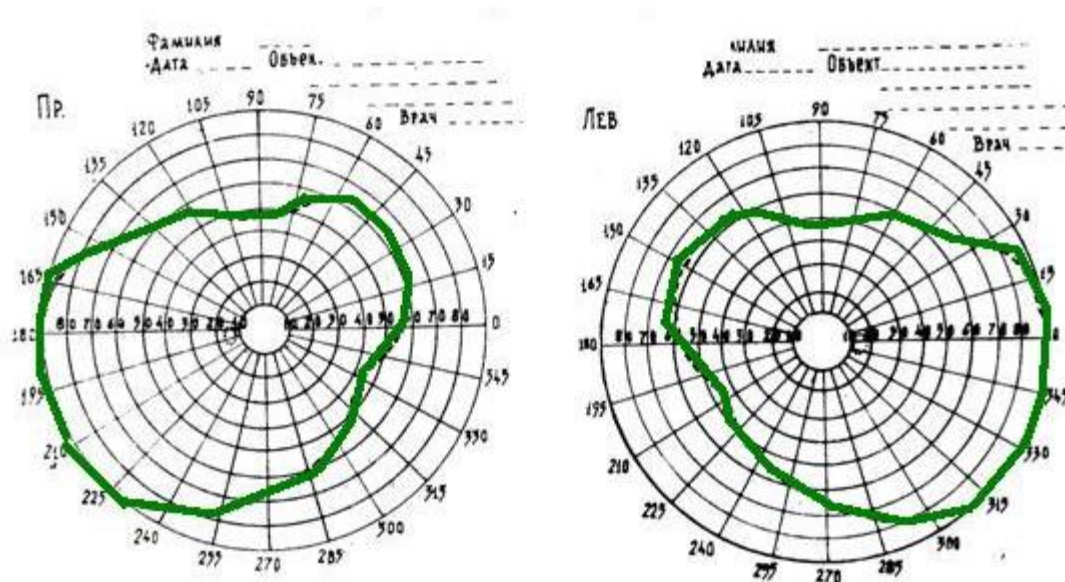


Рисунок 2.10 – Результат виглядає як тривимірний карта-графік

Результат виглядає як тривимірний карта-графік, на якій позначені цифрами межі поля зору.

Після нанесення на таку карту (яка в офтальмології називається ще «зоровим горбом») можна побачити, де обривається межа поля зору пацієнта. Нормою вважаються: внутрішня і нижня межі – на позначці 60 градусів; верхня межа – 50 градусів; зовнішня – не менше 90 градусів. При множинних і великих Скотома у вигляді випадання деяких ділянок поля зору, пацієнт направляється на додаткові обстеження.

Статична периметрія. Інший варіант – статична периметрія. В цьому випадку виявити межі поля зору можна за допомогою проекції її на поверхню округлої форми. Пацієнт також фіксує погляд одним оком на нерухому точку, поклавши підборіддя на підставку пристрою, а на друге око накладається пов'язка. Офтальмолог починає рухати об'єкти з боку периферії до центральної точки-позначці зі швидкістю два сантиметри в секунду.

Пацієнт повинен сказати фахівця, коли починає бачити, що рухається. На основі цієї інформації лікар в ці моменти відзначає на карті момент і відстань, коли об'єкт потрапляє в поле зору. Це – межа поля, за межами якої людина не бачить периферійним зором.

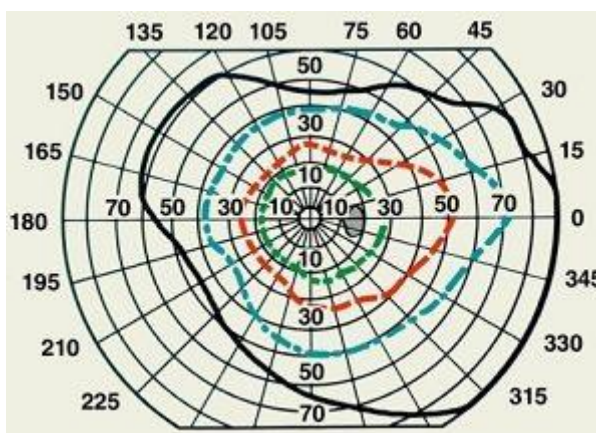


Рисунок 2.11 –

Визначення внутрішніх кордонів проводиться за допомогою об'єктів, розмір яких становить один міліметр в діаметрі. Для визначення зовнішніх кордонів використовують більш великі об'єкти – 3 міліметри. Переміщення об'єктів відбувається за різними меридіанах. З огляду на, що такий мануальний метод вимагає більш уважного ставлення і додаткових дій від офтальмолога, на

процедуру йде майже в два рази більше часу, ніж на комп'ютерну периметрію (близько півгодини).

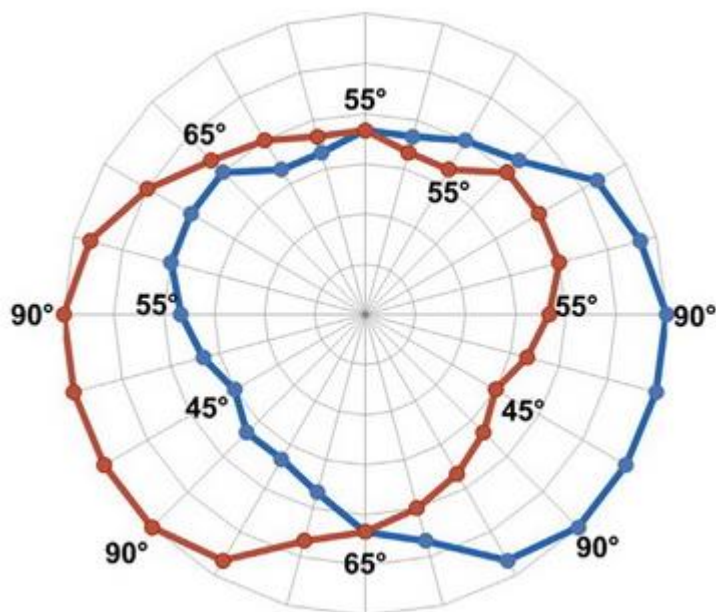


Рисунок 2.12 – Середні нормальні межі зору при дослідженні кінетичній периметрії (червоний – ліве око, синій – праве око)

Нормальні показники при проведенні комп'ютерної периметрії: Вважається, що найбільший розмір полів зору існує для синього кольору, а найменший – для зеленого. Це пояснюється різницею їх довжини хвилі. Середні значення полів зору на кольори такі: Догори: 50° – на синій, 40° – червоний, 30° – зелений. Донизу: 50 – синій; червоний – 40°, 30° – зелений. Назовні: 70°, 50°, 30° соответственно. Досередини: 50°, 40°, 30°.

Отримання і оцінка результатів. На очне яблуко наноситься умовна сітка меридіанів (рисунок 2.13), які з'єднують передню і задню центральну точку очі. Після натискання кнопки пацієнтом комп'ютерна програма в автоматичному режимі фіксує координати точки. Іноді виникає проблема, коли пацієнт помітив точку, але не встиг натиснути на кнопку. Позбутися від цієї проблеми дозволяє програма вторинного контролю. Процедура займає близько 30 хвилин. Потім комп'ютер обробляє дані і роздруковує результати.

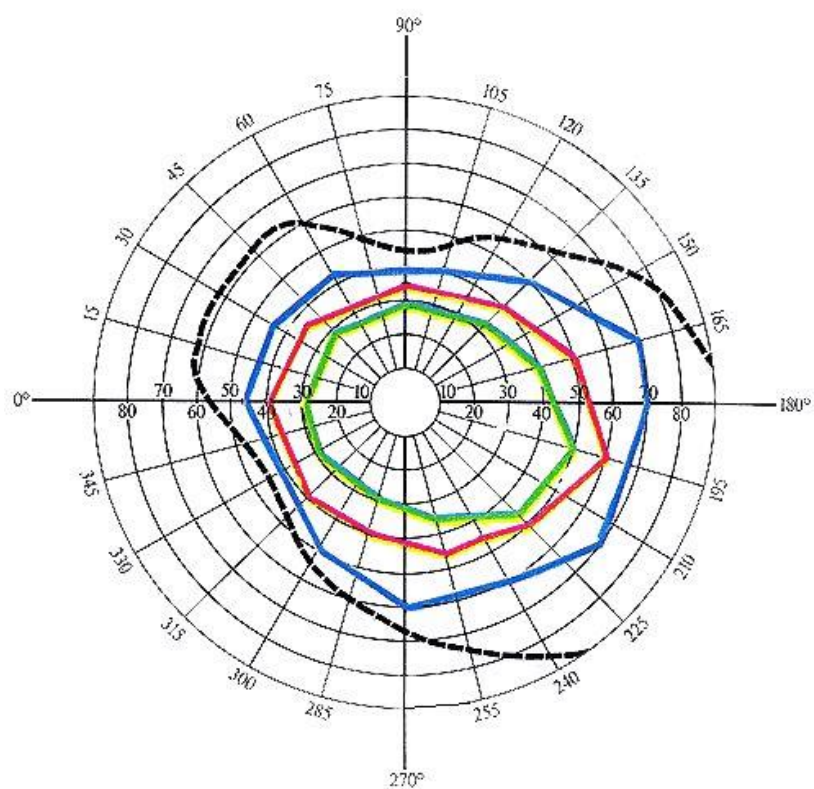


Рисунок 2.13 – Умовна сітка меридіанів

РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Дослідження зниження функції акомодатії у дітей в період пандемії

Очі – це складна організація, яка дозволяє людям якісно сприймати навколишнє середовище. Якщо ж функції очей порушені, мають дефекти, це моментально позначається на нашому житті та його якості.

На жаль, прогрес зі своїми інноваційними творіннями, екологія, спосіб життя негативно позначаються на стані здоров'я зорових органів. Незалежно від віку, люди скаржаться на постійну втому очей, зниження зору, сухість в очах і т. д. Сьогодні серед найбільш поширених захворювань, від яких страждає сучасне суспільство, виділяють міопію.

Короткозорість або міопія – дефект зору, коли людина чітко бачить лише близько розташовані предмети, результат підвищеної заломлювальної сили оптичних середовищ ока (кришталика, рогівки) або надто великої довжини осі (при нормальній заломлювальній силі) очного яблука.

Міопія є переважаючою клінічною дисфункцією у дітей шкільного віку, частота якої серед інших відхилень протягом останнього часу неухильно збільшується як у всьому світі, так і в Україні [5 – 9], що робить її актуальною медико-соціальною офтальмологічною проблемою сучасності.

Око людини – це складна оптична система. Як будь-яка оптична система, вона має заломлювальну здатність, яку називають рефракцією. Стосовно ока розрізняють фізичну і клінічну рефракцію.

Фізична рефракція – це заломлювальна сила оптичної системи, виражена в умовних одиницях – діоптріях (дптр). За одну діоптрію прийнято заломлювальну силу лінзи з головною фокусною відстанню 1м. Діоптрію – величину, зворотну головній фокусній відстані, – виражають наступною формулою:

$$D = \frac{100 \text{ (см)}}{F \text{ (см)}}.$$

Основними частинами оптичної системи (рисунок 3.1) є рогівка,

заломлювальна сила якої становить 42,0 – 46,0 дптр, і кришталик з заломлювальною силою 18,0 – 20,0 дптр.

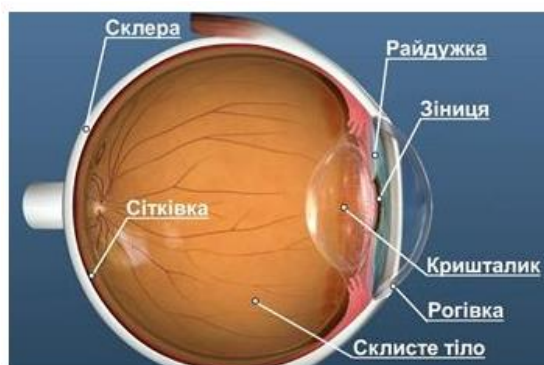


Рисунок 3.1 – Будова ока

Склера (щільна непрозора оболонка, яка ззовні вкриває око); *сітківка* (світлочутлива поверхня очного дна); *рогівка* (прозора рогова оболонка, що діє як збиральна лінза й забезпечує 75 % здатності ока заломлювати світло); *райдужка* (райдужна оболонка, має в різних людей різне забарвлення); *Зіниця* (круглий отвір, який звужується в разі збільшення освітленості й розширюється в разі її ослаблення); *кришталик* (збиральна лінза, яка завдяки скріпленню із нею м'язам може змінювати свою кривизну, а отже, оптичну силу); *склисте тіло* (прозора драглиста маса, що заповнює простір між кришталиком і сітківкою).

Середня заломлювальна сила ока людини за А.І. Дашевським становить: у немовлят – 77,0 дптр; у дітей віком 3 – 5 років – 59,9 дптр; 6 – 8 років – 60,2 дптр; 9 – 12 років – 59,6 дптр; більше ніж 15 років – 59,7 дптр.

Для отримання чіткого зображення на сітківці важлива не власне заломлювальна сила ока, а здатність його оптичної системи фокусувати промені точно на сітківці. У зв'язку з цим в офтальмології більше значення має не фізична, а клінічна рефракція – положення головного фокуса оптичної системи ока (точки, де сходяться промені, що йдуть в око паралельно до оптичної осі) стосовно сітківки (рисунок 3.2, а).

Короткозорість, або міопія – це сильна рефракція (рисунок 3.2, б). Паралельні промені збираються у фокус попереду сітківки, тому на сітківці з'являється нечітке, у колах світлорозсіювання, зображення. На сітківці в

такому оці можуть зібратися лише розбіжні промені від предметів, розміщених на кінцевій відстані від ока. Найдальша точка ясного зору міопа лежить близько, на певній кінцевій відстані. Гострота зору завжди нижча за 1,0; міопи погано бачать удалину і добре – на близьку відстань.

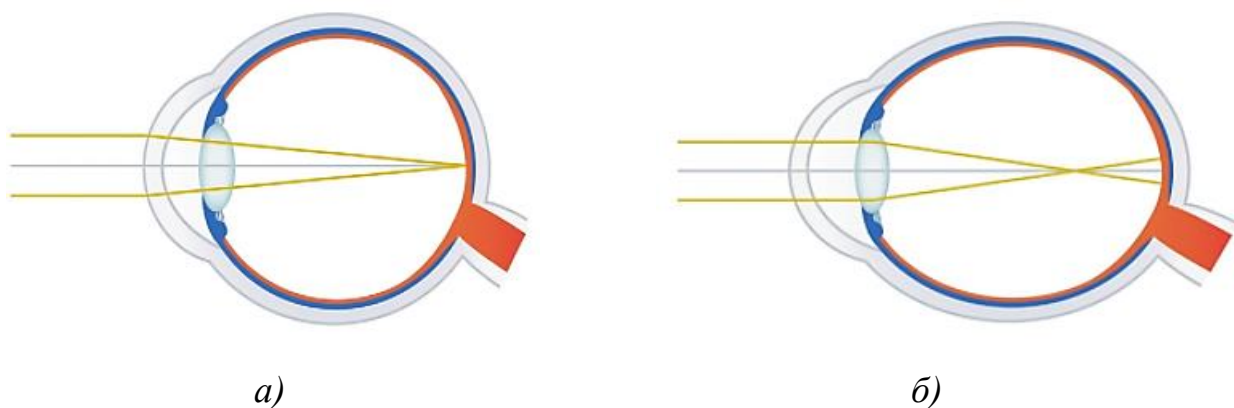


Рисунок 3.2 – Заломлення променів в оптичній системі ока:
а) – нормальний зір; б) – міопія

Короткозорість виникає через невідповідність сили оптичної системи ока і його довжини.

Одна з причин – слабкість м'яза акомодациї, що утримує кришталик. За допомогою цього м'язу еластичний і гнучкий кришталик змінює форму і наводить фокус, завдяки чому людина бачить чітко як поблизу, так і далеко – це так званий процес акомодациї. Перенапруження м'яза акомодациї призводить до того, що зір вдалину погіршується.

«Робочий» чинник в останні пару років вважають найголовнішим у патогенезі короткозорості. Збільшення кількості короткозорих серед школярів, при переході до старших класів, розглядають як наслідок тривалої праці очей на близькій відстані.

До розвитку короткозорості у дітей призводить тривала робота на близькій відстані: надмірне захоплення комп'ютерами та іншими гаджетами, неправильне освітлення, читання в транспорті та ін. (рисунок 3.3). Перехід на дистанційне навчання учнів збільшило час проведення за комп'ютерами, планшетами, мобільними телефонами тощо втричі!!!



Рисунок 3.3 – Приклад наслідку короткозорості у дітей – тривала робота на близькій відстані

Ланками механізму міопізації визнавали напруження акомодациї та конвергенції. Робоча гіпотеза має слабкі моменти. Зокрема, їй суперечить факт розвитку однобічної міопії в оці тварини, якій відразу після народження виключали з акту зору око шляхом зшивання повік.

Короткозорість можна виправити за допомогою окулярів з лінзами (рисунок 3.4), що розсіюють, або спеціальних контактних лінз. До загальнозміцнюючої терапії входять вітаміни, тканинна терапія, раціональний режим праці та відпочинку. Етіологія і патогенез короткозорості ще до кінця не з'ясовані.

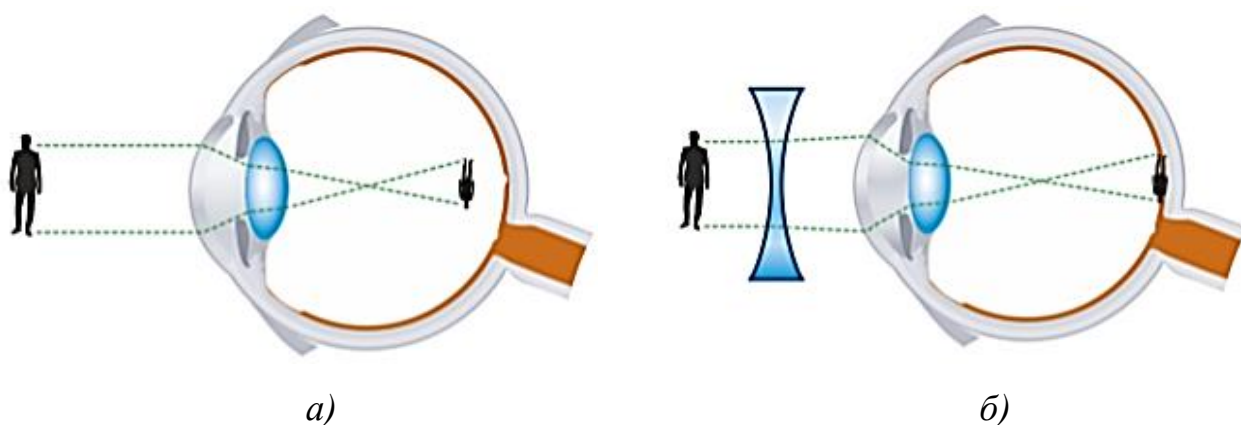


Рисунок 3.4 – Заломлення променів в оптичній системі ока:

а) – міопія; б) – міопія з корекцією

Подальші дослідження будуть направленні на підвищенні ефективності діагностики та прогнозування погіршення зору у дітей шляхом визначення показників, що характеризують патогенетичні механізми та взаємозв'язок змін функції акомодатції з анатомічними та оптичними параметрами очного яблука.

3.2. Дослідження центрального зору

Дослідження центрального зору переважно здійснюється за допомогою таблиць Сівцева-Головіна.

Крім сучасних діагностичних процедур на озброєнні офтальмологів знаходяться і успішно застосовуються таблиці, що визначають гостроту зору. Існує кілька видів таблиць, названих в честь їх творців. Найчастіше офтальмологи використовують таблицю розроблену доктором Сивцевом. Вона являє собою знаки українського алфавіту, що знаходяться в 12 рядках і дедалі менші від верхнього рядка до нижньої. Букви 10 рядки, правильно прочитані з дистанції 5 метрів, означають, що у людини відмінний зір. Це позначається як 1,0. Разом цією таблицею застосовується таблиця Головіна. Вона складається з 12 рядків, але замість букв рядки утворюють кільця з розрізами, розташованими з різних сторін. Людина з хорошим зором повинен правильно визначити кут розрізу з верхнього рядка до рядка під номером 10 з дистанції 5 метрів. Якщо пацієнт розрізняє зону розрізу тільки на самому верхньому рядку, то його зір оцінюється як 0,1. Якщо розрізняються перший і другий ряди, то зір буде 0,2. І так послідовно зверху вниз.

Центральний зір визначається здатністю сприймати форму предметів та відрізняти їх найдрібніші деталі. Провідну роль у його формуванні відіграють фоторецептори жовтої плями – функціонального центру сітківки. Тут вони розташовані найбільш щільно і об'єднуються у найменші рецепторні поля. Тому спроектоване на них зображення певного об'єкта аналізується найдетальніше. Показником центрального зору є гострота зору, тобто здатність людини бачити дві цятки окремо при їх максимальному зближенні. Визначають її у відносних одиницях (нормою вважається 1,0).

Розмір зображення на сітківці залежить від кута зору, тобто від кута, що утворюється між світловими променями, які надходять до ока від двох світлових точок. Окреме сприйняття їх можливе тоді, коли світлові промені від обох світлових точок падають на сітківку на такій відстані один від одного, яка перевищує діаметр одного рецепторного поля. За такої умови між двома збудженими рецепторними полями міститься одне незбуджене.

Мінімальний кут зору, під яким людина ще розрізняє дві світлові точки, дорівнює $1'$. Це відповідає відстані 4 мкм між проекціями світлових точок на сітківці. Діаметр зовнішнього сегмента однієї колбочки у центрі жовтої плями становить 0,3 мкм.



Рисунок 3.5 – Дослідження центрального зору за допомогою таблиць Сівцева-Головіна

Таким чином, за нормальної гостроти зору людина бачить дві світлові точки під кутом зору 1'. Саме на цьому принципі побудовані таблиці Сівцева – Головіна для дослідження гостроти зору. У цих таблицях є 12 рядків літер та знаків у вигляді кілець. Накреслені вони так, що ширина кожного штриха літери або знака при стандартній відстані до таблиці (5 м) становить 1', а ціла літера – 5'. На лівому боці таблиці біля кожного рядка вказано відстань, з якої літери і знаки розпізнають при нормальному зорі. На правому боці вказано гостроту зору пацієнта, який розпізнає літери та знаки цього рядка з відстані 5м.

За методикою, описаною вище, було проведено дослідження, результати якого занесені до таблиці 1.

Таблиця 1

№№	Вік	Ранок		Вечір	
		пр	л	пр	л
1	21	12/12	11/12	11/12	11/12
2	21	12/12	11/12	12/12	12/12
3	42	8/12	8/12	8/12	8/12
4	42	11/12	12/12	11/12	11/12
5	37	9/12	8/12	9/12	8/12
6	37	12/12	12/12	12/12	12/12
7	33	10/12	10/12	10/12	10/12
8	40	10/12	11/12	10/12	10/12
9	40	10/12	10/12	10/12	10/12
10	40	10/12	10/12	10/12	10/12
11	19	10/12	12/12	12/12	12/12
12	20	12/12	12/12	12/12	12/12
13	34	10/12	10/12	10/12	10/12
14	41	12/12	12/12	12/12	12/12



Рисунок 3.6 – Проведення експериментального дослідження

3.3 Експериментальне дослідження периферичного зору

Експериментальне дослідження периферичного зору дозволяє орієнтуватися в просторі. Він вимірюється величиною поля зору (простір, який бачить нерухоме око). Світлочутливі елементи – палички (близько 180 млн), завдяки їм око має здатність до периферичного зору, а також спроможне орієнтуватися в умовах різного освітлення (темнова адаптація).

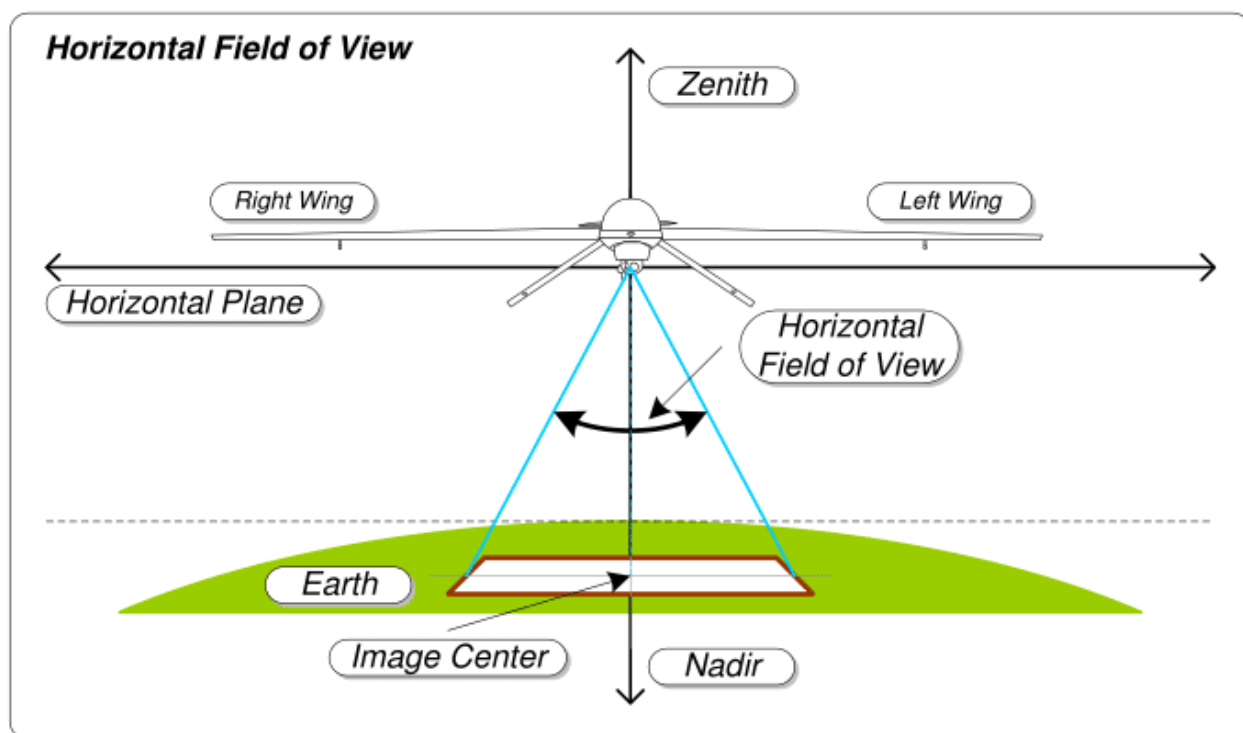


Рисунок 3.7 – Зображення сприйняття оточуючого очами – поле зору

Поле зору – це сукупність усіх точок простору, що сприймаються нерухомим оком.

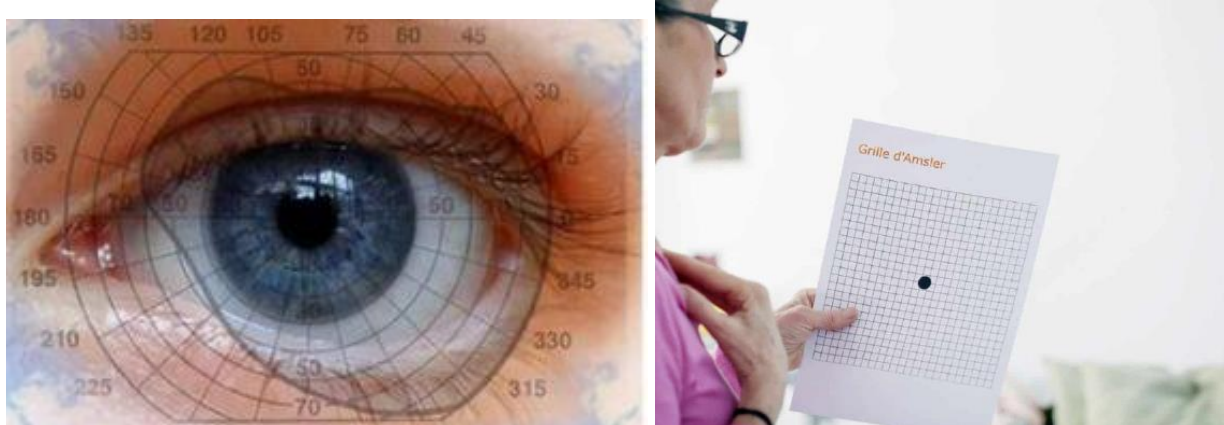


Рисунок 3.8

Як зрозуміло з розділу 1 та 2, кожне око має поле зору, обмежене частинами обличчя, які його оточують – спинкою носа та надбрів'ям. Залежно від будови й розташування цих частин у різних людей поле зору може бути неоднаковим. Тому пропонуємо застосувати експериментальний зразок програми, яка може лягти в основу відомого периметру, але із застосуванням програми в домашніх умовах для першочаткового виявлення та звернення до лікаря.

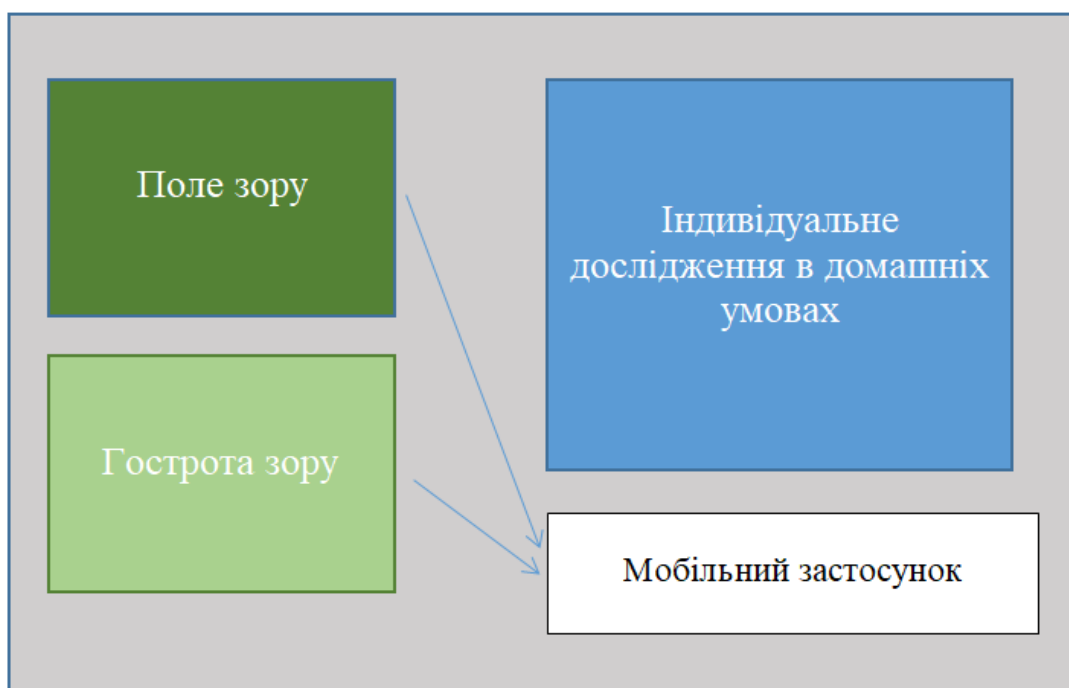


Рисунок 3.9 – Схематичне зображення системи, що пропонується

Дослідження було проведено із застосуванням розробленої програми, вікно якої показано на рисунку 3.10.

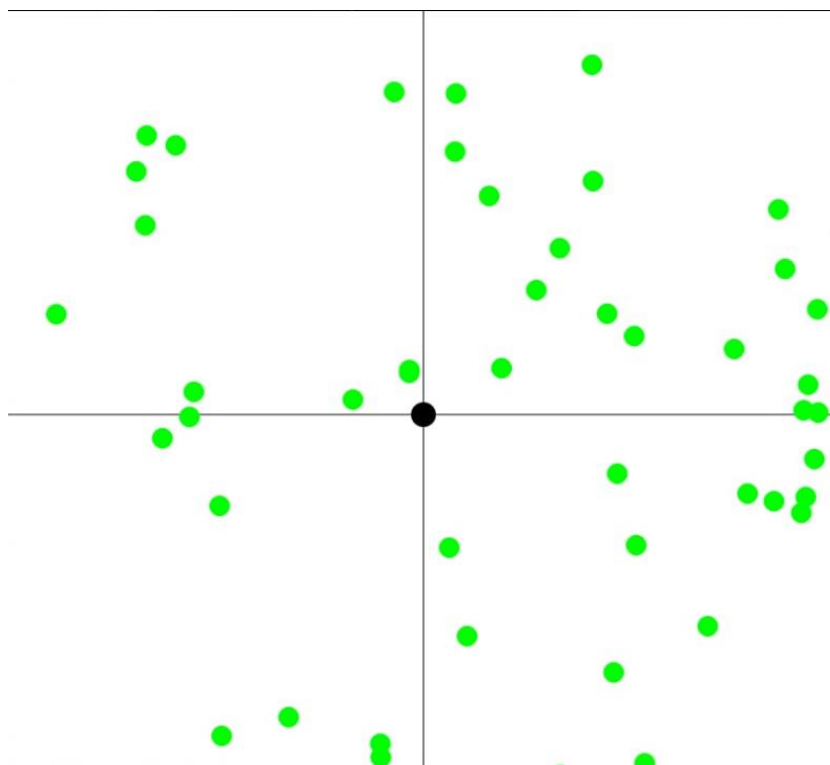
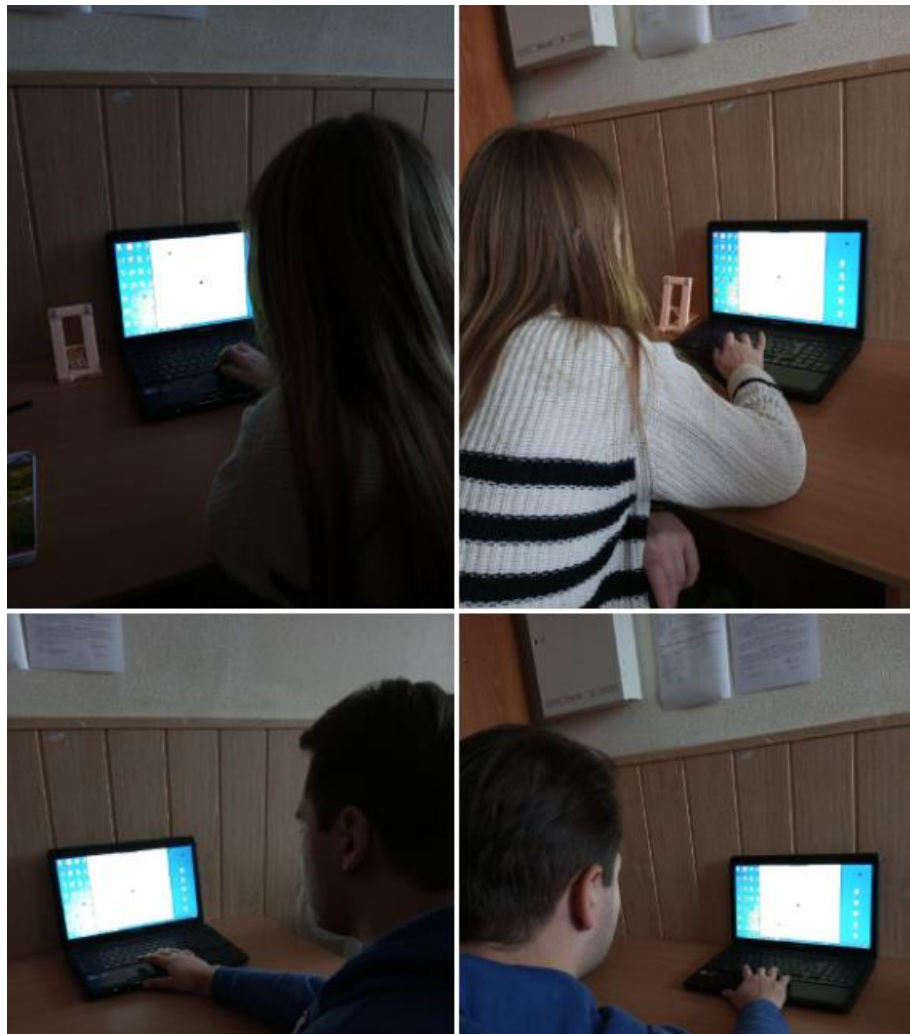
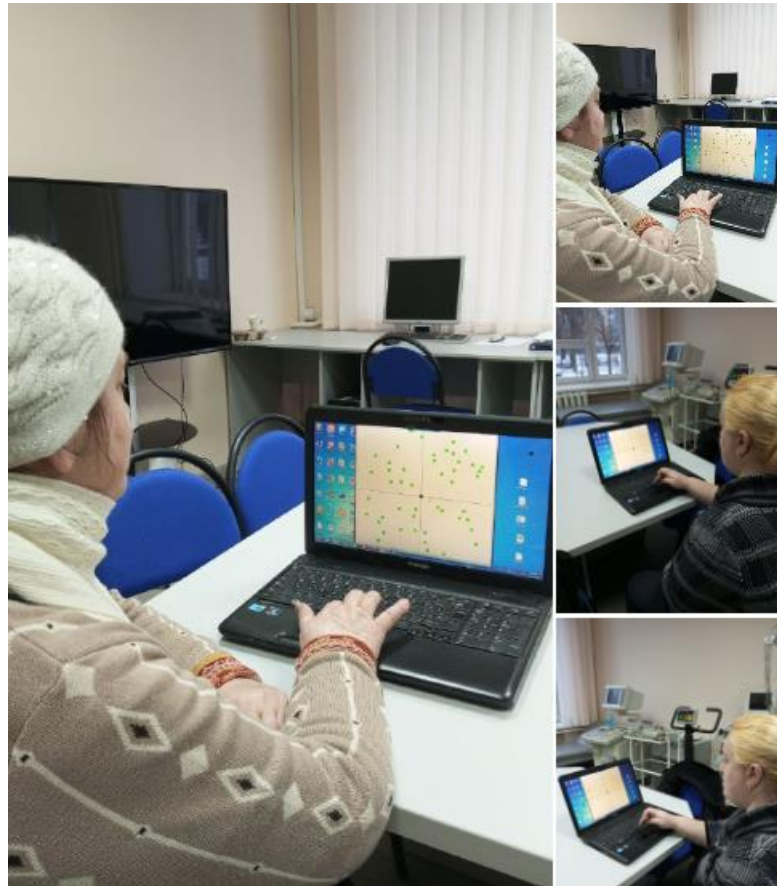


Рисунок 3.10 – Вікно програми, що пропонується для проведення дослідження периферичного зору



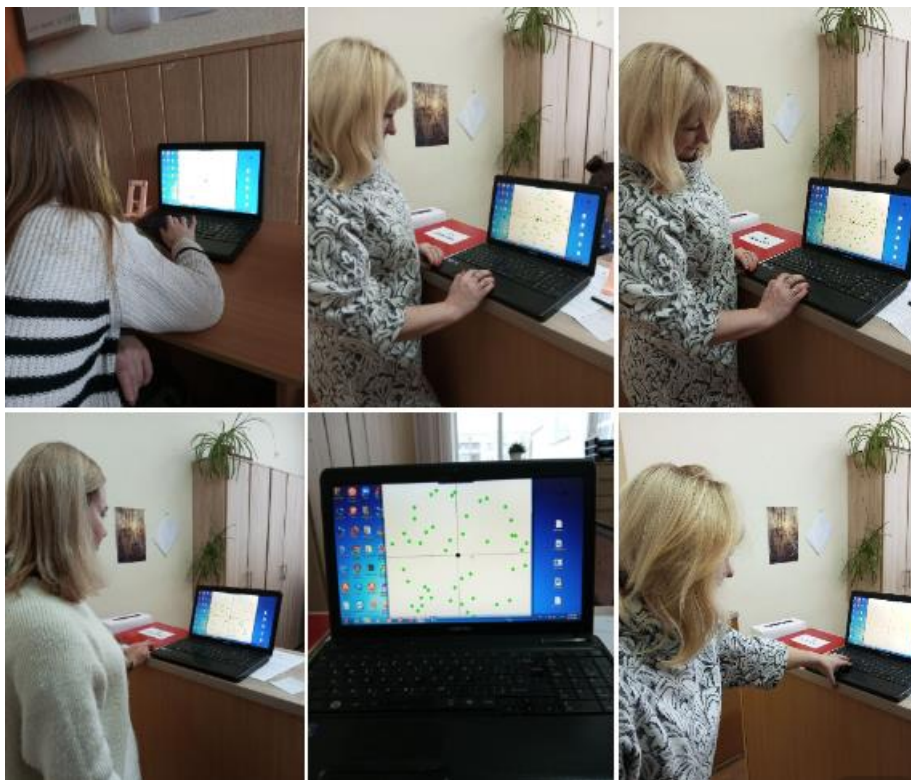


Рисунок 3.11 – Процес дослідження периферичного зору

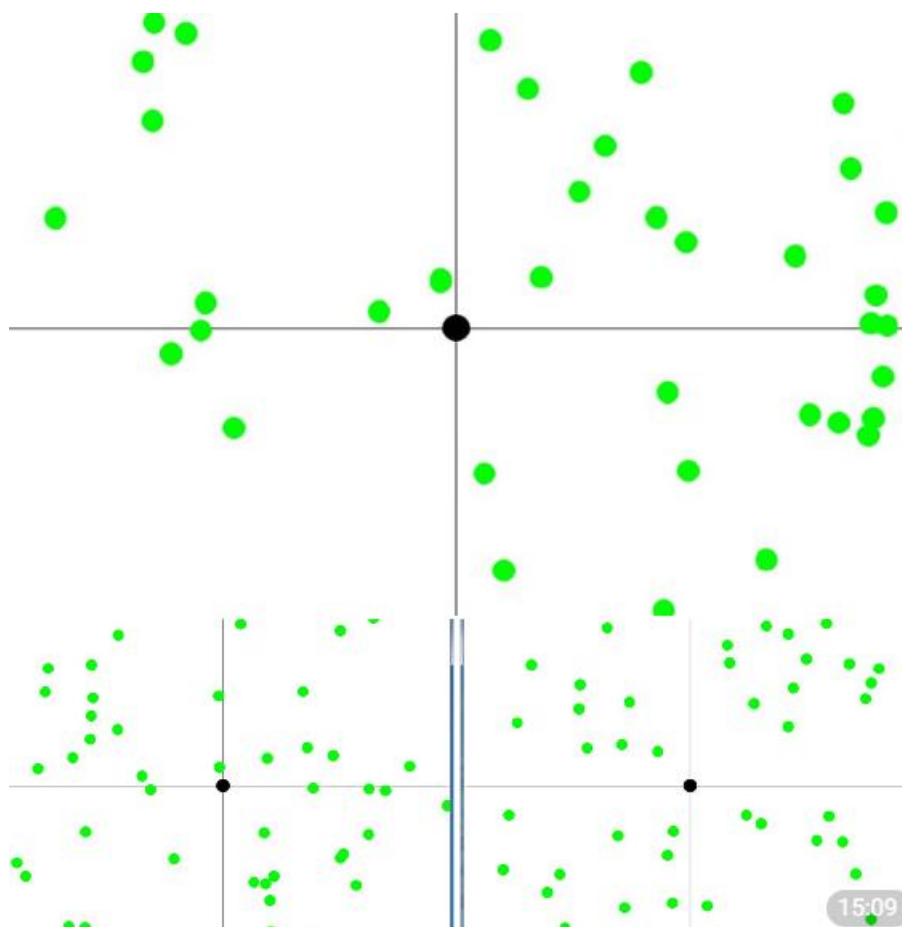


Рисунок 3.12 – Вікна з результатами дослідження периферичного зору

В результаті проведених досліджень, підтверджено ефективність та результативність розробленої програми. Апробація, проведена на 50 репіцієнтах, показала достовірність отриманих значень, оскільки у людей не було помічено патологій очей раніше.

Результати обстеження людей з патологією (глаукомою) проводились в аудиторії 122, але результати будуть підтверджені в подальшому, в результаті паралельних обстежень розробленою програмою та лікарським стендом.

ВИСНОВКИ

- ✓ проведено аналіз методів і засобів діагностики захворювань ока, пов'язаних із порушенням однорідності його структури;
- ✓ розглянуто методи та обґрунтовано вибір методу діагностування патологій ока, які є актуальними в сьогоденні;
- ✓ розроблено алгоритм проведення досліджень;
- ✓ розроблено програмну частину визначення патології очей, яка є основою проведення експериментальних досліджень.

В результаті проведених досліджень, підтверджено ефективність та результативність розробленої програми. Апробація, проведена на 50 репіцієнтах, показала достовірність отриманих значень, оскільки у людей не було помічено патологій очей раніше.

Результати обстеження людей з патологією (глаукомою) проводились, але результати будуть підтвержені в подальшому, в результаті паралельних обстежень розробленою програмою та лікарським стендом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Герасимчук М.В. Коп'ютерно-інтегрована ультразвукова система діагностики захворювань ока. – К.: НТУУ «КПІ», 2021. – 97 с.
2. Акопян В. Б. Основи взаємодії ультразвуку з біологічними об'єктами / В. Б. Акопян, Ю. А. Ершов. – М.: Видавництво МГТУ ім. Н. Е. Баумана, 2005. – 225с.
3. Сучасні методи діагностики [Електронний ресурс]. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.likar.info/travmatologiya-i-ortopediya/article-42751-osteoporoz-suchasni-metodi-diaagnostiki/>
4. Мітьків В. В. Клінічне керівництво з ультразвукової діагностики. - М.: Відар, 2016. - 322с.
5. Цапенко В. К. Основи ультразвукового неруйнівного контролю: підручник / В. К. Цапенко, Ю. В. Куц. – К. : НТУУ «КПІ», 2010. – 448 с.
6. Терещенко М.Ф. Акустичні медичні прилади [Електронний ресурс] / Терещенко Микола Федорович, Тимчик Григорій Семенович, Яковенко Ірина Олександрівна. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://kafvr.kpi.ua/wpcontent/uploads/2017/03/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D1%87%D0%BA%D0%B0%D0%90%D0%9C%D0%9F.pdf>
7. Електронний ресурс: <https://ivanofrankivsk.oxford-med.com.ua/viddilennya/oftalmologiya/oftalmoscopya/>
8. Електронний ресурс: <http://vizio.com.ua/knigi/52-oftal-mologija-bezkorovajna/308-periferichnij-zirpolya-zoru-skotomy.html>
9. <https://www.ochiclinic.com.ua/publications/obstezhennya-ochej-yak-provoditsya-ta-metodi-diaagnostiki/>
10. Практична офтальмологія : навч. посіб. / С. Е. Лекішвілі. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 234 с.
11. Сакович В.М., Сердюк В.М., Жабоедов Д.Г. Офтальмологія: підручник /за редакцією Жабоедова Д.Г., Сердюка В.М., Скрипник Р.Л./ Всеукраїнське спеціалізоване видавництво «Медицина», 2022. – 128 с.

12. Электронный ресурс: <https://s-k-k.su/perimetriya-doslidzhennya-poliv-zoru-vidi-rozshifrovka-i-norma/>