

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
Харківський національний медичний університет

СУЧАСНІ МЕТОДИ ОФТАЛЬМОЛОГІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

***Методичні вказівки
для студентів та лікарів-інтернів***

Затверджено
вченою радою ХНМУ.
Протокол № 5 від 21.04.2016.

**Харків
ХНМУ
2016**

Сучасні методи офтальмологічної діагностики : метод. вказ. для студентів та лікарів-інтернів / упоряд. П. А. Бездітко, М. В. Панченко, І. Г. Дурас та ін. – Харків : ХНМУ, 2016. – 20 с.

Упорядники П. А. Бездітко
 М. В. Панченко
 І. Г. Дурас
 О. П. Мужичук
 А. Ю. Савельєва
 О. В. Яворський
 Я. В. Добрица
 О. В. Заволока
 Є. М. Льїна
 А. В. Пахомова
 О. О. Тарануха
 Д. М. Мірошнік
 Д. О. Зубкова
 О. М. Панченко

Безапаратне дослідження

Дослідження переднього відділу ока. Зовнішній огляд хворого проводять при денному або штучному освітленні. Слід звернути увагу на симетрію обличчя, розміщення очей в орбітах. Порівнюють ширину очної щілини, стан повік, рухливість очних яблук в орбіті, колір очей і оболонок ока, видимих у межах очної щілини. У разі необхідності застосовують пальпацію.

Звертають увагу на стан шкіри повік, будову вільного їх краю, ріст вій, розташування слізних точок. Останні повинні прилягати до очного яблука.

Під час дослідження переднього відділу ока звертають увагу на колір слизових оболонок і склери. Для огляду слизової оболонки верхньої і нижньої повіки їх вивертають.

Методика вивертання нижньої повіки: хворому пропонують дивитися вгору, лікар одночасно великим пальцем відтягує повіку донизу, упираючись пальцем у край орбіти. Для того, щоб вивернути верхню повіку, хворий повинен дивитися вниз, не заплющуючи очей. Захопивши вказівним і великим пальцями правої руки вії верхньої повіки, треба відтягнути її від очного яблука, а потім вказівним пальцем лівої руки або скляною паличкою відтиснути верхній край хряща вниз і в той же час відтягнути правою рукою вії вгору. Після того, як вивернеться повіка, треба забрати палець лівої руки або паличку, а вивернуту повіку притиснути до очного яблука.

Для огляду верхньої передньої складки найкраще користуватися повікопіднімачем Демарра. Захопивши однією рукою війковий край повіки, другою рукою ставлять край повікопіднімача на опуклість хряща і поворотом догори вивертають повіку на повікопіднімачі.

Потім визначають розташування світлового рефлексу на рогівці для виявлення аномалій розташування очей. Промінь від лампи, котра розташована ліворуч від хворого, офтальмоскопом спрямовують на рогівку обох очей, і, за нормами, в їх центрі спостерігається рефлекс від відкритого світла. Правильне розташування очей в орбіті називається ортофорією (orthophoria, від грец. orthos – прямий, phoros – потяг).

Тест із закриттям одного ока. Діагностика гетерофорії, що ґрунтується на виключенні бінокулярного зору. Мета дослідження – виявити приховану косоокість. Лікар закриває долонею одне око обстежуваного, той фіксує погляд на якомусь об'єкті. Після цього лікар кілька разів відкриває та закриває око пацієнта. У разі косоокості те око, з яким маніпулюють, змінює своє розташування. Це і є гетерофорія, або косоокість. Прихованою її вважають тому, що в звичайних умовах бінокулярного зору очі взаєморозташовані правильно. У разі порушення бінокулярного зору одне око починає косити.

Залежно від того, у який бік відхиляється око, котре закривають, розрізняють такі види косоокості: а) езофорія, або прихована внутрішня косоокість (око відхиляється до носа); б) екзофорія, або прихована зовнішня (око відхиляється назовні); в) гіперфорія (відхилення ока вгору); г) гіпофорія (відхилення донизу).

Більш точно гетерофорію можна визначити за способом Грефе або за допомогою палички Меддокса.

Досліджуваному коригують метропію та пропонують дивитись на паличку, розташовану від нього за 35 см, у центрі якої є темна пляма. Перед оком ставлять призму в 10–12 дпт основою донизу або догори, і вона створює два зображення плями. Якщо м'язова рівновага нормальна, вони розташовуються за уявною вертикальною лінією, а в разі екзо- або езофорії плями зміщуються праворуч або ліворуч.

Дослідження за допомогою апаратів

Для детального огляду та точного визначення локалізації змін у товщі рогівки застосовують бокове, або фокальне, освітлення. Необхідно мати настільну лампу та лупу в 13 чи 20 дпт. Дослідження проводять у темній кімнаті.

Лампу встановлюють ліворуч та попереду від хворого на відстані 50 см на рівні його очей. Лікар сідає напроти хворого. Голову хворий повертає в бік джерела світла. Лупу тримають правою рукою на відстані 7–8 см від ока перпендикулярно до променів, що йдуть від джерела світла. Таким чином, промені фокусуються лупою на тій ділянці ока, яку потрібно оглянути.

Комбінований метод передбачає разом з боковим освітленням використання бінокулярної лупи, яку надають на голову. Передній відрізок ока розглядають через цю лупу при одночасному боковому освітленні.

Так з'являється можливість проводити фактично "живу" мікроскопію кон'юнктиви, рогової та райдужної оболонки, кришталика тощо.

Для орієнтованої перевірки чутливості рогівки використовують тонкий вологий ватний тампон, котрий прикладають до різних ділянок рогівки. Для більш інформативного дослідження різних конструкцій використовують альгезиметри різних конструкцій.

Реакція зіниць на світло. У темній кімнаті фокально освітлюють зіницю одного ока, стежачи за її скороченням (пряма реакція), потім повторюють освітлювання та спостерігають за реакцією зіниці другого ока (співдружна реакція). Те саме повторюють з іншим оком.

Після цього досліджують реакцію зіниць на акомодацию та конвергенцію. Пацієнту пропонують подивитись вдалечинь, а потім перевести погляд на предмет, розташований на 20–25 см перед очима. Якщо зіниці в нормі, вони при цьому звужуються.

Дослідження внутрішніх середовищ ока. Внутрішні середовища ока досліджують за допомогою прямої та зворотної офтальмоскопії.

Починають дослідження в умовах прохідного світла. Під час освітлювання зіниці за допомогою дзеркала офтальмоскопа вона світиться червоним. Такий колір зіниці зумовлений відбиттям променів світла судинами власне судинної оболонки ока, наповненими кров'ю.

Якщо на шляху відбитих променів трапляються непрозорі включення (помутніння), на тлі червоного з'являються чорні плями, котрі переміщуються з рухами очей. Це спостерігається в разі помутнінь рогівки та кришталика. Помутніння в склистому тілі дають плями, що вільно переміщуються незалежно від руху очей, періодично зникаючи.

Зворотна офтальмоскопія. Дослідження проводять у темному приміщенні. Джерело світла (ліпше матова лампа 60–100 Вт) розташовують трохи ліворуч за головою пацієнта. Офтальмоскопом спрямовують світло від лампи на зіницю ока обстежуваного та отримавши червоне світіння з очного дна, перед оком пацієнта розташовують лупу +10 ...+13 дпт за 10 чи 7–8 см від нього. Відбите дном ока світло заломлюється лупою та створює перед лікарем уявне обернене, збільшене в 4–6 разів зображення деталей ока. Зображення лікар бачить через отвір офтальмоскопа.

Пряма офтальмоскопія. Цей метод можна порівняти з розгляданням предмета крізь збільшувачу лупу. У даному випадку як лупа діє сама оптична система ока – рогівка і кришталик. Деталі дна ока при цьому збільшуються в 14–16 разів, що дає змогу більш ретельно досліджувати зміни на ньому, ніж в умовах зворотної офтальмоскопії. Пряму офтальмоскопію можна проводити за допомогою дзеркального офтальмоскопа, а також (ліпше) сучасними ручними електричними офтальмоскопами.

Щоб лікар міг добре бачити всі деталі очного дна, необхідно порівняти рефракцію до еметропії його та пацієнта. Цього досягають за допомогою лінз, розташованих на офтальмоскопі у спеціальній дисковій оправі.

У сучасних прямих офтальмоскопах використовують різні світлофільтри (офтальмоскопія за Водовозовим) і тест-об'єкти, що дають змогу вимірювати деталі на дні ока.

Проводячи зворотну або пряму офтальмоскопію, звертають увагу на рефлекси з очного дна, стан прозорих частин ока – рогівки, кришталика, склистого тіла. Зважають і на особливості диска зорового нерва – його контур, екскавацію, колір, калібр і колір судин сітківки, а також рефлекси і колір жовтої плями та периферію очного дна.

Велике значення має діаметр зіниці: чим він більший, тим більше поле огляду при застосуванні офтальмоскопії. Розширюють зіницю за допомогою мідріатиків (1 % розчин атропіну, 1 % розчин гомотропіну).

Для документації та подальшої діагностики очне дно фотографують (чорно-білі, кольорові, стереознімки). Фотографії можна отримати в різних спектрах, а також поляризаційні.

Функціональні дослідження органа зору

Гострота зору та визначення її міри. Астроном Гук зазначив, що дві зірки у телескоп можна бачити лише тоді, коли кут, під яким на них дивитися, не менший ніж 1° . Саме кут зору в 1° вважають за нормальну його гостроту і приймають за рівний одиниці ($\text{visus} = 1,0$). На сітківці цій величині відповідає ділянка в 0,004 мм – це приблизно діаметр колбочки ока (0,003–0,004 мм). Тільки в разі, якщо зображення потрапить на дві колбочки, відокремлені третьою одна від одної, забезпечується окреме сприйняття двох точок.

Точно визначити гостроту зору можна за мінімальним його кутом для даного ока, тобто мінімальною відстанню між двома точками, за якої вони сприймаються окремо (*minimum separabile*).

Для визначення гостроти зору на практиці оперують не так поняттям *minimum separabile*, як здатністю органа зору розрізнити дрібні деталі предмета (*minimum visibile*). Саме на цих двох принципах у 1862 р. голландець Г. Снеллен розробив і запропонував таблицю для визначення гостроти зору. Усі літери в ній видно на певній відстані під кутом у 5° , а їхні деталі – 1° . Гостроту зору (visus) визначають за формулою: $\text{visus} = d/D$, де d – відстань від таблиці, а D – літера з рядка найдрібніших, прочитана на відстані d .

Сучасні таблиці для визначення гостроти зору складені за десятичною системою (пропозиція Монук'є). Найдрібніші літери в них видно під кутом у 5° на відстані 5 м. Якщо обстежуваний прочитає останній рядок з цієї відстані, гострота його зору становить 1,0. Із кожним вищим рядком вона зменшується на 0,1, дорівнюючи відповідно 0,9; 0,8 та ін.

Є таблиці, складені за принципом геометричної прогресії. У наш час таблиці містять знаки, що легко розпізнати й назвати як дорослим, так і дітям. Це, наприклад, знак у вигляді літери "ш", обернений по-різному, а також кільця Ландольта з розривами з будь-якого боку.

Якщо пацієнт з відстані 5 м не прочитає верхнього рядка знаків – гострота його зору менша за 0,1. Поступово наближаючи пацієнта до таблиці, з'ясовують, на якій відстані він зможе прочитати перший ряд. Якщо, наприклад, ця відстань становить 3 м, то за формулою Снеллена гострота зору у цієї людини дорівнює 0,06. Отже, кожен метр відстані відповідає гостроті зору 0,02.

У хворих з катарактою, більмами, крововиливами в склисте тіло гострота зору може бути нижча за 0,02. Тоді в медичних картках таких людей зазначають -1∞ , тобто безкінечно низький зір, а також з'ясовують, чи правильне сприймання світла.

Якщо пацієнт чітко визначає напрям до джерела світла, то зазначають $1/\infty$ pr. certa – правильна проекція, а якщо ні – $1/\infty$ pr. in certa, тобто неправильна проекція світла. У разі, коли обстежуваний зовсім не відчуває світла, око абсолютно сліпе, то зазначають $visus=0$.

Дослідження поля зору. Усе, про що йшлося вище, стосувалося центрального зору, котрий забезпечують близько 8 млн колбочок центральної ямки жовтої плями сітківки. Решта сітківки має світлочутливі елементи – палички (близько 180 млн), завдяки їм око має здатність до периферичного зору, а також спроможне орієнтуватися в умовах різного освітлення (темнова адаптація).

Поле зору – це сукупність усіх точок простору, що їх сприймає нерухоме око. Кожне око має поле зору, обмежене частинами обличчя, котрі його оточують, тобто спинкою носа та надбрів'ям. Залежно від будови й розташування цих частин, у різних людей поле зору може бути не однаковим. Середній показник такий: кут зору назовні – до 90° , угору – $50-55^\circ$, до середини – 55° , униз $65-70^\circ$.

Досліджують поле зору за допомогою спеціальних приладів – периметрів. Сучасні їх моделі – сферопериметри, напівавтоматизовані або повністю автоматизовані, комп'ютерні.

Центральне поле зору в межах $30-40$ від його центру досліджують методом кампіметрії. Перед пацієнтом на відстані 1 м розташовують чорну дошку, пропонуючи зафіксувати погляд на білій точці в її центрі. Із периферії чорної площини дошки до центру переміщують об'єкти різного розміру, визначаючи місце випадіння їх з поля зору.

Так виявляють центральні, позацентральної, абсолютні та відносні обмежені дефекти в полі зору (скотами), межі сліпої плями. Сучасні автоматизовані кампіметри дають змогу швидко виявити дефекти центрального поля зору, що має велике значення в діагностиці змін сітківки в ділянці жовтої плями, а також дугоподібні скотами в умовах глаукоми.

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 зору мову ведуть про сектороподібні, квадратні, половинні випадіння. Половинні обмеження поля на обох очах є ознакою геміанопсії.

При статичній периметрії дослідження поля зору проводиться за допомогою нерухоливих тестових об'єктів, що з'являються в різних ділянках поля зору, величина і яскравість яких міняється. Момент розрізнення світлової плями пацієнтом фіксується приладом. У такий спосіб визначається світлова чутливість різних відділів сітківки – здатність ока виявляти різницю в освітленості фоновій поверхні (дуги або півсфери периметра) і тест-об'єкта. Цей показник називається диференціальним світловим порогом, або порогом чутливості сітківки розрізняти світло. Статичну периметрію ще називають профільною периметрією (*рис. 1*).

При дослідженні поля зору необхідне знання деяких параметрів: освітленість – це інтенсивність або "яскравість" світлового стимулу; апостильб (asb) – одиниця освітленості; децибел (db) – неспецифічна одиниця освітленості, заснована на логарифмічній шкалі.

Аналіз результатів поля зору в приладах фірми Humphrey Instruments здійснюється за допомогою статистичної програми STATPAC-2. Ця програма вираховує чотири основних індекси: MD (mean deviation) – середнє відхилення від вікової норми – показує загальну депресію або наявність у полі зору ділянок із нормальною світлочутливістю й дефектами; PSD (pattern standard deviation) – часткове стандартне відхилення – представляє ступінь відхилення форми пагорба зору пацієнта від вікової норми; SF (short-term fluctuation) – внутрішньотестова варіабельність порогів світлочутливості оцінює вірогідність отриманих результатів; CPCD (corrected pattern standard deviation) – уточнене часткове стандартне відхилення для вікової норми з урахуванням внутрішньотестових флуктуацій порогів.

Для аналізу результатів периметрії на приладі Octopus-101 (фірма Interzeag AG) застосовують такі індекси: MS (mean sensitivity) – середня світлочутливість сітківки; MD (mean defect) – середня глибина дефекту, що відображає дифузійне зниження світлочутливості; LV (loss variance) – індекс варіабельності зниження світлочутливості – указує на нерегулярність поля зору, оцінює різницю між середньою світлочутливістю й локальними дефектами; CLV (corrected loss variance) – коригована варіабельність зниження світлочутливості, що визначає попередній індекс незалежно від короточасних флуктуацій; RF (reliability factor) – урахує ступінь вірогідності дослідження, у нормі менше 15 %.

Ультразвукові методи дослідження

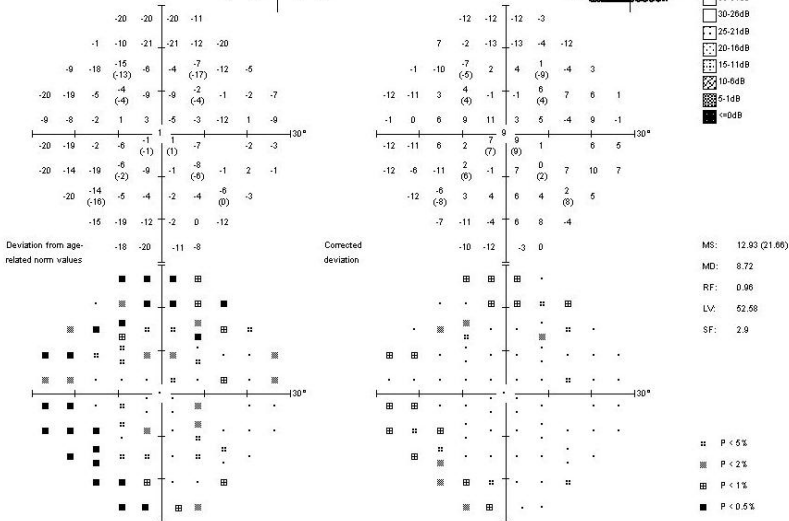
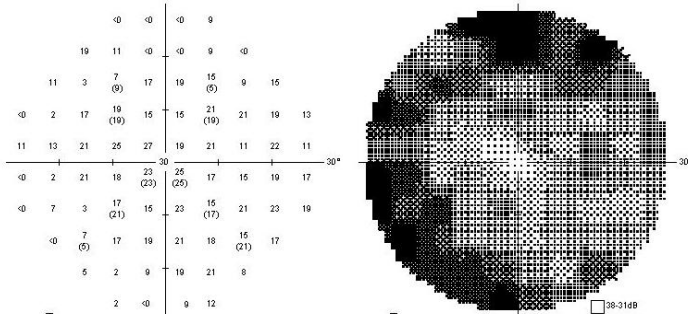
Залежно від способу перетворення ехосигналів і подання діагностичної інформації, УЗ-системи ділять на системи типу А (одномірного зображення) і системи типу В (двомірного зображення).

TOPCON SBP-3000S	Name: Antonova, Irina	Eye: Right
Version: 3.09/04	Date of birth: 29/09/1991	ID:

Program: 30-2 threshold Stimulus: III, white Pupil: 4.8 mm Date of exam.: 24/07/2009
Area: 30-2 Background: 10 cd/ml (31.8 asb) Presentation time: 0.2 sec Time: 09.22.04
Strategy: Fast threshold Correction: No Speed: Adaptive Age: 17

Fixation: Central
Fixationcheck: 1/14 (93% correct)
False positive: 0/12 (100% correct)
Presented dots: 405

Duration: 09.45
FOV: 30



12
34

Рис. 1. Статична комп'ютерна периметрія пацієнта з первинною відкритокутовою за давньою глаукомою (програма 30-2). MS = 12,93 (21,66), MD = 8,72, RF = 0,96, LV = 52,58

A-режим сканування дозволяє з високою точністю вимірювати відстань між окремими піками (відповідно, між різними структурами). За допомогою В-сканування можливе одержання більш зручної для інтерпретації двомірної ехографічної картини. Воно дає уявлення про розташування, розмір, форму й акустичні характеристики патологічного вогнища, а також його взаємини із сусідніми структурами. Інший тип ультразвукового дослідження ока: високочастотний ультразвук (ультразвукова біомікроскопія) – для візуалізації переднього сегмента ока.

У системах типу *A-режиму сканування* сигнали, що відбиваються від тканин ока й очниці, візуалізуються у вигляді серії вертикальних відхилень від ізолінії (A-ехограма).

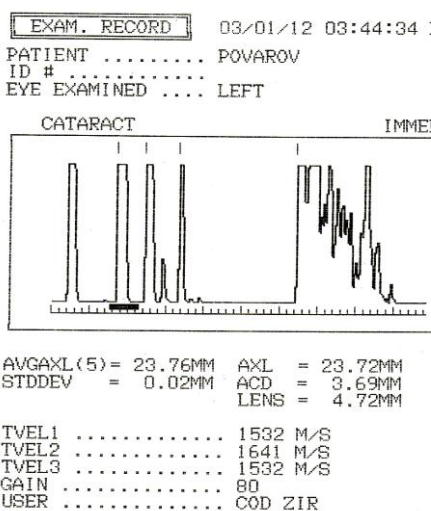


Рис. 2. Ехобіометрія (А-сканування). Передньозадня вісь 23,72 мм, глибина передньої камери 3,69 мм, товщина кришталика 4,72 мм

A-сканування в офтальмології застосовується, в основному, для ехобіометрії – вимір товщини рогівки, кришталика, глибини передньої камери ока, довжини склистого тіла, інших внутрішньоочних дистанцій і величини ока в цілому.

Вимір товщини рогівки (пахіметрія) застосовується в кераторефракційній хірургії, для діагностики й моніторингу захворювань рогівки. Вимір глибини передньої камери ока, товщини кришталика, передньозадньої вісі ока (ПЗО) (з наступним аналізом співвідношень основних анатомічних структур ока) застосовують для:

- розрахунку оптичної сили інтраокулярної лінзи;
- для об'єктивної оцінки прогресування міопії, а також для оцінки ефективності операцій та інших лікувальних заходів, спрямованих на стабілізацію міопії;

- уточнення патогенезу й форми глаукоми й офтальмогіпертензії, для виключення набрякання кришталика;
- виявлення субатрофії очного яблука, проведення диференційного діагнозу між справжнім і помилковим енофтальмом і екзофтальмом.

В-сканування застосовується для ультразвукового дослідження при захворюваннях сітківки: виявлення відшарування сітківки при недостатній прозорості оптичних середовищ, діагностика внутрішньоочних пухлин (визначення форми, розмірів, виявлення можливого екстраокулярного поширення).

Застосовують з метою виявлення:

- новоутворень, визначення їхньої величини й топографії, судинної оболонки, сітківки, ретробульбарних тканин, кількісна оцінка їхніх змін у динаміці;
- відшарування війкового тіла, судинної й сітчастої оболонок ока, оцінки їхньої висоти й поширеності;
- сторонніх предметів в оці, у тому числі клінічно невидимих і рентгеногегативних, визначення місця їхнього розташування в оці;
- деструкції, ексудату, помутнінь, згустків крові, шварт у склистому тілі, визначення їхньої локалізації, щільності й рухливості.

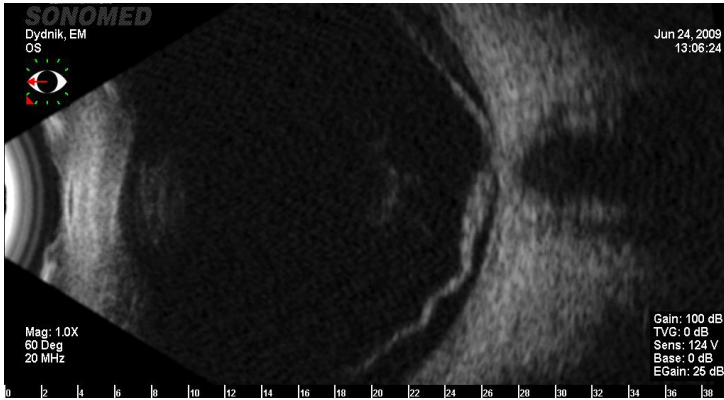


Рис. 3. В-сканування заднього відрізка. Лійкоподібне відшарування сітківки зі збереженням прикріплення до диска зорового нерва

Ультразвукова біомікроскопія (УБМ) – метод високоточного ультразвукового дослідження переднього відрізка очного яблука. Завдяки високій частоті ультразвукового сканування (35 і 50 Гц) можливе одержання зображення структур переднього відрізка з високою роздільною здатністю, у тому числі таких, як циліарне тіло, цінкові зв'язки, крайня периферія сітківки, недоступних огляду іншими методами обстеження.

Обстеження можна проводити при помутніннях оптичних середовищ різної інтенсивності.

УБМ може використовуватися для одержання якісної інформації про різні дефекти рогівки, глибину залягання й виразність помутнінь і набряку рогівки, наявність перфорації в кератотомічних фляках.

За допомогою методу можливе виявлення внутрішньоочних новоутворювань на ранній стадії розвитку.

УБМ також може застосовуватися для визначення взаємин між штучною оптичною лінзою і внутрішньоочними структурами, такими як відстань між оптикою лінзи й ендотелієм рогівки або кришталиком (у випадку факічної ШОЛ), а також для аналізу розташування опорних елементів ШОЛ та її централії.

Метод надає важливу інформацію про стан цинових зв'язок при підвивиху кришталика, що є визначальним у виборі методу видалення катаракти.

УБМ відкриває нові можливості якісного й кількісного аналізу стану хірургічно сформованих шляхів відтоку внутрішньоочної рідини при глаукомі.



Рис. 4. Ультразвукова біомікроскопія переднього відділу ока.
Кут передньої камери закритий

Показання:

- новоутворення переднього відрізка ока, циліарного тіла (і підозра на нього);
- підвивих і вивих кришталика;
- закритокутова й пігментна глаукома;
- стан після антиглаукоматозних операцій;
- афакія й артифакія;
- плоске відшарування сітківки на крайній периферії очного дна.

Оптична когерентна томографія (ОКТ) широко використовується в сучасній медицині. Це неінвазивний і високочотний метод дослідження, за допомогою якого стало можливим одержувати зображення поперечного зрізу досліджуваних тканин *in vivo*. Суть ОКТ полягає у вимірі часу затримки світлового променя, відбитого від досліджуваної тканини. Завдяки принципу своєї роботи, спектральні ОКТ дозволяють виконувати більше 25 тис. лінійних сканів за 1 с, перевершуючи за цим параметром оптичні томографи попереднього покоління більше ніж у 60 разів. Висока роздільна здатність дозволяє чітко ідентифікувати всі шари сітківки й внутрішні шари судинної оболонки. Чітка візуалізація комплексу "пігментний епітелій – шар фоторецепторів – зовнішня гранична мембрана" сприяє ранньому виявленню ретинохоріоїдальної патології.

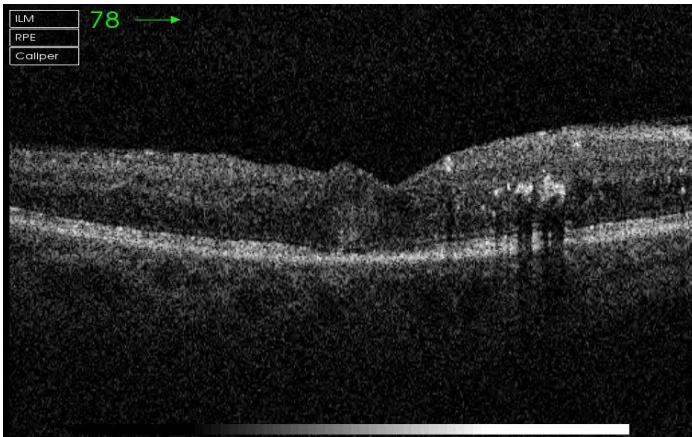


Рис. 5. ОКТ зображення сітківки пацієнта

з діабетичною препроліферативною ретинопатією.

Дифузійний інтраретинальний набряк: збільшення товщини сітківки, зміна контуру фовеального поглиблення. Епіретинальна мембрана на поверхні сітківки з формуванням складчастості. "Тверді" ексудати – гіперрефлективні згрупування осередків, які розташовані інтраретинально на границі набряклої і здорової сітківки

Однак, головною відмінністю спектральних ОКТ стала можливість тривимірної візуалізації об'єкта (ділянка сітківки, голівка зорового нерва, роговиця та ін.). ОКТ голівки зорового нерва (ГЗН) відкриває нові можливості в оцінці профілю екскавації при глаукомі, дозволяє виконувати морфометрію ГЗН. При цьому визначення меж диска зорового нерва виконується на основі 3D-зображення.



Рис. 6. Сканограма поперечного зрізу екскавації зорового нерва.

Сітківка закінчується на межі диска зорового нерва.

Пігментний епітелій сітківки й шар хоріокапілярів різко обриваються, а шар нервових волокон продовжується волокнами зорового нерва

Підсумком виконання стандартного протоколу є карта, що подає отримані результати графічно й в абсолютних значеннях. Методи картування знайшли широке застосування як у практичній, так і в науково-дослідній роботі. Висока розподільна здатність дозволяє чітко ідентифікувати межі між шарами сітківки в автоматичному режимі. У результаті стає можливим одержувати не тільки карту товщини сітківки, але і її окремих шарів (шар гангліозних клітин і нервових волокон, фоторецепторних клітин, пігментного епітелію). Карта товщини шару нервових волокон і гангліозних клітин сітківки розширює можливості приладу в діагностиці атрофій зорового нерва, у тому числі глаукомного генезу. Метод дозволяє одержати вичерпне подання про ультраструктуру сітківки й голівки зорового нерва (рис. 7).

Disc Topography

Disc Area	(mm ²)	2,26
Cup Area	(mm ²)	0,93
Rim Area	(mm ²)	1,33
C/D Area Ratio		0,41
Linear CDR		0,64
Vertical CDR		0,74
Cup Volume	(mm ³)	0,31
Rim Volume	(mm ³)	0,10
Horizontal D.D	(mm)	1,63
Vertical D.D	(mm)	1,69

Рис. 7. Ультраструктура голівки зорового нерва.

*Площа ДЗН = 2,26 мм²,
площа екскавації = 0,93 мм²,
екскавація = 0,41,
об'єм екскавації = 0,31 мм³,
об'єм неаврального пояса = 0,1 мм³, го-
ризонтальний діаметр диску = 1,63 мм,
вертикальний діаметр = 1,69 мм*

Різнонаправленість одержаних результатів, широкі можливості діагностики й динамічного спостереження різних очних захворювань роблять спектральну оптичну когерентну томографію одним з найбільш точних і універсальних методів морфологічного дослідження в офтальмології.

Флуоресцентна ангиографія (ФАГ) – метод дослідження судин сітківки і хоріоїдеї, що полягає у внутрішньовенному введенні особливого барвника, – флуоресцеїну і спостереженні за його проходженням по судинах очного дна. Метод заснований на властивості цього барвника – флуоресценції. При освітленні блакитним світлом з довжиною хвилі близько 490 нм його молекули активуються і починають випромінювати світлові хвилі іншого спектра (близько 530 нм) жовто-зеленого кольору. Спеціальна фундус-камера фіксує зображення очного дна на різних етапах проходження флуоресцеїну по судинах.

Знімок початкової фази ФАГ. Барвник, що потрапляє у великі ретинальні і хоріоїдальні судини і капіляри сітківки, завдяки ендотелію, що вистилає їх зсередини і що захищає сітківку від токсинів та інших активних речовин, не може проникнути в навколишні тканини. З великих хоріоїдальних судин флуоресцеїн потрапляє в капіляри, що мають тонкі стінки з великою кількістю отворів (фенестрами), через які здійснюється обмін поживними речовинами і продуктами життєдіяльності із структурами сітківки, що глибше лежать. Через фенестри барвник проникає в позасудинний простір і через мембрану Бруха. Подальший його шлях через ПЕС в нормі блокується щільним шаром клітин цієї структури.

Методика проведення. Перед дослідженням в око закачують краплі, що розширюють зіницю. Пацієнта саджають перед фундус-камерою. Роблять контрольний знімок очного дна. Потім внутрішньовенно вводять 5,0 мл 10 % розчину флуоресцеїну і приблизно щомиті, впродовж 25–30 с виконують фотографування. При необхідності виконують і пізніші знімки. Після транзитної фази також фотографують сітківку парного ока.

Ускладнення:

- Тимчасове забарвлення шкірних покривів у жовто-коричневий колір, зміна кольору сечі, бачення предметів у червоному кольорі після фотоспалахів камери.

- Нудота і блювання (10 %) – зазвичай скоро минує, не потребують лікування.

- Вазовагальні – непритомність (1 %), не потребують лікування, за винятком різкої брадикардії, що вимагає введення атропіну.

- Алергічні реакції: бронхоспазм, кропив'янка і гіпотензія (1 %) – вимагають ін'єкцій супрастину, гідрокортизону, в деяких випадках адреналіну й інгаляції кисню.

- Зупинка серцевої діяльності й дихання (менше 0,01 %) – проводиться серцево-легенева реанімація.

У зв'язку з вищесказаним у кабінеті, де проводять ФАГ, мають бути засоби і умови для надання невідкладної допомоги.

Показання до ФАГ:

1. Спадкові тапеторетинальні абіотрофії (ТРА) сітківки.
2. Дистрофія сітківки з переважаючими змінами в макулі внаслідок порушення кровообігу в судинно-капілярній пластинці (центральна серозна ретинопатія, ВМД).
3. Діабетична ретинопатія.
4. Новоутворення судинної оболонки (меланома, невус, меланоциптома, метастазуючі пухлини).
5. Гострі порушення кровообігу в судинах сітківки (тромбоз і емболія центральної артерії і вени сітківки і її гілок).
6. Запальні захворювання судинної оболонки і сітківки.
7. Зміни в диску зорового нерва (застійний диск зорового нерва, псевдозастій, неврит).

Протипоказання до ФАГ:

1. Алергічні реакції в анамнезі (ангіоневротичний набряк, кропив'янки, пірогенні реакції та ін.).
2. Бронхіальна астма у стадії загострення.
3. Декомпенсація серцево-судинної системи.
4. Захворювання нирок (гострий, хронічний гломерулонефрит у стадії загострення, пієлонефрит, нефроптоз).
5. Важкі захворювання серцево-судинної системи.
6. Вагітність (відносно протипоказання).

При лактації необхідно відмовитися від годування впродовж 4 днів після проведення дослідження.

Оцінка результатів. Інтерпретація феноменів флуоресценції заснована на оцінці гіпофлуоресценції (знижена світлимість) і гіперфлуоресценції (підвищеною).

Причини гіперфлуоресценції:

- 1) атрофічний процес, що створює "вікончасті" дефекти в ПЕС;
- 2) зупинення флуоресцеїну під відшаруванням ПЕС або в субретинальному просторі (при ЦСР) через неспроможність зовнішнього гематоретинального бар'єру (щільного з'єднання клітин ПЕС);
- 3) внутрішньотканинні витоки і фарбування тканин при неспроможності внутрішнього гематоретинального бар'єра (при кістоподібному набряку макули), новоутворених судинах хоріоїдеї (ХНВ), патології судин сітківки або ДЗН (проліферативна ДРП);
- 4) фарбування навколишніх тканин в результаті тривалого утримання ними флуоресцеїну (друзи).

Причини гіпофлуоресценції:

- 1) блокування флуоресценції тканинами і пігментами збільшеної оптичної щільності, крововиливами або появою атипичних тканин і утворень у центральних шарах сітківки;

2) зменшення змісту або повна відсутність флуоресцеїну в тканинах із-за перешкод кровообігу в сітківці і хоріоїдеї (оклюзії);

3) відсутність судинної тканини, наприклад, при колобомах і дистрофічних процесах в судинній оболонці при високій міопії.

Конфокальна мікроскопія рогівки. Для успішного вирішення завдань оптичної та хірургічної корекції різних рефракційних порушень велике значення має адекватна оцінка функціонального і морфологічного стану рогової оболонки. Вивчення структурних змін при різних захворюваннях рогівки необхідно також для оцінки тяжкості патологічного процесу, ефективності лікування та визначення тактики ведення хворого.

У зв'язку з цим доцільність розробки неінвазивних методів дослідження, що дозволяють оцінити ступінь морфологічних змін в рогівці, є незаперечною.

Протягом останнього десятиліття все більшого поширення набувають офтальмологічні методи діагностики, що дозволяють отримувати інформацію з візуалізацією результатів дослідження. Ультразвукові методи, комп'ютерна відеокератографія дозволили значно розширити і поглибити знання і поняття про різні аспекти хвороб рогівки і хірургічних процедур.

Одним з найбільш сучасних методів дослідження рогівки є прижиттєва конфокальна мікроскопія. Даний метод в силу оригінальної конструкції мікроскопа і його великий роздільної здатності дозволяє візуалізувати живі тканини рогівки на клітинному рівні, виміряти товщину кожного з її шарів, оцінити кількість, форму, розмір клітин епітелію, строми, заднього епітелію рогівки, ступінь десквамації епітеліальних клітин при впливі контактних лінз і хірургічних втручань.

Мета даного дослідження – вивчення можливостей та інформативності конфокальної мікроскопії в нормі й при деяких патологічних станах рогової оболонки ока.

Конфокальний мікроскоп дозволяє досліджувати рогівку по всій її товщині, розмір досліджуваної зони становить 440×330 мкм. Товщина шару сканування становить 5 мкм. Дослідження проводиться з використанням імерсійної рідини, яка знаходиться між рогівкою і об'єктивом лінзи, у результаті чого виключається безпосередній контакт лінзи і рогівки і зводиться до мінімуму ризик пошкодження епітелію. Проведення даного дослідження можливо без застосування анестетиків. Як імерсійна рідина використовується гель. Лінза з краплею гелю підводиться до рогівки до торкання, товщина шару імерсійної рідини має дорівнювати 2 мм. Конструкція приладу дозволяє досліджувати рогівку в центральній зоні і її парацентральної ділянках.

Рогівковий епітелій складається з 5–6 шарів і трьох різних видів клітин:

1 – плоскі поверхневі (2–3 шари);

2 – шипоподібні (крилаті) (2–3 шари);

3 – циліндричні базальні (1 шар).

Циліндричні базальні клітини володіють мітотичною активністю. Середня товщина всього епітелію приблизно 50 мкм. За допомогою конфокальної мікроскопії можна визначити особливості різних клітин.

Поверхневий шар епітелію представлений полігональними клітинами, звичайно з чітким ядром, чіткими межами і гомогенною щільністю. Ядра зазвичай яскравіші, ніж навколишня цитоплазма, також можна розрізнити перинуклеарне темне кільце.

Базальні клітини – маленькі полігональні, більш щільні без чіткого ядра і з дуже чіткими яскравими межами. Крилаті клітини володіють перехідними характеристиками, ядра можуть бути нечіткими або можуть не визначатися.

Боуменова і Десцетова мембрани в нормі не візуалізуються, тому що прозорі й не відбивають світло.

Конфокальна мікроскопія дає можливість візуалізувати волокна нервових сплетінь рогівки. Субепітеліальне нервово сплетіння знаходиться під боуменною мембраною. Його нервові волокна, перфоруєчи боуменову мембрану на рівні базального епітелію, формують суббазальне нервово сплетіння, волокна якого йдуть поверхнево, забезпечуючи іннервацію базального епітеліального шару, і закінчуються в ділянці поверхневих епітеліальних шарів.

Як критерії оцінки нервових волокон використовують такі показники, як щільність, ширина, звивистість, рефлексивність, орієнтація, розгалуження. У нормі можна побачити довгі, що йдуть паралельно, тяжі або пучки нервів. Часто нервові волокна яскраві, добре контрастують на тлі непрозорого темного фону.

Строма рогівки займає від 80 до 90 % товщини рогівки і складається з 3 основних компонентів: клітинного, безклітинного і нейросенсорного.

Клітинний компонент в основному складається з кератоцитів і становить приблизно 5 % цієї речовини. Безклітинний – від 90 до 95 % стромі, включає правильні (регулярні) колагенові пластинчасті структури й інтерстиціальну тканину. Нейросенсорний компонент представлений стромальним глибоким нервовим сплетінням.

Типова конфокальна мікроскопічна картина стромі включає кілька яскравих неправильної овальної форми тіл, які є ядрами кератоцитів і лежать у товщі прозорого (темно-сірого або чорного) безклітинного матриксу. При відсутності патологічних змін стромі візуалізація позаклітинних структур неможлива через їх прозорість. Строма може бути умовно розділена на субшари: передній (безпосередньо під боуменною мембраною), передньо-середній, середній і задній. Середня щільність кератоцитів вище в передній стромі (10 % товщини), їх кількість зменшується у напрямку до задніх верств. Щільність клітин прогресивно зменшується від передньої (100 %) до задньої стромі (53,7 %).

У передній стромі ядра кератоцитів мають округлу бобоподібну форму, в задній стромі – овальну.

У ряді випадків кератоцити мають різну яскравість. Різниця в рефлексивності залежить від їх метаболічного порушення, тому їх називають активованими кератоцитами. Їх можна виявити і в здорових рогівках – це "стресові" клітини, діяльність яких спрямована на підтримку внутрішнього гомеостазу рогівки, і вони є типовими для запальних і рубцевих процесів (наприклад, при загоєнні після ексимер-лазерних операцій).

У стромі (особливо в передньо-середній та середній) можлива візуалізація нервових волокон з глибокого рогівкового сплетіння. Ці волокна візуалізуються у вигляді найтонших, найяскравіших рефлектуючих смуг, орієнтованих або вертикально, або по косій паралельно один одному, часто видна біфуркація у вигляді літери Y.

Задній епітелій рогівки виглядає як яскравий одноклітинний шар з гексогональних або полігональних плоских клітин. Ядра не визначаються, а тіло клітини гомогенно яскраве, світле. Краї клітин візуалізуються як тонкі сірі лінії. Чим вище щільність клітин, тим менше їх розмір. Можливий мануальний або автоматичний підрахунок кількості клітин, розрахунок їх щільності, площі, коефіцієнта варіабельності.

При кератоконусі морфологічні зміни досить різноманітні, особливо в ділянці рогівки, залученої в екатичний процес.

В епітеліальному шарі можуть визначатися різні варіанти епітеліопатії. Поверхневі клітини стають деформованими і витягнутими в косому напрямку, клітинні межі нечіткі. Ділянки з більшою відбивною здатністю свідчать про порушення прозорості.

Колір клітин характеризує стан їх життєдіяльності. Світлі клітини – з більш згладженою поверхнею і більшою відбивною здатністю, що є наслідком їх атрофії. Велика кількість світлих клітин свідчить про їх підвищену десквамацію.

Нерівномірний рефлекс з боуменової мембрани побічно свідчить про порушення її структури і прозорості.

У базальному епітелії виявляється деформація і неправильність форми клітин й іноді можливо визначити невеликі зони, у яких базальний епітелій відсутній.

Субепітеліальне нервове сплетіння загалом добре візуалізується і може мати нормальну морфологію.

Строма рогівки при кератоконусі завжди залучена до патологічного процесу: підвищена відбивна здатність передніх відділів стромі і стрії Вогта в задніх відділах стромі є типовими знахідками. Основні зміни стромі представлені як мікрострумені, які виглядають як різнорідні тонкі

лінії зі зниженою відбивною здатністю (гіпорекфлекторні), контрастують з більш світлою строюю і розташовуються позаклітинно.

Ці прояви є наслідком дегенеративних процесів і можуть бути мікрокладками (як і стрії Вогта) або мікротріщинами екстрацелюлярного матриксу. Мікрострумені виявляються у всіх шарах рогівки строми. Кількість кератоцитів зменшена, видно їх значні дегенеративні зміни.

Зміни в стромі можуть бути різноманітними. Зокрема, прикладом може служити зміна форми і орієнтації кератоцитів у середній стромі при кератоконусі 3-ї стадії. Відзначається наявність великої кількості кератоцитів із підвищеною відбивною здатністю, виражена тенденція до помутніння.

Необхідно відзначити, що чим більше виражені клінічні ознаки кератоконуса і важче патологічний процес, тим більші зміни виявляються при конфокальній мікроскопії.

За допомогою даного методу можна дослідити стан трансплантата після операції наскрізної пересадки рогівки. Зміни можуть бути різноманітними і вираженими в різному ступені. У різних шарах трансплантата можуть визначатися стромальні складки.

Після операції кератомільоза можна відзначити зниження прозорості строми рогівки, порушення архітектоніки волокнистих структур, дуже мала кількість кератоцитів, нечітко контурованих. Яскраві рефлектуючі точки є включеннями металевого пилю, які утворилися, мабуть, у результаті використання ріжучого інструменту низької якості. При біомікроскопії в цьому випадку можна бачити світлові відблиски. Крім цього, можна виявити ділянки помутніння в ділянці боуменової мембрани, набряк нервових волокон та інші зміни.

Герпетичні ураження рогівки призводять до грубих структурних змін. Після перенесеного герпетичного кератиту при біомікроскопії виявляється хмароподібне помутніння в епітелії і субепітеліальних шарах. Морфологічні зміни характеризуються відсутністю помітних міжклітинних меж, великою кількістю рефлексуючих зон, що свідчить про появу нових характеристик епітеліальної тканини, пов'язаних з явищем кератинізації. Можливо, причиною є нейротрофічний процес, що викликає зниження структурної і функціональної організації епітелію.

Конфокальна мікроскопія є високоінформативним неінвазивним методом дослідження, що дозволяє виявити тонкі зміни рогівки на клітинному і мікроструктурному рівні, більш повно вивчити патогенетичні механізми при різних захворюваннях або хірургічних втручаннях.

Метод дає можливість детального вивчення та візуалізації всіх рогівкових структур. Подальші дослідження повинні бути спрямовані на накопичення матеріалу і стандартизацію мікроскопічної картини рогівки в різних клінічних ситуаціях.

Навчальне видання

СУЧАСНІ МЕТОДИ ОФТАЛЬМОЛОГІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

**Методичні вказівки
для студентів лікарів-інтернів**

Упорядники Бездітко Павло Андрійович
 Панченко Микола Володимирович
 Дурас Інна Григорівна
 Савельєва Алла Юріївна
 Яворський Олександр Васильович
 Добрица Ярослава Вікторівна
 Заволока Олеся Володимирівна
 Пахомова Аліна Валеріївна
 Тарануха Ольга Олексіївна
 Ільїна Євгенія Миколаївна
 Мирошник Дмитро Михайлович
 Зубкова Дар'я Олександрівна
 Панченко Олена Миколаївна

Відповідальний за випуск

П. А. Бездітко



Редактор М. В. Тарасенко
Коректор Є. В. Рубцова
Комп'ютерна верстка О. Ю. Лавриненко

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 1,3.
Зам. № 16-33168.

**Редакційно-видавничий відділ
ХНМУ, пр. Науки, 4, м. Харків, 61022
izdatknmu@mail.ua**

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавництва, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції серії ДК № 3242 від 18.07.2008 р.

СУЧАСНІ МЕТОДИ ОФТАЛЬМОЛОГІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ

*Методичні вказівки
для студентів та лікарів-інтернів*