

DOI: 10.26693/jmbs05.03.378

УДК 612/613:378

Степанчук А. П.

АНАТОМІЧНА БУДОВА ОРГАНА ЗОРУ. ЗОРОВИЙ АНАЛІЗАТОР. РОЗВИТОК ОРГАНА ЗОРУ. ПРИРОДЖЕНІ ВАДИ РОЗВИТКУ ОКА

Українська медична стоматологічна академія, Полтава, Україна

cvetkovajj@gmail.com

Очне яблуко майже кулястої форми, дещо стиснено у вентро-дорсальному напрямку. Довжина зовнішньої і внутрішньої вісі ока та його поперечний діаметр біля 24 мм. Якщо форма ока і величина вісі ока суттєво змінюється під час розвитку, то виникає природжена вада ока: мікрофтальмія, міопія, гіперметропія, циклопія.

Капсула очного яблука складається з трьох оболонок: волокнистої, судинної і сітківки. Волокниста оболонка представлена прозорою рогівкою і білковою оболонкою. Остання містить в своїй товщі венозну пазуху, яка є основним шляхом відтоку водянистої вологи із ока. Форма і прозорість рогівки впливають на рефракцію світла і якість зору. При порушенні структури і величини випинання її кривини виникають природжені вади: кератоглобус, кератоконус, макрокорнеа, мікрокорнеа.

Судинна оболонка ока багата на пігмент і кровоносні судини. Вона поділяється на три різні відділи за функцією та будовою: власна судинна оболонка, війкове тіло, райдужка. Унікальність будови війкового тіла забезпечує акомодацию (зміна кривини кришталика) при скороченні війкового м'яза та секрецію водянистої вологи ока війковими відростками. Райдужка є діафрагмою ока і розмежовує передню камеру від задньої та через наявну в її центрі зіницю регулює величину діаметра світла, що падає на сітківку. Форма зіниці та її діаметр залежать від тону м'яза-розширювача і м'яза-звужувача зіниці. Колір райдужки визначається наявністю в її стромі пігментних клітин. Природжені вади судинної оболонки: відсутність райдужки, зіниці; щілиноподібний дефект райдужки, щілиноподібна зіниця; наявність декількох зіниць; звуження та розширення зіниць, неоднаковий діаметр зіниць.

У найважливішій оболонці ока сітківки розташовуються палички і колбочки (фоторецепторні клітини), які забезпечують сприйняття сутінкового, денного і колірного зору. У центрі сітківки знаходиться диск зорового нерва (сліпа пляма), а латерально від нього жовта пляма (ділянка найвищої зорової здатності ока). Порушення внутрішньоутробного розвитку сітківки призводить до природжених вад: аплазія сітківки, гіпоплазія сітківки, колобома сітківки, ахромазія.

Зоровий нерв утворений аксонами гангліозних нервових клітин сітківки (III нейрон зорового шляху). Палички і колбочки (I нейрон) своїми відростками закінчуються на біполярних нервових клітинах сітківки (II нейрон). Зорові нерви проходять через зорові канали у порожнину черепа і утворюють зорове перехрестя. Далі зоровий шлях проходить у латеральне колінчасте тіло (IV нейрон) і закінчується в корі головного мозку. Внутрішньоутробні порушення розвитку гангліозних клітин і їх численності призводять до природжених вад зорових нервів як: аплазія, гіпоплазія, колобома диска зорового нерва.

Довільні і рефлекторні рухи очних яблук можуть відбуватися навколо фронтальної і вертикальної вісі. Ці обертання ока забезпечують зовнішні м'язи. При порушенні їхньої іннервації спостерігається розбіжна та збіжна косоокість, блефароптоз.

Захист ока від пересихання забезпечується сльозами, які продукує сльозова залоза. Сльозовий шлях (сльозовий струмок, озеро, сосочки, точки, сльозові каналці, сльозовий мішок, нососльозова протока) відводить сльози із кон'юнктивального мішка.

Ключові слова: око, білкова оболонка, рогівка, райдужка, сітківка, війкове тіло, зоровий нерв.

Вступ. Органи чуттів (*organa sensuum seu organa sensoria*), або аналізатори – це складні морфо-функціональні утворення, що здійснюють сприйняття, проведення і аналіз нервового збудження. З п'яти основних видів чуттів, зір є найбільш спеціалізованим і найскладнішим – це результат сенсорного сприйняття і його психічного опрацювання.

Людина через зоровий аналізатор отримує до 85 % інформації із зовнішнього світу. Зір забезпечує зберігання і підтримку пози людини, її орієнтацію і відношення до оточуючого світу та інші складні координовані процеси. Подразником зорового аналізатора служить видимий спектр електромагнітних хвиль у межах від 400 до 800 нм. У немовлят функція зорового аналізатора посилюється на першому році життя, а у людей старечого віку функція його знижується [1, 2].

Відповідно даним ВОЗ у світі 36 мільйонів людей з втратою зору і ще 405,5 мільйонів хворіють різними дефектами зору. За прогнозами число сліпих людей на нашій планеті до 2020 року збільшиться до 75 мільйонів людей. Кожні 5 секунд в світі сліпне одна доросла людини, а щохвилини – дитина [3]. В Україні точної офіційної статистики щодо кількості незрячих людей немає, за неофіційними даними – це приблизно 100 тисяч людей, з них понад 10 тисяч – діти [4]. В Україні в 2011 році налічувалось понад 8 тисяч дітей інвалідів по зору [5, 6].

Аналізатором називається частина нервової системи, що складається з безлічі спеціалізованих рецепторів, нервових клітин та нервів, які їх з'єднують. Відмінними рисами аналізаторів є: 1) висока специфічність до агента; 2) тісний взаємозв'язок і взаємозамінність аналізаторів; 3) адаптація до малої чи великої сили подразника; 4) відповідна реакція на надсильне подразнення іншого аналізатора [7, 8].

У складі зорового аналізатора є наступні складові [2, 7, 9]: 1 – периферійна частина – спеціалізовані рецептори розташовані в очному яблуці; 2 – кондуктор (провідник) – це нервовий шлях зорового нерву, який проводить нервове подразнення; 3 – підкіркові центри; 4 – кірковий кінець аналізатора – нейрони зорової кори головного мозку, де відбувається синтез і аналіз отриманих відчуттів, тобто формування зорового образу.

Орган зору (*organum visus s. visuale*) або **око (*oculus, грец. – ophthalmos*)** складається з очного яблука (*bulbus oculi*) і оточуючих його допоміжних органів (*organa oculi accessoria*).

З морфофункціональної точки зору в складі очного яблука доцільно виділити дві системи: перша – це структури утворів ока, що забезпечують фокусування зображення на сітківці і функціонування світлосприймаючої системи за різних умов освітленості, а друга – світлосприймаюча – сітківка. З анатомічної точки зору в складі очного яблука розрізняють капсулу та ядро. Капсула очного яблука (*capsula bulbi*) складається з трьох оболонок: зовнішньої – волокнистої (*tunica fibrosa*), середньої – судинної (*tunica vasculosa*), внутрішньої – чутливої, або сітківки (*tunica interna s. tunica sensoria s. retina*). Ядро формують світлозаломлюючі середовища – кришталик (*lens*), склисте тіло (*corpus vitreum*) і камери очного яблука (*camera bulbi*), що заповнені водянистою вологою (*humor aquosus*).

Очне яблуко переважно кулястої форми, дещо стиснено у вентро-дорсальному напрямку. Маса ока у дорослої людини в середньому – 7,5 г, об'єм – 7,2 см³. Довжина зовнішньої вісі ока біля 24 мм, внутрішньої – 21 мм, поперечний діаметр біля 24 мм, вертикальний – 23 мм. На очному яблуці виділяють: передній полюс (найбільш виступаюча ділянка зовнішньої поверхні рогівки) та задній полюс (це ділянка, яка розташована латерально від виходу зорового нерва з ока). Лінія, яка з'єднує полюси – це зовнішня вісь ока. Внутрішня вісь ока проходить від центра внутрішньої поверхні рогівки до сітківки ока. Зорова вісь ока проходить від переднього полюса до центральної ямки сітківки. Найбільша окружність ока, перпендикулярна зовнішній вісі ока, називається екватором ока. Екватор ділить очне яблуко на передній та задній сегменти. Меридіани з'єднують обидва полюса по колу очного яблука, йдуть паралельно зовнішній вісі ока й перпендикулярно до екватора.

Зовнішня, волокниста оболонка ока виконує захисну і формоутворювальну функції та складається з переднього прозорого відділу – рогівки (*cornea*) і заднього непрозорого – білкової оболонки (*sclera*), яка має біле забарвлення. При переході рогівки в склеру утворюється борозна білкової оболонки (*sulcus sclerae*), в товщі якої серед колагенових волокон міститься венозна пазуха білкової оболонки (*sinus venosus sclerae*) або канал Шлемма. Слід зазначити, що венозна пазуха білкової оболонки є основним шляхом відтоку водянистої вологи з ока. Із задньої камери очного яблука відтік водянистої вологи відбувається плоскою частиною війкового тіла у навколосудинний простір, безпосередньо до пояскових просторів (канал Петіта) і далі до системи завиткових вен. Можливо відтік водянистої вологи відбувається ще і через канал склистої тіла у периваскулярні та периневральні простори

судин сітківки та зорового нерва. Закупорка або перетискання шляхів циркуляції водянистої вологи призводить до небезпечного для ока підвищення внутрішньоочного тиску (глаукоми).

Судинна оболонка очного яблука (*tunica vasculosa bulbi*, s. *uvea*) поділяється на власне судинну оболонку (*choroidea*) (забезпечує трофіку), війкове тіло (*corpus ciliare*) (фіксує кришталик, забезпечує процес акомодатії, бере участь у продукції водянистої вологи та відіграє роль теплового колектора ока) і райдужку (*iris*). Райдужка – це пухка сполучна тканина, яка містить мікросудини, пігментні клітини (від кількості яких залежить колір очей) та гладкі м'язи. Гладкі м'язи, які розташовані в райдужці радіально, називаються м'язом-розширювачем зіниці, а ті м'язові волокна, які мають коловий напрямок – м'язом-звужувачем зіниці. Зіничний край райдужки обмежує зіницю (*purilla*) і від величини його діаметра залежить проходження кількості світла. Міоз – це звуження зіниць, а мідріаз – розширення. Війковий край райдужки переходить у війкове тіло і рогівку утворюючи райдужково-рогівковий кут, в межах якого є простори Фонтана. Через останні водяниста волога ока з передньої камери надходить до венозної пазухи білкової оболонки.

Внутрішня оболонка, або сітківка, побудована досить складно. У ній виділяють дві неоднакові за розмірами частини: передня (менша) – сліпа частина (*pars caeca retinae*), яка не містить фоточутливих клітин та задня (більша) – зорова (*pars optica retinae*). У зоровій частині сітківки розташовуються фоторецепторні клітини – це палички і колбочки. Палички забезпечують сприйняття сутінкового зору, а колбочки – денний і колірний зір. У центрі сітківки знаходиться диск зорового нерва (*discus nervi optici*), в його межах відсутні фоторецепторні клітини, тому цю ділянку називають «сліпою плямою». У центральній частині зорового диска є заглибина, через яку проходять судини, що живлять сітківку. Латеральніше диска зорового нерва розташовується жовта пляма (*macula lutea*), в центрі якої є центральна ямка (*fovea centralis*), в глибині якої є ще менша ямочка (*foveola*) – найбільш чутлива до світла ділянка сітківки, яка відповідає за чіткий зір і містить тільки колбочки [1, 9].

Ядро очного яблука складають: кришталик, склисте тіло і водяниста волога передньої і задньої камер ока.

Кришталик (*lens*) має форму двоопуклої лінзи, не містить судин і нервів, розташований за райдужкою. Речовина кришталика складається з епітеліальних клітин, які мають шістькутову форму. У його складі розрізняють капсулу і ядро. Головне значення у фіксації кришталика належить війковому пояску (*zonula ciliaris*) – зв'язці Цинна. Остання склада-

ється з численних пояскових волокон, що прямують від війкового тіла до екватора кришталика та обмежують пояскові простори (канал Петіта), заповнені водянистою вологою. Кришталик завдяки своїй еластичності і скороченню війкового м'яза, змінює опуклість, яка визначає зміну його заломлюючої сили – акомодатії. При скороченні війкового м'яза (акомодатійне напруження) – власна судинна оболонка підтягується вперед, зменшується натягнення війкового пояску (зв'язки Цинна), послаблюється натягнення капсули кришталика, збільшується кривина кришталика і кришталик стає опуклішим, що дає можливість роздивлятися предмети на близькій відстані. При послабленні війкового м'яза (акомодатія в стані спокою) – натягується війковий поясок, натягується капсула кришталика, змінюється його кривина і кришталик стає максимально сплюсненим. У людей похилого і старечого віку еластичність кришталика зменшується і це призводить до послаблення акомодатії – стареча далекогозорість (пресбіопія). Втрата прозорості кришталика призводить до катаракти.

У безпосередній близькості з кришталиком містяться три камери очного яблука: передня, задня і заадня (склиста). Остання є третьою, найбільшою камерою очного яблука, яка заповнена склистим тілом.

Склисте тіло – драглиста, прозора, безбарвна, з малим вмістом блукаючих клітин кулястої форми маса, що заповнює велику частину порожнини очного яблука і вкрита зовні тонкою склоподібною мембраною. Склисте тіло є слабким заломлюючим середовищем ока, яке підтримує його форму і має значення в обміні водянистої вологи та регулюванні внутрішньоочного тиску.

Водяниста волога продукується епітелієм війкових відростків судинної оболонки. Водяниста волога безбарвна, містить воду, білок, мінеральні солі, глюкозу, аскорбінову кислоту. Із задньої камери ока через зіницю вона проходить у передню камеру, а далі через простори Фонтана у венозну пазуху білкової оболонки, війкові та очноямкові вени.

Додаткові структури ока – це сполучнотканинні утворення очної ямки: окістя очної ямки, очноямкова перегородка, піхва очного яблука та зовнішні м'язи ока. До захисних пристосувань відносяться повіки з віями, кон'юнктива (сполучна оболонка) і слезовий апарат [10].

Очна ямка, в порожнині якої знаходиться очне яблуко, покрита окістям (*periorbita*). Окістя зростається в ділянці зорового каналу і верхньої очноямкової щілини з твердою оболонкою головного мозку. В інших місцях очної ямки воно вільно прилягає до її стінок і легко відшаровується від кісток. Очне

яблуко оточене з боків піхвою (*vagina bulbi*), або Теновою капсулою, яка пухко з'єднується з білковою оболонкою ока. Щілина між білковою оболонкою та його піхвою отримала назву надбілково-оболонкового простору. На задньому екваторі очного яблука піхва зрощена із піхвою зорового нерва, спереду піхва доходить до склепіння кон'юнктиви. Піхву очного яблука пронизують судини і нерви, а також сухожилки зовнішніх м'язів очного яблука. Між окістям очної ямки та піхвою очного яблука і його зовнішніми м'язами і зоровим нервом залягає пронизана сполучнотканинними перетинками жирова тканина – жирове тіло очної ямки (*corpus adiposum orbitae*), що виконує роль еластичної подушки для очного яблука. Спереду очна ямка з її вмістом частково закрита очною перегородкою, що бере початок від окістя надочном'язкового та підочном'язкового країв очної ямки і прикріплюється до хрящів верхньої і нижньої повік, а в ділянці присереднього кута ока з'єднується з присередньою зв'язкою повіки. Очном'язкова перегородка має отвори для проходження через неї судин і нервів.

Зовнішні м'язи очного яблука – це чотири прямих (верхній, нижній, бічний і присередній) та два косих (верхній і нижній) м'язи, а також і м'яз-підіймач верхньої повіки (м'яз Аранція). Усі рухи правого і лівого очних яблук завжди синхронні, що визначається координуючим впливом центральної нервової системи. Прямі м'язи рухають очне яблуко навколо лобової і вертикальної осі. Косі м'язи рухають його навколо сагітальної осі. Коли всі м'язи очного яблука мають однаковий тонус, зорові осі обох очей направлені паралельно одна до одної. При розгляді близько розташованих предметів відбувається зведення зорових осей обох очей (конвергенція), а при розгляді предметів на відстані – розведення зорових осей обох очей (дивергенція). При підвищенні тонусу м'язів виникає екзофтальм, а при зниженні – ендофтальм.

Повіки (*palpebrae, blepharon, блефарит* – запалення повік) захищають передню поверхню ока від несприятливого впливу навколишнього середовища і забезпечують рівномірне зволоження рогівки і кон'юнктиви. У повіках розрізняють два шари: поверхневий (передній) – шкірно-м'язовий і глибокий (задній) – кон'юнктивально-хрящовий. Межа між цими двома шарами помітна на вільному краї повіки у вигляді сіруватої лінії, розташованої попереду численних отворів залоз Мейбома (залози хрящів повік). Передній шар верхньої та нижньої повіки містить віії, у волосяні цибулини яких відкриваються вивідні протоки сальних залоз – залоз Цейса. На краю верхньої та нижньої повіки у ділянці присереднього кута очної щілини знаходяться слізні точки, які є початком слізних каналців. У товщі

обох повік, ближче до вільного їх краю, закладені пластинки щільної сполучної тканини – хрящі повік. У людини, в порівнянні з мавпами, ці хрящі розвинені значно сильніше, складаючи близько третини висоти повіки. Зовнішня поверхня повік вкрита тонкою шкірою, яка у місці її переходу з верхньої повіки в шкіру ділянки очної ямки утворює надочном'язкову борозну.

Кон'юнктива покриває зовнішню поверхню очного яблука, за винятком рогівки, біля краю якої утворюється кільце кон'юнктиви, де епітелій кон'юнктиви переходить в епітелій рогівки. Розрізняють сполучну оболонку повік (*tunica conjunctiva palpebrarum*) та сполучну оболонку очного яблука (*tunica conjunctiva bulbi*). Місця переходу сполучної оболонки повік у сполучну оболонку очного яблука називаються верхнім і нижнім склепіннями сполучної оболонки (*fornix conjunctivae superior et inferior*).

Сльозовий апарат (*apparatus lacrimalis*) ока включає слезову залозу (*glandula lacrimalis*) і слезовий шлях. Слезова залоза розташована в однойменній ямці очної ямки, має невеликі розміри (2,5x1,2 см), вивідні протоки якої в кількості 5–12 відкриваються в ділянці верхнього склепіння кон'юнктивального мішка. Сухожилок м'яза-підіймача верхньої повіки (м'яз Аранція) ділить слезову залозу на очном'язкову (*pars orbitalis*) та повікову частину (*pars palpebralis*) [11, 12]. Слезова залоза виділяє прозору, безбарвну рідину – слезу, яка оберігає око від висихання, сприяє очищенню його зовнішньої поверхні. Слезки (*lacrime*) містять 98% води, близько 0,1% білка, 0,8% мінеральних солей, слиз, лізоцим (фермент, що діє на бактерії). З кон'юнктивального мішка слезки (частина їх випаровується) течуть по слезовому струмку (*rivus lacrimalis*), розміщеному між краєм повіки та очним яблуком, у слезове озеро (*lacus lacrimalis*), яке знаходиться у присередньому куті ока. Далі із слезового озера слезки потрапляють у верхній та нижній слезові каналці, кожен з яких починається слезовою точкою (*punctum lacrimale*), що розташована на верхівці відповідного слезового сосочка (*papilla lacrimalis*). У кожному слезовому каналці розрізняють вертикальну і горизонтальну частини. При цьому кожний слезовий каналець за своїм ходом утворює коліно, обернене доверху у верхньому слезовому каналці і донизу – у нижньому. Присереднше коліно розміщена ампула слезового каналця (*ampulla canaliculi lacrimalis*). З останньої слезки потрапляють у слезовий мішок (*saccus lacrimalis*), що залягає в однойменній ямці на присередній стінці очної ямки. Нижній кінець слезового мішка безпосередньо переходить в носослезову протоку Феррейна, яка міститься в однойменному каналі та відкривається в нижній носовий

хід. У кон'юнктиві повік можуть бути наявні додаткові сльозові залози Вальдейєра.

Провідний шлях зорового аналізатора. Світлові подразнення сприймаються фоторецепторними клітинами паличками і колбочками (тіло I нейрона) сітківки. Активність паличок залежить від достатньої кількості родопсину та вітаміну А. Далі світлова енергія перетворюється в нервовий імпульс, який сприймають тіла II нейронів – біполярні нервові клітини, які передають імпульс до тіла III нейрона – гангліозні клітини. Аксони гангліозних клітин формують зоровий нерв (n. opticus). Через зоровий канал зоровий нерв, у супроводі очної артерії (гілки внутрішньої сонної артерії), входить у порожнину черепа і в передперехресній борозні клиноподібної кістки присередні волокна лівого і правого зорових нервів утворюють неповне зорове перехрестя. У зоровому нерві розрізняють внутрішньоочну, очноямкову, каналну та внутрішньочерепну частини. Від зорового перехрестя починається зоровий шлях. Останній поділяється на два корінці: 1) бічний корінець, який обігнувши латерально ніжку мозку направляє до бічного колінчастого тіла (corpus geniculatum laterale) і передає імпульс у його сіру речовину – IV нейрон зорового шляху; 2) присередній корінець – закінчується в сірій речовині верхніх горбків пластинки покрівлі середнього мозку (colliculi superiores tecti mesencephali) – підкірковий центр зору. Зазначимо, що частина волокон бічного корінця зорового шляху віддає також колатералі до іншого підкіркового центра зору – подушки таламуса (pulvinar thalami). Далі шлях проходить в задній ніжці внутрішньої капсули і в складі зорової променистості досягає зорової кори в ділянці острогової борозни потиличної частки. При ушкодженні зорового перехрестя у людини в лівому та в правому оці випадають присередні поля зору на сітківці. При ушкодженні правого зорового шляху випадають праві поля зору в сітківці обох очей, а при ушкодженні лівого зорового шляху – ліві поля зору в сітківці обох очей.

Розвиток органу зору. У людини око формується з декількох зачатків, які мають різне походження, а саме: сітківка і зоровий нерв є похідними стінки переднього мозкового міхура, кришталік виникає з ектодермального епітелію ділянки голови, а білкова і судинна оболонки та інші диференціюються з оточуючої мезенхіми. М'язи очного яблука утворюються з головних міотомів. Око в своєму розвитку проходить кілька етапів. Спочатку стінка переднього мозку утворює зорове заглиблення, яке у ембріона 3,5 тижнів перетворюється в очний міхурець, кулястої форми. Ці очні міхурці швидко ростуть в сторони у напрямку до шкірної ектодерми голови. Оскільки зовнішні частини ростуть

швидше від присередніх, то незабаром очні міхурці виявляються з'єднаними з мозковою трубкою за допомогою звуженої частини – очного стебла. У зародка 4 тижнів зовнішня половина стінки очного міхурця інвагується відповідно до місця прилеглої до нього шкірної ектодерми (ектобласта), що стовщується, внаслідок чого очний міхурець перетворюється у двостінний очний келих, порожнина між подвійною стінкою якого має назву очного шлуночка, який сполучається через канал стебла з порожниною 2-го мозкового міхура (проміжного мозку). Стінка очного стебла також прогинається всередину порожнини стебла і в цю заглибину на дні очного келиха – ембріональну судинну щілину, в яку пізніше вростає артерія склистого тіла. Надалі канал стебла заростає, а стінки його перетворюються в зоровий нерв. На 2-му місяці внутрішньоутробного розвитку обидві стінки очного келиха перетворюються: внутрішня – у нервовий шар сітківки, зовнішня – в пігментний шар сітківки. На 4-5-му тижнях ембріонального розвитку з'являється кришталікова плакода, яка в подальшому перетворюється в кришталіковий міхурець. Мезенхіма, що оточує з периферії стінки очного келиха, перетворюється в білкову і судинну оболонку. Вростаючи в порожнину очного келиха, мезенхіма утворює камери очного яблука і склисте тіло. З ектодерми та мезодермальної мезенхіми утворюється рогівка. Характерна будова очей формується на 12-му тижні внутрішньоутробного розвитку. Повіки роз'єднуються у плодів 7 місяців [1, 7, 12].

Природжені вади очного яблука [1, 2, 3, 4, 6, 13]

Вади очного яблука в цілому

1. Анофтальмія (відсутність очей, яка супроводжується тяжкими черепними аномаліями). Анофтальмія справжня (вкрай рідка вада, яка характеризується відсутністю закладки очей з двох сторін). Анофтальмія несправжня (характеризується зупинкою розвитку очей на стадії очного міхурця; придатки очей збережені, але їх розмір менший чим в нормі; повіки невеликі, орбіта і кон'юнктивальна порожнина дрібні).
2. Гідрофтальм природжений (водянка ока, глаукома природжена, яка характеризується збільшеним оком внаслідок недорозвинення рогівково-райдужного кута і венозної пазухи, що приводить до порушення відтоку водянистої вологи і підвищення внутрішньоочного тиску).
3. Мікрофтальмія (око зменшене до $\frac{2}{3}$ свого нормального об'єму).
4. Аномалії рефракції очей: міопія, або короткозорість (характеризується зниженням зору в далечині внаслідок невідповідності головного фокуса і промені заломлюються перед сітківкою, тому зображення нечіткі, розмиті)

та гіперметропія, або далекозорість (промені заломлюються позаду сітківки) [14].

5. Циклопія, або одноокість (існування однієї орбіти по серединній лінії в ділянці чола, яка містить одне очне яблуко, або у вигляді злиття очей – синофтальмія, які супроводжуються тяжкими черепними та мозковими дефектами) [7, 9].

Вади рогівки

1. Кератоглобус (при генетичному дефекті синтезу еластину виникає стоншення структури рогівки, що призводить до зміни форми рогівки у вигляді кулястого випинання і збільшення радіуса кривини, яке призводить до порушення рефракції і далі зору).
2. Кератоконус (зміна форми рогівки у вигляді конічного випинання) [15].
3. Макрокорнея (син.: мегалокорнея; збільшення розмірів рогівки в діаметрі при нормальному внутрішньоочному тиску і відсутності її помутніння).
4. Мікрокорнея (рогівка мала; зменшення розміру рогівки внаслідок зупинки в передньому відрізьку ока на початковій стадії морфогенезу)

Вади судинної оболонки

1. Аніридія (відсутність райдужки) [16].
2. Акорія (відсутність зіниці).
3. Діскорія, або «кошаче око» (зіниця має форму щілини).
4. Ірідоклобома (щілиноподібний однобічний дефект райдужки, який частіше розташований в нижній її частині).
5. Полікорія (наявність декількох зіниць, кожна має свій сфінктер і реагує на світло).
6. Альбінізм очний (відсутність пігменту в райдужці, гострота зору знижена через гіоплазію або аплазію жовтої плями).
7. Міоз (звуження зіниць, які не реагують на світло в наслідок порушення іннервації м'язорозширювача зіниці) [17].
8. Мідріаз (розширення зіниць, які не реагують на світло в наслідок порушення іннервації м'язозвужувача зіниці).
9. Анізокорія (неоднаковий діаметр лівої і правої зіниць).

Вади сітківки

1. Аплазія сітківки, або амавроз природжений (відсутність гангліозних клітин і їх відростків).
2. Гіоплазія сітківки (менша кількість гангліозних клітин і їх відростків, що супроводжується гіоплазією зорового нерва).
3. Колобома сітківки (щілиноподібний дефект сітківки ока).

Вади колірної сприйняття

1. Ахромазія (повна колірна сліпота, яка виникає при відсутності колбочок у сітківці ока, всі предмети видно лише в різних відтінках сірого).
2. Протанопія («червоносліпі»; людина не сприймає червоного кольору, а синьо-блакитні промені здаються безбарвними).
3. Дейтеранопія («зеленосліпі»; людина не відрізняє зелених кольорів від темно-червоних і блакитних).

4. Тританопія («фіолетовосліпі»; людина не сприймає промені синього і фіолетового кольору).

Вади кришталіка

1. Афекія (відсутність кришталіка внаслідок порушення диференціювання ектодерми в кришталік) [18].
2. Сферофекія (кришталік кулястої форми)
3. Мікрофекія (дрібний кришталік)
4. Біфекія (подвійний кришталік виникає у зв'язку із затримкою зворотного розвитку капсуло-пупілярних судин).
5. Ектопія кришталіка (зміщення з його нормального розташування).
6. Катаракта («молокоподібне» помутніння кришталіка з включенням кальцифікатів різної форми і локалізації).
7. Колобома кришталіка (наявність зазублення по периферії кришталіка, яке пов'язане із аномалією розвитку війкового тіла і відсутністю зв'язки Цинна).

Вади зорового нерва

1. Аплазія зорового нерва (відсутність аксонів гангліозних клітин сітківки, що спостерігається при важких вадах центральної нервової системи).
2. Гіоплазія зорового нерва (зменшення кількості аксонів у зв'язку з недорозвиненням гангліозних клітин сітківки, але при цьому центральна артерія та вена у диску зорового нерва наявні).
3. Колобома диска зорового нерва (заглиблення у центрі або по периферії диска зорового нерва як наслідок не закриття ембріональної судинної щілини).

Вади зовнішніх м'язів ока

1. Розбіжна косоокість (strabismus divergens, порушення іннервації верхнього, присереднього і нижнього прямих та нижнього косоного м'яза ока)
2. Збіжна косоокість (strabismus convergens, порушення іннервації бічного прямого м'яза ока).
3. Блефароптоз (опущення повік, порушення іннервації м'язів-підіймачів повік) [19, 20].

Вади слезового апарата

1. Дакріостеноз (звуження слезової протоки).
2. Дакріоцистоцеле (киста слезової протоки).

Вади повік

1. Анкілоблефарон (повне, або часткове зрощення країв повік, яке призводить до відсутності чи звуження щілини повік).
2. Лагофтальм (син.: «око заяче»; неповне змикання повік внаслідок укорочення повік, яке супроводжується висиханням рогівки і конюнктиви з розвитком у них вогнищевих і дистрофічних процесів).
3. Блефарофімоз (укорочення повік і щілини повік по горизонталі, яке обумовлено частіше всього зрощенням країв повік; поєднується із птозом, мікрокорнея).

Заключення. Висвітлені анатомічні особливості будови зорового аналізатора людини обумовлю-

ють його нормальне фізіологічне функціонування, завдяки цьому людина отримує інформацію з навколишнього світу і свого тіла. Далі кожна людина формує суб'єктивні зорові образи, які впливають на її поведінку в соціумі. Природжені вади ока впливають негативно на життя людини в цілому.

References

- Holovatskyi AS, Cherkasov VH, Sapin MR, Parakhin AI, Kovalchuk OI. *Anatomiia liudyny*. Pidruchnyk u 3 tomakh. Vyd. 5. Vinnytsia: Nova knyha; 2016. 1200 s. [Ukrainian]
- Rykun VS, Soliannykova OV. *Yzbrannyye lektsyy po oftalmolohyy: uchebnoe posobyе*. Cheliabynsk; 2009. 136 s. [Russian]
- Bourne RRA, Flaxman SR, Braithwaite T, Cicinelli MV, Das A, Jonas JB, et al. Vision Loss Expert Group. Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health*. 2017 Sep; 5(9): 888–97.
- Multimedijna platforma inomovlennya Ukraini [Internet]. Kyiv: Vidavnicha sluzhba Ukrinform; 2020 [onovleno 2019 Lis 13; citovano 2020 Lyut 21]. [Ukrainian]. Available from: <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/2342803-svit-vidznacae-miznarodnij-den-slipih.html>
- Voronenko YuV, Golubchikov MV, Vitovska SO, Rikov SO. *Oftalmologichna dopomoga v Ukraini za 2005-2014 roki: Analitichno-statistichnij dovidnik*. Kyiv: Logos; 2015. 230 s. [Ukrainian]
- Savina OM, Rikov SO. Kliniko-epidemiologichni osoblivosti vrodzhenoyi i spadkovoyi ochnoyi patologiyi u ditej. *Arhiv oftalmologiyi Ukraini*. 2019; 7(1): 7-11. [Ukrainian]
- Kostylenko YuP, Prylutskyi OK, Hryn VH, Starchenko II. *Anatomiia liudyny (kurs lektsii)*. Navchalnyi posibnyk. Poltava: Hontar OV; 2015. 188 s. [Ukrainian]
- Kostylenko YuP, Starchenko II, Prylutskyi OK, Rohyla VO. *Teoretycheskye predposylky k yzucheniyu orhanov chuvstv i provodiashchykh putei nervnoi systemy*. Poltava; 2007. 115 s. [Russian]
- Fedoniuk Yal, Pykaliuk VS, redaktor. *Anatomiia liudyny z klinichnym aspektom: Styslyi pidruchnyk*. Ternopil: Navchalna kniha, «Bohdan»; 2009. 920 s. [Ukrainian]
- Zavorodnia NH, Sarzhevskaya LE, Ivakhnenko OM, Kostrovskaya KO, Bezuhlyi MB, Mykhalchuk SV. *Anatomiia oka. Metody doslidzhennia v oftalmolohii*. Navch posibnyk dlia studentiv med fak. Zaporizhzhia; 2017. 76 s. [Ukrainian]
- Sherstiuk OO, Piliuhin AV, Deinega TF, Piliuhin VA, Svintsytska NL. *Anatomicheskoye i stereomorfologicheskoye osobennosti sleznykh i malykh slyunnykh zhelez cheloveka*. Poltava; 2017. 148 s. [Russian]
- Kulbakh OS, Zavarzyna Nlu. *Osnovy anatomy y fyzyolohyy analizatorov: uchebnoe posobyе*. Spb: OOO "FOLYANT"; 2012. 168 s. [Russian]
- Bobrova NF, Romanchuk ON. Sopotstvuyushaya somaticheskaya patologiya u detej pervogo goda zhizni s porokami organa zreniya. *Oftalmologicheskij zhurnal*. 2016; 1(468): 12-8 [Russian]
- Dolgova EA, Filatova VS. Ocenka effektivnosti ortokeratologicheskoy korrektsii v lechenii progressiruyushey miopii u detej. *Saratovskij nauchno-medicinskij zhurnal*. 2017; 13(2): 361-64. [Russian]
- Avetisov SA, Novikov IA, Pateyuk AS. Keratokonus: etiologicheskoye faktory i sopotstvuyushie proyavleniya. *Vestnik oftalmologii*. 2014; 4: 110-3. [Russian]
- Vasileva TA, Hlebnikova OV, Marahonov AV, Petrova NV, Voskresenskaya AA, Pozdeeva NA, i dr. Izuchenie geneticheskoy osnovy i razrabotka protokolov dlya diagnostiki nasledstvennykh zabolevanij organa zreniya na primere vrozhdennoy aniridii. *Medicinskaya genetika*. 2016; 6: 37-43. [Russian]
- Sidorenko EI. *Oftalmologiya*. M: GEOTAR-Media; 2006; 408 s. [Russian]
- Kruglova TB, Hvatova AV. Klassifikatsiya vrozhdennykh katarakt. *Rossiyskaya pediatricheskaya oftalmologiya*. 2013; 2: 4-11. [Russian]
- Larionova OV, Dravica LV. Sovremennyy viglyad na epidemiologiyu i etiopatogenez sodruzhestvennogo kosoglaziya. *Problemy zdorovya i ekologii*. 2019; 3: 12-7. [Russian]
- Kim MH, Cho J, Zhao D, Woo KI, Kim YD, Kim S, et al. Prevalence and associated factors of blepharoptosis in Korean adult population: The Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2008–2011. *Eye*. 2017; 31: 940–6.

УДК 612/613:378

АНАТОМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ОРГАНА ЗРЕНИЯ.

ЗРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗАТОР. РАЗВИТИЕ ОРГАНА ЗРЕНИЯ.

ВРОЖДЕННЫЕ ПОРОКИ РАЗВИТИЯ ГЛАЗА

Степанчук А. П.

Резюме. Глаз имеет почти округлую форму, несколько сдавленную в вентро-дорсальном направлении. Длина наружной и внутренней оси глаза, а также поперечного диаметра около 24 мм. Если форма глаза и величина оси глаза существенно изменяется во время развития, то возникает врожденный порок глаза: микрофтальмия, миопия, гиперметропия, циклопия.

Капсула глаза состоит из трех оболочек: волокнистой, сосудистой и сетчатки. Волокнистая оболочка представлена прозрачной роговицей и склерой. Последняя имеет в своей толще венозную пазуху, которая является главным путем оттока водянистой влаги из глаза. Форма и прозрачность роговицы влияют на рефракцию света и качество зрения. При нарушении структуры роговицы и величины ее кривизны возникают врожденные аномалии: кератоглобус, кератоконус, макрокорнеа, микрокорнеа.

Сосудистая оболочка глаза богата на пигмент и кровеносные сосуды. Она по функции и строению делится на три разные отдела: собственно сосудистая оболочка, ресничное тело, радужка. Уникальность строения ресничного тела обеспечивает аккомодацию (изменение кривизны хрусталика) при сокращении ресничной мышцы и секрецию водянистой влаги глаза ресничными отростками. Радужка представляет собой диафрагму глаза и разделяет переднюю камеру от задней. Она регулирует величину диаметра света, который падает на сетчатку через наличие в ее центре зрачка. Форма зрачка и его диаметр зависят от тонуса мышцы-расширяющей и мышцы-суживающей зрачок. Цвет радужки определяется наличием в ее строме пигментных клеток. Врожденные аномалии сосудистой оболочки: отсутствие радужки, зрачка; щелевидный зрачок, щелевидный дефект радужки; сужение и расширение зрачка, разный диаметр зрачков.

В самой главной оболочке глаза – сетчатке располагаются палочки и колбочки (фоторецепторные клетки), которые обеспечивают восприятие сумеречного, дневного и цветного зрения. В центре сетчатки располагаются диск зрительного нерва (слепое пятно), а латеральнее от него желтое пятно (область наилучшего зрения глаза). Нарушение внутриутробного развития сетчатки приводят к врожденным аномалиям: аплазия сетчатки, гипоплазия сетчатки, колобома сетчатки, ахромазия.

Зрительный нерв образован аксонами ганглиозных нервных клеток сетчатки (III нейрон зрительного пути). Палочки и колбочки (I нейрон) своими отростками заканчиваются на биполярных клетках сетчатки (II нейрон). Зрительные нервы проходят через зрительный канал в полость черепа и образуют зрительный перекрест. Дальше зрительный путь заходит в латеральное коленчатое тело (IV нейрон) и заканчивается в коре головного мозга. Внутриутробное нарушение развития ганглиозных клеток и их численности приводит к врожденным аномалиям зрительных нервов: аплазия, гипоплазия, колобома диска зрительного нерва.

Сознательные и рефлекторные движения глаз могут совершаться вокруг фронтальной и вертикальной осей. Эти вращения глаза обеспечивают наружные мышцы. При нарушении их иннервации наблюдается расходящееся и сходящееся косоглазие, блефароптоз.

Защиту глаза от пересыхания обеспечивают слезы, которые секретирует слезная железа. Слезный путь (слезный ручей, озеро, сосочки, точки, слезные канальцы, слезный мешок, носо-слезная протока) отводит слезы из конъюнктивального мешка.

Ключевые слова: глаз, склера, роговица, радужка, сетчатка, ресничное тело, зрительный нерв.

UDC 612/613: 378

Anatomical Structure of the Organ of Vision. Visual Analyzer.

Development of the Organ of Sight. Congenital Malformations of the Eye

Stepanchuk A. P.

Abstract. The length of the outer and inner axis, as well as the transverse diameter of the eye is about 24 mm. If the shape of the eye and the magnitude of the axis of the eye changes significantly during development, then a congenital malformation of the eye occurs, including: microphthalmia, myopia, hyperopia, cycloopia.

The capsule of the eye consists of three membranes: fibrous and vascular membranes and retina. The fibrous membrane is represented by a transparent cornea and sclera. The latter has a venous sinus, which is the main way of the outflow of aqueous humor from the eye. The shape and transparency of the cornea affect the refraction of light and the quality of vision. If the structure of the cornea and its curvature are disturbed, congenital anomalies arise: keratoglobus, keratoconus, macrocornea, microcornea.

The choroid of the eye is rich in pigment and blood vessels. It is divided by function and structure into three different departments: the choroid itself, the ciliary body, and the iris. The unique structure of the ciliary body provides accommodation (change in the curvature of the lens) with contraction of the ciliary muscle and secretion of aqueous humor of the eye by the ciliary processes. The iris is the diaphragm of the eye and separates the front camera from the back. It regulates the diameter of the light that falls on the retina through the presence of a pupil in its center. The shape of the pupil and its diameter depend on the tone of the dilator muscle and pupillary constrictor. The color of the iris is determined by the presence of pigment cells in its stroma. Congenital

malformations of the choroid are: absence of the iris, pupil; slit pupil, slit-like defect of the iris; narrowing and expansion of the pupil, different diameters of the pupils.

In the most important membrane of the eye, the retina, the rods and cones (photoreceptor cells) are situated. They provide the perception of twilight, daytime and color vision. The optic disc (blind spot) is located in the center of the retina, and the yellow spot is located laterally from it (the region of the best vision of the eye). Violation of the intrauterine development of the retina leads to congenital anomalies, including retinal aplasia, retinal hypoplasia, retinal coloboma, achromasia.

The optic nerve is formed by the axons of the ganglion nerve cells of the retina (III neuron of the optic pathway). Rods and cones (I neuron) with their processes end on the bipolar cells of the retina (II neuron). The optic nerves pass through the optic canal into the cranial cavity and form a visual cortex. Further, the optic pathway enters the lateral geniculate body (IV neuron) and ends in the cerebral cortex. Intrauterine maldevelopments of ganglion cells and their number leads to congenital anomalies of the optic nerves, including aplasia, hypoplasia, coloboma of the optic nerve head.

Conscious and reflex eye movements can occur around the frontal and vertical axes. These rotations of the eye are provided by the external muscles. If their innervation is disturbed, divergent and convergent strabismus, blepharoptosis are observed.

The eyes are protected from drying out by the tears secreted by the lacrimal gland. The lacrimal path (lacrimal stream, lake, papillae, dots, lacrimal tubules, lacrimal sac, nasal-lacrimal duct) remove the tears from the conjunctival sac.

Keywords: eye, sclera, cornea, iris, retina, ciliary body, optic nerve.

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.

Стаття надійшла 06.02.2020 р.

Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування