

## **Лекція 22.**

### **Тема: Анатомо-функціональна характеристика органів чуття.**

Органами чуття, або аналізаторами, називаються анатомічні утворення, за допомогою яких нервова система отримує подразнення від зовнішнього середовища, а також від органів самого тіла і сприймає ці подразнення у вигляді відчуттів.

#### **Присінково-завитковий орган**

##### *Філогенез*

Присінково-завитковий орган, *organum vestibulocochlearis*, складається із двох аналізаторів: аналізатора гравітації (відчуття земного тяжіння) і слухового аналізатора. Кожен із них має свій рецептор, кондуктор і кірковий кінець. Однак спільне їх описання має свою причину, яка полягає у їх спільному розвитку. Спочатку обидва аналізатори утворились як єдиний орган у одній кістці – скроневій, де вони розміщуються у людини, а потім вони диференціювалися на два різних аналізатори. Обидва аналізатори тісно пов'язані між собою, утворюючи єдиний орган. Суттєвою його частиною у ссавців і людини є лабіринт, у якому залягають два види рецепторів: один із них (спіральний орган) служить для сприйняття слухових подразників, інші (плями і ампульний гребінь) являють собою сприймаючу частину статокінетичного аналізатора, необхідного для сприйняття сил земного тяжіння, для підтримки рівноваги і для орієнтації тіла у просторі.

На нижчих ступенях філогенезу ці дві функції ще не відокремлені одна від іншої, але статична функція є первинною. Прототипом лабіринту може служити статичний пухирець (отоциста або статоциста), дуже поширених у безхребетних тварин, які живуть у воді, наприклад, у молюсків.

У хребетних така спершу проста форма пухирця значно ускладнюється відповідно до ускладнення лабіринту. Генетично пухирець походить із ектодерми шляхом випинання з наступним відокремленням, потім починається відмежування особливих трубкаподібних придатків статичного апарату – півколових проток. У міксин є одна півколова протока, яка з'єднується з одиничним пухирцем, внаслідок чого вони можуть переміщатися лише в одному напрямку. У круглоротих з'являються дві півколові протоки, завдяки чому вони отримують можливість легко переміщувати тіло у двох напрямках. Потім, починаючи із риб, у решти хребтових розвиваються три півколові протоки відповідно до існуючих у природі трьох вимірів простору, яке дозволяє рухатися у всіх напрямках. Внаслідок утворюється присінок лабіринту і півколові протоки, які мають свій особливий нерв – присінковий нерв, який входить до складу присінкові-завиткового нерву (VIII пара черепних нервів). З виходом на сушу та з появою у наземних тварин переміщення за допомогою кінцівок, а у людини – прямоходіння, значення рівноваги зростає.

Вся еволюція людини зумовлена пристосуванням організму до гравітаційного поля Землі. Для сприйняття сил земного тяжіння розвився спеціальний (статокінетичний) аналізатор із особливим рецептором, який сприймає ці подразнення, – рецептор гравітації. Ускладнюється будова центрів головного

мозку, які відповідають за автоматичну регуляцію положення тіла. У людини центри управління положенням тіла досягають найвищого розвитку.

В той час, як орган гравітації у зв'язку із вільним переміщенням тіла у просторі уже сформований у водних тварин, акустичний апарат, який є у риб у зачатковому стані, розвивається лише після виходу із води на сушу, коли з'являється можливість безпосереднього сприйняття звукових коливань. Він поступово відокремлюється від решти лабіринту, закручуючись спіралью у завиток. Після переходу із водного середовища на сушу до внутрішнього вуха приєднується звукопровідний апарат. Так, починаючи з амфібій, з'являється середнє вухо – барабанна порожнина із слуховими кісточками. Найвищого свого розвитку акустичний апарат досягає у ссавців, який має спіральний завиток із досить складно побудованим звукочутливим пристроєм. У них є окремий нерв, завитковий – *nervus cochlearis* (частина присінкові-завиткового нерва) і низка слухових центрів у головному мозку – підкіркових (у довгастому і середньому мозку) та кіркових. У них виникає зовнішнє вухо із заглибленим слуховим проходом та вушною раковиною. Вушна раковина являє собою пізніше надбання, яке відіграє роль звукоуловлювача, а також служить для захисту зовнішнього слухового проходу. В наземних ссавців вушна раковина оснащена спеціальними м'язами і легко рухається у напрямку звуку («нагострити вуха»). У ссавців, які ведуть водний і підземний стиль життя, вона відсутня; у людини і вищих приматів вона піддається редукції і стає нерухою. Водночас виникнення усної мови у людини пов'язане із максимальним розвитком слухових центрів, особливо у корі мозку, яка складає частину другої сигнальної системи. Таким чином, незважаючи на редукцію окремих частин вуха, слуховий аналізатор є найбільш розвинений у людини.

#### *Онтогенез*

Ембріогенез органів слуху і гравітації у людини загалом відбувається аналогічно філогенезу. Близько третього тижня зародкового життя з обох боків заднього мозкового пухиря із ектодерми з'являється слуховий пухирець – зачаток лабіринту. На кінець четвертого тижня із нього виростає сліпий хід, який називається ендолімфатичною протокою, *ductus endolymphaticus* та три півколові протоки.

На шостому тижні зародкового життя навколо перетинчастого лабіринту з його перилімфатичними просторами виникає із охрястя хрящової слухової капсули черепа шляхом перихондрального костеніння кістковий лабіринт, який загалом повторює форму перетинчастого. Середнє вухо – барабанна порожнина із слуховою трубою – розвивається із першого глоткового кармана і бічної частини верхньої стінки глотки; отже, епітелій слизової оболонки порожнин середнього вуха походить із ентодерми. Слухові кісточки, які знаходяться у середньому вухові, утворюються із хряща першої (молоточок і коваделко) і другої (стремінце) зябрових дуг. Зовнішнє вухо розвивається із першого зябрового кармана.

Периферична частина органа слуху поділяється на три відділи: зовнішнє, середнє і внутрішнє вухо. Перші два відділи служать тільки для проведення слухових коливань, а третій, крім того, містить у собі звукочутливий і статичний апарати, які складають периферичні відділи як слухового, так і статокінетичного (органу гравітації) аналізатора.

## **Орган слуху**

### *Зовнішнє вухо*

Зовнішнє вухо, *auris externa*, складається із вушної раковини і зовнішнього слухового проходу.

Вушна раковина, *auricula*, яку зазвичай називають вухом, утворена еластичним хрящем, покритим шкірою. Цей хрящ визначає зовнішню форму вушної раковини і та її виступів: вільний загнутий край – завиток, і паралельно йому протизавиток, а також передній виступ – козелок і протикозелок, який лежить позаду від нього. Внизу вушна раковина закінчується вушною часточкою, яка не містить хряща.

Зовнішній слуховий хід, *meatus acusticus externus*, складається із двох частин – хрящової і кісткової. Хрящовий слуховий хід являє собою продовження хряща вушної раковини у формі жолоба, відкритого наверх і назад. Хрящовий слуховий хід загалом складає третину довжини всього зовнішнього слухового ходу.

Кістковий слуховий хід, який складає дві третини довжини зовнішнього слухового ходу, відкривається зовні за участю зовнішнього слухового отвору. У хрящовій частині ходу шкіра містить багато сальних залоз та залоз, які виділяють секрет жовтого кольору, так звану сірку (*cerumen*).

Барабанна перетинка, *membrana tympani*, знаходиться на межі зовнішнього і середнього вуха. Зовнішня її поверхня покрита стоншеним продовженням шкірного покриву слухового ходу, а внутрішня – слизовою оболонкою барабанної порожнини. Сама барабанна перетинка між цими двома шарами представлена волокнистою сполучною тканиною, волокна якої у периферичній частині перетинки ідуть у радіальному напрямку, а у внутрішній частині – циркулярно. Зверху барабанна перетинка не містить волокон, складається тільки зі шкірного та слизового шарів із тонким прошарком пухкої волокнистої сполучної тканини; ця частина барабанної перетинки більш м'яка і слабо натягнута, тому має назву розслабленої частини, *pars floccida*, на відміну від решти яка туго натягнута, *pars tensa* – натягнута частина.

### *Середнє вухо*

Середнє вухо, *auris media*, складається із барабанної порожнини і слухової труби, яка з'єднує барабанну порожнину із порожниною носоглотки.

Барабанна порожнина, *cavitas tympanica*, закладена біля основи піраміди скроневої кістки між зовнішнім слуховим ходом і лабіринтом (внутрішнє вухо). Вона містить ланцюг із трьох дрібних кісточок, які передають звукові коливання із барабанної порожнини у лабіринт.

Барабанна порожнина має незначний розмір (її об'єм дорівнює одному кубічному сантиметру) і нагадує поставлений на ребро бубон, сильно нахилений у бік зовнішнього слухового ходу. В барабанній порожнині розрізняють шість стінок.

Бічна, перетинчаста стінка, *paries membranaceus*, утворена барабанною перетинкою і кістковою пластинкою зовнішнього слухового ходу.

Присередня, лабіринтна стінка, *paries labyrinthicus*, прилягає до лабіринту. В ній розрізняють два отвори: вікно завитки, яке веде у лабіринт і закрите вторинною барабанною перетинкою, *membrana tympani secundaria* та вікно присінка, яке

відкривається у присінок лабіринту. В останній отвір вставлена основа слухової кісточки – стремінця.

Задня, соскоподібна стінка барабанної порожнини, *paries mastoideus*, несе на собі отвір соскоподібної печери, куди відкриваються повітряні комірки останнього.

Передня, сонна стінка барабанної порожнини, *paries caroticus*, називається так, тому що поблизу проходить внутрішня сонна артерія. У верхній частині цієї стінки знаходиться внутрішній отвір слухової труби. У новонароджених і дітей раннього віку цей отвір зяє, тому інфекція із носоглотки потрапляє в порожнину середнього вуха і далі у череп.

Верхня, покрівельна стінка барабанної порожнини, *paries tegmentalis*, відповідає передній поверхні піраміди скроневої кістки і відділяє барабанну порожнину від порожнини черепа.

Нижня, яремна стінка, *paries jugularis*, звернена до основи черепа поблизу яремної ямки.

Три маленьких слухових кісточок, які знаходяться у барабанній порожнині, носять назву стремінце, коваделко і молоточок.

Ланцюг кісточок виконує дві функції: кісткову провідність звуку і механічну передачу звукових коливань у вікно присінка. Остання функція здійснюється завдяки зв'язаним із слуховими кісточками двом маленьким м'язам, які знаходяться у барабанній порожнині і регулюють рух ланцюгу із кісточок: м'яз – натягувач барабанної перетинки і стремінцевий м'яз.

Основною функцією середнього вуха є звукопровідність від зовнішнього до внутрішнього вуха.

Слухова труба, *tuba auditiva*, служить для доступу повітря із носоглотки до барабанної порожнини. Завдяки цьому підтримується рівновага між тиском у барабанній порожнині і зовнішнім атмосферним тиском, що необхідно для правильного проведення коливань барабанної перетинки до лабіринту.

### *Внутрішнє вухо*

Внутрішнє вухо, або лабіринт, розміщується у товщі піраміди скроневої кістки між барабанною порожниною і внутрішнім слуховим ходом, із якого виходить із лабіринту присінкові-завитковий нерв. Розрізняють кістковий і перетинчастий лабіринти, причому другий лежить всередині першого.

### ***Будова слухового аналізатора.***

Передня частина перетинчастого лабіринту – завиткова протока, розміщена у кістковій завитці, є найсуттєвішою частиною органа слуху. Спіральний орган, *organum spirale*, розміщується вздовж усієї завиткової протоки на основній пластинці. Основна пластинка, *lamina basilaris*, побудована із великої кількості (24000) фіброзних волокон різної довжини, натягнутих як струни (слухові струни). За теорією Гельмгольца (1875), вони є резонаторами, що зумовлюють своїми коливаннями сприйняття тонів різної частоти, але, за даними електронної мікроскопії, ці волокна утворюють еластичну сітку, яка у цілому резонує строго градуйованим коливанням. Сам спіральний орган складається із кількох рядів епітеліальних клітин, серед яких можна розрізнити чутливі слухові клітини з

волосками. Він виконує роль «зворотного» мікрофону, який перетворює механічні коливання на електричні.

Шляхи проведення звуку. З функціональної точки зору орган слуху (периферична частина слухового аналізатора) поділяється на дві частини: 1) звукопровідний апарат – зовнішнє і середнє вухо, а також деякі елементи (ендолімфа і перилімфа) внутрішнього вуха; 2) звукосприймаючий апарат – внутрішнє вухо. Повітряні хвилі, які збираються вушною раковиною, направляються у зовнішній слуховий хід, б'ються об барабанну перетинку і викликають її вібрацію. Вібрація барабанної перетинки, ступінь натягнення якої регулюється м'язом – натягачем барабанної перетинки (іннервується трійчастим нервом), приводить у рух зрощену з нею рукоятку молоточка. Молоточок відповідно рухає коваделко, а коваделко – стремінце, вставлене у отвір присінка, який веде у внутрішнє вухо. Розмір зміщення стремінця у вікно присінку регулюється скороченням стремінцевого м'яза (іннервація – стремінцевий нерв, гілка лицевого нерва). Таким чином ланцюг кісточок, з'єднаний рухливо, передає коливальні рухи барабанної перетинки напрямлено – до вікна присінка.

Таким чином, коливання повітря у зовнішньому і середньому вухові завдяки системі слухових кісточок барабанної порожнини переходить у коливання рідини перетинчастого лабіринту, яке викликає подразнення спеціальних слухових волоскових клітин спірального органа, що складають рецептор слухового аналізатора.

Завдяки слуховому аналізатору різні звукові подразники, які сприймаються у мозку у вигляді звукових відчуттів і комплексів відчуттів – сприйнять, стають сигналами (першими сигналами) життєво важливих явищ навколишнього середовища. Це складає першу сигнальну систему дійсності (конкретно-наочне мислення, властиве і тваринам). У людини є здатність до абстрактного мислення за допомогою слова, яке сигналізує про звукові відчуття, що є першими сигналами, і тому є сигналом сигналів (другим сигналом). Звідси усна мова складає другу сигнальну систему дійсності, властиву тільки людині.

### ***Орган гравітації і рівноваги (аналізатор гравітації, або статокінетичний аналізатор)***

Цей аналізатор починається у перетинчастому лабіринті, labyrinth membranaceus, де знаходиться його периферична частина.

Будова аналізатора гравітації. На внутрішній поверхні маточки, мішечка й ампул півколових проток, вистеленій шаром плоского епітелію, знаходяться місця із чутливими (волосковими) клітинами, до яких підходять ззовні волокна присінкової частини присінкові-завиткового нерва. Епітелій, який покриває виступи гребнів, містить у своєму складі чутливі клітини з волосками, до яких підходять нервові волокна. Адекватним подразником рецепторів півколових проток, а також мішечка і маточки, є прискорення або гальмування обертового і прямолінійного руху, а також сила тяжіння. Подразливим моментом у таких випадках є напруження чутливих волосків або тиск на них студенистої речовини, що викликає подразнення нервових закінчень.

Таким чином, присінковий апарат і вся пов'язана із ним система провідників, які досягають кори головного мозку, є аналізатором положення і рухів голови у просторі і відчуття земного тяжіння, внаслідок чого і зветься аналізатором гравітації. Рецептор цього аналізатора у вигляді спеціальних волоскових клітин, які збуджуються током ендолімфи, знаходяться у плямах мішечка і маточки. Він регулює статичну рівновагу – рівновагу голови, а, отже, і тіла, яке знаходиться у спокої. Рецептор також розміщується в ампулах півколових проток, які регулюють динамічну рівновагу – рівновагу тіла, яке рухається у просторі. Хоча зміна положення і рухів голови регулюються й іншими аналізаторами (зокрема, руховим, зоровим, шкірним), пристінковому апарату належить особлива роль.

Відповідне тренування вестибулярного апарату дозволяє льотчикам і космонавтам пристосовуватися до різких рухів і зміни положення тіла під час польоту. Таким чином, аналізатор гравітації є не частина єдиного органа слуху і рівноваги, а є самостійним аналізатором сил земного тяжіння і положення у просторі.

### **Орган зору**

Світло явилось подразником, який призвів до виникнення у тваринному світі спеціального органа зору, *organum visus*, головною частиною якого у всіх тварин є специфічні чутливі клітини, які походять з ектодерми і можуть сприймати подразнення від світлових променів. Вони оточені пігментом, значення якого полягає у тому, щоб пропускати світло у одному напрямку і поглинати лишні світлові промені.

Такі клітини у нижчих тварин розкидані по всьому організму (примітивні «очі»), а в подальшому утворюється ямка, вистелена чутливими клітинами (сітківка), до яких підходить нерв. У безхребетних спереду ямки виникають світлозаломлюючі середовища (кришталік) для концентрації світлових променів, які падають на сітківку. У хребетних, у яких очі досягають найбільшого розвитку, з'являються, крім того, м'язи, які рухають око, і захисні пристосування (повіки, слізний апарат).

Характерною особливістю хребтових є та обставина, що світлочутлива оболонка ока (сітківка), яка містить специфічні клітини, розвивається не прямо із ектодерми, а шляхом випинання із переднього мозкового пухиря.

На першому етапі розвитку зорового аналізатора (у риб) у периферичному його кінці (сітківка) світлочутливі клітини мають вигляд паличок, а у головному мозкові знаходяться зорові центри, які лежать у середньому мозку. Такий орган зору здатен лише до світлосприйняття і розрізнення предметів. У наземних тварин сітківка доповнюється новими світлочутливими клітинами – колбочками, з'являються нові центри у проміжному мозку, а у ссавців і в корі. Завдяки цьому око отримує здатність до кольорового зору. Все це пов'язано із першою сигнальною системою. Нарешті, у людини особливого розвитку досягають вищі центри зору в корі головного мозку, завдяки яким у неї з'явилося абстрактне мислення, пов'язане із зоровими образами, та писемна мова, які є складовою частиною другої сигнальної системи, властивої тільки людині.

Ембріогенез ока. У загальних рисах ембріогенез ока відбувається таким чином: бічні випинання стінки переднього мозкового пухиря (її частини, яка дає

проміжний мозок), витягуючись у боки, утворюють два очних пухирці, які з'єднуються вузькою порожнистою ніжкою з мозковою порожниною. Із ніжки утворюється зоровий нерв, а із периферичної частини очного пухирця – сітківка. У зв'язку із розвитком кришталика передня частина очного пухирця випинається у напрямку ніжки, тому очний пухир перетворюється на двостінний очний «келих». В передній частині очного келиха утворюється кришталик, а позаду кришталика – склисте тіло.

Розвиток зовнішніх оболонок ока – судинної, склери і рогівки – відбувається з мезодерми, яка оточує очний «келих» разом із кришталиком. Із зовнішнього, більш щільного шару мезодерми виникає склера із рогівкою, а із внутрішнього, багатого судинами – власна судинна оболонка із війковим тілом і райдужкою. У передній частині зародкового ока обидва шари відділяються один від іншого. Так виникає передня камера. Зовнішній шар мезодерми, зробившись прозорим, утворює рогівку. Ектодерма, яка покриває спереду рогівку, дає епітелій кон'юнктиви, який переходить у внутрішню поверхню повік.

### **Око**

Око, *oculus* (грецька – *ophthalmos*, звідси наука офтальмологія), складається із очного яблука і оточуючих допоміжних органів.

Очне яблуко, *bulbus oculi*, являє собою кулясте тіло, розміщене в очниці. В очному яблуці розрізняють передній полюс, який відповідає найбільш випуклій точці рогівки, та задній, який знаходиться збоку від виходу очного нерва. Пряма лінія, яка з'єднує обидва полюси, носить назву оптичної, або зовнішньої осі ока, *axis bulbi externus*. Її частина між задньою поверхнею рогівки і сітківкою називається внутрішньою очною віссю. Остання перехрещується під гострим кутом з так званою зоровою віссю, *axis opticus*, яка іде від предмету, що розглядається, через вузлову точку до місця найкращого бачення у центральній ямці сітківки. Лінія, яка з'єднує обидва полюси по окружності очного яблука, утворює меридіани, а площина, яка перпендикулярна оптичній осі, – очний екватор, що поділяє очне яблуко на передню і задню половини. Горизонтальний діаметр екватору трохи коротший від зовнішньої очної осі (остання дорівнює 24 мм, а перший – 23, 6 мм), вертикальний діаметр його ще менший (23,3 мм). Внутрішня очна вісь у нормальному оці дорівнює 21,3 мм, у очах близоруких (міопів) вона довшя, а в очах дальнозорих (гіперметропів) – коротша. Внаслідок цього фокус променів, які сходяться, у близоруких знаходиться спереду від сітківки, у дальнозорих – позаду від неї. Для усунення цих аномалій з метою покращення зору необхідна відповідна корекція окулярами.

Очне яблуко складається із трьох оболонок, які оточують його внутрішнє ядро: зовнішньої фіброзної, середньої судинної та внутрішньої – сітківки.

#### *Оболонки очного яблука*

Фіброзна оболонка, *tunica fibrosa bulbi*, облягаючи зовні очне яблуко, відіграє захисну роль. У задньому, більшому своєму відділі, вона утворює склеру, а у передньому, меншому – прозору рогівку. Обидві ділянки фіброзної оболонки відділяються одна від другої неглибокою циркулярною борозною склери, *sulcus sclerae*.

Склера, *sclera*, складається із щільної сполучної тканини і має білий колір. Передня її частина, видима між повіками, відома у повсякденному житті під назвою очного білка. На межі з рогівкою у товщі склери проходить коловий венозний синус, *sinus venosus sclerae*. Оскільки світло повинне проникати до світлочутливих елементів, які лежать всередині очного яблука, то передній відділ фіброзної оболонки стає прозорим і перетворюється на рогівку.

Рогівка, *cornea*, яка є безпосереднім продовженням склери, являє собою прозору, випуклу наперед і ввігнуту назад пластинку, яка подібно годинниковому склу вставлена своїм краєм, *limbus corneae*, у передній відділ склери.

Судинна оболонка очного яблука, *tunica vasculosa bulbi*, багата судинами, м'яка, темнозабарвлена від пігмента, який розміщений у ній, лежить зразу під склерою. В ній розрізняють три відділи: власне судинну оболонку, війчасте тіло і райдужку.

Власне судинна оболонка, *choroidea*, є заднім, більшим відділом судинної оболонки. Завдяки постійному переміщенню власне судинної оболонки при акомодатції тут між двома оболонками утворюється щілиноподібний отвір.

Війчасте тіло, *corpus ciliare*, – передня, потовщена частина судинної оболонки, розміщується у вигляді циркулярного валика у ділянці переходу склери у рогівку. Заднім своїм краєм, який утворює війчастий кружок, війчасте тіло безпосередньо продовжується у власне судинну оболонку. Війчасте тіло спереду від війчастого кружка несе на собі близько 70 тонких, радіально розміщених білуватого кольору війчастих відростків, *processus ciliares*.

Внаслідок великої кількості і особливої будови судин війчастих відростків вони виділяють рідину – водянисту вологу, *humor aquosus*. Цю частину війчастого тіла порівнюють із судинними сплетеннями шлуночків головного мозку і розглядають як сецернуючу (від латинського *secessio* – виділяю). Друга частина – акомодатційна – утворена мимовільним війчастим м'язом, *musculus ciliare*, яка залягає у товщі війчастого тіла зовні від війчастих відростків. Скорочення цього м'яза натягує власне судинну оболонку і розслабляє капсулу кришталика при встановленні ока на близьку відстань (акомодатція). Завдяки еластичному сухожилку м'яз після свого скорочення приходить у вихідне положення, не потребуючи антагоніста.

У старечому віці спостерігається поступова атрофія м'язових волокон та їх заміна сполучнотканинними, чим і пояснюється ослаблення акомодатції у цьому віці. У жінок дегенерація цього м'яза спостерігається на 5 – 10 років раніше, ніж у чоловіків, із настанням менопаузи.

Райдужка, або райдужна оболонка, *iris*, складає передню частину судинної оболонки і має вигляд округлої, вертикальної пластинки з круглим отвором, який називається зіницею, *pupilla*. Зіниця лежить не точно посередині, а трохи зміщена у бік носу. Зіниця відіграє роль діафрагми, яка регулює потік світла, що поступає в око, завдяки чому зіниця при сильному світлі звужується, а при слабкому – розширюється. Зовнішнім краєм райдужка з'єднана із війчастим тілом і склерою, внутрішній край, який оточує зіницю – вільний. У райдужці розрізняють передню поверхню, звернену до рогівки, і задню, яка прилягає до кришталика. Передня поверхня, видима через прозору рогівку, має різне забарвлення у різних людей і



зумовлює колір їх очей. Це залежить від кількості пігмента у поверхневих шарах райдужки. Якщо пігмента багато, то очі мають коричневий (карий) колір, який наближається до чорного. Навпаки, якщо шар пігменту слабо розвинений, або навіть майже відсутній, то отримуються змішані зелено-сірі або голубі тони. Головним чином це походить від просвічування чорного ретінального пігмента на задній стороні райдужки.

Рухи райдужної оболонки здійснюються м'язами, які залягають у райдужці. М'яз – звужувач зіниці, *musculus sphincter pupillae*, має кільцеподібний напрямок, а м'яз – розширювач зіниці, *musculus dilatator pupillae*, має радіальний напрямок.

М'яз – звужувач зіниці іннервується парасимпатичними волокнами, які йдуть від додаткового ядра окорухового нерва, а розширювач – симпатичними волокнами із симпатичного стовбура.

Сітківка, або сітчаста оболонка ока, *retina*, – найбільш внутрішня із трьох оболонок очного яблука, яка прилягає до судинної оболонки на всьому протязі. На противагу іншим оболонкам, вона походить із ектодерми (зі стінок очного келиха) і відповідно до свого походження складається із двох частин: зовнішньої, яка містить пігмент – *pars pigmentosa*, та внутрішньої, *pars nervosa*. Остання поділяється за своєю функцією і будовою на два відділи: задній, який несе у собі світлочутливі елементи, *pars optica retinae*, та передній, що їх не містить. Оптична частина сітківки майже прозора, і тільки на трупі мутніє.

При розгляді у живої людини за допомогою офтальмоскопу очне дно виглядає темно-червоним завдяки просвічуванню через прозору сітківку крові у судинній оболонці. На цьому фоні на дні ока видно білувата округла пляма, яка являє собою місце виходу із сітківки зорового нерва, який, виходячи із неї, утворює диск зорового нерва з кратероподібним заглибленням у центрі. При огляді дзеркалом добре видимі судини сітчастої оболонки, які виходять із цього диску. Диск зорового нерва, який має діаметр близько 1,7 мм, лежить трохи медіальніше (у сторону носу) від заднього полюсу ока. Латерально від нього і водночас трохи у скроневу сторону від заднього полюса помітна у вигляді овального поля 1 мм у поперечнику так зване пляма, *macula*, забарвлена у живої людини у червоно-коричневий колір із центральною ямкою посередині. Це місце найбільшої гостроти зору.

У сітківці знаходяться світлочутливі зорові клітини, периферичні кінці яких мають форму паличок і колбочок. Оскільки вони розміщені у зовнішньому шарі сітківки, примикаючи до пігментного шару, то світлові промені, щоб досягти їх, мають пройти через всю товщу сітківки. Палички містять у собі так званий зоровий пурпур, який надає рожевого кольору свіжій сітчастій оболонці у темноті, на світлі він втрачає колір. Утворення пурпуру приписують клітинам пігментного шару. Колбочки не містять зорового пурпуру. У плямі знаходяться тільки колобочки, а палички відсутні. У ділянці диску зорового нерва світлочутливих елементів немає, внаслідок чого це місце не дає зорового відчуття і тому називається сліпою плямою.

#### *Внутрішнє ядро ока*

Внутрішнє ядро ока складається із прозорих заломлюючих світло середовищ: склистого тіла, кришталика, функція яких полягає в побудові зображення на

сітківці, і водянистої вологи, яка виповнює очні камери і служить для живлення безсудинних утворень ока.

Скловидне тіло, *corpus vitreum*, виповнює порожнину очного яблука всередину від сітчастої оболонки і являє собою зовсім прозору масу, схожу на желе, яка лежить позаду кришталіка. Завдяки вдавненню від останнього на передній поверхні склистого тіла утворюється склиста ямка, краї якої з'єднуються з капсулою кришталіка спеціальною зв'язкою.

Кришталік, *lens*, є суттєвим заломлюючим світло середовищем очного яблука. Він зовсім прозорий і має вигляд сочевиці або двоякоопуклого скла. Центральні точки передньої і задньої поверхонь мають назву полюсів, а периферичний край кришталіка, де ці поверхні переходять одна в іншу, називається екватором. Ось кришталіка, яка з'єднує обидва полюси, дорівнює 3,7 мм при погляді вдалину і 4,4 мм при акомодатції, коли кришталік робиться більш опуклим. Екваторіальний діаметр 9 мм. Кришталік площиною свого екватору стоїть під прямим кутом до оптичної осі, прилягаючи передньою поверхнею до райдужки, задньою – до склистого тіла.

Кришталік заключений у тонку, також зовсім прозору безструктурну капсулу, *capsula lentis*, і утримується у своєму положенні особливою зв'язкою – війчастим пояском, який складається із численних тонких волокон, які йдуть від кришталіка до війчастого тіла.

Завдяки еластичності своєї капсули кришталік легко змінює свою кривизну залежно від того, дивимось ми в далину, чи розглядаємо близько розміщені предмети. Це явище називається акомодатцією. В першому випадку кришталік внаслідок натягнення війкового пояску трохи сплющений; у другому, коли око має бути встановлене на близьку відстань, війчастий поясок під впливом скорочення війкового м'яза послаблюється разом із капсулою кришталіка, а останній стає більш випуклим. Завдяки цьому промені, які йдуть від близько розміщеного предмету, заломлюються кришталіком сильніше і можуть з'єднатися на сітківці. Кришталік, як і склисте тіло, судин не має.

Камери ока. Простір, який розміщується між передньою поверхнею райдужної оболонки і задньою поверхнею рогівки, називається передньою камерою очного яблука, *camera anterior bulbi*. Передня і задня стінки камери сходяться разом у куті, утвореному місцем переходу рогівки у склеру, з одного боку, і війчастим краєм райдужки – з іншого. Цей кут закруглений сіткою перекладин. Між перекладинами знаходяться щілиноподібні отвори, які мають велике фізіологічне значення для циркуляції рідини в камері, яка через зазначені отвори надходить у розміщений поблизу у товщі склери венозний синус.

Позаду від райдужної оболонки знаходиться більш вузька задня камера ока, *camera posterior bulbi*, до складу якої входять і простори між волокнами війчастого пояску; ззаду вона відмежовується кришталіком, а збоку – війчастим тілом. Через зіницю задня камера сполучається із передньою. Обидві камери виповнені водянистою вологою, *humor aquosus*, відтік якої здійснюється у венозний синус склери.

*Додаткові органи ока*

М'язи очного яблука. Руховий апарат ока складається із шести довільних (посмугованих) м'язів: верхнього, нижнього, присереднього та бічного прямих м'язів, *musculi recti superior, inferior, lateralis et medialis*; верхнього та нижнього косих м'язів, *musculi obliquus superior et inferior*.

Всі ці м'язи починаються у глибині очниці від сухожилкового кільця, яке у вигляді лійки охоплює зоровий нерв. Прямі м'язи прикріплюються своїми передніми кінцями спереду від екватору очного яблука з чотирьох боків останнього, зростаючись сухожилками з білковою оболонкою. Верхній косий м'яз проходить через волокнисто-хрящове кільце, яке прикріплюється до блокової ямки лобової кістки, потім він повертає під гострим кутом назад і вбік і прикріплюється до очного яблука на верхньобічній його поверхні позаду від екватору. Нижній косий м'яз починається від бічної частини слізного мішка і направляє вгору і вбік очного яблука; його сухожилок прикріплюється до склери збоку очного яблука позаду від екватору.

Прямі м'язи обертають око навколо двох осей: поперечної (верхній та нижній прямі), при їх скороченні зіниця направляє вгору або вниз, та вертикальної (бічний та присередній прямі), коли зіниця направляє вбік або медіально. Косі м'язи обертають очне яблуко навколо сагітальної осі. Верхній косий м'яз, обертаючи очне яблуко, направляє зіницю вгору і вбік; нижній косий м'яз при своєму скороченні – вбік і вгору.

Важливо відзначити, що всі рухи очних яблук відбуваються злагоджено, тому що при рухові одного ока у будь-який бік у той же бік одночасно рухається й інше око. Коли всі м'язи ока перебувають у рівномірному напруженні, зіниця дивиться прямо вперед, лінії зору обох очей знаходяться паралельно. Так буває, коли очі дивляться у далину. При розгляді предметів поблизу лінії зору сходяться наперед (конвергенція очей).

Клітковина очниці й піхва очного яблука

Очниця вистелена окістям, *periorbita*, яке зростається біля каналу очного нерва і верхньої чорничної щілини із твердою оболонкою головного мозку.

Позаду від очного яблука залягає жирова клітковина, *corpus adiposum orbitae*, яка займає весь простір між органами, розміщеними в очниці. Жирова клітковина, прилягаючи до очного яблука, відділяється від останнього тісно пов'язаним із нею сполучнотканинним листком, який оточує очне яблуко під назвою піхви ока, *vagina bulbi*. Сухожилки м'язів очного яблука, направляючись до місця свого прикріплення до склери, проходять через піхву очного яблука, яка дає їм окремі піхви, що продовжуються у фасції відповідних м'язів.

Повіки

Повіки, *palpebrae* (грецька – *blepharon*, звідси – блефарит – запалення повіка), являють собою рухливі ширми, які захищають спереду очне яблуко. Верхнє повіко, *palpebra superior*, більше за нижнє; верхньою його межею служить брова, *supercilium* – смужка шкіри із короткими волосками, яка лежить на межі з лобом. Під час розкривання ока нижнє повіко опускається незначно під власною вагою, верхнє повіко підіймається активно завдяки скороченню м'яза – підіймача верхнього повіка. Вільний край обох повік являє собою вузьку поверхню,

відмежовану переднім і заднім краями повік. Зразу за переднім краєм виростають із краю повік кілька рядів коротких жорстких волосків – вії, *cilia*.

Між вільними краями повік знаходиться очна щілина, *rima palpebrarum*, через яку при розкритих повіках видна передня поверхня очного яблука. Очна щілина має мигдалеподібну форму, бічний її край гострий, присередній заокруглений і утворює так зване слезове озеро, *lacus lacrimalis*. Всередині останнього видно невелике рожевого кольору підвищення – слезове м'ясе, яке містить жирову тканину і сальні залози з ніжними волосками.

Основа кожного повіка складається із щільної сполучнотканинної пластинки, яка носить назву хряща повіка.

Сполучнотканинна оболонка ока, *tunica conjunctiva*, одягає всю задню поверхню повік і поблизу від краю очниці завертає на очне яблуко, покриваючи його передню поверхню. Її частина, яка покриває повіки, називається повіковою частиною кон'юнктиви, а частина, яка охоплює очне яблуко-очною частиною. Таким чином кон'юнктива утворює мішок, відкритий спереду в ділянці очної щілини. Кон'юнктива схожа на слизову оболонку, хоча за своїм походженням вона являє собою продовження зовнішнього шкіряного покриву. На повіках вона щільно зрощена із хрящами, а на решті пухко з'єднана до краю рогівки, де її епітеліальний покрив безпосередньо переходить у епітелій рогівки. Місце переходу кон'юнктиви із повік на очне яблуко має назву верхнього і нижнього склепіння. Верхнє склепіння глибше за нижнє. Склепіння – це запасні складки кон'юнктиви, необхідні для рухів ока і повік. Таку ж роль відіграє і півмісяцева складка кон'юнктиви, яка знаходиться у ділянці присереднього кута очної щілини. Морфологічно вона являє собою рудимент третього повіка (миготливої перетинки).

#### *Слезовий апарат*

Слезовий апарат складається із слезової залози, яка виділяє слези у кон'юнктивальний мішок, та слезовідвідних шляхів, які починаються у ньому. Слезова залоза, *glandula lacrimalis*, часточкової будови, альвеолярно-трубчаста, лежить у слезовій ямці лобової кістки. Її вивідні протоки у кількості 5 – 12 відкриваються у мішок кон'юнктиви у бічній частині верхнього склепіння. Слезова рідина, яка з них виділяється, відтікає у присередній кут очної щілини до слезового озера. При закритих очах вона тече по слезовому струмку, *rivus lacrimalis*, який утворюється між задніми краями обох повік і очним яблуком. Біля слезового озера слези поступають у маленькі отвори, розміщені біля присереднього краю повік. Два тоненьких слезових каналці, які виходять із цих отворів, обходячи слезове озеро, впадають поодиноці або разом у слезовий мішок.

Слезовий мішок, *saccus lacrimalis* – верхній сліпий кінець носослезової протоки, який лежить у кістковій ямці біля внутрішнього кута очниці. М'язові волокна слезової частини колового м'яза ока, які починаються від його стінки, можуть його розширяти і тим самим сприяти всмоктуванню слези через слезові каналці. Безпосереднім продовженням слезового мішка вниз є носослезова протока, *ductus nasolacrimalis*, яка проходить у однойменному каналі і відкривається в порожнину носа під нижньою носовою раковиною.

#### *Схема зорового аналізатора*

Світло викликає подразнення світлочутливих елементів, розміщених у сітківці. Перед тим, як потрапити на неї, воно проходить різні прозорі середовища ока: спочатку через рогівку, потім водянисту вологу передньої камери і далі через зіницю, яка у вигляді діафрагми регулює кількість світлових променів, які проникають всередину ока. У темноті зіниця розширюється, щоб пропустити більше променів; на світлі, навпаки, звужується. Ця регуляція здійснюється спеціальними м'язами (м'яз – звужувач зіниці, м'яз – розширювач зіниці), які іннервуються вегетативною нервовою системою.

Далі світло проходить через світлозаломлююче середовище ока (кришталік), завдяки якому око встановлюється для бачення на близькій або далекій відстані, так що незалежно від розміру зображення предмету завжди падає на сітківку. Таке пристосування (акомодація) забезпечується наявністю спеціального непосмугованого війкового м'яза, *musculus ciliares*, який змінює кривизну кришталіка й іннервується парасимпатичними волокнами.

Для отримання одного зображення в обох очах (бінокулярний зір) лінії зору сходяться в одній точці. Тому залежно від розміщення предмету ці лінії при погляді на далекі предмети розходяться, а на близькі – сходяться. Таке пристосування (конвергенція) здійснюється довільними м'язами очного яблука (прямими і косими), які іннервуються третьою, четвертою і шостою парами черепних нервів. Регуляція розміру зіниці, а також акомодація і конвергенція тісно пов'язані між собою, оскільки робота довільних і мимовільних м'язів узгоджується внаслідок координації ядер вегетативних і анімальних центрів і ядер, які іннервують ці м'язи, і розміщені у середньому і проміжному мозку. Внаслідок цієї узгодженої роботи зображення падає на сітківку, а світлові промені, які потрапляють на неї, викликають відповідне подразнення світлочутливих елементів.

Нервові елементи сітківки утворюють ланцюг із трьох нейронів. Перша ланка – це світлочутливі клітини сітківки (палички і колбочки), які складають рецептор зорового аналізатора. Друга ланка – біполярні нейроцити і третя – гангліозні нейроцити (*ganglion nervi optici*), відростки яких продовжуються у нервові волокна зорового нерва. Як продовження мозку нерв покритий усіма трьома оболонками головного мозку, які утворюють для нього піхви, що зрощуються з склерою біля очного яблука. Між оболонками зберігаються міжпіхвові простори, які відповідають міжоболонковим просторам головного мозку. Вийшовши із очниці через зоровий канал, зоровий нерв підходить до нижньої поверхні мозку, де у ділянці зорового перехрестя підлягає неповному перехрестю. Перехрещуються тільки волокна, які йдуть від присередніх половин сітківки. Волокна нервів, які йдуть від бічних поверхонь сітківки, залишаються на своєму боці. Тому кожен зоровий тракт, *tractus nervi optici*, який відходить від перехрестя, містить у своїй бічній частині волокна, які йдуть від бічної половини свого ока, а у медіальній – від медіальної половини другого ока. Знаючи будову перехрестя, можна за характером втрати зору визначити місце враження зорового шляху. Так, наприклад, при враженні лівого зорового нерва настає сліпота однойменного ока; при враженні лівого зорового тракту спостерігається втрата зору у лівих половинах сітківки обох очей (половинна сліпота на обидва ока – геміанопсія); при враженні зорового перехрестя спостерігається випадіння зору в медіальній половині обох очей (при

центральної локалізації враження) або повна сліпота на обидва ока (при значному враженні перехрестя).

Як перехрещені, так і не перехрещені волокна зорових трактів закінчуються двома пучками у підкіркових зорових центрах: 1) у верхніх горбках покрівлі середнього мозку і 2) у подушці зорового горба (таламуса) і бічних колінчастих тілах. Перший пучок закінчується у верхніх горбках покрівлі середнього мозку, де лежать зорові центри, пов'язані із закладеними у середньому мозку ядрами нервів, які іннервують посмуговані м'язи очного яблука і непосмуговані райдужки. Завдяки цьому зв'язку у відповідь на визначені світлові подразнення відбувається відповідно конвергенція, акомодация або зіничний рефлекс.

Другий пучок закінчується у подушці таламуса і бічних колінчастих тілах, де закладені тіла нових (четвертих) нейронів. Аксони останніх проходять через задню частину задньої ніжки внутрішньої капсули і далі утворюють у білій речовині півкуль головного мозку зорову променистість, *radiatio optica*, яка досягає кори потиличної частки півкуль мозку. Зазначені провідні шляхи від рецепторів світла до кори, починаючи із біполярних нейроцитів (друга ланка нервових елементів сітківки), складає кондуктор зорового аналізатора. Кірковим його кінцем є кора мозку, яка лежить з боків шпорної борозни, *sulcus calcarinus*. Світлові подразники, які потрапляють на рецептор, закладений у сітківці, перетворюються на нервові імпульси. Останні проходять по всьому кондуктору до кіркового кінця зорового аналізатору, де сприймаються у вигляді зорових відчуттів.

### **Орган смаку**

Значення органа смаку, *organum gustus*, (хімічне відчуття) полягає в розпізнаванні позитивних якостей їжі. Спочатку смакові цибулини віддеференціювались від органів шкірного чуття (риби). Потім вони зосередились у ротовій і носовій порожнинах (амфібії) і, нарешті, сконцентрувалися у ротовій порожнині (рептилії і ссавці).

У людини більша частина смакових цибулин знаходиться у жолобуватих та листоподібних сосочках, значно менше – у грибоподібних сосочках. Їх частина зустрічається на м'якому піднебінні, на задній стороні надгортанника і на внутрішній поверхні черпакуватих хрящів. Цибулини містять смакові клітини, які утворюють рецептор смакового аналізатора. Кондуктором його є провідні шляхи від рецептора смаку, які складаються із трьох ланок.

Всі смакові волокна закінчуються у довгастому мозкові і мосту в одиничному ядрі проміжного, язикоглоткового і блукаючого нервів, де розміщується другий нейрон. Смаковий відділ одиничного ядра пов'язаний з усіма руховими ядрами довгастого мозку, які мають відношення до жування і ковтання, а також із спинним мозком (контроль дихання, кашлю і блювання).

Відростки других нейронів підіймаються із довгастого мозку і мосту до таламуса, де починається третя ланка до кіркового кінця смакового аналізатора. Останній лежить у звивині морського коника, у крючкові і морському коникові. Хімічні подразнення у рецепторі трансформуються у нервовий імпульс, який по кондуктору передається до кіркового кінця смакового аналізатора, де сприймається у вигляді різних смакових відчуттів.

## **Орган нюху**

У всіх тварин (хребетних і безхребетних), орган нюху, *organum olfactus*, передусім складається із чутливих нюхових (нейросенсорних) клітин, які вистеляють нюхову ямку. Остання являє собою вгинання ектодерми. У вищих хребетних іде подальше удосконалення шляхом розширення і поглиблення носової порожнини (нюхових ямок), які оточуються хрящовою носовою капсулою черепа. Це вдосконалення досягає найвищого ступеня розвитку у макросмічних тварин, які відзначаються сильно розвиненим нюхом (хижаки, гризуни, копитні та деякі інші види). Навпаки, мікросмічні тварини, до яких належить і людина, мають більше або менше редукований нюховий апарат. У зв'язку з цим їх нюховий мозок розвинений значно слабше порівняно із потужним нюховим мозком макросмічних тварин. Нарешті, в аносмічних тварин (дельфін) нюховий апарат зникає ще у зародковому періоді.

Розвинена носова порожнина, як у дорослої людини, котра вміщає орган нюху, є водночас і відділом дихального апарату. Пахучі речовини, які поступають разом із повітрям під час дихання у порожнину носа, подразнюють специфічні чутливі елементи нюхового органа.

Ці чутливі елементи, нюхові нейросенсорні клітини, складають рецептор нюхового аналізатора, який закладений у нюховій ділянці, *regio olfactoria*, слизової оболонки порожнини носа, що відповідає верхній носовій раковині та відповідній їй ділянці перегородки носа. Нюхові клітини утворюють перші нейрони нюхового шляху, аксони яких у складі нюхового нерва проникають через отвори у дірчастій пластинці решітчастої кістки до нюхової цибулини, де і закінчуються у нюхових клубочках, *glomeruli olfactorii*. Тут розміщуються другі нейрони (мітральні клітини), аксони яких ідуть у складі нюхового тракту і закінчуються у клітинах сірої речовини нюхового тракту, нюхового трикутника, передньої дірчастої речовини і блідої перегородки. Більша частина волокон доходить до кори звивини біля морського коника і крючка, де розміщений корковий кінець нюхового аналізатора.

Всі органи чуття в єдиному організмі пов'язані між собою, особливо у ділянці кори головного мозку, де кіркові кінці усіх аналізаторів з'єднані між собою асоціативними шляхами. Завдяки цьому досягається взаємозв'язок і взаємний вплив органів чуття, а також компенсаторний розвиток одних аналізаторів при випадінні інших.