

Тема: ФІЗІОЛОГІЯ АНАЛІЗАТОРІВ (індивідуальне заняття)

План

- 1 Значення аналізаторів
- 2 Зоровий аналізатор
- 3 Слуховий аналізатор
- 4 Нюховий аналізатор
- 5 Смаковий аналізатор
- 6 Шкірний аналізатор
- 7 Інтерорецептивні аналізатори
- 8 Руховий аналізатор

Значення аналізаторів у пристосувальних реакціях організму до умов зовнішнього середовища.

Учення про органи чуття розвивалось у боротьбі з ідеалістичними проявами в фізіології. Німецький дослідник І. Мюллер (1826), автор “Закону специфічної енергії органів чуття”, вважав, що організм сприймає не конкретні подразники довкілля – світло, звук, тепло, холод та ін., а

якість, стан наших нервів, зумовлений зовнішніми причинами. Г. Гельмгольц, будучи представником непослідовного, символічного матеріалізму, висунув так звану теорію символів, або ієрогліфів.

Глибоко помилкові висновки представників фізіологічного ідеалізму, по суті, відкидали можливість пізнання навколишнього світу за допомогою органів чуття.

У дійсності пізнання, наші відчуття відображають об’єктивну реальність, існуючу незалежно від людини та її свідомості.

Усі предмети, які сприймає організм, є їх копіями, знімками, зліпками, а не абстрактними символами або знаками.

Джерело наших відчуттів – це навколишній світ, що нас оточує. Єдиними “воротами”, через які цей світ сприймається, це є *аналізатори*.

Шлях пізнання природи, суспільного розвитку йде від відчуттів до абстрактного мислення.

Сприймаючи та узагальнюючи об’єктивну реальність, мислення людини набуває величезної сили, здатної не тільки змінити, а й переробити світ.

В оцінці правильності відчуттів особливе місце займає взаємодія аналізаторів. Сприйняття величини предметів, їх форми, розміщення та віддалення проводиться одночасно трьома аналізаторами: зоровим, шкірним та руховим. Якщо один з них виходить з ладу, його функції беруть на себе інші аналізатори.

Відомі випадки, коли глухонімі й сліпі (О. Скороходова і Є. Келлер) за допомогою шкірного та рухового аналізаторів отримали вищу освіту і займались корисною працею (Латманізова Л. В., 1965).

Сови, втративши зір, добувають гризунів за їх звуками та шарудінням. Термін “аналізатор”, введений у науку І. П. Павловим, замінив стару назву “орган чуття”, яка не відповідала дійсності. Адже коли говорять, що вухо – орган слуху, а око – орган зору, то це тільки рецепторна, сприймальна частина, крім якої є ще провідникова та мозкова.

Отже, кожний аналізатор складається з:

- рецепторів, що перетворюють енергію подразнення у нервовий процес – збудження;
- доцентрового шляху, що передає збудження у великі півкулі;
- сприймальної зони в корі великих півкуль головного мозку, де і виникає відчуття – результат складної взаємодії нервових клітин.

Сприйняття інформації з зовнішнього та внутрішнього середовища організму забезпечується *рецепторами* – спеціалізованими клітинами або ж закінченнями чутливих нейронів. Від того, як

вони відносяться до дії подразника, рецептори поділяються на контактні та дистантні.

Контактні рецептори збуджуються під час безпосереднього зіткнення з подразником – це тактильні, температурні, больові та смакові.

Дистантні рецептори приходять у стан активності під впливом світлових, звукових та

ароматичних подразників, джерела яких перебувають на певній віддалі від організму. Залежно від того, до яких впливів найбільш чутливі рецептори, їх розділяють *на механорецептори та хеморецептори*.

Властивості аналізаторів:

- надзвичайно висока чутливість, тобто дуже низький поріг подразнення;
 - специфічність – здатність вибірково відповідати на адекватний подразник і не реагують на інші подразники;
 - адаптація – пристосування до дії подразника, тобто звикання тактильних рецепторів шкіри до дотику;
 - відчуття після припинення дії подразника, послідовних образів.
- Збудливість аналізатора до адекватного подразника підвищується, якщо йому передують або супроводжує його протилежний подразник. Взнявши в руки два предмети, ми легко визначаємо, який з них важчий на основі явища контрасту, що базується на індукції.

Зоровий аналізатор. У більшості ссавців зорова система є найбільш досконалим аналізатором, надзвичайно чутливим до електромагнітних випромінювань. За допомогою зору організм сприймає інтенсивність світла, колір предметів, їх форму, величину, розміщення, переміщення у просторі та відстань до них.

Будова ока. Око, або очне яблуко, складається з *білкової, судинної та сітчастої оболонок*. Передня частина білкової оболонки прозора. Вона називається *рогівкою*.

Під білковою оболонкою *лежить судинна*, яка спереду переходить у райдужну (пігментну), і війчасте тіло з його цилиарними м'язами. У центрі райдужної оболонки є *отвір-зіниця*, що розширюється в темряві і звужується при світлі. Радіальні м'язи, що розширюють зіницю, іннервуються симпатичними нервовими волокнами, а циркулярні, що звужують зіницю, – парасимпатичними.

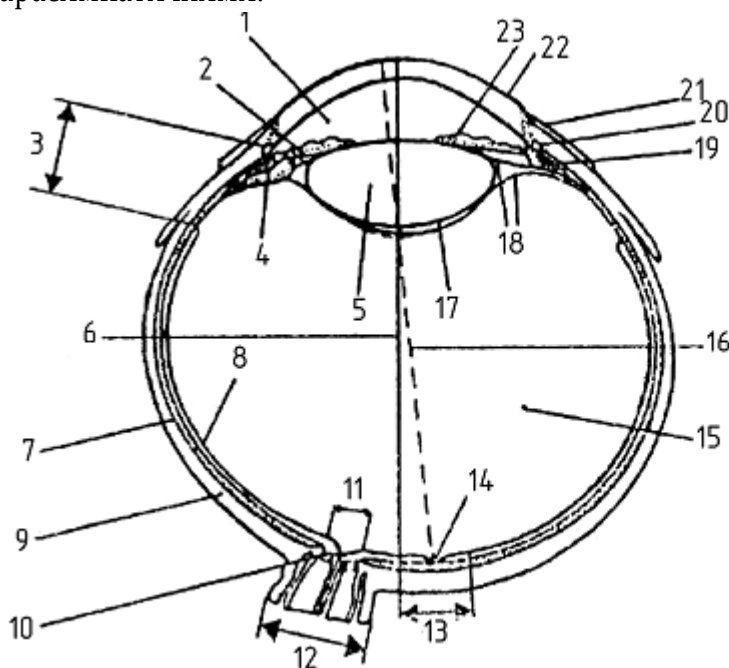


Рис. Горизонтальний розріз ока:

1 – передня камера; 2 – задня камера; 3 – війкове тіло; 4 – війкові відростки; 5 – кришталік; 6 – оптична вісь; 7 – судинна оболонка; 8 – сітківка; 9 – склера; 10 – решітчаста пластинка; 11 – сосок зорового нерва; 12 – зоровий нерв; 13 – жовта пляма; 14 – центральна ямка; 15 – склоподібне тіло; 16 – зорова вісь; 17 – закришталіковий простір; 18 – циннові зв'язки; 19 – війковий м'яз; 20 – Шлеммів канал; 21 – кон'юнктива; 22 – рогівка; 23 – райдужна оболонка

За райдужною оболонкою розміщений *кришталік*, подібний до двоопуклої лінзи, зануреної в прозору капсулу. За допомогою циннкової зв'язки вона прикріплюється до війчастого тіла. Простір між рогівкою та райдужною оболонкою називається *передньою*

камерою, а між райдужною оболонкою і кришталиком – *задньою камерою* ока.

Заповнене очне яблуко в основному *склоподібним тілом*, що складається з найтонших волокон і рідини. Рогівка, водяниста волога передня камера ока, кришталик і склоподібне тіло відносяться до *світлопереломних* середовищ.

Світлочутливі елементи ока представлені *сітківкою*. Промені, відбиваючись від будь-якого предмета, потрапляють в око і переломлюються. На сітківці виникає дійсне *зменшене та зворотне*

відображення предмета.

Для захисту ока від зовнішніх впливів існують різні пристосування. До них належать повіки та слізні залози.

Світлочутливий апарат ока – *сітківка*, яка складається з трьох основних шарів: зовнішнього – *паличок і колбочок*, середнього–біполярних клітин та внутрішнього– *гангліозних мультиполярних клітин*.

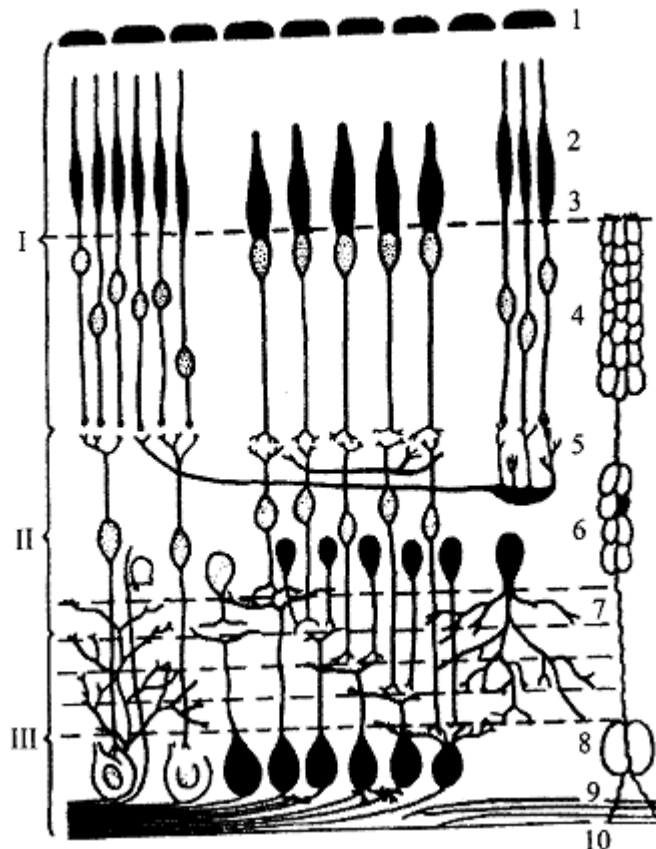


Рис. Будова сітківки: I, II, III – перший, другий і третій нейрони:

1 – пігментний шар, який прилягає до сітківки; 2 – шар паличок і колбочок; 3 – зовнішня погранична перетинка; 4 – зовнішній зернистий шар; 5 – зовнішній міжзернистий шар; 6 – внутрішній зернистий шар; 7 – внутрішній міжзернистий шар; 8 – гангліозні клітини зорового нерва 9 – волокна зорового нерва; 10 – внутрішня погранична перетинка

Шар біполярних клітин стиковується з рецепторами та гангліозними мультиполярними клітинами, аксони яких і утворюють зоровий нерв, що налічує до 800 тис. волокон. На шляху до гіпоталамуса

зоровий нерв перехрещується. У сільськогосподарських тварин перехрещення повне, тобто нерв від лівого ока прямує до правої півкулі, а від правого – до лівої.

Частина сітківки навколо зорової осі називається *жовтою плямою*. У центрі цієї плями є заглиблення – *центральна ямка*.

Розподіл рецепторних елементів у сітківці неоднаковий. У центральній ямці є майже самі колбочки, а на периферії сітківки – тільки палички. Зовсім відсутні світлочутливі елементи у так званій сліпій плямі – місці виходу зорового нерва.

Купки світлопоглинальних дисків паличок містять пурпурний пігмент, *родопсин*. У колбочках знаходиться фіолетова речовина – *йодопсин*. Під впливом світла у сітківці

відбуваються фотохімічні

процеси, зміна обміну речовин, а також електричні явища. На світлі родопсин та йодопсин розпадаються. З родопсину утворюється білок *опсин* або *скотопсин*, і жовтий пігмент *ретинен*, який містить вітамін А.

У темряві та за тривалої дії світла родопсин і йодопсин відновлюються. Нестача вітаміну А в кормах затримує утворення та відновлення родопсину, що негативно позначається на діяльності сітківки (різке погіршення присмеркового зору – куряча сліпота).

Безпосередньою причиною виникнення збудження в сітківці є розпад родопсину та йодопсину. Родопсин, розпадаючись у 1000 разів швидше від йодопсину, викликає частішу імпульсацію у волокнах зорового нерва.

Зовнішні членики паличок і колбочок мають шарувату структуру.

Отже, *палички* забезпечують *сутінковий* зір, а *колбочки* – *денний*.

У тварин, що ведуть денний спосіб життя (курей, голубів), у сітківці переважають колбочки, а у нічних тварин (сов, їжаків, кішок) – палички.

Біоелектричні явища сітківки – результат фотохімічних процесів.

Запис біострумів сітківки називається *електроретинограмою*.

У нічних тварин з поганим кольоровим зором (коти, кажани, їжаки, сови, сичі) чутливість ока до світла значно вища порівняно з денними. Це пояснюється наявністю великої кількості паличок. Крім

того, зіниця ока у нічних тварин має форму вертикальної щілини і під час розширення сприймає більше світлових променів. Незважаючи на підвищену чутливість до світла, гострота зору у таких тварин знижена і вони погано бачать на далекій відстані, тоді як соколи, яструби, орлани, орли та інші денні хижаки володіють винятковою далекозорістю.

Гострота зору відбиває здатність зорового аналізатора розпізнати дві точки, максимально наближені між собою або ж найдрібніші об'єкти, предмети.

Акомодацією називається здатність ока ясно бачити предмети, розміщені на різній відстані.

У птахів і ссавців акомодация ока пов'язана зі зміною кривизни кришталика. Дивлячись вдалину, війчастий м'яз, розслаблюючись натягує циннові зв'язки і кришталик стає плоскішим. Переломна сила його зменшується і паралельні промені від далеких предметів сходяться на сітківці. Розглядаючи близькі об'єкти, війчастий м'яз скорочується, циннова зв'язка розслабляється і здавлення кришталика капсулою припиняється.

Завдяки еластичності кришталик стає опуклішим. Все це призводить до фокусування на сітківці ближніх предметів.

Війчастий м'яз скорочується рефлекторно. Збудливі імпульси передаються до нього окоруховим нервом, а гальмівні – симпатичними волокнами верхнього шийного вузла.

У міру наближення об'єкта до ока акомодация поступово посилюється, досягаючи своєї межі, після чого ясне бачення порушується. Найменшу відстань, на якій об'єкт чітко видно, називають *найближчою точкою ясного бачення*.

Чутливість ока до світла залежить від інтенсивності освітлення.

Адаптація – пристосування ока до зміни умов освітлення (рівня освітленості). При світлі у зв'язку з розпадом родопсину чутливість сітківки знижується (*адаптація до світла*). У темряві кількість

зорового пурпуру збільшується, через що чутливість ока підвищується (*адаптація до темряви*).

Сприйняття кольорів. Останнім часом дотримуються трикомпонентної теорії кольорового зору, основи якої були закладені М.В. Ломоносовим (1751). Згідно з цією теорією, у сітківці існує три

види колбочок, що містять особливу світлочутливу речовину. Одні з них мають чутливість до насиченого *червоного* кольору, другі – до насиченого *зеленого*, треті – до насиченого *синьо-фіолетового* кольору.

Відчуття багатьох кольорів виникає за рахунок комбінацій основних трьох кольорів. Так, під час подразнення одного ока зеленим кольором, і іншого – червоним виникає відчуття жовтого кольору.

Оптичне змішування всіх кольорів спектра оцінюється як білий колір. Сприймання кольору зумовлюється довжиною електромагнітної хвилі. Довгі хвилі видимої частини спектра

випромінюють червоний, а короткі – фіолетовий кольори.

Спостерігаються випадки, коли людина не розпізнає кольору, частіше червоного й зеленого.

Таке явище одержало назву *дальтонізму* (за ім'ям англійського ученого-хіміка Дж.

Дальтона, який

не відрізняв червоного кольору від зеленого).

За допомогою умовних рефлексів встановлено, що голуби, кури, коні, велика рогата худоба розрізняють кольори. Що ж до інших тварин єдиної думки немає.

Бінокулярний зір. Бачення обома очима, або бінокулярний зір, дозволяє значно збільшити поле зору, яке тварина бачить при фіксованому положенні очей. Найбільше поле зору у тварин з

боковим розміщенням очей (коні).

Під час бінокулярного бачення відображення предмета виникає в однакових точках сітківки кожного ока. У випадку, коли відображення виявляться на неоднакових, або диспарних, точках сітківки (при

зміщенні однієї із зорових осей), предмет роздвоюється.

Парність зору дозволяє сприймати "об'ємність" предмета, визначити відстань до нього.

Кожне око бачить предмет дещо іншим – одне справа, а друге зліва – і на сітківці виникає рельєфніше, об'ємніше відображення.

Наближення предмета до ока та його віддалення викликають у рецепторах сітківки зображення різної величини. Близькі предмети дають великі зображення, далекі – маленькі. Різниця зображення предмета на сітківці аналізується корою великих півкуль, у результаті чого виникає відчуття відстані до предмета.

В оцінці віддаленості предмета беруть участь м'язи ока та кришталик. Зведення зорових осей ока (*конвергенція*) та випуклість кришталика сигналізують центральній нервовій системі про наближення предмета, а розходження зорових осей (*дивергенція*) та сплюснення кришталика – про віддалення предмета.

Важливе значення у визначенні переміщення і віддалення предмета мають умовні зв'язки, що утворилися в процесі життя між зоровим, руховим, шкірним та іншими аналізаторами.

Слуховий аналізатор. Аналізатор слуху сприймає звукові хвилі і перетворює їх у слухові відчуття. Швидкість поширення звукових хвиль – це чередування згущення і розрідження частинок повітря, яке становить 330 м/с. Звук виникає під час коливань будь-якого тіла.

Провідниками звуку можуть бути повітря, вода, земля та тверді предмети.

Слух відіграє важливу роль у житті тварини. Він попереджає її про небезпеку, допомагає вистежити здобич тощо. У ссавців слуховий аналізатор представлений *вухом, слуховим нервом та висковою зоною кори великих півкуль*.

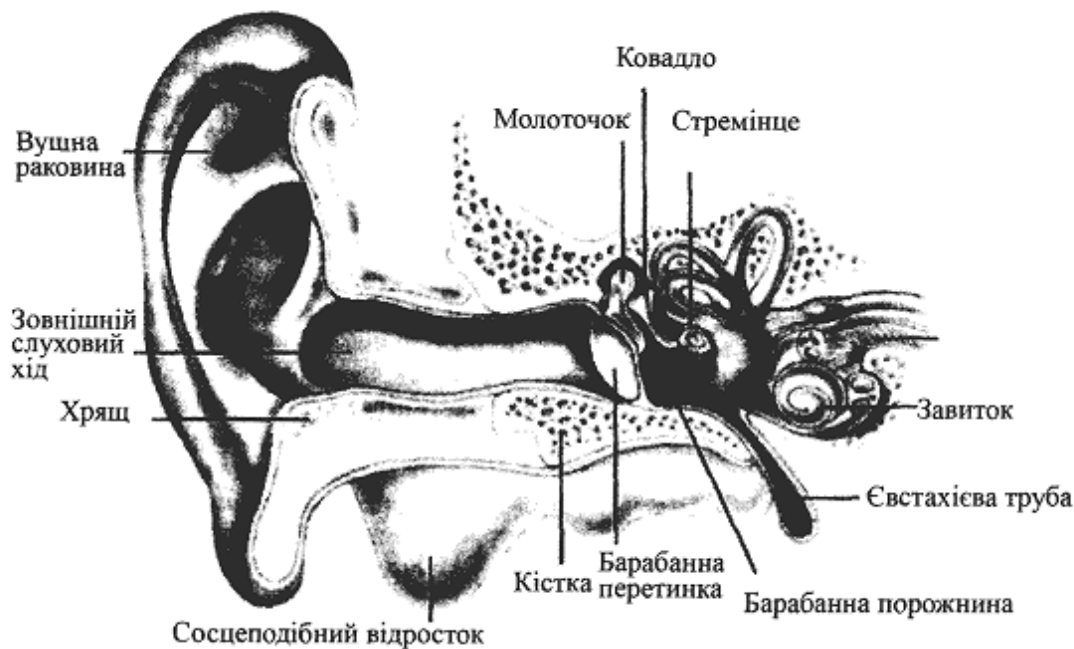


Рис. Схема будови вуха

Будова та фізіологія вуха. Вухо вищих тварин і людей ділиться на три частини: зовнішнє, середнє і внутрішнє.

Зовнішнє вухо включає вушну раковину і зовнішній слуховий прохід. За допомогою вушних раковин тварина уловлює звукові хвилі і спрямовує їх у глибину вуха. Зовнішнє вухо відділене від середнього

барабанною перетинкою. Це дуже тонка еластична мембрана (0,1– 0,2 мм), яка складається з радіальних і кільцевих сполучнотканинних волокон з різним напрямом. Барабанна перетинка завдяки своїй будові точно відтворює звукові коливання, що доходять до неї.

Середнє вухо, або барабанна порожнина, розміщується у висковій кістці черепа і складається з системи слухових кісточок:

молоточка, ковадла та стремінця. Ручка молоточка прикріплена до барабанної перетинки, а стремінце закріплене в овальному віконці переддвер'я. Між собою кісточки з'єднані дрібними рухливими суглобами.

Друга функція слухових кісточок полягає в регуляції чутливості вуха. Під впливом голосних звуків спеціальні м'язи зміщують кісточки і натягують барабанну перетинку. Порушення системи передачі звуків, що виникає при цьому, захищає внутрішню частину завитка від пошкоджень.

Середнє вухо за допомогою **слухової, або євстахієвої** труби з'єднується з носоглоткою.

Вперше описав цю трубу Бартоломео Євстахіо – італійський лікар XVI ст. Основна роль цієї труби – **вирівнювання тиску** по обидва боки барабанної перетинки. Слухова труба відкривається лише під час ковтальних рухів і позіхання. Вона також забезпечує видалення слизу та ексудату під час запалення порожнини середнього вуха.

Внутрішнє вухо знаходиться у товщі кам'янистої частини вискової кістки і ділиться на **кістковий та перетинчастий лабіринти**, розділені тонким шаром рідини – **перилімфою**.

Рідина всередині

перетинчастого лабіринту називається **ендолімфою**. Від барабанної порожнини внутрішнє вухо відділено стінкою з овальним і круглим віконцями. Кістковий лабіринт складається з **переддвер'я, півколових каналів і завитка**. Переддвер'я та півколові канали належать до **вестибулярного аналізатора**, завиток до **слухового**. Усі перетинчасті утворення лабіринту з'єднані між собою тоненькими каналцями. Завиток – це спіральний канал, що у тварин має 2,5–4 ходи.

Основа завитка бере початок від круглого мішечка переддвер'я. Завиток до половини розділений кістковою спіральною пластинкою на верхню частину, що сполучається з переддвер'ям, і нижню – з

круглим віконцем. Край спіральної пластинки з'єднується з зовнішньою стінкою каналу – основною мембраною, що складається з окремих поперечно розміщених сполучнотканинних волокон, подібних до струн. На основній мембрані розміщений *рецепторний апарат – кортіїв орган*, який складається з опорних і волоскових (слухових) клітин, що сприймають звукові коливання. Волоски цих клітин занурені у відносно нерухому покривну мембрану. Коли звукова хвиля викликає коливання основної перетинки, розміщені на ній волоскові клітини приходять у стан рухомості і їхні волокна натягуються або ж згинаються. Деформація волосків і є подразником слухових клітин, їх збудження передається нервовим закінченням біполярних нейронів спірального ганглія завитка.

Довгі відростки цих нейронів і складають завитковий нерв.

Завитковий та вестибулярний нерви утворюють слуховий нерв, що йде до ядер довгастого мозку, де починається другий нейрон провідних шляхів. Отже, одна частина волокон спрямовується до чотиригорбикового тіла, друга – до внутрішнього колінчастого тіла зорових горбів.

Далі імпульси по волокнах третього нейрона досягають коркового відділу слухового аналізатора, розміщеного у висковій долі кори великих півкуль. У зв'язку з частковим перехрещуванням провідних шляхів мозковий кінець слухового аналізатора сприймає звуки, що йдуть від обох вух

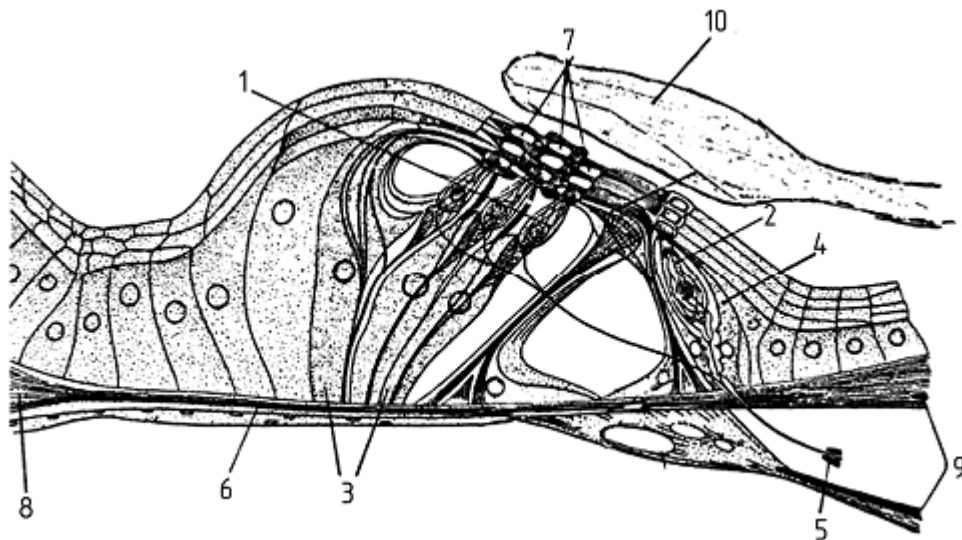


Рис. Кортіїв орган:

1,2 – зовнішні і внутрішні слухові клітини; 3,4 – зовнішні і внутрішні опорні клітини; 5 – нервові волокна; 6 – базальна мембрана; 7 – отвори ретикулярної (сітчастої) мембрани; 8 – спіральна зв'язка; 9 – кісткова спіральна пластинка; 10 – покривна мембрана

Кожне волокно завиткового нерва реагує на звук певної частоти.

Це свідчить про те, що *первинний аналіз* звуків відбувається в *кортієвому органі*, де механічна звукова енергія перетворюється в нервову.

Передача звуків можлива і через кістки черепа. Звукові хвилі, минаючи середнє вухо, можуть викликати коливання вискової кістки з наступним коливанням пери- та ендолімфи.

Коливання рідини

внутрішнього вуха передається на основну мембрану, з кортієвим органом. У цьому і полягає суть кісткового звукопроведення, яке має значення під час руйнування барабанної перетинки та слухових кісточок.

Теорії слуху. Найбільш обґрунтованою вважається резонансна теорія Гельмгольца.

Якщо людина біля відкритого рояля виголошує яку-небудь ноту, то у відповідь починає звучати (резонувати) струна, настроєна на цей же тон. Враховуючи особливості будови завитка, Г. Гельмгольц запропонував таку теорію слуху. Звукові хвилі, посилені системою слухових кісточок, викликають коливання ендолімфи, а також волокон основної мембрани

за принципом резонансу. На низькі звуки реагують довші волокна, розміщені ближче до верхівки, а на високі – коротші, розміщені у нижній частині закрутки.

Резонансна теорія підтверджується гістологічними дослідженнями кортієвого органа померлих людей, що мали глухоту на певні тони, а також у дослідях з умовними рефlekсами на собаках.

Установлено, що пошкодження основи мембрани призводить до зникнення умовних рефлексів на високі тони, а верхньої її частини – до зниження умовних рефлексів на низькі тони.

Згідно з *гідродинамічною теорією слуху* угорського вченого Д. Бекеші подразнення волоскових клітин зумовлене вигинанням основної мембрани, що настають під час переміщення пери- та ендолімфи. Ця теорія доповнює резонансну теорію Гельмгольца.

Звукові сприйняття. За допомогою слухового аналізатора організм розрізняє звуки за їх силою, або гучністю, висотою, тембром, а також визначає місце розміщення джерела звуку.

Сила звуку залежить від величини тіла, що коливається, амплітуди його коливань та від відстані до нього. Висота звуку зумовлена частотою коливань. Вуху людини сприймає звуки частотою коливань від 16 до 20000 Гц, що відповідає довжині хвилі від 20 м до 16,5 мм.

Звуки частотою вище 20000 Гц належать до *ультразвуків*, нижче 16 Гц – до *інфразвуків*.

У тварин гострота слуху краще виражена, ніж у людини. Собака сприймає коливання частотою 38 тис. Гц, кішка – 70000, кажан до 100 тис. Гц. Тембр звуку, або його забарвлення, визначається кількістю обертонів. Наявність яких пов'язана з коливанням окремих частин тіла.

На виникнення звуку витрачається велика кількість енергії. За тривалої дії **сильного звуку** збудливість слухового аналізатора зменшується (адаптація до звуку).

Тривале перебування в тиші призводить до підвищення збудливості (адаптація до тиші).

Якщо звуковий подразник, особливо шум, діє на організм годинами, тоді виникає **втома**, тобто порушення нормальної чутливості аналізатора слуху. Шуми, що повторюються щоденно,

негативно відображаються на здоров'ї та працездатності не тільки людини, а й тварини.

Тому запобігання шумів є важливим завданням.

У підтриманні рівноваги в русі та положенні тіла в просторі беруть участь зоровий, руховий, шкірний та інші аналізатори.

Однак найважливіше значення в цьому складному процесі орієнтування належить **вестибулярному аналізатору**, представленому переддвер'ям внутрішнього вуха, півколовими каналами,

вестибулярним нервом та мозковою частиною.

У переддвер'ї розташовані два мішечки – круглий та овальний.

Вони є частиною перетинчастого лабіринту, розміщеного в середині кісткового лабіринту. У круглому та овальному мішечках знаходяться дуже чутливі рецепторні клітини, їх волоски занурені в драглисту масу з **отолітами** – кристалами вуглекислого кальцію.

Адекватним подразником рецепторних клітин є зміна положення голови і всього тіла.

Поворот, нахил голови, а також рухи викликають зміщення отолітів і розтягнення волосків рецепторних клітин.

Збудження, що виникне при цьому, по волокнах вестибулярного нерва передається в мозок, де й виникає відчуття положення голови і тіла.

Адекватним подразником волоскових клітин півколових каналів є зміна тиску ендолімфи при кутовому прискоренні, тобто коли змінюється напрям руху. Це й викликає збудження нервових закінчень біполярних клітин вестибулярного ганглію. Звідти імпульси йдуть у довгастий, середній мозок, мозочок та кору великих півкуль головного мозку, викликаючи певне відчуття й відповідну реакцію організму.

Завдяки зв'язку вестибулярного аналізатора з вегетативною нервовою системою подразнення отолітового апарату і півколових каналів у тварини може супроводжуватись прискоренням або

сповільненням роботи серця, дихання, підвищенням або зниженням кров'яного тиску, проносами, блювотою, потінням тощо.

У тварин з підвищеною збудливістю вестибулярного апарата аналогічні зміни іноді спостерігаються під час їх транспортування.

Морська хвороба також пов'язана з подразненням вестибулярного апарата.

За невагомості положення тіла в просторі визначається зором, тому що отоліти і ендолімфа через втрату маси не здатні подразнювати рецепторні клітини вестибулярного апарату.

Нюховий аналізатор найдавніший, що розвився задовго до появи зору та слуху.

Адекватним подразником для нього є газоподібні леткі речовини.

Чуття нюху має важливе біологічне значення. За запахом тварини знаходять і оцінюють корм, виявляють супротивника, самці визначають присутність самки. У ссавців нюхові рецептори-клітини розміщуються в слизовій оболонці задньої частини верхнього носового ходу.

Нюхові рецептори – це біполярні нейрони з видовженими клітинними тілами, що розміщені у верхній частині носової порожнини, у так званому нюховому епітелії. Відростки цих клітин досягають нюхових цибулин, через які здійснюється зв'язок із нюховими ділянками головного мозку.

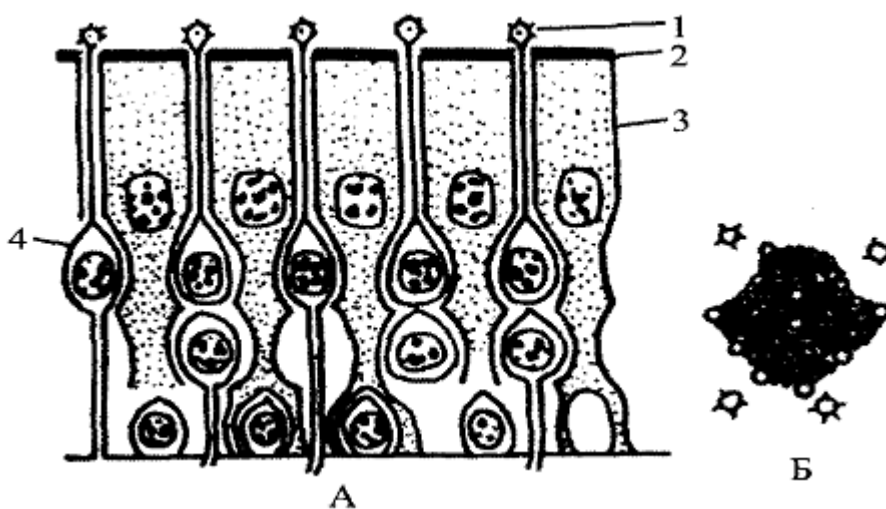


Рис. Схема будови слизової оболонки нюхової порожнини:

А – поперечний розріз; Б – вигляд згори; 1 – нюхові пухирці; 2 – погранична мембрана; 3 – опорні клітини; 4 – нюхові клітини

Молекули пахучих речовин, розчиняючись у слизу носової порожнини, подразнюють волосоподібні відростки, так звані війки нюхових рецепторних клітин, що призводять до проведення нервових

імпульсів. Останні по відростках нюхових клітин через отвори пластинки решітчастої кістки надходять до нюхових цибулин, де формують синапси з клітинами нюхових трактів.

В епітелії нюхової ділянки, як і на всій слизовій оболонці носа, знаходяться закінчення трійчастого нерва, які сприймають тактильну, больову та температурну чутливість.

Поверхня слизової носа постійно зволожується секретом боуменових залоз.

Відчуття запаху виникає в результаті зіткнення молекул летких речовин з нюховими клітинами.

Для одержання виразного запаху необхідні глибокі вдихи з закритим ротом або часті, короткі дихальні рухи (принюхування), що сприяють завихренню повітря у верхньому носовому ході.

З ротової порожнини пахучі речовини потрапляють у ніс через хоани з видихуванним повітрям.

Нюх – винятково гостре і тонке відчуття. Людина здатна відрізнити до десяти тисяч запахів.

Ще більше розвинене чуття нюху у тварин. Досить протягом кількох секунд потримати долонею дерев'яну палку, як собака швидко знаходить її серед десятків інших.

Дослідження показали, що собаки можуть визначати наявність однієї молекули ароматичної речовини в 1 л повітря. Тому не випадково під час війни їх використовували для знаходження мін, а тепер для виявлення наркотиків.

Усі сільськогосподарські тварини також володіють добрим нюхом.

Кони, наприклад, відчувають запах води на великій відстані, а *велика рогата худоба* досить легко розпізнає запахи багатьох трав.

Тривала дія запаху призводить до адаптації. У перші хвилини перебування у тваринницькому приміщенні людина відчуває запах аміаку та інших летких речовин, але з часом перестає їх відчувати. Звичайно запахи носять назви тих речовин, котрі їх супроводжують (запах валеріани, конвалії, лимона та ін.). Існує близько 40 теорій нюху. Найбільш поширені дві теорії – хімічна й фізична.

Згідно з *хімічною теорією* запах – це певна концентрація молекул пахучих речовин. Припускається, що на поверхні нюхових рецепторів є клітини з різними лунками. Для первинних семи запахів орієнтовно були розраховані розміри і форми лунок. Відчуття запаху виникає за умови збігу форми молекули з формою лунки, причому різні лунки визначають і різні запахи. Речовини, молекули яких відповідають кільком видам лунок, мають складний запах.

Фізична теорія виникнення запахів пов'язана з електромагнітними хвилями. Молекули пахучої речовини, зіткнувшись у повітрі з молекулами азоту і кисню, випромінюють хвилі завдовжки від 1 до 100 мкм, які і впливають на периферичну частину нюхового аналізатора тварини. Слід вважати, що обидві теорії доповнюють одна одну.

Смаковий аналізатор відноситься до контактних. Завдяки його наявності тварина досліджує хімічні речовини, розчинені в рідині, кормі або слині і тим самим відрізняє їстівне від неїстівного.

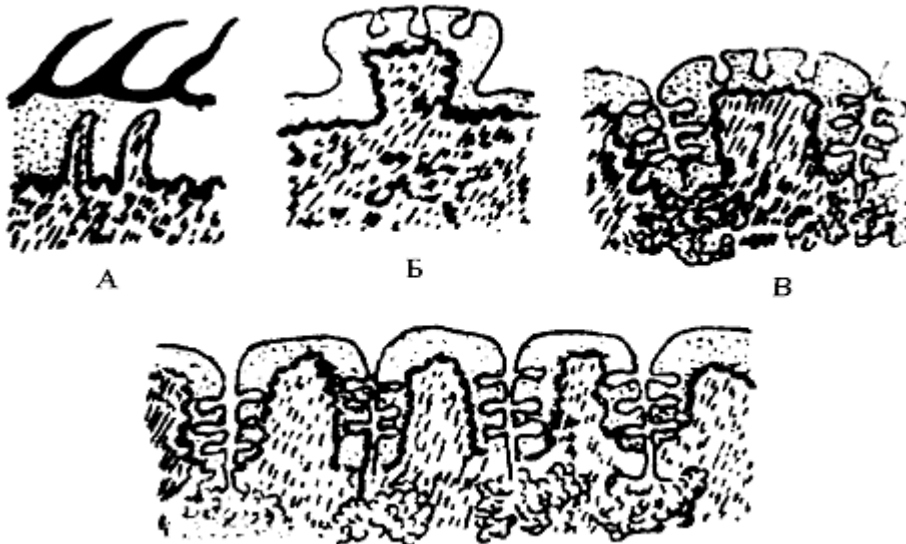


Рис. Сосочки язика:

A – ниткоподібні (не мають відношення до смаку); Б – грибоподібні; В – жолобоподібні; Г – листкоподібні

. У наземних хребетних тварин рецепторний апарат смакового аналізатора представлений **смаковими цибулинами**, розміщеними у сосочках – невеликих підвищеннях язика, піднебіння, гортані та глотки. Залежно від форми сосочки розділяються на **листоподібні, грибоподібні, жолобоподібні та ниткоподібні**. У кожному сосочку є декілька смакових цибулин. Найбільше їх у жолобоподібних сосочках, що знаходяться біля основи язика. Середня частина дорсальної поверхні язика немає сосочків і тому позбавлена смакової чутливості.

Кожна цибулина містить 10–15 смакових рецепторів у вигляді подовжених клітин з мікроборсинками, що виступають на вершині цибулини. Смакові рецептори функціонують 3–4 дні, після чого дегенерують. Відновлюються вони за рахунок епітеліальних клітин, що оточують цибулини.

Нервові імпульси від смакових цибулин по під'язиковому, язиково-глотковому, лицевому та блукаючому нервах надходять у довгастий мозок і далі в ядро таламуса.

Розрізняють чотири різновиди смаку: **солоний, солодкий, гіркий і кислий**. У більшості

випадків сосочки чутливі до кількох смакових подразнень. Це пояснюється тим, що один і той же сосочок може мати різні смакові цибулини, які реагують на певні речовини. **Велика рогата худоба та інші травоядні** тварини розрізняють солоне, солодке, гірке й кисле. Це допомагає їм орієнтуватися під час приймання корму. У птахів смаковий аналізатор розвинений слабо. Смаковий аналізатор тісно пов'язаний з процесами травлення.

Відчуття смаку рефлекторно викликає почуття апетиту, активує діяльність залоз травлення, що сприяє кращому перетравленню кормів і засвоєнню поживних речовин.

Щоб викликати апетит, тваринам необхідно давати різноманітний корм, відповідно до нього підготовляти та обробляти (подрібнювати, запарювати, дріжджувати), додавати до кормів смакові речовини (кухонну сіль, патоку та ін.).

Телята й кури байдужі до високих концентрацій іонів водню. Вони можуть ковтати кислі речовини, які не вживаються людьми. Неприємний людині гіркий смак приваблює коней. **Кішки та свійська птиця** байдужі до солодкого.

У собаки, свині, голуба та мавпи електрофізіологічними методами виявлені смакові рецептори, що чутливі до води.

У вівці, кози, корови та в людини таких рецепторів не знайдено.

Шкірний аналізатор. Однією з багатьох функцій шкіри є її участь у сприйнятті зовнішніх подразників. У ній є рецептори, подразнення яких викликає **тактильні (дотик, тиск), температурні (тепло, холод) та больові відчуття.**

Тактильні подразнення сприймаються тільцями Меркеля, Мейснера, Фатер-Паччіні, холодкові – колбами Краузе, теплові – кистями Руффіні, больові подразнення – вільними нервовими закінченнями.

Провідні шляхи шкірного аналізатора різні. Нервові волокна, що передають больові і температурні імпульси, входять у сіру речовину спинного мозку, звідки починається другий нейрон, що закінчується в зорових горбах. Нервові волокна тактильних рецепторів у складі дорсальних стовпів спинного мозку ідуть до довгастого мозку, звідки бере початок другий нейрон, довгий відросток якого також закінчується в зорових горбах. Кінцевий пункт нервових імпульсів рецепторів шкіри – тім'яна ділянка кори великих півкуль.

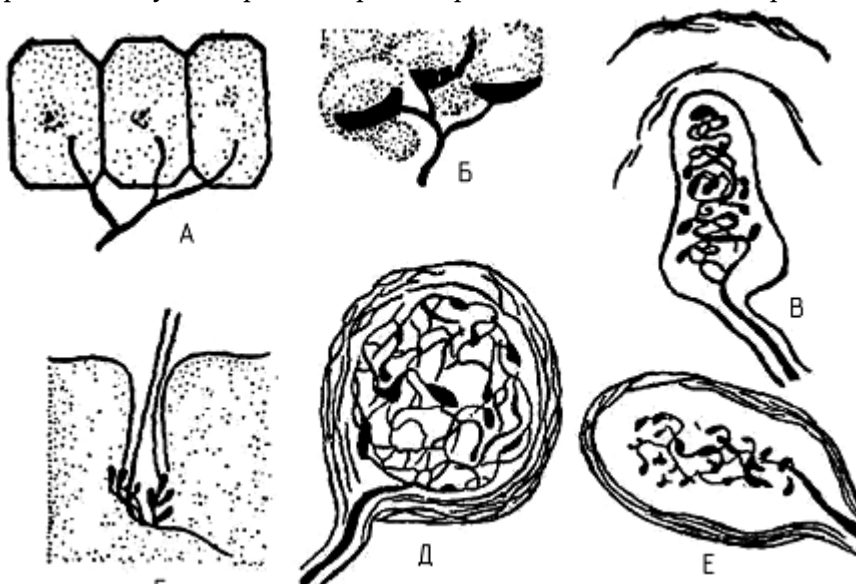


Рис. Рецептори шкіри:

А – вільні нервові закінчення (рогівка ока); Б – тільця Меркеля (рило свині); В – майстрове тільце; Г – нерве сплетення навколо волосної цибулини; Д – колба Краузе (кон'юнктива ока); Е – кільце Гольджи-Міцціні

Тактильна чутливість виникає під час натиску на шкіру, що спричиняє незначну деформацію. Це почуття виникає також у процесі дотику до волосків шкіри, коли подразнюються нервові сплетення волосяних цибулин. Особливою чутливістю у тварин володіють **довгі волоски** (вібриси), розміщені навколо отворів рота і носа.

Чутливість шкірного аналізатора залежить від температури шкіри, стану кровообігу в ній та інших факторів. Підвищення температури шкіри призводить до підвищення тактильної чутливості, охолодження – до її зниження. Утома організму також супроводжується зниженням чутливості.

Розміщення тактильних рецепторів нерівномірне. У тварин найбільше їх на морді та кінчику язика.

Методом умовних рефлексів доведено, що сільськогосподарські тварини здатні досить точно визначати місце тактильного подразнення.

Температурна чутливість. Адекватний подразник температурних рецепторів – зміна температури шкіри. Холодне все те, що забирає від шкіри тепло, тепле або гаряче те, що передає їй тепло.

Інтенсивність відчуття тепла або холоду підвищується із збільшенням поверхні подразнювальної ділянки шкіри. Терморекцептори тварини вивчають методом умовних рефлексів.

Характерною особливістю температурного аналізатора є виражена адаптація до дії холоду та тепла.

Больова чутливість. Відчуття болю має важливе біологічне значення. Почуття болю попереджає організм людини і тварини від різних пошкоджень, опіків, обморожень, поранень, сигналізує про хворобу, сприяє розпізнаванню хвороби, правильній організації лікування. Не випадково древні греки говорили, що “біль – це сторожовий пес здоров’я”.

Рецепторами, що сприймають біль, є **нервові закінчення** у шкірі, слизових та серозних оболонках.

Більшість учених вважає, що в основі больового відчуття лежать хімічні процеси. У результаті удару, уколу, поранення чи опіку у тканинах утворюються або звільнюються специфічні речовини, які збуджують нервові закінчення, що передають імпульси у клітини головного мозку. Тут закодовані природою сигнали сприймаються як біль.

Основна роль у виникненні болю відводиться нагромадженню гістаміну у тканинній рідині, що омиває рецептори. Багато вільного гістаміну є в отрутах бджоли та оси. Крім гістаміну, гостру біль

викликає ацетилхолін, серотонін, формальдегід, хлористий калій та ін.

Ці речовини пригнічують процеси асиміляції і активують процеси дисиміляції.

Найбільшу больову чутливість мають шкіра, слизова оболонка рота, глотки, горлянки, носової порожнини, сечостатевої системи, рогівка ока. Особливо болюча надкiстниця.

Внутрішні органи грудної та черевної порожнини самі по собі нечутливі або малочутливі до больових подразнень.

Болючі очеревина, брижейка та парієтальна плевра, що іннервуються чутливими симпатичними нервами. Дуже болюче розтягнення внутрішніх органів (тимпанія рубця, гостре розширення шлунка, метеоризм кишок).

Больова реакція у тварин супроводжується різкими рухами, звуками, прискоренням пульсу і дихання, підвищенням кров’яного тиску, розширенням зіниці, слино- та сечовиділення. У крові підвищується вміст адреналіну та норадреналіну, значно зростає кількість цукру.

Інтерорецептивні аналізатори. Екстерорецептивні аналізатори, сприймають подразнення, що надходять із зовнішнього середовища, а в інтерорецептивних виникають у самому організмі.

Рецептори, що розміщені у внутрішніх органах, судинах, м’язах, називаються **інтерорецепторами**.

Інтерорецептори – це складні нервові утворення у вигляді розгалужень, клубочків, бляшок, колб.

Залежно від подразнення інтерорецептори діляться на **механорецептори, барорецептори, осморорецептори та хеморецептори**.

Збудження інтерорецепторів у більшості випадків не супроводжується явним суб’єктивним

відчуттям, у той же час воно доходить до центральної нервової системи і викликає певну рефлекторну відповідь.

Наприклад, подразнення рецепторів стінки дути аорти підвищеним тиском крові призводить до розширення судин та зниження кров'яного тиску. Подразнення нервових закінчень у паренхімі легень під час вдиху та видиху є важливим фактором саморегуляції дихальних рухів.

Імпульси з інтерорецепторів надходять у кору великих півкуль.

Безперервний взаємозв'язок між інтерорецепторами та корою великих півкуль забезпечує вищий контроль збереження "постійності внутрішнього середовища".

Руховий аналізатор складається з *пропріорецепторів* – чутливих нервових закінчень у м'язах, суглобах та сухожилках, провідних шляхів і коркового відділу. За допомогою цього аналізатора організм тварини здійснює координацію рухів у просторі.

І.М. Сеченов (1863) уперше встановив роль м'язового відчуття в координації рухів і пізнанні людиною довкілля.

М'язові пропріорецептори у вигляді спіралі охоплюють серединну частину інтрафузальних волокон м'язових веретен. У сухожиллях м'язів є інші пропріорецептори – тільця Гольджі, збудження яких

запобігає надмірному скороченню скелетних м'язів. Адекватними подразниками пропріорецепторів є розтягнення, скорочення та розслаблення м'яза.

Імпульси від пропріорецепторів постійно інформують корковий відділ рухового аналізатора про стан м'язів, сухожилць та суглобів. На основі сукупності цих імпульсів виникає відчуття положення тіла та

його окремих частин, які забезпечують переміщення організму в середовищі, що його оточує, змінюється робота органів кровообігу, дихання, травлення та ін.

Надходження аферентних пропріорецептивних імпульсів у центральну нервову систему при м'язовій діяльності підвищує збудливість нейронів спинного і головного мозку, що, в свою чергу, сприяє підвищенню тонуусу скелетних м'язів, поліпшенню працездатності організму тварини, полегшенню її нервової діяльності.

Незважаючи на свою незначеність, відчуття, яке виникає під час подразнення рецепторів рухового аналізатора, дозволяє людині і тварині в темряві прийняти будь-яку позу, відтворити будь-який рух, зберегти рівновагу.

Рухові рефлекси можуть виникати і внаслідок впливу на організм зорових, слухових та інших подразників. Кішка, побачивши хазяйку, піднімається з місця, іде їй назустріч; тварина, яка почула голос свого ворога, тікає. Однак всі ці локомоторні акти відбуваються за типом ланцюгових рефлексів системи органів руху, де один рефлекс є початком другого, другий – третього і т. д. Важливе значення при цьому мають умовні рефлекси, що утворилися в процесі навчання і тренування.

Правильність виконуваних рухів контролюється не лише руховими аналізаторами. Під час зміни положення частини тіла в кору великих півкуль надходять імпульси з рецепторів шкіри, сітківки

ока, а також з периферичних відділів інших аналізаторів. Одночасна поява осередків збудження і гальмування в коркових зонах рухового та інших аналізаторів викликає утворення міцних умовних зв'язків. Так, згинання і розгинання кінцівок завжди супроводжується зміною натягнення шкіри, тому в сигналізації положення тіла і окремих його частин беруть участь і тактильні рецептори.