

ТЕМА 2

РЕГУЛЯТОРНІ СИСТЕМИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ



У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- ✓ про основні частини нервової системи;
- ✓ про функцію та структуру нейронів і гліальних клітин;
- ✓ про складові центральної нервової системи;
- ✓ про складові периферичної нервової системи.

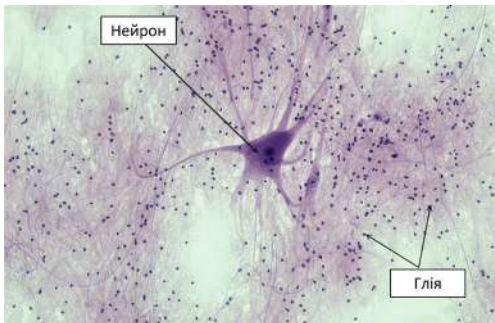
Будова і функції нервової тканини

Коли ви читаєте цей підручник, ваша нервова система виконує кілька функцій одночасно. Візуальна система обробляє те, що видно на сторінці; моторна система керує перегортанням сторінок (або клацанням миші); префронтальна кора підтримує увагу. Навіть основні функції (дихання чи регуляція температури) контролюються нервовою системою. Нервова система є центром управління організмом: вона обробляє сенсорну інформацію зовні і зсередини тіла та контролює всю поведінку — від їжі до сну та пошуку пари.

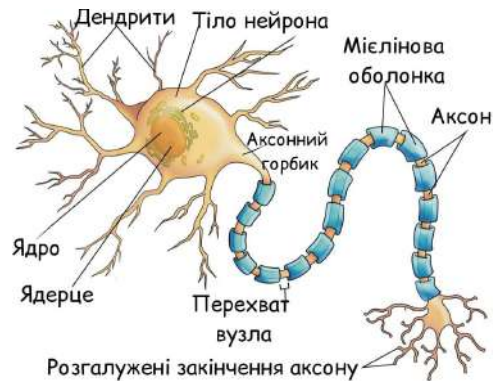


З яких клітин складається нервова тканина?

Нейрон можна порівняти з електричним дротом — він передає сигнал з одного місця в інше. *Глію* можна порівняти з працівниками електричної компанії, які стежать за тим, щоб дроти були в потрібних місцях, обслуговують їх та знімають пошкоджені.



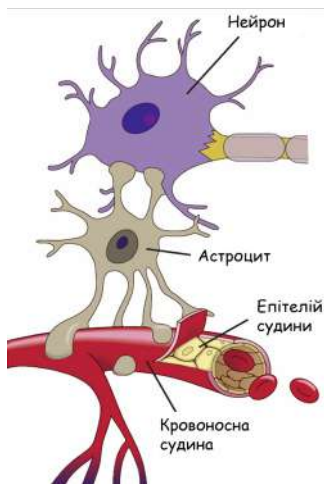
Мал. 8.1. Фрагмент нервової тканини спинного мозку



Мал. 8.2. Будова нейрона. Синапс

Нейрон має тіло і відростки. Відростки, які отримують інформацію від інших нейронів, називаються дендритами, тоді як відросток, який несе інформацію від тіла, називається аксоном.

Нейрони мають тільки один аксон, який виходить з аксонного горбика і часто вкритий гліальними клітинами, які утворюють



Мал. 8.3. Клітина нейроглії. Астроцит

мієлінову оболонку. Мієлінова оболонка огортає нейрон не суцільним шаром — між його фрагментами є проміжки.

Аксон закінчується розгалуженнями з потовщеннями на кінцях.

Глія забезпечує правильну роботу нервової системи:

- захищає нейрони, створюючи бар'єр між ними і кров'ю;
- створює ізоляцію, яка допомагає переміщати нервові імпульси;
- відновлює нейрони та допомагає відновити їхню функцію;
- видаляє мертві нейрони;
- регулює нейромедіатори.



Проаналізуйте малюнок 8.3. Спробуйте припустити, яку з цих функцій виконує гліальна клітина астроцит?



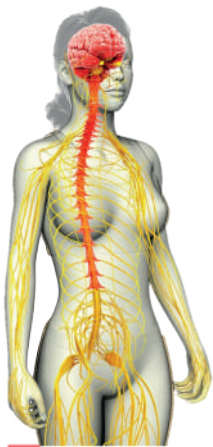
Мал. 8.4. Розташування сірої і білої речовин у ЦНС

Нервова тканина має ділянки, які переважно містять тіла нейронів, і області, які в основному складаються з аксонів. Ці дві області є **сірою речовиною** (тіла і дендрити) і **білою речовиною** (аксони). Сіра речовина не обов'язково сіра. Але біла речовина біла, тому що аксони вкриті мієліном, який виглядає як білий матеріал, схожий на жир. Сіра речовина поряд з білою речовиною трохи темніша (мал. 8.4).



Будова нервової системи

Нервова система дуже складна. Її множинні відділи починаються з двох основних: **центральної (ЦНС)** і **периферичної (ПНС)**. До складу ЦНС входить **головний і спинний мозок**, а ПНС складається в основному з нервів, які представляють собою пучки аксонів (мал. 8.5).



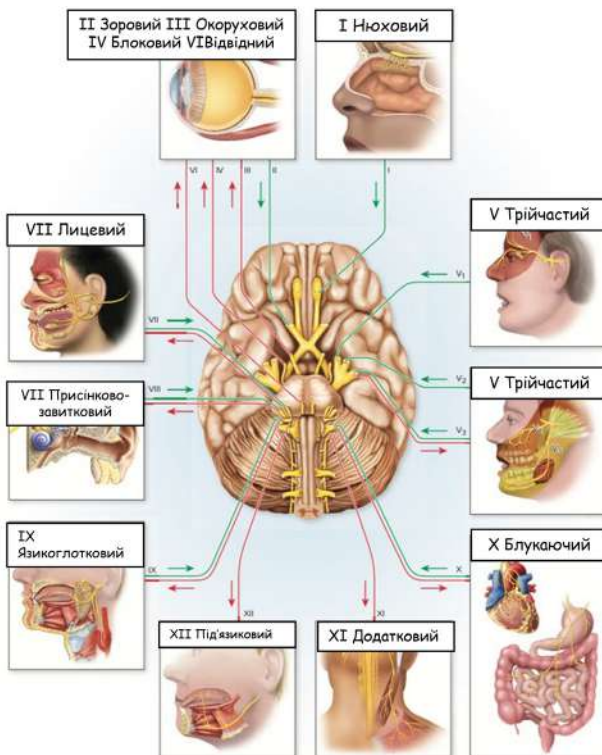
■ Центральна нервова система
 ■ Периферична нервова система

Мал. 8.5. Нервова система

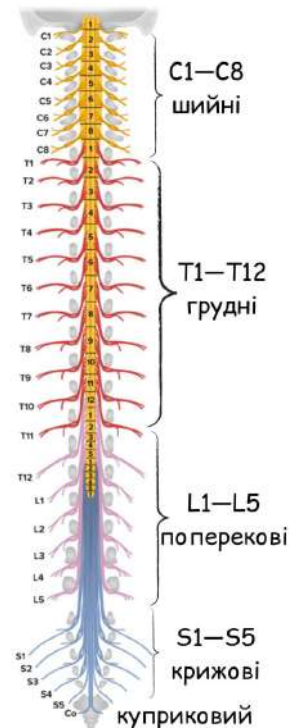
Нерви ПНС з'єднують ЦНС з рештою тіла. Є 12 пар **черепно-мозкових нервів** і 31 пара **спинномозкових нервів** (мал. 8.7).

Головний мозок міститься в порожнині черепа, а спинний мозок міститься в порожнині хребетного стовпа. Нерви і нервові вузли — на периферії (мал. 8.5).

Сукупність тіл нейронів у ЦНС називають **ядром**. У ПНС скупчення тіл нейронів називають **вузлами**, або **гангліями**. Пучки аксонів також відрізняються залежно від розташування. Пучок аксонів, або волокон, у ЦНС називають **трактом**, тоді як те ж саме в ПНС — **нервом**.



Мал. 8.6. Черепно-мозкові нерви. Червоні стрілки — рухові нерви, зелені — чутливі нерви



Мал. 8.7. Спинномозкові нерви. Усі спинномозкові нерви — змішані



Мал. 8.8. Структура нервової системи



1. З яких клітин складається нервова система людини?
2. На які основні відділи поділяється нервова система людини?
3. До якого відділу належить спинний мозок людини?
3. Намалюйте схему нервової системи людини, позначивши на ній центральну та периферичну нервову систему.
4. Яку речовину утворюють тіла нейронів?
5. Чому біла речовина так називається?
6. Уявіть, що людина глибоко порізала руку. Для якого відділу нервової системи це може мати наслідки? Як це може вплинути на функціонування руки?



Перейдіть на сайт за QR-кодом або покликанням <https://learningapps.org/watch?v=p8a0omzpz524> і виконайте вправи.

Перевір себе

9

ГОЛОВНИЙ МОЗОК

У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- ✓ про будову головного мозку;
- ✓ про структуру та функції відділів головного мозку.

Головний мозок (ГМ) — дивовижний орган, який контролює всі функції тіла, інтерпретує інформацію із зовнішнього світу та втілює сутність розуму. Інтелект, творчі здібності, емоції, пам'ять — лише деякі з багатьох речей, якими керує мозок. Цей орган використовує 20% енергії організму.

Мозок захищений черепом і вкритий трьома оболонками: **твердою, павутинною і м'якою**. Омивається мозок ліквором — рідин-



Мал. 9.1. Об'ємна модель головного мозку

ною, яка живить і захищає його. Складовими головного мозку є **передній мозок, мозочок та стовбур мозку** (мал. 9.1).



У яких тварин уперше з'являється кора мозку і чим утворена сіра речовина?

Стовбур мозку справді має вигляд опори, на якій розміщений передній мозок. Стовбур — дуже давня структура мозку. Він є ніби продовженням спинного. У стовбурі знаходяться центри базових рефлексів: *дихання, серцебиття, слиновиділення, ковтання та захисні рефлекси: чхання, блювання, кашель, кліпання.*

Стовбур мозку складається з (мал.9.2) **довгастого мозку (1), варолієвого моста (2) і середнього мозку (3).**

Вищенаведені функції характерні, власне, для довгастого мозку.

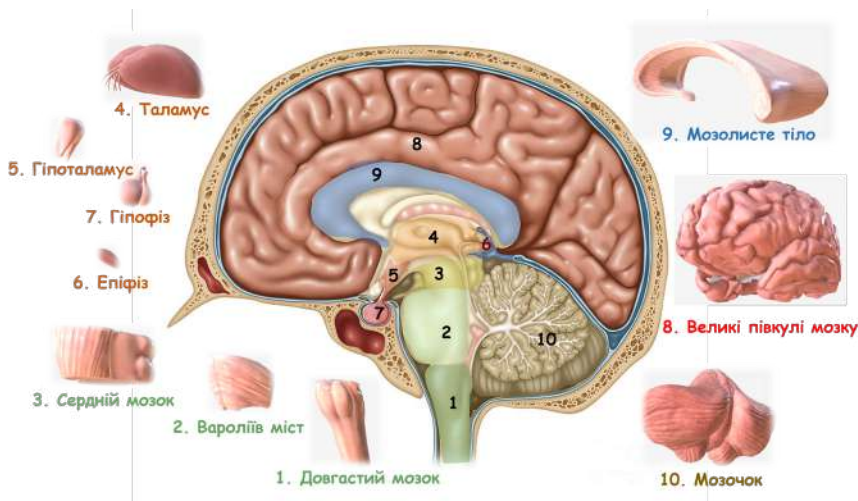
Міст — частина стовбура, яка представляє собою велику сукупність нервових волокон, які з'єднують верхні структури мозку з довгастим мозком і мозочком, який є позаду моста (мал.9.2). Іноді в класифікації структур мозку виділяють ще **задній мозок**. До нього входять **довгастий мозок, міст і мозочок.**

Уявіть, що в кімнаті, де ви зараз знаходитесь, рипнули двері чи пролунав незвичний або різкий звук. Ви відразу повернете голову в напрямку подразника. Це саме відбудеться, якщо щось несподіване або яскраве промайне перед очима. Центр такої реакції знаходиться (мал.9.2) у **середньому мозку (3)**, тобто забезпечує орієнтувальні рефлекси.

Крім рухів очей і м'язів, що повертають голову, середній мозок регулює тривалість акту жування та тонус м'язів.

Структура, яка ніби чудернацькою шапочкою вкриває стовбур мозку, називається **проміжним мозком**. Він, у свою чергу, складається з чотирьох частин: **таламуса (4), гіпоталамуса (5), гіпофіза (7) і епіфіза (6).**

Чи було колись у вас таке, що ви дуже поспішаєте, шукаєте свій смартфон чи ключі і врешті знаходите там, де ви ну точно вже дивилися? Або шукаєте окуляри, які у вас на голові? Спробуйте навіть зараз відчути речі, які щодня знаходяться на вашому тілі. Чому так відбувається?



Мал. 9.2. Будова головного мозку. Структури мозку



Таламус (4) — збирач інформації про всі види чутливості. Тобто сигнали, які надходять через сенсорні системи перед тим, як потрапити у відповідну ділянку кори, проходять через нього. А вже таламус визначає відправляти далі інформацію, що надійшла, чи ні і якою мірою. Такий собі комутатор. Якщо ви ніяк не реагуєте на подразник, то навіщо про нього весь час нагадувати?

Чому ми не бачимо свого носа? Ага! Побачили? Надійшла нова інформація у вигляді згадки про ніс — і таламус підключив візуальну передачу. Зрозуміло, що центр болю буде теж тут. От його таламус передає завжди, адже це інформація про небезпеку для організму.

Гіпоталамус — центр узгодження роботи нашого тіла. Тут знаходяться центри терморегуляції, центри задоволення потреб: голоду — ситості, спраги — питного задоволення, неспання — сну та статевої поведінки.

Гіпофіз (7) з'єднаний з гіпоталамусом ніжкою гіпофіза. Відомий як «диригент оркестру гуморальної регуляції». Він контролює інші ендокринні залози в організмі. Виділяє гормони, які контролюють статевий розвиток, сприяють росту кісток та м'язів і реагують на стрес.

Епіфіз (6) теж продукує гормони, тому одночасно належить і до ендокринної системи. Регулює циркадні (добові) ритми. Стимує передчасне статеве дозрівання і ріст.

Ви граєте в теніс. Подача. Ваші очі сприймають рух м'яча та його напрямок. Вестибулярний апарат у внутрішньому вусі реєструє зміни в русі та положення вашої голови. **Мозочок (10)** аналізує цю інформацію. Він визначає, як ви повинні реагувати, щоб відбити м'яч, активує відповідні м'язи, координуючи рухи рук та ніг. Ви відбиваєте м'яч. Отже, основна функція мозочка — *координація рухів*. Чому він так називається? Тому що дуже схожий на великий мозок, тільки менший: теж має дві півкулі, кору, яка утворює борозни та звивини.

Якщо ви попросите когось намалювати чи уявити мозок, то швидше за все людина відтворить саме **великий** або **кінцевий мозок (8)**.

Великий мозок складається з двох півкуль і вкритий корою, сірою речовиною. У людини кора має настільки велику площу, що утворює борозни і звивини для зменшення площі покриття. Складка називається **звивиною**, а западина між ними — **борозною**.

Великий мозок розділений на дві половини (півкулі) глибокою щілиною. Півкулі зв'язуються трактами нервових волокон, які називаються **мозолистим тілом**. Хоча дві півкулі здаються дзеркальним відображенням одна одної, вони дещо різняться. Наприклад, за здатність складати слова відповідає переважно ліва півкуля, тоді як права контролює багато навичок образного мислення.

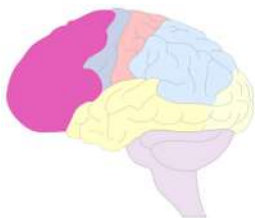
Усі сигнали від мозку до тіла і навпаки перехрещуються. Тому права півкуля контролює ліву частину тіла, а ліва півкуля — праву. Наприклад, інсульт у правій півкулі мозку може призвести до паралічу лівої руки та ноги.

Мал. 9.3.
Частки
кори ГМ



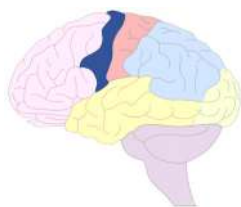
Обидві півкулі головного мозку можна розділити на відділи або частки, кожна з яких виконує різні функції (мал. 9.3). Щоб зрозуміти особливість кожної частини, ми зробимо екскурсію півкулями головного мозку і розглянемо деякі з них.

Мал. 9.4.
Лобова
частка



Коли ви плануєте розклад, уявляєте майбутнє або використовуєте аргументовані судження, **лобові** частки виконують велику частину роботи (мал. 9.4). Це ті частки, які в людини розвинені більше, ніж у будь-якої іншої тварини.

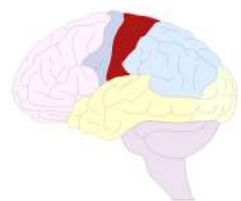
Мал. 9.5.
Моторна
частка



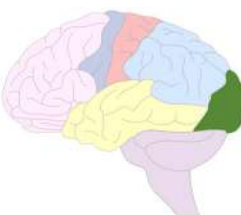
Мал. 9.6.
Тім'яна
частка



Мал. 9.7.
Сомато-
сенсорна
частка



Мал. 9.8.
Потилич-
на частка



Мал. 9.9.
Скронева
частка



У задній частині кожної лобової частки є **моторна кора** (мал.9.5), яка допомагає планувати, контролювати та виконувати *довільні рухи*. Наприклад, на вас несподівано летить м'яч — ви за мить приймаєте рішення відбити його, а не відійти, робите це.

Тім'яна частка (мал.9.6) допомагає орієнтуватися в просторі, важлива для математичних обчислень, розуміння мови та емоцій інших людей.

Передні частини **тім'яної** частки називаються **сомато-сенсорною корою** (мал.9.7). Ці ділянки отримують інформацію про температуру, смак, дотик і рух від шкіри та внутрішніх органів.

Коли ви дивитесь на слова та малюнки на цій сторінці, у вас працюють дві ділянки в задній частині мозку. Це **потиличні** частки (мал.9.8). Пошкодження потиличних часток може стати причиною сліпоти.

Незалежно від того, чи любите ви симфонії або ж рок-музику, ваш мозок реагує через активність **скроневих** часток (мал.9.9).



1. Назвіть три основні частини мозку та їхні функції.
2. Визначте одну функцію кожної з чотирьох часток кори головного мозку.
3. Як ви думаєте, які можливі наслідки важкого пошкодження стовбура мозку? Як це може зрівнятися з наслідками сильного пошкодження лобової частки? Поясніть свою відповідь.
4. П'яна людина часто втрачає рівновагу під час ходьби. Це відбувається тому, що алкоголь також впливає на частину мозку, яка контролює баланс тіла. Яка частина мозку контролює рівновагу тіла та поставу?
5. В Олени рідкісне захворювання, через яке вона не може відчувати фізичного болю. Яка з частин її мозку є дефектною?

Перевір себе



Перейдіть на сайт за QR-кодом або покликанням <https://learningapps.org/watch?v=p1d1oyura24> і виконайте вправи.



Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/wezo7L6E> або за QR-кодом та створіть предметну модель головного мозку.



Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/Gezo5fyG> або за QR-кодом та проведіть лабораторне дослідження «Вивчення будови головного мозку».



Виконайте інформаційно-пошуковий проєкт на тему «Володимир Олексійович Бец — український анатом і гістолог, що відкрив пірамідальні клітини мозку».

10

СПИННИЙ МОЗОК

У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- ✓ будову спинного мозку;
- ✓ структуру та функції спинного мозку.

Будова спинного мозку

Спинний мозок — довгий тонкий трубчастий пучок нервових тканин довжиною 40-45 см, який простягається від стовбура головного мозку вниз по центру спини до попереку. Він виділений жовтим кольором на малюнку 10.1.

Спинний мозок міститься в хребтовому каналі (мал. 10.2), але коротший, ніж хребетний стовп (мал. 10.3).

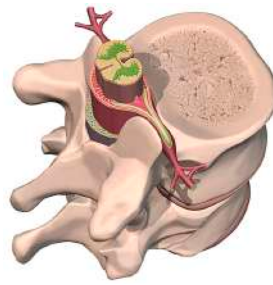
Як і головний мозок, спинний мозок вкритий трьома оболонками: м'якою, твердою та павутинною. Він також містить сіру і білу речовину, омивається ліквором — спинномозковою рідиною.

У вашому спинному мозку є 31 пара нервів і нервових корінців (мал. 10.3). З них:

- вісім пар **шийних** нервів (нерви починаються на шиї та проходять переважно до обличчя та голови) (1);
- дванадцять пар **грудних** нервів (нерви у верхній частині тіла, які тягнуться до грудей, верхньої частини спини та живота) (2);



Мал. 10.1. Спинний мозок (жовтий) проходить від нижньої частини мозку до попереку



Мал. 10.2. Спинний мозок у хребетному каналі



Мал. 10.3. Спинно-мозкові нерви

- п'ять пар **поперекових** нервів (нерви в нижній частині спини, які проходять до ваших ніг і стоп) (3);
- п'ять пар **крижових** нервів (нерви в нижній частині спини, що проходять у таз) (4);
- одна пара **куприкових** (5).



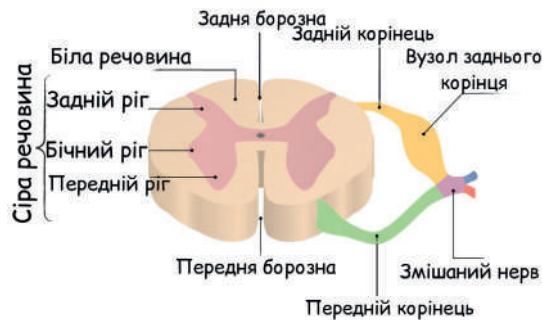
Що таке сіра речовина і як вона розміщена в головному мозку?

У спинному мозку сіра речовина розміщена в центрі і за контурами нагадує метелика з розправленими крилами (мал. 10.4).

При уважному розгляді мікрофотографії (мал. 10.4) можна побачити в сірій речовині тіла нейронів з дендритами. Біла речовина, що оточує сіру, — переріз аксонів. У центрі видно спинномозковий канал, заповнений **ліквором** (спинномозковою рідиною), що стікає від головного мозку. Навколо білої речовини можна побачити оболонки мозку. Виступи сірої речовини називають **рогами**. Є **передні роги** і **задні роги** сірої речовини. У грудному і поперековому відділі сіра речовина утворює ще **бічні роги** (мал.10.5).



Мал. 10.4. Мікрофотографія перерізу спинного мозку



Мал. 10.5. Переріз спинного мозку

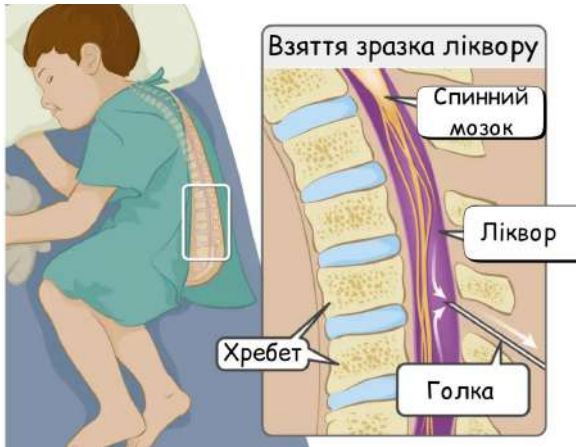


Зверніть увагу, що **роги** — частина сірої речовини, **корінці** — сукупність або чутливих, або рухових волокон, а спинно-мозковий **нерв** — структура, де ці волокна змішані.

◆ Функції спинного мозку

Основні функції спинного мозку полягають у надсиланні рухових команд від мозку до тіла, передачі сенсорної інформації від тіла до мозку та координуванні цих рефлексів.

Провідникова функція полягає в передачі інформації між



Мал. 10.6. Процедура спинномозкової пункції

частинами тіла та головним мозком. У цьому бере участь власне біла речовина, оскільки вона складається з аксонів. Рефлекторна функція полягає в здійсненні рефлексів, зокрема автоматичних рухів, які відбуваються без участі свідомості. Рефлекторна функція забезпечується сірою речовиною.

При діагностиці деяких захворювань потрібно зробити аналіз не тільки крові, а й спинномозкової рідини. Для цього проводять спинномозкову пункцію. Це процедура, під час якої медичний працівник вводить голку в нижню частину спини для вилучення зразка спинномозкової рідини (мал.10.6).



1. Опишіть три основні функції спинного мозку.
2. Скільки пар спинномозкових нервів у кожному відділі спинного мозку?
3. Поясніть, які наслідки можуть бути в людини при пошкодженні спинного мозку в поперековому відділі.
4. Чому важкі травми спинного мозку зазвичай викликають параліч?
5. Інформація дуже швидко проходить нервовою системою, але, як правило, чим довший шлях між ділянками, то більше часу він займає. На основі цього поясніть, чому, на вашу думку, рефлеksi часто виникають на рівні спинного мозку і не вимагають контролю головного мозку.



Перейдіть на сайт за QR-кодом або покликанням <https://learningapps.org/watch?v=pot9uc2wn24> і виконайте вправи.



Проведіть мінідослідження про сучасні методи лікування травм спинного мозку. Підготуйте короткий реферат (1-2 сторінки) з описом методів та перспектив їх розвитку.



Перейдіть за покликанням <https://cutt.ly/velAscGO> або за QR-кодом та виконайте лабораторне дослідження «Вивчення будови спинного мозку за допомогою муляжів, моделей та анімацій».



11

ПОНЯТТЯ ПРО СОМАТИЧНУ ТА ВЕГЕТАТИВНУ НЕРВОВУ СИСТЕМИ, ЇХНІ ФУНКЦІЇ

У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- ✓ про соматичну і вегетативну нервову систему;
- ✓ основні функції кожної із систем;
- ✓ відмінності та взаємозв'язок між соматичною та вегетативною нервовими системами.

Соматична і вегетативна нервова системи



Пригадайте, на які два основних відділи поділяється нервова система.

Ви коли-небудь бачили, як двоє людей грають на одному піаніно? Як вони координують усі рухи власних пальців, намагаються синхронізувати їх з рухами свого партнера? Периферична нервова система відіграє важливу роль у цьому виклику. Ви вже знаєте, що вона представлена нервами і нервовими вузлами, хоча дуже чіткої межі між ними немає. Більшість нервів бере свій початок у відділах ЦНС. Функціонально нервову систему поділяють на **соматичну і вегетативну (автономну)**.

СОМАТИЧНА НЕРВОВА СИСТЕМА

Соматичні сенсорні волокна

Передача сенсорної інформації:

- біль
- дотик
- температура
- рецептори м'язів



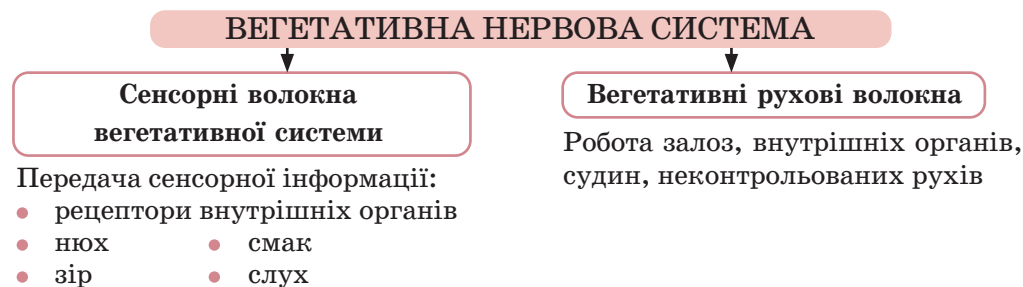
Соматичні моторні волокна

Робота скелетних м'язів
Контроль довільних рухів



Ви взяли до рук занадто гаряче горнятко. Звісно, швидко ставите його назад. У цій ситуації працює соматична нервова система: передає сенсорну інформацію та контролює довільні рухи.

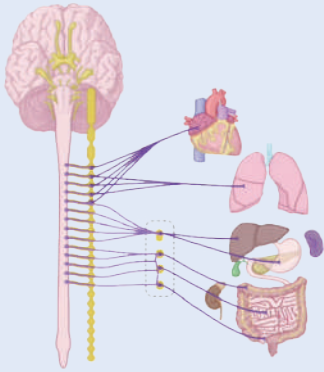
Ви сидите в кімнаті і відчуваєте запах щойно приготовленої улюбленої страви, що доноситься з кухні. У вас виділяється слина. У цій ситуації спрацьовує вегетативна нервова система, яка контролює мимовільні дії, вона ще називається автономна, тобто самостійна.



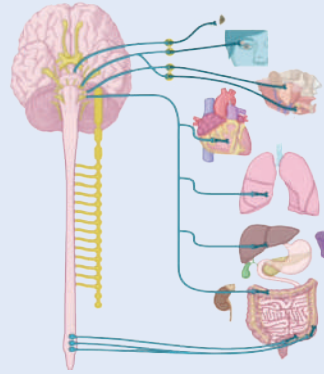
Вегетативна нервова система

Вегетативна нервова система має два відділи: **симпатичний** відділ, який мобілізує ресурси організму для підвищених навантажень під час надзвичайних ситуацій (борись або втікай), і **парасимпатичний** відділ, який контролює рутинні «господарські» функції організму, відновлення ресурсів (їж і спи).

ВЕГЕТАТИВНА НЕРВОВА СИСТЕМА	
Симпатичний відділ	Парасимпатичний відділ
<i>Мобілізує ресурси організму до підвищених навантажень</i>	<i>Забезпечує відновлення ресурсів організму</i>
<ul style="list-style-type: none"> ● збільшення частоти серцевих скорочень ● збільшення частоти дихання ● звуження більшості судин 	<ul style="list-style-type: none"> ● зменшення частоти серцевих скорочень ● сповільнення дихання ● розширення більшості судин
<ul style="list-style-type: none"> ● гальмування перистальтики кишечника ● пригнічення роботи травних залоз ● розширення зіниць ● перерозподіл кровопостачання до скелетних м'язів 	<ul style="list-style-type: none"> ● посилення перистальтики кишечника ● активізація роботи травних залоз ● звуження зіниць ● перерозподіл кровопостачання до внутрішніх органів



- Нервові центри містяться в грудному і поперековому відділі спинного мозку.
- Нервові вузли вздовж СМ, поряд з ним.
- Передвузлові волокна короткі, а післявузлові — довгі.
- Нейромедіатор — норадреналін.



- Нервові центри містяться в стовбурі ГМ і крижовому відділі СМ.
- Нервові вузли в органах або біля них.
- Передвузлові волокна довгі, а післявузлові — короткі.
- Нейромедіатор — ацетилхолін.



1. На які відділи поділяється периферична нервова система?
2. Які особливості соматичної і вегетативної НС?
3. Чим відрізняються симпатичний відділ НС від парасимпатичного?
4. Яке з наступних тверджень є хибним?
 - Парасимпатичний шлях відповідає за відпочинок тіла, тоді як симпатичний шлях відповідає за підготовку до надзвичайної ситуації.
 - Більшість прегангліонарних нейронів симпатичного шляху беруть свій початок у спинному мозку.
 - Уповільнення серцебиття є парасимпатичною реакцією.
 - Парасимпатичні нейрони відповідають за вивільнення норадреналіну в органі-мішені, тоді як симпатичні нейрони відповідають за вивільнення ацетилхоліну.
5. Денис розбив табір у лісі, до нього зайшов ведмідь у пошуках їжі. Що з наведеного нижче не є реакцією нервової системи Дениса після того, як він побачив ведмедя?
 - Пригнічення травлення в організмі Дениса.
 - Зменшення частоти серцевих скорочень Дениса.
 - Викид адреналіну в кров Дениса.
 - Розширення зіниць Дениса.
6. Чому від страху пересихає в роті?
7. Чому, на вашу думку, симпатична нервова система не активізує травлення, хоча саме з їжею надходять поживні речовини до організму, а відповідно органи отримують більше енергії?



Перейдіть на сайт за QR-кодом або покликанням <https://learningapps.org/watch?v=ptceuea2t24> і виконайте вправи.

12

НЕРВИ. ТИПИ НЕЙРОНІВ ТА ЇХНІ ФУНКЦІЇ, СИНАПСИ

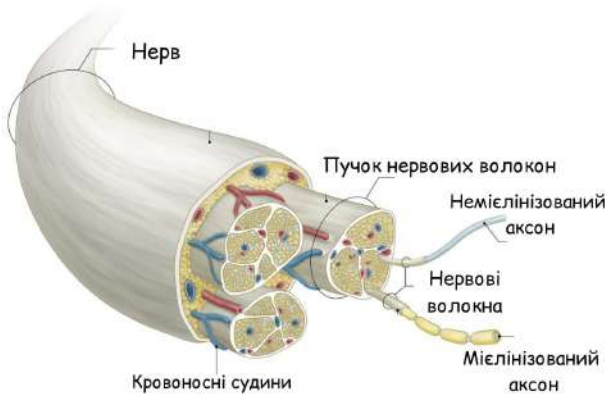
У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- ✓ будову нерва;
- ✓ типи нейронів за будовою і функціями;
- ✓ спосіб комунікації нейронів та будову синапса.

Нерви. Будова і функції

Ви вже знаєте, що периферична нервова система складається з нервів. Що ж таке нерв?

Нерв — структура на зразок кабелю: сукупність структур, що

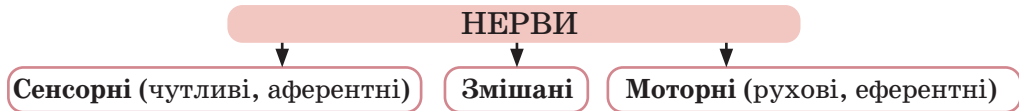


проводять електричний струм, вкритих ізоляційним матеріалом. Кожен нерв має багато аксонів, які називають волокнами. У середині нерва кожен аксон оточений шаром сполучної тканини. Аксони об'єднані між собою в пучки (мал. 12.1).

Мал. 12.1. Структура нерва

Крім сполучної тканини, до складу нерва входить жирова тканина, яка має добру електроізоляцію, а також рідина, яка подібна до спинномозкової рідини.

Функціонально нерви поділяють на **чутливі**, **рухові** і **змішані**, усе залежить від того, які нейрони входять до складу нерва.

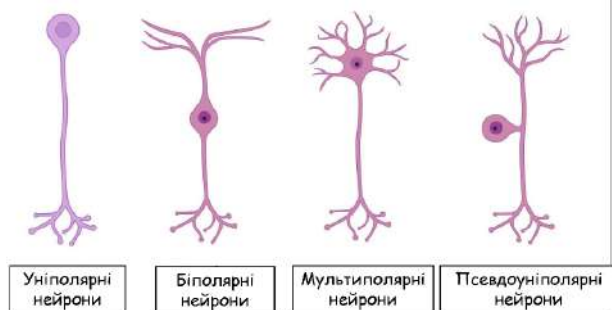


Нейрони. Типи нейронів



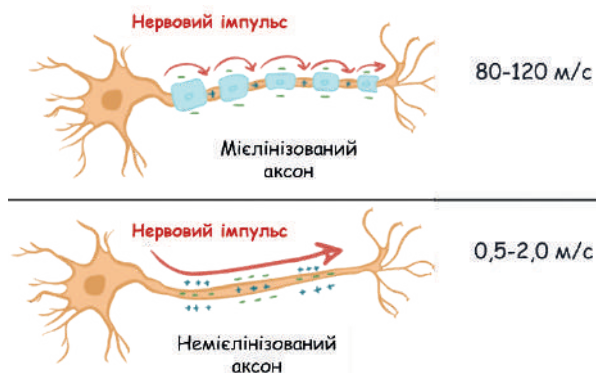
Яка будова нейрона? Як називаються короткі відростки? Як називаються довгі?

За кількістю відростків нейрони поділяють на уніполярні, біполярні, мультиполярні та псевдоуніполярні (мал. 12.2).



Мал. 12.2. Типи нейронів

Уніполярний має один відросток, який розгалужується на два. Найчастіше представляє сенсорні нейрони.



Мал. 12.3. Швидкість проведення імпульсу

Імпульс по клітині рухається до тіла нейрона по дендритах, а від тіла — по аксонах. Швидкість проходження різна, що прямопропорційно залежить від діаметра аксона й від його мієлінізації. Мієлін утворений гліальними клітинами і працює як електроізоляція. Мієлінова оболонка не суцільно охоплює аксон, а з проміжками, тому імпульс «стрибає» цими оголеними ділянками, що збільшує швидкість (мал. 12.3).



А чи знаєте ви...

Біль є одним із найповільніших відчуттів, які може посылати наше тіло. Нейрони, що передають больові відчуття, — немієлінізовані. Коли ви вкололися, то спочатку відсмикнули руку і тільки згодом починаєте відчувати біль.

Уніполярний нейрон має лише один розгалужений відросток. **Біполярний** нейрон має один дендрит та один аксон. У людини вони є в сітківці ока. **Мультиполярний** нейрон — найпоширеніший тип нейронів. Має один аксон і багато дендритів. **Псевдоуніполярний**

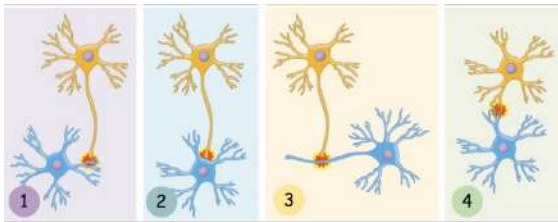
Функціонально нейрони поділяються на чутливі, вставні та рухові. Чутливі отримують інформацію від рецептора і передають його на руховий або на вставний нейрон. Руховий нейрон передає імпульс до робочого органа (м'яз, залоза). Вставний нейрон може знаходитися між чутливим і руховим.

Синапс

Щоб нервова система функціонувала, нейрони повинні мати можливість спілкуватися один з одним, і вони роблять це за допомогою структур, які називаються **синапсами**. Синапси зазвичай утворюються між *аксонними закінченнями* і *дендритними шипами*. Проте існують також синапси *аксо-аксонні*, *дендро-дендритні* та *аксо-соматичні*.



Розгляньте малюнок 12.4 і назвіть зображені на ньому синапси.



Мал. 12.4. Місця утворення синапсів

Нейрон, що передає сигнал, називається **пресинаптичним** нейроном, а нейрон який отримує сигнал, називається **постсинаптичним** нейроном. Більшість нейронів є як пресинаптичними, так і постсинаптичними.

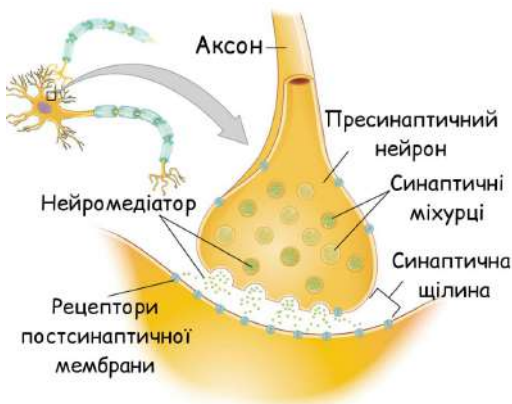
Існує два види синапсів: **хімічний** і **електричний** (мал.12.5).



Мал. 12.5. Хімічний і електричний синапси

Електричні синапси здійснюють прямий контакт між нейронами швидше, ніж хімічні синапси, можуть бути двонаправленими (в обидві сторони).

Хімічні синапси утворюють синаптичну щілину між нейронами, вони є односпрямованими.



Мал. 12.6. Будова синапсу

Тепер імпульс виникає.

Оскільки в людини переважна більшість синапсів — хімічні, то розглянемо його будову (мал 12.6).

Коли імпульс досягає розширення аксона, то запускаються клітинні процеси, які ініціюють виділення нейромедіатора у синаптичну щілину.

Молекули нейромедіатора зв'язуються з рецепторами на постсинаптичній

Нейромедіатори поділяються на збудливі та гальмівні залежно від їхнього впливу на постсинаптичну клітину.



1. Яка частина нейрона містить ядро?
2. Який із наведених аксонів буде поширювати потенціал дії швидше, ніж інші?
 - мієлінізований, великий діаметр;
 - мієлінізований, малий діаметр;
 - немієлінізований, великий діаметр;
 - немієлінізований, малий діаметр.
3. Як називаються хімічні посередники, які використовуються нейронами для зв'язку?
4. Поясніть різницю між сенсорними (чутливими) і моторними (руховими) нейронами.
5. Як мієлін допомагає поширенню нервового імпульсу вздовж аксона?
6. Розсіяний склероз — це демієлінізуюче захворювання, що вражає центральну нервову систему. Який тип клітин є найбільш імовірною мішенню цього захворювання? Чому?



Перевір себе

Перейдіть на сайт за QR-кодом або покликанням <https://learningapps.org/watch?v=perg22ve524> і виконайте вправи.

13

ОСОБЛИВОСТІ НЕРВОВОЇ РЕГУЛЯЦІЇ. РЕФЛЕКТОРНИЙ ПРИНЦИП ДІЯЛЬНОСТІ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- ✓ як виникає нервовий імпульс;
- ✓ що таке рефлекторна дуга і принципи її функціонування;
- ✓ які бувають рефлекторні дуги і чим вони відрізняються.

Нервовий імпульс

Пригадаймо, що особливість нервової регуляції полягає в тому, що вона діє дуже швидко, суворо дозована й точно адресована. Як же забезпечується такий принцип роботи?

Коли нейрон не передає активно нервовий імпульс, він знаходиться в стані спокою. Це забезпечується тим, що внаслідок транспорту йонів через мембрану внутрішня частина нейрона заряджена негативно порівняно з позаклітинною рідиною, що оточує нейрон. Ця різниця в електричному заряді називається **потенціалом спокою**. Нервовий імпульс — це раптова зміна електричного заряду на мембрані нейрону. Зміна заряду називається **потенціалом дії**. Це починається, коли нейрон отримує хімічний сигнал від іншої клітини.



Пригадавши роботу синапса, поясніть, як нейрон отримує сигнал.



Мал. 13.1. Зміна потенціалу і виникнення імпульсу

Сигнал змінює транспорт йонів так, що внутрішня частина клітини стає позитивно зарядженою порівняно із зовнішньою частиною клітини. Ця зміна заряду дуже швидко рухається по аксону, що за своєю природою нагадує електричний струм.



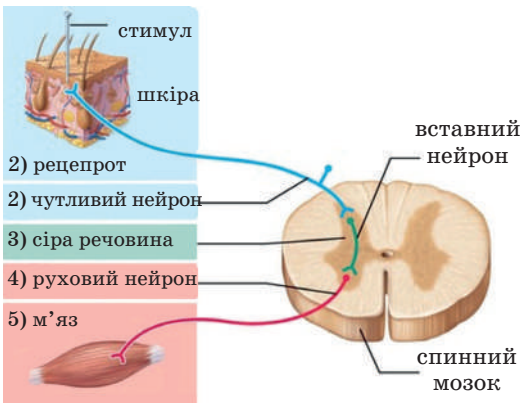
Пригадайте з уроків фізики, що таке електричний струм, у чому природа нервового імпульсу схожа з ним?

У нейронах з мієліновими оболонками йони проходять через мембрану лише у вузлах між ділянками мієліну. У результаті потенціал дії «стрибає» вздовж мембрани аксона проміжками, а не плавно поширюється по всій мембрані. Це збільшує швидкість, з якою він рухається (мал.12.3).

◆ Рефлекторний принцип функціонування нервової системи



Пригадайте, які розрізняють типи нейронів? Що таке рефлекс? Припустіть, які типи нейронів можуть брати участь у рефлексі.



Мал. 13.2. Рефлекторна дуга

Шлях, яким проходить нервовий імпульс, описує **рефлекторна дуга** (мал. 13.2). Рефлекторна дуга визначає шлях, по якому проходить рефлекс від подразника до робочого органа. Найпростіша дуга (моносинаптична) містить усього два нейрони (чутливий і руховий) і, відповідно, один синапс. Таким є, наприклад, колінний рефлекс (мал.13.3).

Більшість рефлекторних дуг задіюють три нейрони: чутливий, руховий і вставний (інтернейрон). Укол пальця стимулює больові рецептори шкіри, які ініціюють імпульс у сенсорному нейроні. Він рухається до спинного мозку, де проходить

за допомогою синапсу до вставного нейрона, який розташований у сірій речовині (мал.13.4).



Мал. 13.3. Двонейронна (моносинаптична) дуга колінного рефлексу

Розглянуті приклади дуг — соматичні рефлекси. Тобто ті, які впливають на скелетні м'язи. Вегетативні ж рефлекси, що діють на гладкі м'язи внутрішніх органів, залози чи м'язи судин, замикаються теж у спинному мозку, але тоді тіла рухових нейронів знаходяться в бічних рогах сірої речовини (мал.13.5).



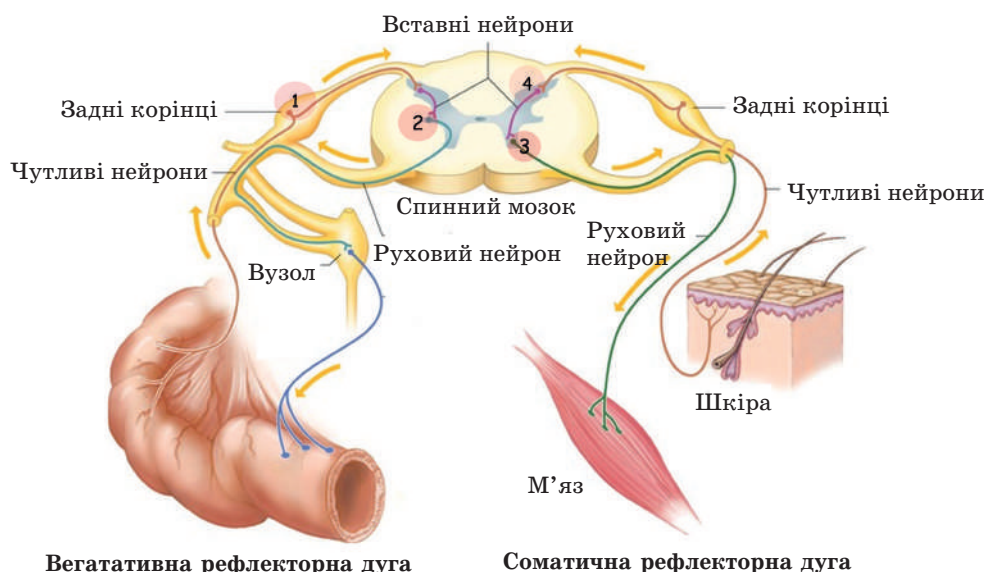
Мал. 13.4. Тринеуронна рефлекторна дуга

Чутливі нейрони завжди проходять через задні спинномозкові корінці. Упізнати їх можна за характерними потовщеннями. Це вузли, де містяться тіла чутливих нейронів. Тіла рухових нейронів містяться в сірій речовині СМ у передніх або бічних рогах, а їхні аксони — у передніх корінцях. Вставні нейрони містяться в сірій речовині спинного мозку.



А чи знаєте ви...

Недавні дослідження вказують на те, що рефлекторні дуги можуть мати зворотні зв'язки, які дозволяють інформації «повертатися» назад до вихідного нейрона. Це може мати велике значення для розуміння складних реакцій організму на подразники та інтеграції різних сигналів у нервовій системі і може сприяти розвитку нових методів лікування та розумінню роботи нервової системи в цілому.



Вегетативна рефлекторна дуга

Соматична рефлекторна дуга

Мал. 13.5. *Вегетативна і соматична нервові дуги: 1 — тіло чутливого нейрона; 2 — тіло рухового нейрона вегетативної нервової системи; 3 — тіло рухового нейрона соматичної нервової системи; 4 — тіло вставного нейрона*



1. Що таке рефлекс у фізіології?
2. Які основні складові рефлекторної дуги?
3. Назвіть приклади простих рефлексів у людини.
4. Які функції виконують рефлекси в організмі людини?
5. Як інформація передається по рефлекторній дузі?
6. Як відрізнити моносинаптичні та полісинаптичні рефлекторні дуги?
7. Поясніть феномен фантомних больових рефлексів у людей після ампутації кінцівок. Як це явище відображає складність нервової системи?



Перейдіть на сайт за QR-кодом або покликанням <https://learningapps.org/watch?v=p7pkpbt8525> і виконайте вправи.

Перевір себе

14

ПРОФІЛАКТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- ✓ які є захворювання нервової системи;
- ✓ які причини виникнення таких захворювань;
- ✓ заходи профілактики виникнення нервових хвороб.

Захворювання нервової системи

«Усі хвороби від нервів». Чули такий вислів? Частина істини в ньому є. Наша нервова система регулює роботу всіх систем організму, тому порушення в її діяльності і справді впливатиме на увесь організм.

Нервові хвороби — захворювання нервової системи, які виникають унаслідок анатомічних чи функціональних змін нервових структур і нервових процесів. Причинами можуть бути інфекції, травми, отруєння, спадкові зміни, судинні порушення та порушення обміну речовин.

Нервові хвороби поділяють на:

- **дегенеративні хвороби мозку**, пов'язані з втратою нейронів: розсіяний склероз, хвороба Паркінсона, хвороба Альцгеймера;
- **судинні захворювання мозку**: мозковий інсульт, мігрень;
- **захворювання периферичної нервової системи**: невралгії, неврити;
- **інфекційні захворювання нервової системи**: енцефаліт, менингіт, поліомієліт;
- **захворювання вегетативної нервової системи**: вегето-судинна дистонія;
- **спадкові захворювання нервової системи**: хорея Гантінгтона.

До порушень роботи нервової системи належать нервові розлади, які часто супроводжують розвиток організму в підлітковому віці.

Мігрені — це інтенсивні головні болі, які можуть бути викликані гормональними змінами, стресом або деякими продуктами харчування.

Порушення сну — безсоння, патологічна сонливість, порушення добового ритму.

Тривожні розлади — підвищений рівень стресу через навчання, соціальний тиск або сімейні проблеми.

Депресивні стани проявляються у вигляді тривалої печалі, втрати інтересу до улюблених занять, змін в апетиті та сні.

Порушення уваги та гіперактивність — може проявлятися у вигляді проблем із концентрацією уваги, імпульсивністю та гіперактивністю.

Посттравматичний стресовий розлад (ПТСР) може розвинути-ся після пережитого травматичного досвіду, наприклад, насильство, аварія чи пережиті події, пов'язані з війною.

Розлади харчової поведінки (**анорексія та булімія**) часто пов'язані з низькою самооцінкою та незадоволеністю тілом.



Скориставшись додатковою інформацією, дайте відповідь, чому анорексія і булімія є нервовими розладами, а не тільки харчовими?

◆ Профілактика хвороб нервової системи

Захворювання нервової системи можуть суттєво вплинути на якість життя, тому профілактика таких станів є важливим аспектом підтримки здоров'я.

Розглянемо декілька заходів профілактики захворювань нервової системи

Збалансоване харчування

Вітаміни групи В, Омега-3, жирні кислоти підтримують здоров'я нервових клітин.

Фізична активність

Регулярні фізичні вправи покращують кровообіг. Фізична активність сприяє вивільненню ендорфінів, які знижують рівень стресу.

Психічне здоров'я та управління стресом

Техніки управління стресом (медитація, йога, регулярний відпочинок) можуть допомогти знизити вплив стресу на нервову систему.

Здоровий сон

Недостатній або нерегулярний сон може призвести до когнітивних порушень, зниження концентрації уваги та загальної слабкості.

Уникання шкідливих звичок

Вживання алкоголю, наркотиків і куріння, надмірне використання екранних пристроїв суттєво і дуже негативно впливає на нервову систему.

Захист від травм

Використання захисних шоломів, обережність при водінні та уникнення небезпечних ситуацій можуть знизити ризик травм голови і хребта.

Регулярні медичні огляди

Періодичні візити до лікаря можуть допомогти вчасно виявити та лікувати захворювання, які мають вплив на нервову систему.



1. Які основні типи захворювань нервової системи і як вони класифікуються за походженням?
2. Які основні фактори можуть спричинити захворювання нервової системи?
3. Чому важливо правильно харчуватися для здоров'я нервової системи? Наведіть приклади корисних продуктів.
4. Які можуть бути головні причини розвитку нейродегенеративних захворювань, наприклад, хвороби Альцгеймера або хвороби Паркінсона?
5. Чому важливо уникати шкідливих звичок (куріння та вживання алкоголю) для здоров'я нервової системи?
6. Уявіть, що ваш друг регулярно грає в комп'ютерні ігри до пізньої ночі й п'є енергетичні напої, щоб залишатися бадьорим. Він почав

помічати, що часто відчуває тривогу, труднощі з концентрацією та постійну втому. Поясніть, як ці звички можуть вплинути на його нервову систему та загальний стан здоров'я. Які захворювання можуть виникнути через такий спосіб життя? Що ви б порекомендували, щоб допомогти йому покращити свій стан та запобігти можливим проблемам?



Перевір себе

Перейдіть на сайт за QR-кодом або покликанням <https://learningapps.org/watch?v=pqermfc8t24> і виконайте вправи.



Використовуючи відповідні ресурси з інформацією про подолання стресів, складіть пам'ятку про методи релаксації та стрес-менеджменту, які можуть бути корисними для профілактики захворювань нервової системи.

15

БУДОВА ЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМИ, ОСОБЛИВОСТІ ЇЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ

У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- ✓ що таке ендокринна система і яка її будова;
- ✓ як здійснюється функціонування ендокринної системи.

Будова ендокринної системи

Ендокринна система — це система залоз і клітин внутрішньої секреції. Вона є основою гуморальної регуляції.



Пригадайте, яка відмінність між гуморальною і нервовою регуляцією?

Спочатку з'ясуємо, що таке залози. Залози є утворенням епітеліальної тканини.



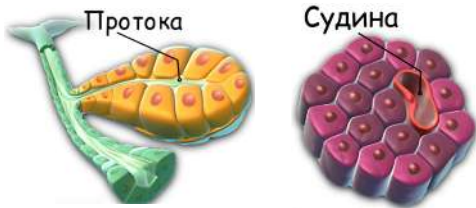
Пригадайте особливості будови епітеліальної тканини.

Залоза — це орган, який виробляє і вивільняє речовини, які виконують певну функцію в організмі.

Розрізняють два види залоз.

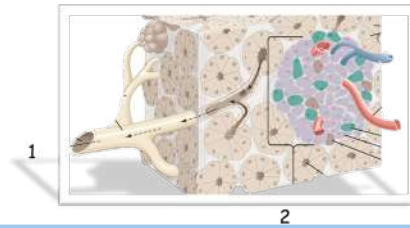
Екзокринні залози (зовнішньої секреції) виділяють свій продукт через протоку або на поверхню тіла, або в порожнину (мал. 15.1). Зверніть увагу! Хоч ці залози і називаються залозами зовнішньої секреції, вони виділяють свої секрети як назовні, так всередину. Наприклад, печінка, яка виділяє жовч у дванадцятипалу кишку, є залозою зовнішньої секреції.

Ендокринні залози (внутрішньої секреції) є залозами без проток і вивільняють речовини, які вони виробляють (гормони), безпосередньо в кров (мал. 15.2).

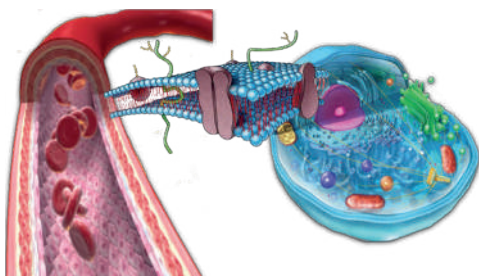


Мал. 15.1. Екзокринна залоза

Мал. 15.2. Ендокринна залоза



Мал. 15.3. Залоза змішаної секреції: 1 — протока зовнішньої секреції, 2 — клітини внутрішньої секреції

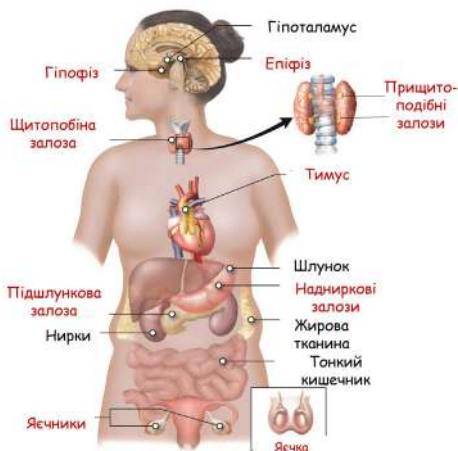


Мал. 15.4. Гормони переносяться кров'ю і діють на клітини-мішені

Є залози змішаної секреції (мал.15.3). Вони виділяють продукти як у кров (ендокринна функція), так і на поверхню тіла або в порожнини органів через протоки (екзокринна функція).

Гуморальна регуляція здійснюється речовинами через кров. Наприклад, вуглекислий газ, який переноситься кров'ю і впливає прямо або опосередковано на дихальний центр довгастого мозку. Але частіше це спеціалізовані речовини, які продукуються ендокринними залозами — **гормони**.

Гормони — біологічно активні сигнальні речовини, які транспортуються кров'ю і діють на клітини-мішені, які, звичайно, реагують відповідно до сигналу (мал.15.4). Ці сигнали сприймають спеціальні молекули в клітинах, які у відповідь запускають каскад потрібних процесів. На відміну від нервової регуляції, коли імпульс приходить у



Мал. 15.5. Залози ендокринної системи (виділено червоним)

конкретне місце, куди веде руховий нейрон, гормони знаходяться в крові, яка заповнює всю серцево-судинну систему. Тому реагу-

ють на гормони тільки ті клітини, які мають рецептор до того чи іншого гормону.

Ендокринна система включає в себе основні залози, що позначені червоним на малюнку 15.5. Деякі органи і навіть тканини виділяють гормоноподібні речовини, які діють за схожим принципом, але недалеко від місця синтезу.



А чи знаєте ви...

Певні хімічні речовини, які використовуються у виробництві пластмас і пестицидів, можуть діяти як ендокринні руйнівники. Вони здатні змінювати функції гормонів і пов'язані з різними порушеннями здоров'я, як-от: репродуктивні розлади, діабет та інші захворювання.



1. Що таке ендокринна система?
2. Які залози належать до ендокринної системи?
3. Яка відмінність між залозами внутрішньої і зовнішньої секреції?
4. Як гормони комунікують з клітинами?
5. Уявіть ситуацію: людина раптово побачила небезпечну ситуацію, наприклад, автомобіль, який рухається прямо на неї. Вона швидко відскакує вбік. Який тип регуляції спрацював в цьому випадку — нервова чи гуморальна? Обґрунтуйте свою відповідь, враховуючи швидкість реакції та природу сигналу.



Перевір себе

Перейдіть на сайт за QR-кодом або покликанням <https://learningapps.org/watch?v=peysggsfc24> і виконайте вправи.

16

ВЗАЄМОДІЯ РЕГУЛЯТОРНИХ СИСТЕМ. ГІПОТАЛАМНО-ГІПОФІЗАРНА СИСТЕМА ТА ЇЇ БІОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- ✓ як взаємодіють нервова і гуморальна регуляції;
- ✓ особливості ієрархічного принципу функціонування ендокринної системи.

Взаємодія нервової та гуморальної регуляторних систем



Де знаходиться гіпоталамус? Які центри знаходяться в гіпоталамусі?

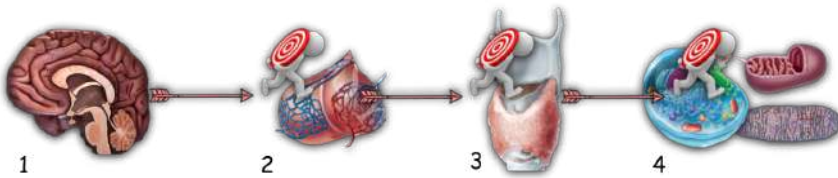
Яка відмінність між нервовою регуляцією і гуморальною?

Незважаючи на всі відмінності, між нервовою і гуморальною регуляцією є дуже багато спільного. І почнемо з гіпоталамуса. Хм-ммм. Це ж частина проміжного мозку, який, очевидно, належить

до структури нервової регуляції! Так, але він разом з гіпофізом є і центром гуморальної регуляції.

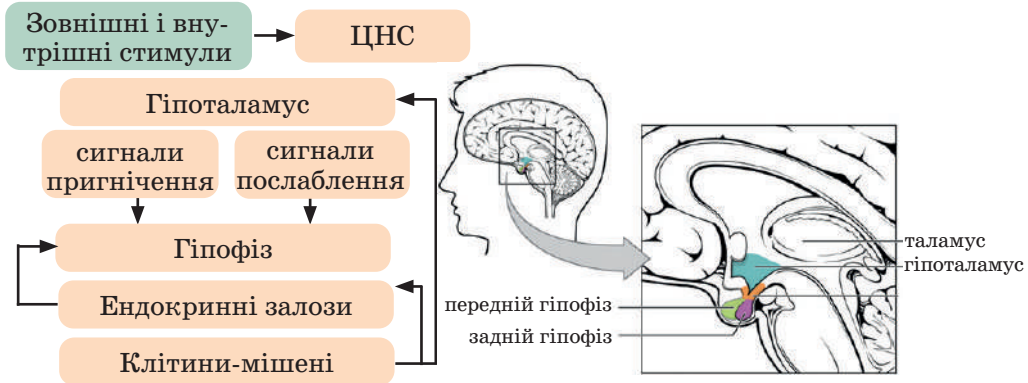
Гіпоталамо-гіпофізарний комплекс можна розглядати як «командний центр» ендокринної системи. Він виділяє кілька гормонів, які безпосередньо викликають реакції в тканинах-мішенях, а також гормони, які регулюють синтез і секрецію гормонів інших залоз. Крім того, гіпоталамо-гіпофізарний комплекс координує повідомлення ендокринної та нервової систем.

Гіпоталамус уміє аналізувати склад плазми крові, що через нього протікає, й виділяти в кров гормони, які стимулюють гіпофіз. Щитоподібна залоза, статеві залози й наднирники виділяють гормони, які стимулюють проходження реакцій обміну речовин у клітинах тіла (мал. 16.1).



Мал. 16.1. Ланцюжки мішеней у гуморальній регуляції прискорення енергетичного обміну: 1 — гіпоталамус, 2 — гіпофіз, 3 — щитоподібна залоза, 4 — клітина і її мітохондрії

Більшість процесів гормональної регуляції відбувається за знайомим нам принципом зворотного зв'язку. Якщо в крові гормону замало, то залоза починає активніше його виділяти. Якщо ж гормону в крові забагато, то залоза зменшує його продукування (мал. 16.2).

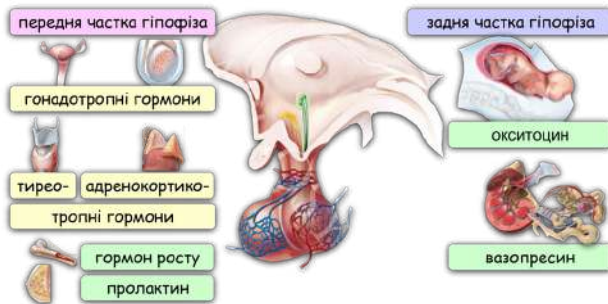


Мал. 16.2. Принцип роботи гіпоталамо-гіпофізарної системи

Гіпоталамус анатомічно і функціонально пов'язаний з гіпофізом, який складається з двох часток: задньої (**нейрогіпофіз**) і передньої (**аденогіпофіз**) (мал. 16.3).

Задня частка гіпофіза насправді є продовженням нейронів гіпоталамуса. Ця частина гіпофіза не синтезує гормони, а зберігає і виділяє гормони гіпоталамуса за його сигналом. Це два гормони: **окситоцин** і **антидіуретичний гормон (АДГ)** (мал. 16.3). **Окситоцин** — гормон, який бере участь у скороченні стінок матки під час пологів, виробленні молока, а також у почуттях прив'язаності батьків до новонароджених, у коханні і близькості. **Антидіуретичний** гормон збільшує зворотне всмоктування рідини в кров при утворенні сечі. Його інша назва — **вазопресин**, бо у великих кількостях викликає звуження судин і підвищення артеріального тиску.

Передня частка гіпофіза виробляє декілька гормонів. Це гормон росту **соматотропін (СГ)**, **тиреотропний гормон (ТТГ)**, **адренокортикотропний гормон (АКТГ)**, **фолікулостимулюючий гормон (ФСГ)**, **лютеїнізуючий гормон (ЛГ)** та **пролактин**. Гормони ТТГ, АКТГ, ФСГ і ЛГ називають тропними гормонами (троп — «поворот»), оскільки вони вмикають або вимикають функцію інших



Мал. 16.3. Гормони гіпофіза

залоз внутрішньої секреції. ФСГ та ЛГ називають ще гонадотропними гормонами, бо вони впливають на статеві залози (мал. 16.3).

Гормон росту, або **соматотропін**, стимулює ріст. **Пролактин** — вироблення материнського молока.

Робота в групах

Після операції на гіпофізі в пацієнта виникла поліурія (надмірне сечовиділення) та постійна спрага. Що може бути причиною цих симптомів і які структури гіпоталамо-гіпофізарного комплексу можуть бути пошкоджені?



1. Яку роль відіграє гіпоталамус у регуляції ендокринної системи?
2. Як гіпофізарні гормони впливають на розвиток і функціонування інших ендокринних залоз?
3. Які механізми регулюють секрецію гормонів гіпофіза?
4. Як гіпоталамо-гіпофізарний комплекс взаємодіє з нервовою системою?
5. Розкажіть про процеси зворотного зв'язку в гіпоталамо-гіпофізарній системі.

6. Учень часто відчуває спрагу і помітив, що п'є більше води, ніж зазвичай. Учитель пояснив, що це може бути пов'язано з роботою гіпоталамусу і гіпофізу. Поясни, як ці частини мозку допомагають контролювати відчуття спраги та скільки води, яка потрібно організму?



Перевір себе
 Перейдіть на сайт за QR-кодом або покликанням <https://learningapps.org/watch?v=p9pfkc3vj24> і виконайте вправи.

17

ПОНЯТТЯ ПРО ГОРМОНИ ТА НЕЙРОГОРМОНИ. ОСОБЛИВОСТІ ГУМОРАЛЬНОЇ РЕГУЛЯЦІЇ

У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- ✓ яка природа гормонів та яка їхня роль в організмі;
- ✓ чим нейрогормони відрізняються від гормонів;
- ✓ як здійснюється гуморальна регуляція.

Слово «гормон» походить від грецького «Ὁρμόνη», (hormō), що означає «спонукаю» або «приводжу в рух». Гормони передають цю дію завдяки своїм унікальним хімічним структурам, які розпізнаються специфічними рецепторами на їхніх клітинах-мішенях.

Кожен гормон має свої функції та вплив на організм (табл. 17.1).

Таблиця 17.1

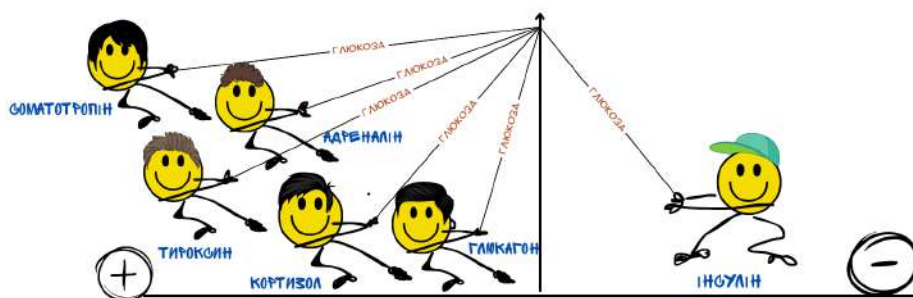
Гормони та їхня дія

Гормон (залоза)	Дія
Мелатонін (епіфіз)	Регулює циркадні (добові ритми), стримує передчасне статеве дозрівання і ріст. Є антиоксидантом.
Тироксин (Т4) і трийодтиронін (Т3) (щитоподібна залоза)	Регулюють обмін речовин, ріст і розвиток. Потребують атомів йоду для синтезу.
Кальцитонін (щитоподібна залоза)	Знижує рівень кальцію в крові.
Паратгормон (прищитоподібна залоза)	Підвищує рівень кальцію в крові, вивільняючи його з кісток.
Тимозин (тимус)	Забезпечує розвиток адаптивного імунітету.
Адреналін і норадреналін (наднирники)	Підвищують рівень глюкози в крові, серцевий ритм, реакції на стрес.

Кортикостероїди (наднирники)	Відповідають за обмін речовин, реакцію на стрес, регулюють водно-сольовий баланс.
Інсулін (підшлункова залоза)	Знижує рівень глюкози в крові, сприяє її зберіганню в печінці.
Глюкагон (підшлункова залоза)	Підвищує рівень глюкози в крові, стимулюючи її вивільнення з печінки.
Тестостерон (сім'яники)	Відповідає за розвиток чоловічих статевих ознак і сперматогенез.
Естроген (яєчники)	Відповідає за розвиток вторинних статевих ознак і регуляцію менструального циклу.
Прогестерон (яєчники, плацента)	Готує організм до вагітності, підтримує її перебіг.

Один гормон може впливати на більше ніж одну з цих функцій. Наприклад, гормон **тироксин** має важливе значення для розвитку, а також для багатьох аспектів гомеостазу та метаболізму, тоді як **глюкокортикоїди**, наприклад, кортизол, важливі як для росту, так і для забезпечення поживними речовинами, а також виконують імунні функції. І навпаки: одну функцію можуть виконувати декілька різних гормонів.

Прикладом ролі кількох гормонів в одній функції є контроль рівня глюкози в крові, який включає інсулін та його антагоніст гормон — **глюкагон**, а також **кортизол**, **соматотропін**, **адреналін** та **тироксин** (мал. 17.1).



Мал. 17.1. Коли підвищується надміру кількість глюкози, то в кров виділяється інсулін, який знижує її до оптимального рівня

Гормони діють узгоджено, тому така зміна, як концентрація глюкози в крові, може бути наслідком дії будь-якого одного з декількох гормонів.

Гормональна регуляція тісно пов'язана з регуляцією нервової системи, і хоч ці два процеси відрізняються за швидкістю, тривалістю та ступенем дії (пригадайте ці відмінності), розвиток знань змінив багато що. Нервові клітини є секреторними, оскільки відповіді на нервові імпульси залежать від вироблення хімічних

речовин — **нейромедіаторів** у синапсах, таких як **ацетилхолін** і **норадреналін**. Але при цьому мають миттєву дію. Також спеціалізовані нейросекреторні клітини можуть перетворювати нервові сигнали на хімічні подразники, які називають **нейрогормонами**. Вивільняючись таким чином, нейрогормони функціонують подібно до гормонів, які передаються кровотоком і виділяються ендокринними залозами.



Пригадайте, що це за речовини?

Відмінності між нервовою та ендокринною регуляцією вже не такі чіткі, як колись здавалися. І ще більше послаблюються тим фактом, що нейросекреторні нервові закінчення іноді знаходяться настільки близько до своїх клітин-мішеней, що судинна передача не потрібна і в кров вони не потрапляють.

Робота в групах

Як використання анаболічних стероїдів й інших гормональних препаратів може вплинути на здоров'я спортсменів? Обговоріть етичні та медичні аспекти використання гормональних препаратів у спорті.



- Діабет виникає, коли в організмі є дефіцит інсуліну або коли організм не може використовувати інсулін, який він виробляє. Що з наведеного нижче є функцією інсуліну в організмі?
 - Інсулін регулює білковий обмін в організмі.
 - Інсулін регулює рівень цукру в крові.
 - Інсулін регулює екстрену реакцію організму.
- Ріст і розвиток організму людини регулюється гормоном росту. Його дефіцит призводить до карликовості, тоді як його надмірна секреція робить людей аномально високими. Яка залоза виділяє цей гормон?
 - Щитоподібна залоза.
 - Підшлункова залоза.
 - Гіпофіз.
 - Наднирники.
- На початку ХХ ст. здійснено спробу використовувати йодовану сіль для профілактики зобу в Швейцарії. Результати застосування йодованої солі: за 20 років експерименту захворюваність знизилась у 30 разів. Чому йод необхідний нашому організму?
 - Йод сприяє поліпшенню травлення.
 - Йод допомагає контролювати рівень цукру в крові.
 - Йод сприяє синтезу тироксину.
- Ріст волосся на обличчі та поглиблення голосу є двома видимими ознаками статевого дозрівання в хлопчиків. У дівчаток розвиток грудей є видимою ознакою статевого дозрівання. Які з перерахованих гормонів відповідають за такі зміни під час статевого дозрівання?
 - Тестостерон.
 - Інсулін.
 - Естроген.
 - Тироксин.



Перейдіть на сайт за QR-кодом або покликанням <https://learningapps.org/watch?v=pns4ddcprk24> і виконайте вправи.

18

ОСНОВНІ ЗАЛОЗИ ВНУТРІШНЬОЇ ТА ЗМІШАНОЇ СЕКРЕЦІЇ ЛЮДИНИ

У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

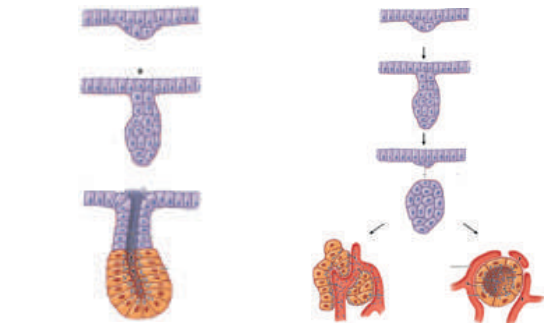
- ✓ про відмінність у будові екзокринних і ендокринних залоз;
- ✓ про будову та функції залоз внутрішньої секреції;
- ✓ про будову та функції залоз змішаної секреції.

Залози



Яка різниця між залозами зовнішньої секреції і внутрішньої? Які залози вам ще відомі?

Зало́за — це функціональна одиниця клітин, яка працює разом, створюючи та вивільняючи продукт у протоку чи кровотік.



Формування екзокринної залози

Формування ендокринної залози

Мал. 18.1. Формування залоз

Цей продукт називається **секретом**. Ключова відмінність між двома типами залоз полягає в тому, що залози **зовнішньої секреції** виділяють **секрет** в протокову систему до епітеліальної поверхні, тоді як залози **внутрішньої секреції** виділяють продукти безпосередньо в кров.

Ендокринні залози

Ендокринні залози розташовані по всьому тілу і виконують різноманітні функції.

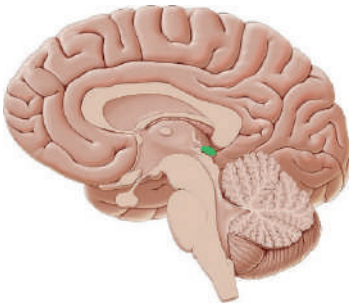


Які з них знаходяться в мозку?

Вивчаючи гіпоталамо-гіпофізарну регуляцію, ви ознайомилися з гормонами, які регулюють роботу інших залоз.



Пригадайте, які ви знаєте тропні гормони?



Мал. 18.2. Епіфіз
(виділена зеленим)

Епіфіз, або **шишкоподібна залоза**, як і гіпоталамус і гіпофіз, є частиною проміжного мозку. Він невеликий за розміром, приблизно 5-8 мм завдовжки. Довгий час учені не знали, які його функції, але помітили, що він набагато більший у дітей, а з віком зменшується. Звідти виникло багато містичних прив'язок про те, що це місце молодості й сили.

Епіфіз виробляє **мелатонін** — гормон, що регулює циркадні (добові) ритми, тобто цикли сну та неспання. Мелатонін називають гормоном темряви, бо його секреція збільшується в темряві вночі під час сну. Крім цього, він стримує передчасне статеве дозрівання і ріст. Ось чому епіфіз більший у дітей, чому в них більше мелатоніну.



А чи знаєте ви...

У деяких стародавніх культурах епіфіз асоціювали з «третьім оком» — символом духовного прозріння. У цій концепції епіфіз вважався місцем, де відбувається зв'язок між тілом і духом. Рене Декарт стверджував, що епіфіз є «місцем душі» і відіграє ключову роль у сприйнятті та свідомості. Оскільки це єдина частина мозку, яка не розділена на дві половини, тому вона може бути місцем взаємодії між тілом і розумом.

Щитоподібна залоза охоплює щитоподібний хрящ гортані спереду шиї у формі метелика (мал. 18.3).

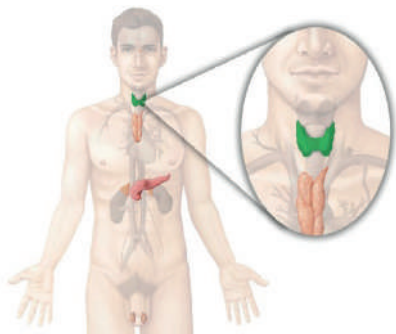
Щитоподібна залоза відіграє ключову роль у регуляції метаболізму та енергетичного балансу організму. Гормони **тироксин** і **трийодтиронін** регулюють швидкість обміну речовин у клітинах, впливаючи на рівень енергії, температурний режим тіла, вагу і серцевий ритм.

Для синтезу гормонів щитоподібна залоза використовує йод. Це мікроелемент, який необхідний організму в невеликих кількостях, але регулярно.

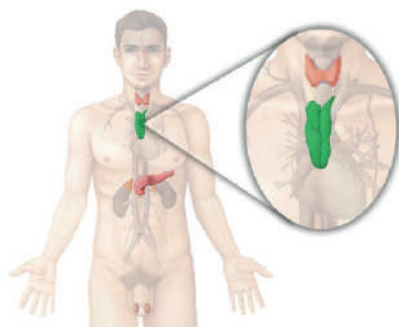
Гормон кальцитонін, який теж виділяється цією залозою, регулює кількість кальцію в крові (зменшує).

Тимус, або **вилочкова залоза**, розташований у верхній частині грудної клітки, трохи під грудиною (мал. 18.4). Він відіграє ключову роль у розвитку імунітету, особливо в дитячому віці, відповідає за дозрівання Т-лімфоцитів, які є важливими для імунної відповіді організму на інфекції. Такий собі центр підготовки лімфоцитів. Основний гормон — тимозин.

Цікаво, що тимус починає зменшуватися в розмірах після досягнення статевої зрілості. У дорослих він залишається лише як рудиментарна структура, а його функції переходять на інші частини імунної системи.



Мал. 18.3. Щитоподібна залоза (виділена зеленим)



Мал. 18.4. Вилочкова залоза (тимус, зобна залоза)



А чи знаєте ви...

Тимус теж вважали «контейнером душі». Давньогрецький лікар Гален назвав тимус «θυμός» (thymos) грецькою мовою, що означає «життєва енергія», «дух». Він вірив, що тимус важливий для контролю настроїв і пристрастей людини.

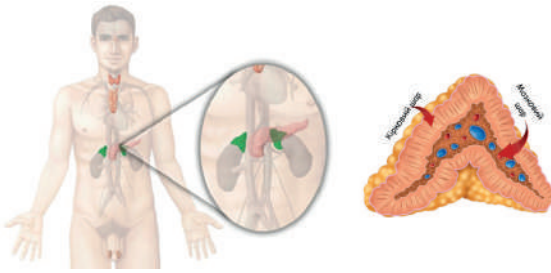


Мал. 18.5. Прищитоподібна залоза (виділена зеленим)

Чотири крихітні **прищитоподібні** залози розташовані навколо щитоподібної залози (мал. 18.5). Це окремі залози. Основна функція — вироблення **паратгормону (ПТГ)**. Ця хімічна речовина регулює кількість кальцію, фосфору і магнію в крові (збільшує). Отже, кальцитонін щитоподібної залози і паратгормон прищитоподібної є антагоністами, оскільки виконують протилежні дії.

Надниркові залози, або наднирники, — це парні органи, розташовані над кожною ниркою. Ліва та права надниркові залози дещо відрізняються своєю формою: ліва має форму півмісяця, а права — піраміди.

Наднирники мають два шари, які функціонують як окремі залози: **кірковий** і **мозковий** (мал. 18.6). Кірковий шар продукує кортикостероїди: **альдостерон** та **кортизол**, також статеві гормони: **естроген** і **андрогени**.



Мал. 18.6. Надниркові залози

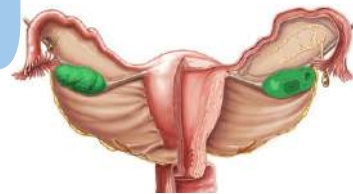
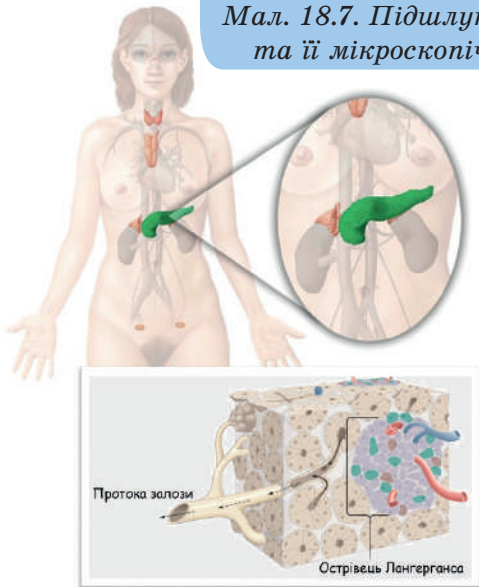
Мозковий шар продукує **адреналін** і **норадреналін**, які діють за схожим принципом симпатичної нервової системи.

◆ Залози змішаної секреції

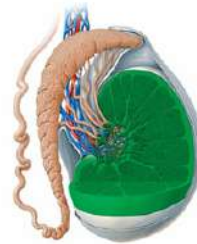
Пригадаємо, що є залози, які одночасно є як екзокринними, так і ендокринними. Їх називають залозами змішаної секреції. До них належать підшлункова залоза і статеві залози.

Підшлункова залоза знаходиться в черевній порожнині позаду шлунка. Це дуже важлива травна залоза, яка виділяє велику кількість ферментів, що протоками виходять у дванадцятипалу кишку. Але в ній є і невеличкі вкраплення скупчень ендокринних клітин, що утворюють «острівці», які й отримали назву — острівці Лангерганса (мал. 18.7). Вони містять три типи клітин: α -клітини, що виробляють **глюкагон**, β -клітини, які виробляють **інсулін**, і δ -клітини, які виробляють **соматостатин**. Інсулін активує надходження глюкози до клітин чи трансформує її в глікоген, тим самим знижуючи вміст глюкози в крові. А глюкагон навпаки активізує розпад глікогену до глюкози, тим самим збільшуючи її кількість у крові. Соматостатин регулює ці процеси.

Мал. 18.7. Підшлункова залоза та її мікроскопічна будова



Мал. 18.8. Яєчники



Мал. 18.9. Яєчка (сім'яники)

Статеві залози, або гонади (мал.18.8, мал.18.9), продукують і виділяють через протоки статеві клітини (яйцеклітини й сперматозоїди) як екзокринні залози. Як ендокринні вони виділяють в кров статеві гормони: тестостерон, естроген і прогестерон. Статеві гормони регулюють роботу статевих залоз і відповідають за вторинні статеві ознаки.



1. Чим відрізняються залози за походженням і формою виділення секрету?
2. Назвіть залози, які належать до ендокринних.
3. Які гормони виділяють ці залози?
4. У дитини відзначають затримку росту і розумового розвитку. Які гормони і залози можуть бути причетні до цих симптомів та які обмеження необхідні для діагностики?
5. Розгляньте роль підшлункової залози в регуляції рівня глюкози в крові. Порівняйте, як інсулін і глюкагон впливають на рівень глюкози.
6. Уявіть, що ви лікар у віддаленому регіоні з обмеженим доступом до медичного обладнання. Які ознаки та симптоми ви будете шукати, щоб запідозрити дисфункцію щитоподібної залози в пацієнтів, як ви будете діяти?



Перейдіть на сайт за QR-кодом або покликанням <https://learningapps.org/watch?v=pbmugfu2n24> і виконайте вправи.

Перевір себе

19

ПРОФІЛАКТИКА ЗАХВОРЮВАНЬ ЕНДОКРИННОЇ СИСТЕМИ

У цьому параграфі ви дізнаєтеся:

- ✓ які бувають порушення в діяльності ендокринних залоз;
- ✓ які захворювання можуть виникати внаслідок їхньої дисфункції;
- ✓ про засоби профілактики захворювань ендокринної системи.

Порушення діяльності ендокринних залоз

Ви знайомі з тим, що гуморальна регуляція, яка здійснюється в основному гормонами, строго дозована і складно знімається, адже зворотний негативний зв'язок забезпечується складним каскадом дій. Тому порушення процесу в найменшій ланці тягне за собою серйозні наслідки.



Запам'ятайте, що лікування гормональними препаратами має бути під наглядом лікаря з суворим дотриманням

термінів прийому і дозування. І в жодному разі не можна вживати такі ліки самостійно, навіть якщо ви їх уже приймали.

Діяльність залоз внутрішньої секреції може порушуватись внаслідок їхнього захворювання або порушення регуляції нервовою системою. Залоза може виділяти замало гормону чи навпаки — забагато.

- Підвищення секреції залози називається **гіперфункцією**.
- Послаблення секреції залози називається **гіпофункцією**.

Захворювання ендокринної системи



Опрацювавши характеристику захворювань, що викликані порушенням роботи ендокринних залоз, визначте, на якому фото, з двох наведених, зображена людина з ознаками названої хвороби.

Гіпофіз

Гіперфункція



Мал. 19.1. Надлишок соматотропіну у віці, поки ростуть трубчасті кістки, призводить до гігантизму

Гіпофункція



Мал. 19.2. При нестачі соматотропіну в дитячому віці розвивається карликовість (нанізм)

Гіперфункція



Мал. 19.3. У дорослому віці внаслідок гіперфункції аденогіпофіза і виділення надлишку гормону росту розвивається акромегалія: збільшуються стопи, долоні, кістки і хрящі черепа, риси обличчя грубішають

Щитовидна залоза

Гіперфункція



Мал. 19.4. Тиреотоксикоз, або «базедова хвороба»: надмірно інтенсивний обмін речовин, схуднення, тремтіння пальців, виражкватість

Гіпофункція



Мал. 19.5. Гіпотиреоз, або мікседема: знижений обмін речовин, надмірна вага, набряки, суха шкіра, випадання волосся



Мал. 19.6. Кретинізм

При гіпофункції щитоподібної залози в дитячому віці розвивається кретинізм: загальмований обмін речовин, сповільнення росту, затримка психічного розвитку і мови (мал. 19.6).



Мал. 19.7. Зоб

Ендемічний зоб. Розростання клітин щитоподібної залози внаслідок нестачі йоду в раціоні (мал. 19.7), зокрема у воді. Тому часто спостерігається в людей, які проживають у гірській місцевості, віддаленій від моря, де у воді мало йоду: Прикарпаття, Закарпаття.

Надниркові залози

Гіперфункція



Мал. 19.8. При надлишку гормонів кіркового шару розвивається синдром Кушинга: збільшення ваги (особливо на животі), «місяцеподібне обличчя», розтяжки на шкірі живота, надмірний ріст волосся в жінок на обличчі

Гіпофункція



Мал. 19.9. При нестачі гормонів кіркового шару розвивається бронзова (адісонова) хвороба: порушення травлення, втрата ваги, шкіра з бронзовим відтінком

Підшлункова залоза

Із зниженням вироблення підшлунковою залозою інсуліну пов'язане виникнення **цукрового діабету**. Інсулін, зв'язуючись із рецепторами клітинних мембран, відкриває канали для проникнення глюкози в клітину. Якщо інсуліну бракує, то глюкоза залишається в крові, а клітини «голодують». Організм намагається

змінити порушену рівновагу і виводить глюкозу з крові через нирки. Звідти збільшене сечовиділення і спрага. Оскільки клітини не отримують глюкози, то активізується і центр голоду в гіпоталамусі (мал. 19.10).



Мал. 19.10. Симптоми цукрового діабету

Профілактика захворювань ендокринної системи

Профілактика ендокринних захворювань включає в себе різноманітні методи, які сприяють збереженню здоров'я ендокринної системи та зниженню ризику розвитку таких захворювань.

- Збалансована дієта з достатньою кількістю фруктів, овочів, білків і зменшеним вживанням цукру та насичених жирів.
- Регулярні фізичні вправи допомагають підтримувати нормальну вагу й рівень глюкози в крові.
- **Контроль ваги**, бо ожиріння є значним фактором ризику розвитку ендокринних захворювань, таких як діабет 2 типу.
- **Контроль рівня стресу**, оскільки це може впливати на функціонування ендокринної системи. Техніки релаксації, медитація, йога та регулярний сон можуть допомогти в управлінні стресом.
- **Регулярні медичні обстеження** на рівень цукру в крові, гормони щитоподібної залози, артеріальний тиск можуть допомогти виявити захворювання на ранніх стадіях.
- **Використання йодованої солі** або спеціальних добавок для запобігання дефіциту йоду, що може призвести до захворювань щитоподібної залози.



1. Які залози ендокринної системи найчастіше вражаються захворюваннями?
2. Які симптоми характерні для гіпертиреозу?
3. Які основні симптоми синдрому Кушинга?

4. Що таке акромегалія і які симптоми свідчать про її наявність?
5. Хлопчик 14 років має ріст лише 140 см, що значно нижче середньостатистичних показників для його віку. Лікар запідозрив гіпофізарний нанізм (карликовість). Запитання: які додаткові дослідження слід провести для підтвердження цього діагнозу? Які методи лікування можуть бути застосовані?
6. Уявіть, що ви ендокринолог. До вас звернулася пацієнтка зі скаргами на збільшену щитоподібну залозу. Які діагностичні кроки ви зробите?
7. Складіть інформаційний буклет для пацієнтів з цукровим діабетом 2 типу. У буклеті слід висвітлити причини, симптоми, методи діагностики та лікування, а також надати поради щодо зміни способу життя для покращення стану здоров'я.



Виконайте проєкт за вибором:

- «Йододефіцит в організмі людини, його наслідки та профілактика»;
- «Основні причини розладів роботи ендокринних залоз»;
- «Цукровий діабет: причини появи, типи, діагностика, лікування, наслідки».



Перевір себе

Перейдіть на сайт за QR-кодом або покликанням <https://learningapps.org/watch?v=pxj2zmc1224> і виконайте вправи.

«Регуляторні системи організму людини»

- Яка з наведених структур не є частиною центральної нервової системи?
 - головний мозок
 - спинний мозок
 - нерви
 - мозочок
- Яка функція мієлінової оболонки нервового волокна?
 - збільшення швидкості передачі нервового імпульсу
 - захист нейронів від пошкоджень
 - регуляція хімічного складу позаклітинного простору
 - утворення синапсів
- Оберіть усі правильні твердження про спинномозкові нерви.
 - з'єднують спинний мозок з органами тулуба та кінцівок
 - є винятково руховими нервами
 - є винятково чутливими нервами
 - є змішаними містять як рухові, так і чутливі волокна
- Який орган відповідає за секрецію інсуліну?
 - печінка
 - підшлункова залоза
 - гіпофіз
 - серце
- Розташуйте етапи передачі нервового імпульсу в правильному порядку:
 - у синапсі виділяється нейромедіатор
 - нервовий імпульс досягає кінцевого розгалуження аксона
 - рецептори реагують на подразнення
 - імпульс проходить по аксону нейрона
- Розмістіть залози за групами

а) слинні залози	1) ендокринні
б) підшлункова залоза	2) екзокринні
в) статеві залози	3) змішані
г) печінка	
д) потові залози	
е) надниркові залози	
є) щитоподібна залоза	
- Охарактеризуйте гормон соматотропін, добравши правильні відповіді

<i>Залоза, якою виділяється</i>	<i>Наслідок гіперфункції</i>	<i>Наслідок гіпофункції</i>
1. Епіфіз	1. Цукровий діабет	1. Карликовість
2. Гіпофіз	2. Гігантизм	2. Бронзова хвороба
3. Тимус	3. Мікседема	3. Безпліддя
- Узгодьте назву відділу головного мозку із функцією, яку він забезпечує.

а) мозочок	1) здійснює координацію рухів
б) мозолисте тіло	2) містить центри захисних рефлексів
в) довгастий мозок	3) зв'язує дві півкулі великого мозку
г) середній мозок	4) відповідає за орієнтувальні рефлекси
	5) відповідає за прийняття рішень (волю)