ВИДАВНИЦТВО
РАНОК

НАВЧАННЯ
БЕЗ МЕЖ

Ольга Тагліна, Андрій Самойлов,
Ольга Утєвська, Людмила Довгаль

Біологія

8



Ольга Тагліна, Андрій Самойлов,
Ольга Утєвська, Людмила Довгаль

БІОЛОГІЯ

Підручник для 8 класу
закладів загальної середньої освіти

Видавництво «Ранок»
2025

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Підручник розроблено за модельною навчальною програмою
«Біологія. 7-9 класи»
для закладів загальної середньої освіти
(автори Самойлов А. М., Тагліна О. В., Утєвська О. М.)

Проект підручника видавництва «Ранок»

Ольга Тагліна
Андрій Самойлов
Ольга Утєвська
Людмила Довгаль

Біологія

Підручник для 8 класу закладів загальної середньої освіти

Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України

rnk.com.ua/107931
Інтерактивний електронний додаток до підручника



Київ • Харків
Видавництво «Ранок»

Проект підручника видавництва «Ранок»

УДК 37.016:57:611(075.3)
Б 93

Авторський колектив:
Ольга Тагліна, Андрій Самойлов, Ольга Утєвська, Людмила Довгаль

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 10.03.2025 № 431)

Підручник розроблено за модельною навчальною програмою
«Біологія. 7–9 класи» для закладів загальної середньої освіти
(автори Самойлов А. М., Тагліна О. В., Утєвська О. М.)

Біологія : підруч. для 8 кл. закл. загал. серед. освіти / [Ольга Тагліна, Андрій Самойлов, Ольга Утєвська, Людмила Довгаль]. — Х. : Вид-во «Ранок», 2025. — 256 с. : іл.

Б 93

УДК 37.016:57:611(075.3)

Інтерактивний електронний додаток доступний за QR-кодом або посиланням
mk.com.ua/107931

© Тагліна О. В., Самойлов А. М.,
Утєвська О. М., Довгаль Л. В., 2025
© ТОВ Видавництво «Ранок», 2025

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Передмова

Шановні восьмикласники та восьмикласниці!

Вітаємо вас у світі біологічних наук! Цього року ми вивчатимемо організм людини. І це дуже важливо! Бо ми — не конструктори, які легко полагодити, просто замінивши деталі. Наші організми складні, багатофункціональні. Й ці функції просто дивують! Робота серця, кровоносної системи, мозку, нервових клітин... Як багато цікавого! Тож пориньмо в цю надзвичайну науку — біологію людини!

Однак організм людини, як і будь-яка жива система, може давати збої. Що відбувається з організмом? Як йому допомогти? Про це ви зможете дізнатися з нашого підручника.

Щодо структури. Підручник складається з параграфів. Кожен із них починається з рубрики «Поміркуйте й обговоріть ситуацію», а завершується рубриками «Опорні точки» — про головне в параграфі, «Запитання і завдання» — перевірка вивченого.

Під час роботи в парі або групі не забувайте про взаємооцінювання й самооцінювання. У рубриках «Завдання», «Відкритий мікрофон», «Розв'язання проблемних питань і завдань із теми» та інших ви можете виявити себе, запропонувати власне бачення проблем та шляхи їхнього розв'язання.

Відскануйте QR-код на початку підручника, і ви матимете доступ до електронних ресурсів, насамперед низки інтерактивних завдань. Окрім цього, за спеціальними QR-кодами всередині параграфів ви зможете подивитися навчальні відеоролики, анімації, відеоуроки від провідних освітян і освітянок України, пограти в мобільні ігри. Ми сподіваємося, що такі електронні цікавинки допоможуть вам краще засвоювати матеріал. А ще — це весело й сучасно!

Щиро віримо, що з нашим підручником вам буде зручно й цікаво працювати!

Бажаємо успіхів у навчанні!

Авторський колектив




Поміркуйте й обговоріть ситуацію


Поділіться своїми думками


Відкритий мікрофон


Знайдіть інформацію й виконайте завдання


Визначення поняття


Розв'язання проблемних питань і завдань із теми


Завдання


Індивідуальна робота


Робота в парі


Робота в групі


Опорні точки


Запитання і завдання

Проект підручника видавництва «Ранок»



Тема 1

ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН ЯК СКЛАДНА БАГАТОРІВНЕВА БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА

§1. Організм людини та тварин як багаторівнева біологічна система. Клітини і тканини

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Чи потрібно вам знати будову власного тіла, особливості його життєдіяльності, правила догляду за тілом, «Правила безпеки тіла»? Якщо так, то в який спосіб про це можна дізнатися і яким чином навчитися?

Клітина людини та тварин як система органел

Клітина — це елементарна структурна й функціональна одиниця живого. Саме клітини є найменшими складниками, з яких побудовані всі живі організми. Водночас клітина — теж система, яка складається з органел. Будь-яка клітина — це відкрита система, тобто вона здійснює обмін речовин і енергії із середовищем, що її оточує.

Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

Які особливості відкритих систем порівняно з іншими системами? Доведіть, що клітина є відкритою системою.

Відкрита система — це система, яка перебуває в стані постійного обміну речовин та енергії з навколишнім середовищем.

Відкритий мікрофон. Що таке система? Мої приклади живих і неживих систем. Що я знаю про їхню будову?

Клітина — це елементарна структурна й функціональна одиниця живого.

Багатоклітинні організми складаються з безлічі клітин, які взаємопов'язані та взаємозалежні. Жодна клітина вже не може, як одноклітинний організм, здійснювати всі процеси життєдіяльності одночасно. Клітини спеціалізуються на виконанні окремих функцій, тому є залежними від інших клітин.

Проект підручника видавництва «Ранок»

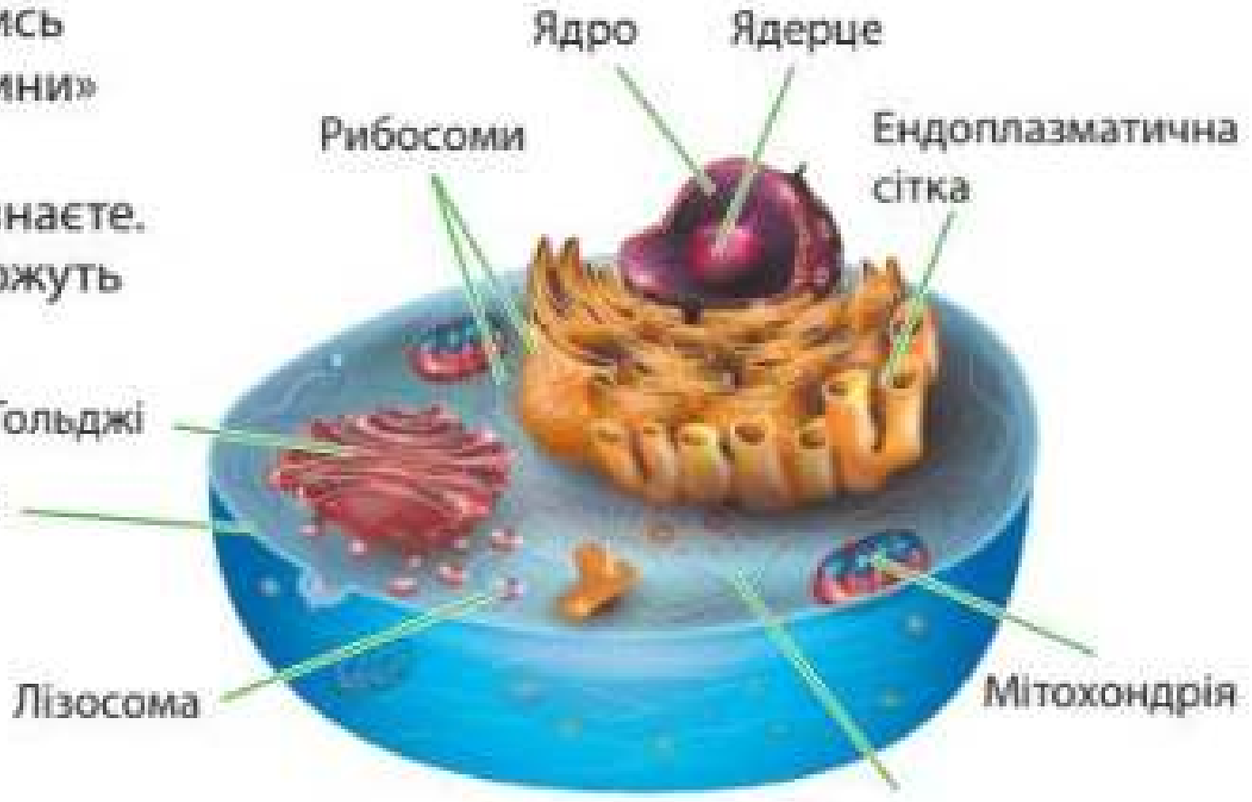
Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Розгляньте схему про різноманіття одноклітинних організмів, оберіть двох представників і поясніть: у чому особливості цих одноклітинних організмів, що їх об'єднує і чим вони відрізняються. Які органели в них є спільними, а які властиві лише окремим із них? Зробіть висновки.

Органели — це структури в складі клітин, які виконують певні функції.



Відкритий мікрофон. Користуючись малюнком «Будова тваринної клітини» й текстом підручника, розкажіть про функцію тих органел, які ви знаєте. Як, на вашу думку, ці органели можуть взаємодіяти між собою?



Будова тваринної клітини

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 1.1. Мітохондрія — це двомембранна органела, яка в усіх евкаріотів виробляє енергію для процесів життєдіяльності

Клітини тварин, як і решти організмів, мають зовні **плазматичну мембрану.** Вона відокремлює внутрішній простір клітини від навколишнього середовища й забезпечує вибіркове проникнення молекул у клітину та з клітини. Зовні мембрана вкрита **глікокаліксом** — шаром вуглеводів, який забезпечує сприймання подразників і сприяє формуванню контактів між клітинами. Внутрішній вміст клітини називають **цитоплазмою.**

Життєдіяльністю клітини «керує» **ядро.** Воно виконує функції збереження, зміни, реалізації й передачі спадкової інформації, бо містить записану в молекулах ДНК генетичну інформацію.

Органелами внутрішньоклітинного дихання є **мітохондрії** (мал. 1.1). Під час дихання в мітохондріях окиснюються органічні речовини й синтезуються енергетичні молекули АТФ (аденозинтрифосфат).

Ендоплазматична сітка є системою мембран, у якій відбувається синтез білків, вуглеводів і ліпідів, а також їхнє транспортування клітиною. Синтез білків здійснюють особливі органели — **рибосоми.** Утворюються ці рибосоми в ядрі клітини, у місці, яке зветься **ядерцем.** А працюють рибосоми в цитоплазмі й на мембранах ендоплазматичної сітки. Сполуки, синтезовані в ендоплазматичній сітці, потрапляють до **комплексу Гольджі,** який їх «сортує», «пакує» й «записує» на упаковці адресу, куди саме їх треба транспортувати (мал. 1.2). У комплексі Гольджі формуються **лізосоми** — органели, які виконують функцію внутрішньоклітинного травлення.



Мал. 1.2. Апарат Гольджі — це одномембранна органела, яка сортує й забезпечує транспорт речовин клітиною в усіх евкаріотів

Гістологія — наука про будову, розвиток і життєдіяльність тканин багатоклітинних організмів.

Тканина — це сукупність клітин, які мають спільні походження, будову та функції.

Тканини

Багатоклітинні організми формують **тканини** — групи клітин, які диференціюються, тобто стають різними за будовою та виконуваними функціями. Розділ біології, що вивчає будову тканин живих організмів, називається **гістологією.**

В організмі тварин та людини розрізняють епітеліальні, сполучні, м'язові та нервову тканини.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Розгляньте малюнки, дізнайтеся, що означають такі слова: еритроцити, остеоцити, ентероцити, гепатоцити, міоцити, епітеліоцити, нейрон. Поясніть, у чому виявляються переваги, пов'язані зі спеціалізацією клітин у тілі людини. Які нові можливості з'являються через виникнення різноманіття клітин і тканин? Зробіть висновки.



Вистилають слизову оболонку тонкої кишки

Скелет голови (череп)

Спеціалізовані клітини в тілі людини

Епітеліальні тканини розташовані там, де організм контактує із зовнішнім середовищем — вистилають слизові оболонки та покривають тіло зовні. Основу епітелію формують клітини, щільно з'єднані між собою. Міжклітинна речовина практично відсутня. Така будова епітеліальної тканини забезпечує захисну та бар'єрну функції (мал. 1.3). Епітеліальна тканина також виконує й інші функції в організмі, зокрема секреторну (залозистий епітелій), всмоктувальну (епітелій кишки) та ін.

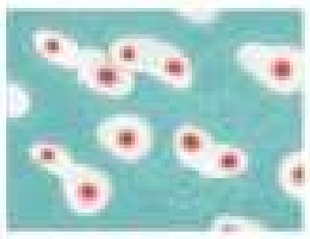
Сполучні тканини є дуже різноманітними: кісткова — тверда, хрящова — пружна, кров і лімфа — рідкі. Ці тканини мають багато міжклітинної речовини (мал 1.4, с. 8). Сполучні тканини виконують опорні, захисні, трофічні, запасальні, з'єднувальні та багато інших функцій.

М'язові тканини забезпечують рух. Вони побудовані зі спеціалізованих клітин — **міоцитів**, які сприймають сигнали від нервової системи й відповідають на нього скороченням. М'язові тканини за особливостями їхнього розташування, будови й функцій поділяють на дві групи: **непосмуговану** (гладеньку) і **поперечно-посмуговану**, яка буває скелетна та серцева (мал. 1.5, с. 8).

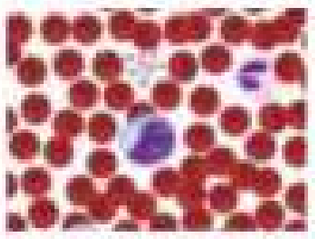


Мал. 1.3. Види епітелію

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



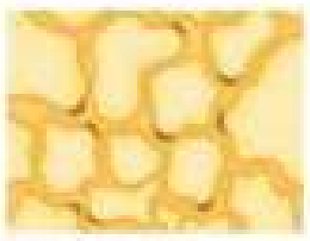
Хрящова



Кров

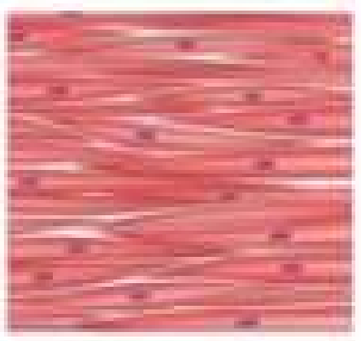


Кісткова

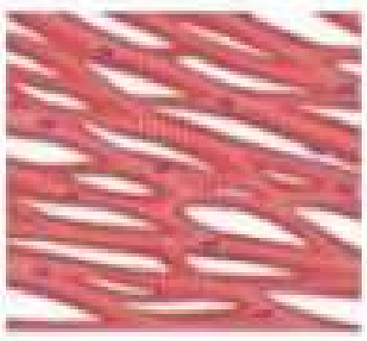


Жирова тканина

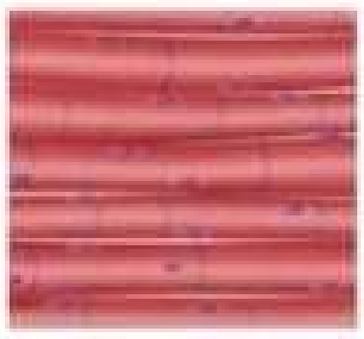
Мал. 1.4. Сполучні тканини



Непосмугована



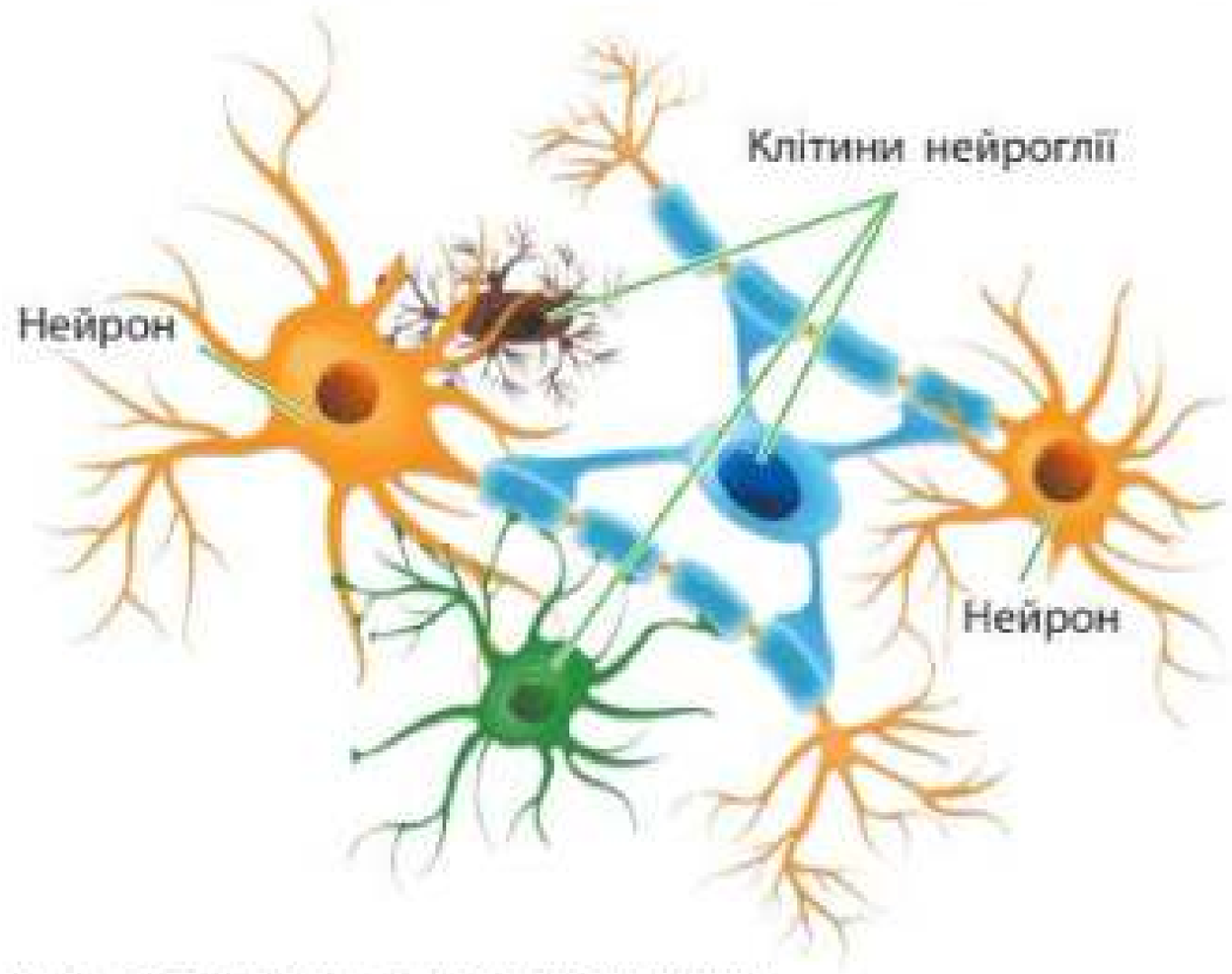
Посмугована серцева



Посмугована скелетна

Мал. 1.5. Види м'язових тканин

Нервова тканина формує нервову систему, яка здійснює регуляцію процесів в організмі. Основними її клітинами є **нейрони** — високоспеціалізовані клітини, які здатні генерувати, передавати й приймати електричні нервові імпульси. Вони оточені клітинами нейроглії, що їх підтримують і обслуговують (мал. 1.6).



Мал. 1.6. Будова нервової тканини

Лабораторне дослідження «Будова й функції епітеліальних та сполучних тканин»

1. Використовуючи постійні мікропрепарати чи надані вчителем або вчителькою зображення, розгляньте мікропрепарати: а) епітеліальної тканини; б) пухкої або щільної сполучної тканини; в) жирової тканини.
2. Замість висновків складіть таблицю, у якій зазначте тип тканини, форму, назву її клітин, кількість міжклітинної речовини, виконувані функції.

Запитання і завдання

1. Чим відрізняється клітина одноклітинного організму від клітини, яка входить до складу багатоклітинної істоти?
2. Які функції виконують органели тваринної клітини?
3. Чому клітини епітеліальних тканин щільно прилягають одна до одної? З якими функціями це пов'язано?

Опорні точки

Організм тварини та людини побудований із клітин, які об'єднуються в тканини: епітеліальні, сполучні, м'язові й нервову.

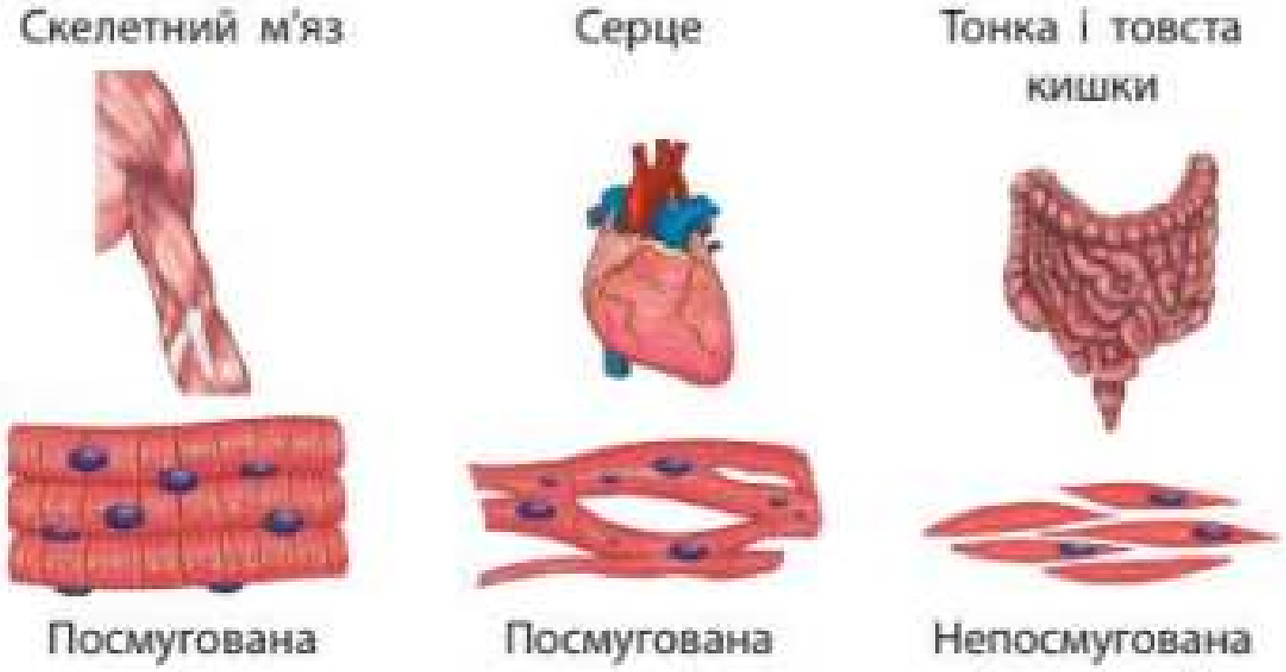
Проект підручника видавництва «Ранок»

§2. Органи та фізіологічні системи організму людини й тварин

Органи організму людини

Клітини утворюють тканини, які об'єднуються й формують різні органи. Термін «орган» походить від давньогрецького слова «знаряддя» або «інструмент». Саме органи організму тварин і людини є тими «інструментами», завдяки яким відбуваються важливі процеси життєдіяльності.

Будь-який орган побудований із декількох тканин. Наприклад, скелетний м'яз і серце формують сполучна тканина та різні типи посмугованої м'язової тканини: скелетної чи серцевої. Стінки кишки складаються зі сполучної, гладенької м'язової та епітеліальної тканин (мал. 2.1).



Мал. 2.1. Розташування різних м'язових тканин

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Ви вже маєте певну уяву про деякі функції свого тіла. Наприклад, серце часто описують як орган, який завжди працює й ніколи не відпочиває. Справді, можна прислухатися й почути власне серце будь-якої хвилини.
Але як можна дізнатися про справжню роботу серця й переконатися, що воно не відпочиває? А може, відпочиває? Якщо відпочиває, то в який спосіб? Навіщо нам потрібні наукові знання щодо будови й функціонування органів власного тіла?

Анатомія — наука, яка вивчає форму й будову організму та окремих органів.

Орган — це частина тіла, яка складається з кількох тканин і виконує певні функції.

Фізіологічні системи організму людини та тварин

Для виконання функцій органи об'єднуються у фізіологічні системи, які разом формують цілісний організм. Тобто організм людини та тварин — складна багаторівнева біологічна система. Визначають такі рівні його організації: молекулярний, клітинний, тканинний, органний і організмовий.

Відеоурок «Із чого складається організм людини» rnk.com.ua/107961

Проект підручника видавництва «Ранок»

Фізіологія — наука, яка вивчає процеси життєдіяльності й роботу цілісного організму.

Організм — це жива істота, яка має всі властивості живого. Він підтримує особливості своєї будови та організації й передає їх у процесі розмноження.

В організмі людини виокремлюють такі системи органів: опорно-рухову (скелетну і м'язову), травну, дихальну, видільну, кровоносну (серцево-судинну), лімфатичну, імунну, ендокринну, статеву, нервову, сенсорні системи.

Фізіологічна система — це сукупність органів, що спільно забезпечують окремі процеси життєдіяльності, наприклад, дихання, кровобіг, рух тощо.

Індивідуальна робота

Прочитайте фрагмент статті, використавши перекладач для незнайомих слів. Які фізіологічні системи описані в тексті? Які функції вони виконують? Обґрунтуйте взаємозв'язки між фізіологічними системами та їхніми функціями.

The musculoskeletal system is an organ system that provides the framework, support, form and movement of the body. The respiratory system is a system that introduces respiratory gases to the organism and performs gas exchange. The digestive system is a system that processes food and extracts nutrients.

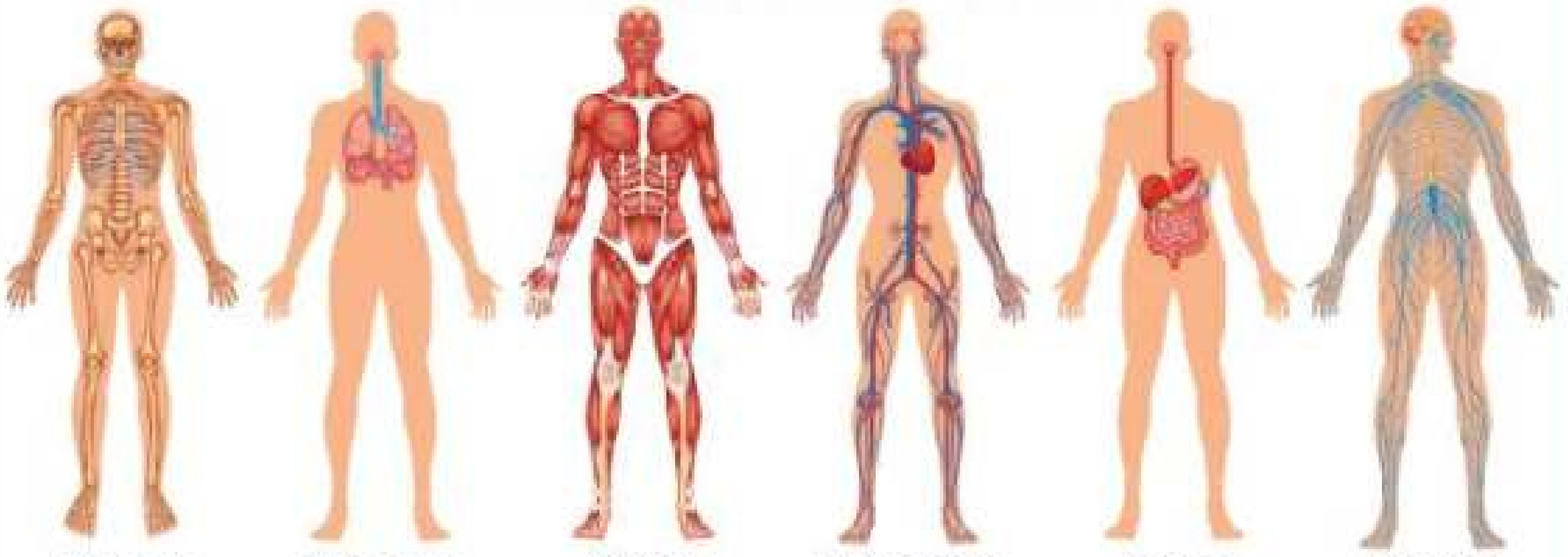
Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

Як різні фізіологічні системи працюють в організмі людини, яка, скажімо, біжить марафон? Зверніть увагу, як узгоджена їхня робота.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Розгляньте малюнки. Оберіть дві відомі вам фізіологічні системи й поясніть, які функції вони виконують і як вони пов'язані між собою. Зробіть висновки.

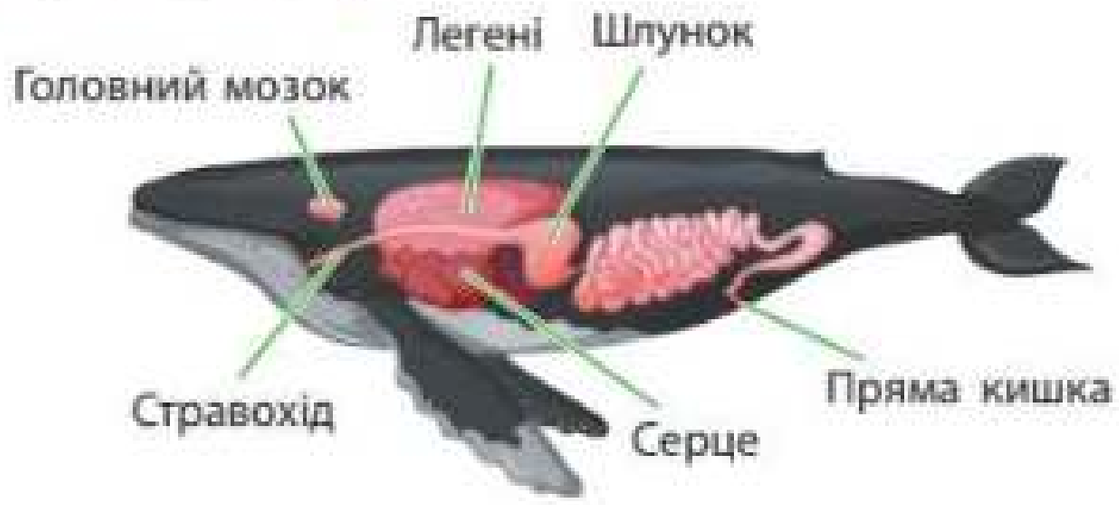
Фізіологічні системи організму людини



Проект підручника видавництва «Ранок»

Завдання

Розгляньте малюнки й увідповідніть підписи з термінами англійською мовою.
Перекладіть з англійської назви органів тварин і людини: brain, esophagus, trachea, lungs, heart, stomach, liver, spleen, rectum, spinal cord, kidney.





Відкритий мікрофон. Що я знаю про своє тіло та його зміни: який у мого тіла тип симетрії, розмір одягу та взуття, як із часом змінюється мій зріст?

Антропометрія — це метод дослідження, який полягає у вимірюванні тіла людини та його частин із метою з'ясування особливостей фізичної будови.

Запитання і завдання

1. Як побудовані органи організму тварини та людини?
2. Які тканини формують скелетні м'язи? Які тканини формують мозок?
3. Клітина, тканина, орган, організм є системами. Що в них спільного і в чому виявляється їхня різниця?
4. Чи може якась структура бути одночасно і системою, і компонентом системи? Відповідь обґрунтуйте.
5. Чому клітини епітеліальних тканин щільно прилягають одна до одної? З якими функціями це пов'язано?

Опорні точки

Організм тварин — це багаторівнева система, яка складається з клітин, компонентами яких є органели. Самі клітини є складниками тканин, тканини формують органи, які об'єднуються у фізіологічні системи. Так утворюється організм.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Тема 2

РУХ ЯК ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

§3. Рух як властивість живого. Еволюція опорно-рухового апарату хордових тварин

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Ваш шкільний урок триває 45 хвилин. Якщо це не урок фізкультури, то ви в цей час дещо обмежені в рухах. На перерві хочеться рухатися активніше. А якщо вас попросять посидіти 10 хвилин не рухаючись, це виявиться непростим завданням. Чому? Яке значення має в житті можливість рухатися?

Рух як властивість живого

Рух є одним із засобів адаптації живих організмів до середовища існування (схема 1). Завдяки руху організми можуть переміщуватися, захищатися, спілкуватися, здобувати їжу, будувати житло.



Схема 1. Рух як приклад адаптації живих організмів до середовища існування

Проект підручника видавництва «Ранок»

Робота в групі

Розгляньте схему зі способами пересування організмів. Охарактеризуйте види пересування та наведіть 3–4 приклади тварин, які так рухаються. Порівняйте результати свого дослідження з даними таблиці «Способи пересування (локомоції) тварин» (див. інформацію під QR-кодом).

Таблиця «Способи пересування (локомоції) тварин» rnk.com.ua/107962

Рух окремих клітин здійснюється за допомогою джгутиків, війок і виростів цитоплазми. Перетікання цитоплазми з утворенням **псевдоніжок** забезпечує **амебоїдний рух** клітини. Так рухаються не лише амеби, але й, наприклад, лейкоцити людини. Переміщення за допомогою джгутиків і війок називається **миготливим рухом**. Його використовують одноклітинні джгутикові організми та інфузорії. У людини так рухаються сперматозоїди та працюють війки миготливого епітелію. У багатоклітинних тварин у процесі еволюції утворилася опорно-рухова система, основними складниками якої є скелет і м'язи. М'язові клітини забезпечують **м'язовий рух**.

Рослинам і грибам також притаманні рухи, й більшість із них є результатом процесів росту (див. інформацію під QR-кодом).

Довідка. Брак рухової активності призводить до **гіподинамії** і — як наслідок — до порушення роботи майже всіх фізіологічних систем організму людини. Гіподинамія виникає внаслідок того, що людина багато часу проводить у нерухомих положеннях за комп'ютером, телевізором та ін. Враховуючи це, треба обов'язково щодня знаходити час для корисного активного руху.

Інформація про способи руху рослин rnk.com.ua/107963

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Медуза, пінгвін і акула спритно рухаються у воді. Які види руху вони використовують? Хто з них, на вашу думку, краще пристосований до водного середовища? Які спільні ознаки є в цих дуже різних за своєю будовою й походженням тварин?







Відкритий мікрофон

Які рухи дають змогу людині грати у футбол і водне поло? До яких умов проведення гри людина пристосована краще? Які проблеми з рухом постають у процесі гри в поло? У якій грі треба докладати більше зусиль, щоб дістатися м'яча чи високо підстрибнути?





Проект підручника видавництва «Ранок»

Опорні (скелетні) структури

У більшості організмів є опорні (скелетні) структури. Це тверді й водночас пружні утворення, у складі яких містяться неорганічні та органічні речовини (схема 2). Опорні структури необхідні для підтримання тіла, захисту внутрішніх органів і забезпечення руху.



Скелет губок утворений із кремнезему (силіцій (IV) оксид), або вапняку (кальцій карбонат), або органічних речовин



Скелети коралових поліпів утворені з вапняку (кальцій карбонат)



Покриви членистоногих майже наполовину складаються з вуглеводу хітину та зміцнені спеціальними білками



Кістки хребетних містять гідроксилапатит, до складу якого входить кальцій ортофосфат

Схема 2. Із чого складаються опорні структури організмів

У членистоногих і деяких молюсків формується **зовнішній скелет**. Усі хордові тварини мають **внутрішній скелет**. Із появою скелета виникли й більш спеціалізовані м'язи, що мають змогу прикріпитися до твердої опори. Тому скелет суттєво підвищив швидкість і точність рухів.

Поділіться своїми думками

Розгляньте світлини. Який скелет, зовнішній чи внутрішній, має кожна із цих тварин? Наведіть свої приклади тварин із зовнішніми та внутрішніми скелетами. Як ви вважаєте, які фактори визначають розміри тварин? Дізнайтеся, чому немає комах, які були б завбільшки два метри.



Відкритий мікрофон

Пригадайте, хто такий ланцетник. Які переваги йому надає наявність хорди?

Еволюція опорно-рухового апарату хордових тварин

У всіх хордових тварин внутрішній скелет закладається у вигляді гнучкого пружного тяжу над кишковою трубкою — **хорди**. У деяких тварин вона зберігається впродовж усього життя. До таких тварин належить ланцетник.

Проект підручника видавництва «Ранок»

В інших груп хордових тварин у процесі розвитку хорда заміщується на хрящовий або кістковий скелет. Основою скелета хребетних тварин є **хребет**, утворений окремими **хребцями**. Хребет є більш міцним утворенням, ніж хорда, що дає змогу збільшити розміри тіла. Те, що хребет складається з окремих хребців, сприяє гнучкості й активним рухам тварин.

РИБИ. Скелет риб поділяється на хребет, череп, скелет кінцівок (плавців) і їхніх поясів. У хрящових риб скелет складається з хрящової тканини, а в кісткових риб — із хрящової та кісткової.

У риб починається **диференціація хребта на відділи: тулубовий і хвостовий.** Хребці утворюють захисний **хребцевий канал** для спинного мозку. Для захисту головного мозку й органів чуття формується **череп.** На голові утворюються **щелепи,** які забезпечують захоплення й утримання їжі. Виникають **кінцівки** — парні грудні та черевні плавці.

На відміну від хрящових, **у кісткових риб є зяброві кришки.** Це пласкі шкірясті або кісткові структури, які прикривають зовні зяброві щілини й беруть участь у диханні, забезпечуючи рух води до зябрового апарату.

Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

Порівняйте можливості зовнішнього і внутрішнього скелетів. Які тварини мають кращий захист: ті, у яких скелет є зовнішнім, чи ті, скелет яких є внутрішнім? Що буде відбуватися в процесі збільшення розмірів тварини з внутрішнім і зовнішнім скелетом? Які тварини будуть за такої умови краще захищеними? Порівняйте ваші відповіді зі схемами (див. інформацію під QR-кодом).

Можливості зовнішнього та внутрішнього скелетів
rnk.com.ua/108584

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Розгляньте малюнок. Поясніть, чим відрізняються й чим схожі скелети хрящових і кісткових риб. Як скелет забезпечує адаптацію риб до життя у водному середовищі?

Скелет хрящової риби (акула)



Скелет кісткової риби



Проект підручника видавництва «Ранок»

Поділіться своїми думками

Відомо, що в процесі розвитку амфібій відбувається метаморфоз. Пуголовок, який живе у воді й дуже схожий на рибу, перетворюється на дорослу жабу, яка вже може існувати на суходолі. Які зміни відбуваються зі скелетом пуголовка в період метаморфозу? Як пристосований до життя на суходолі скелет жаби?

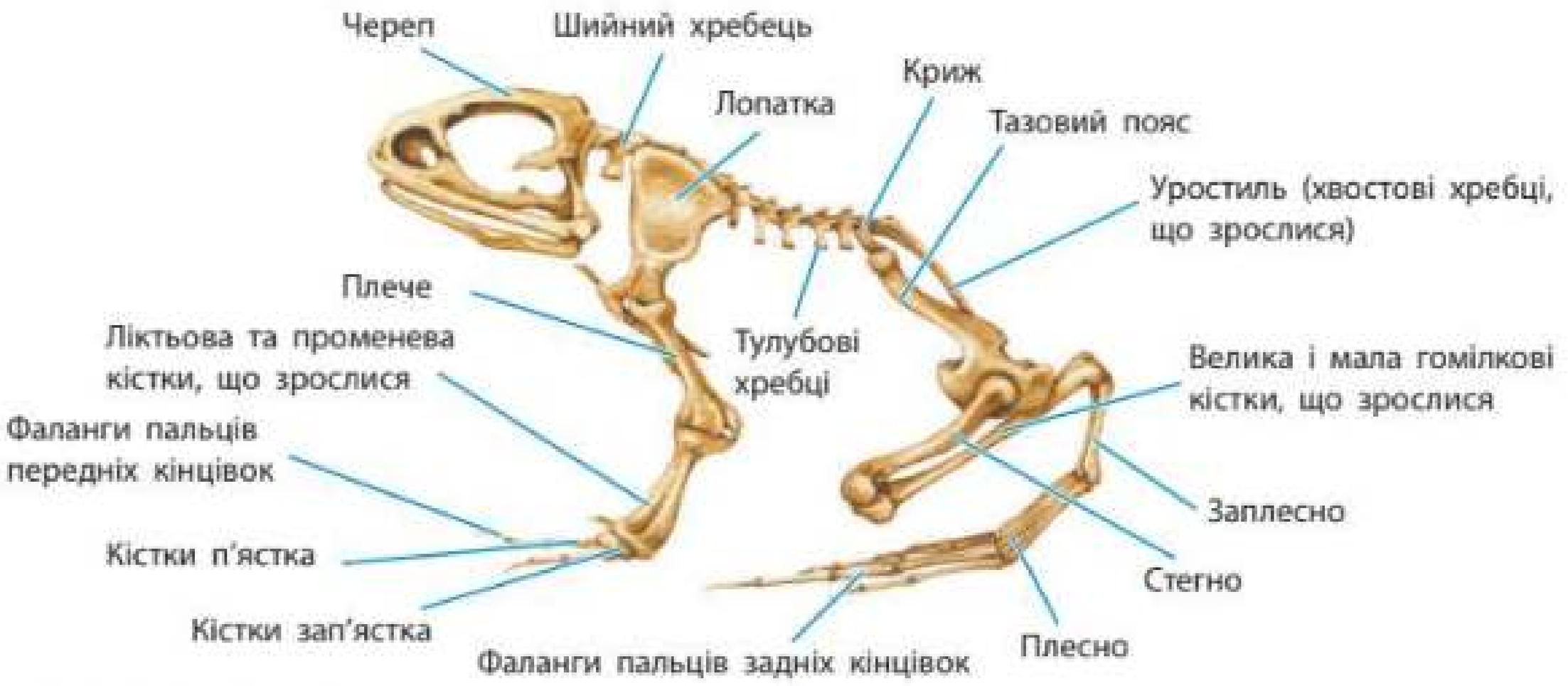
АМФІБІЇ (ЗЕМНОВОДНІ). З виходом амфібій на суходіл будова скелета ускладнюється. У хребті з'являються чотири відділи: **шийний, тулубовий, крижовий, хвостовий.** У шийному відділі є лише один хребець, але він забезпечує рухливість голови (піднімання й опускання).

Для пересування на суходолі суттєво змінюється будова кінцівок. Змінюються пояси кінцівок, які прикріплюють кінцівки до тулуба й забезпечують їхню рухливість.

Скелет поясу передніх кінцівок: парні лопатки, парні ключиці, парні воронячі кістки.
Скелет поясу задніх кінцівок: кістки таза.

Скелет передніх кінцівок: плечова, дві кістки передпліччя (ліктьова й променева), кістки кисті (зап'ястка, п'ястка, фаланги пальців).

Скелет задніх кінцівок: стегнова кістка, дві кістки гомілки (велика й мала гомілкові), кістки стопи (мал. 3.1).



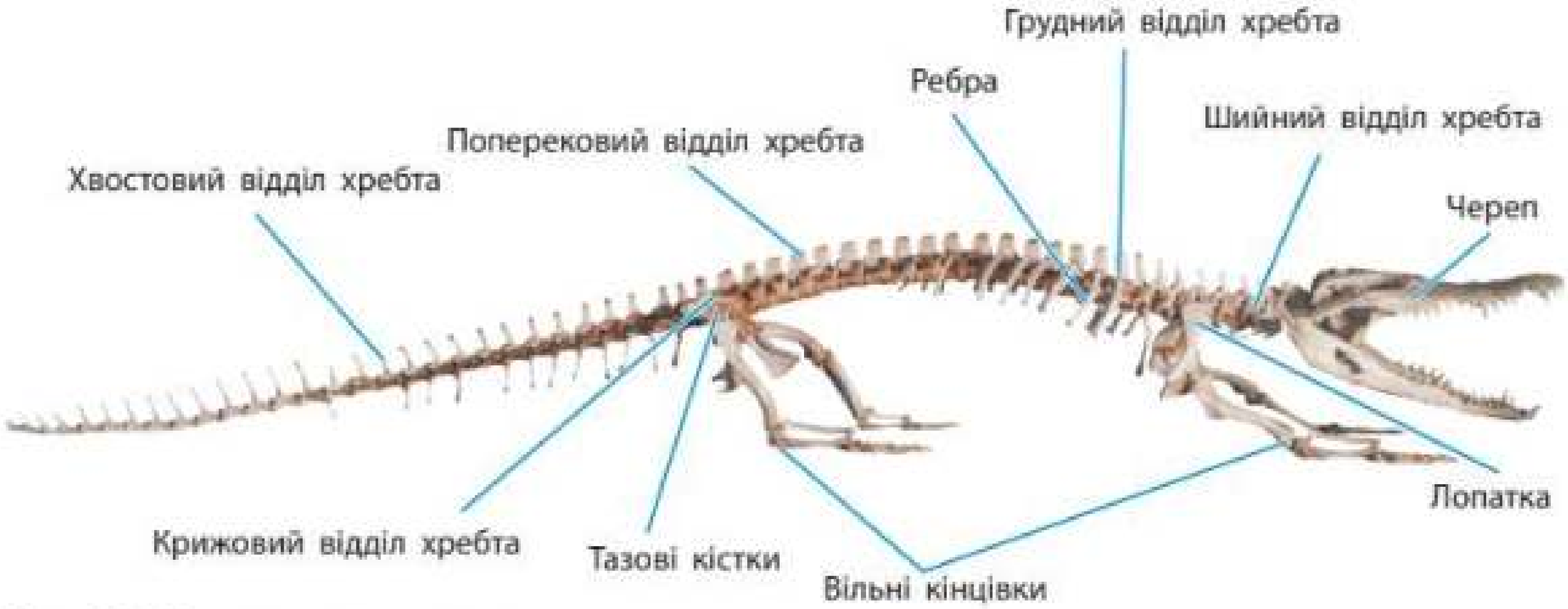
Мал. 3.1. Скелет жаби

Відкритий мікрофон

Які особливості скелета рептилій сприяють адаптації до життя на суходолі? Яке значення має поява справжньої грудної клітки в скелеті рептилій?

РЕПТИЛІЇ (ПЛАЗУНИ). Хребет рептилій розділений на п'ять відділів: **шийний, грудний, поперековий, крижовий** і **хвостовий** (мал. 3.2). Хребці шийного відділу забезпечують рухи голови вверх-униз і в боки. **Довга гнучка шия** та посилення рухливості голови мають велике значення в процесі добування їжі та орієнтування.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Мал. 3.2. Будова скелета крокодила

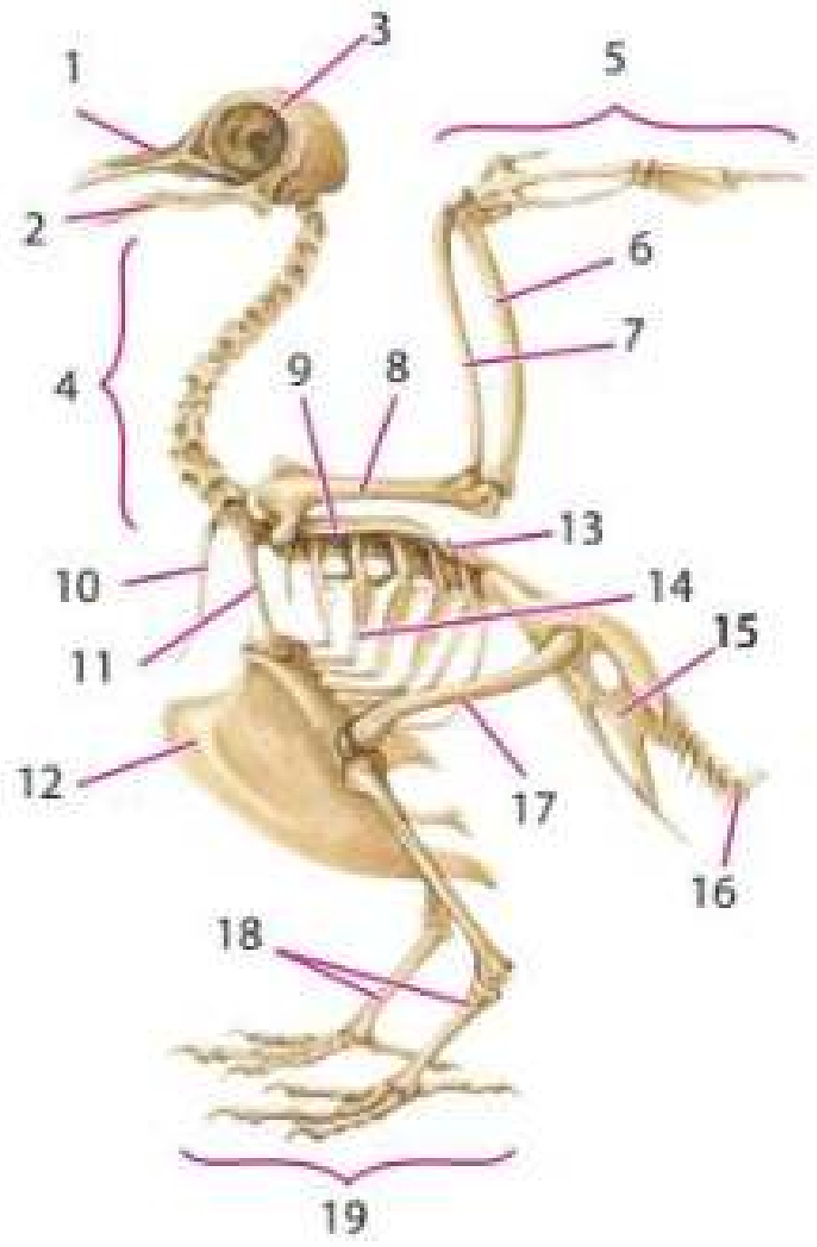
У рептилій з'являється **грудна клітка**, яка формується з хребців грудного відділу хребта, ребер і грудини (грудини немає в змій). Завдяки грудній клітці рептилії мають змогу забезпечувати ефективну вентиляцію легень.

План будови вільних кінцівок схожий на такий у земноводних.

ПТАХИ. Скелет птахів за принципом будови є схожим на скелет рептилій, але він пристосований до польоту, тож має низку суттєвих відмінностей, із якими ви детально знайомилися в курсі біології 7-го класу.

Робота в групі

Пригадайте особливості будови скелета птахів і випишіть основні пристосування до польоту. Розкажіть про адаптації скелета птахів до польоту, починаючи відповідь: «Це пристосування зумовлено тим, що...»



Будова скелета голуба:
1 — верхня щелепа; 2 — нижня щелепа; 3 — череп; 4 — шийні хребці; 5 — кисть; 6 — ліктьова та 7 — променева кістки передпліччя; 8 — плечова кістка; 9 — лопатка; 10 — вилочка (зрослі ключиці); 11 — вороняча кістка; 12 — кіль; 13 — зрослі тулубові хребці; 14 — ребра; 15 — таз; 16 — пігостиль; 17 — стегно; 18 — цівка; 19 — пальці

ССАВЦІ. Будова скелета ссавців (мал. 3.3, с. 18) у цілому подібна до рептилій. Він розділяється на відділи: скелет голови (череп), скелет тулуба (хребет і грудна клітка), скелет поясів кінцівок, скелет вільних кінцівок. **У шийному відділі ссавців 7 хребців.** Є тверде піднебіння, яким носова порожнина відділена від ротової порожнини. На відміну

Проект підручника видавництва «Ранок»

від плазунів, **кінцівки в ссавців розміщені під тулубом.** Тому вони високо піднімають тіло над землею, за такої умови їхні кінцівки є більш рухливими й здатними до складних рухів.



Мал. 3.3. Будова скелета собаки

Запитання і завдання

1. Чим скелет кісткових риб відрізняється від скелета хрящових риб? Поясніть, яке значення це має для пристосованості.
2. Які особливості скелета амфібій сприяли опануванню ними суходолу?
3. Чим скелет рептилій відрізняється від скелета амфібій? Як ці відмінності сприяють опануванню наземно-повітряного середовища?
4. Які особливості має скелет ссавців порівняно з плазунами?
5. Яке значення для пристосування організмів мають такі особливості скелета: а) поява щелеп, б) поява зябрових кришок, в) довга рухома шия, г) тверде піднебіння в ссавців, д) грудна клітка, е) хвіст, ж) кіль.

Опорні точки

У перших хордових тварин виникає хорда. У наступних груп хордових вона заміщується на хрящовий, а потім — кістковий хребет. Формуються череп і щелепи. З виходом на суходіл диференціюються відділи хребта, розвиваються кінцівки, з'являється грудна клітка.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 4. Будова, функції та особливості скелета людини

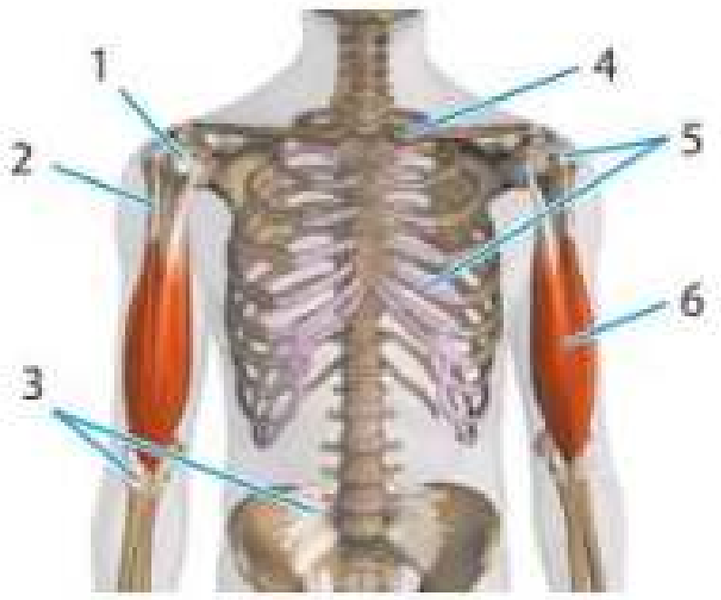
Будова опорно-рухової системи людини

Опорно-рухова система людини дає опору тілу, зумовлює його форму, забезпечує рух, а також захист внутрішніх органів. Такі її компоненти, як кістки, хрящі, зв'язки, сухожилля та ін., утворені сполучною тканиною. М'язи складаються з посмугованої м'язової та сполучної тканин. В опорно-руховій системі людини кістки є пасивною, а скелетні м'язи — активною частиною, яка забезпечує рухи кісток.

Індивідуальна робота

Запишіть назви компонентів опорно-рухової системи людини англійською мовою, знайдіть переклад і прослухайте правильну вимову цих слів. Увідповідніть цифрові позначення на малюнку з назвами компонентів.

A. Bone
B. Muscle
C. Cartilage
D. Ligament
E. Tendon
F. Articular capsule



Кістка — це основна структурна одиниця скелета. Функціями кісток є забезпечення опори, руху та захисту життєво важливих органів.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

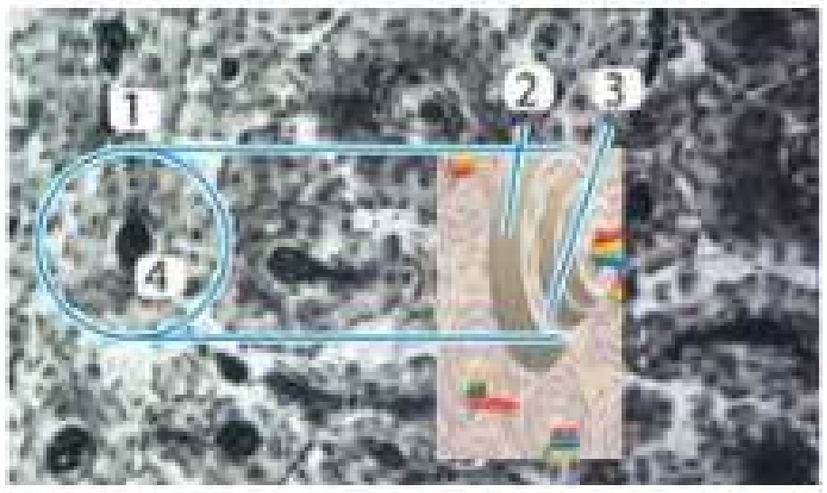
У міфології різних народів існує багато згадок про велетнів. У слов'ян Святогор — це «велетень вище лісу, його заледве носить Земля-Мати». Від його ходи вона здригається, ліси пригинаються, а річки виходять із берегів. Поміркуйте, чи могли б на Землі існувати люди-велетні, що пересуваються на двох кінцівках? Відповідь обґрунтуйте.

Дослідження кісткової та хрящової тканини

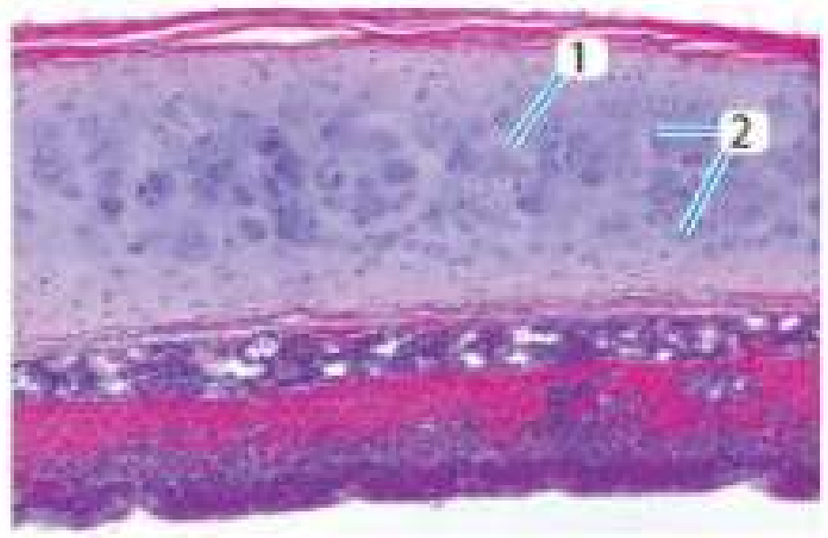
Вам знадобляться зафарбовані постійні препарати тканин із колекції кабінету біології або їхні зображення, отримані за допомогою світлового мікроскопа.

1. Розгляньте препарати кісткової та хрящової тканин. Порівняйте їх із зображеннями, поданими нижче (с. 20). Знайдіть усі позначені на малюнках елементи будови тканин.

Проект підручника видавництва «Ранок»



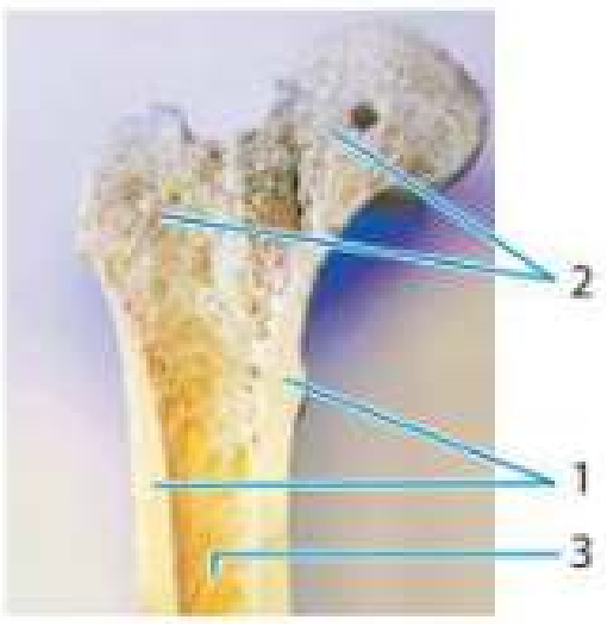
1 Остеон — одиниця будови кісткової тканини
2 Кісткова пластинка — тверда міжклітинна речовина
3 Остеоцит — клітина кісткової тканини
4 Канал остеону, у якому розташовані кровоносні судини та нерви



1 Міжклітинна речовина — пружний гель з органічних речовин (білки та вуглеводи) і солей Кальцію
2 Хондроцити — клітини хряща

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Порівняйте малюнок, який утворюють перекладинки губчастої речовини кістки, та будь-яких інженерних конструкцій: Ейфелевої вежі чи арочних конструкцій. Які механічні властивості забезпечує губчаста речовина?
Як і конструкція вежі, кістка може мати порожнини всередині. Навіщо вони потрібні? Чи впливає їхня наявність на міцність кісток?



Будова стегнової кістки:
1 — компактна речовина;
2 — губчаста речовина з червоним кістковим мозком;
3 — порожнина кістки (*жовтий кістковий мозок видалено)

2. Схематично замалюйте й позначте складники остеону та хрящової тканини.
3. Замість висновків складіть таблицю, де зазначте назви тканин, якими клітинами вони утворені, особливості міжклітинної речовини, розташування в організмі та їхні функції.

Остеон — це структурна одиниця кістки, яка складається із системи кісткових пластинок, остеоцитів і каналу, у якому розташовані судини й нерви.

Будова та ріст кісток

Кістка є органом, утвореним переважно кістковою тканиною. Суглобові поверхні кісток вкриті спеціальним хрящем, а інші частини поверхні — шаром сполучної тканини — **окістям.** У товщу кістки проходять судини й нерви.

Кісткова тканина кісток утворює два типи кісткової речовини: компактну, у якої остеони розташовані щільно, та губчасту, яка має кісткові перекладинки з порожнинами між ними. Саме в порожнинах губчастої речовини кістки розміщений **червоний кістковий мозок** — кровотворний орган, у якому утворюються клітини крові.

Усередині трубчастих кісток (стегнова, плечова) є великі порожнини, заповнені сполучною тканиною — **жовтим кістковим мозком,** який містить **жирові включення.**

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Демонстраційне дослідження властивостей кістки

Міжклітинна речовина кісткової тканини складається з органічних речовин (переважно це білок колаген), які легко згоряють у вогні, та неорганічних речовин — солей Кальцію та ортофосфатної кислоти. Нерозчинний у воді кальцій ортофосфат добре розчиняється в хлоридній кислоті.

1. Курячу стегнову кістку помістіть у 5 % розчин хлоридної кислоти або в наполовину розбавлений водою засіб «Туалетне каченя». Зачекайте 20–30 хв. Вийміть кістку й перевірте її механічні властивості.
2. Таку саму кістку затисніть між лещатами пробіркотримача й обережно випалюйте її в полум'ї спиртового пальника. Через 10–15 хв перевірте її механічні властивості.
3. Зробіть висновок, яких властивостей кістці надають органічні речовини, а яких — неорганічні.



Колаген — це органічна речовина, білок, що утворює основу кісткової тканини. Інколи його ще називають осеїн.

Як ростуть кістки?

У новонароджених дітей кістки складаються з хрящової та кісткової тканин. Прошарки хряща всередині кістки поступово наростають і перетворюються на кісткову тканину. Це забезпечує ріст кістки в довжину (мал. 4.1). До 22–26 років внутрішній хрящ кістки повністю вичерпується та заміщується кістковою тканиною, й ріст кісток у довжину припиняється.

Зовні кістка вкрита тонким шаром сполучної тканини — окістям. Внутрішній шар окістя містить клітини, що формують кісткову тканину та забезпечують ріст кістки в товщину. Упродовж життя постійно відбувається руйнування старої та створення нової кісткової тканини — самооновлення кістки. Регулярні фізичні навантаження сприяють утворенню нової кісткової тканини та перебудові кістки таким чином, щоб якомога краще відповідати навантаженням, що на неї діють.

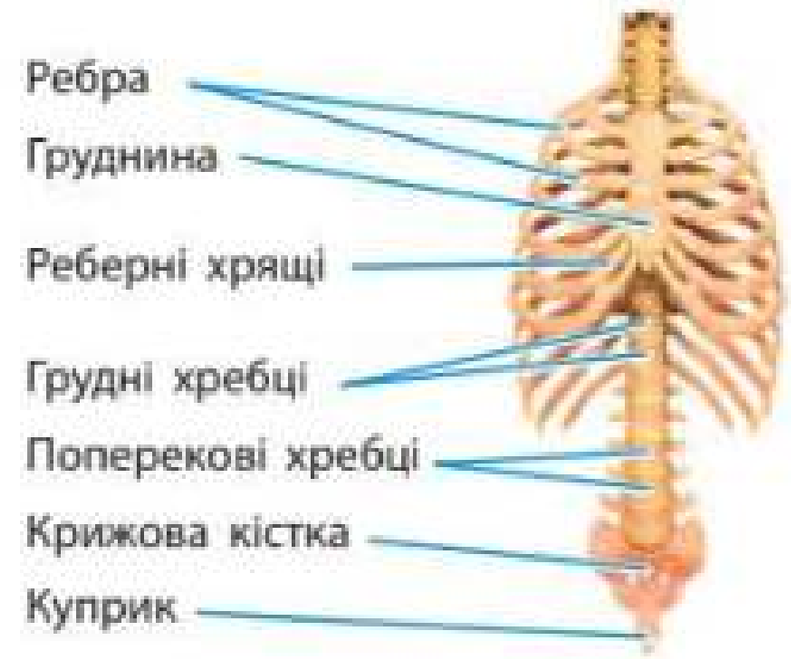


Мал. 4.1. Рентгенограма кісток ноги дитини. Стрілками позначено місця розташування всередині кістки хряща, що забезпечує її ріст у довжину

Відкритий мікрофон

Чому підлітковий вік вважається часом активного формування постави?

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 4.3. Скелет тулуба людини



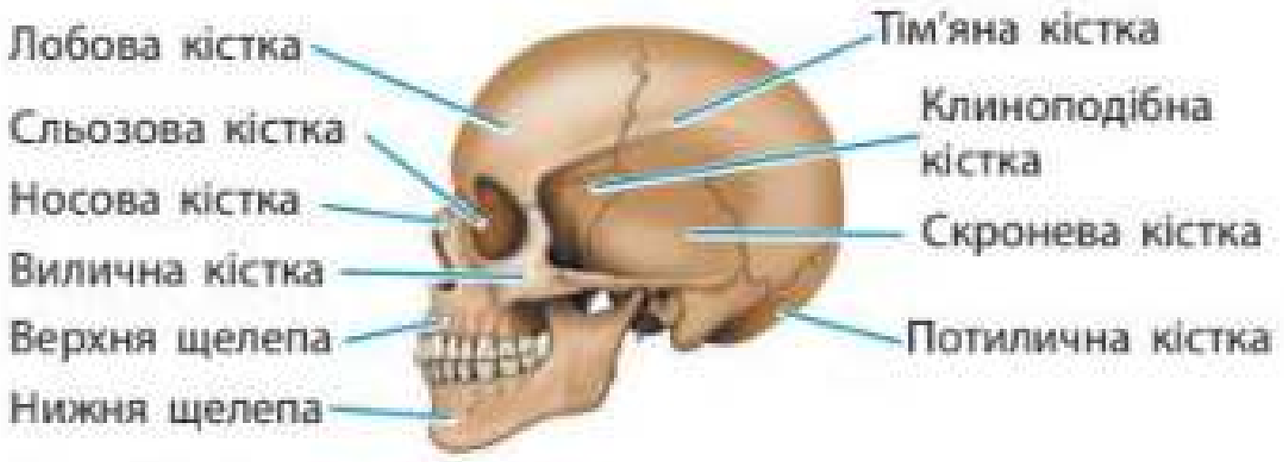
Мал. 4.4. Скелет верхньої кінцівки та її поясу



Мал. 4.5. Скелет нижньої кінцівки та її поясу

Будова скелета людини

Скелет голови, або **череп**, складається з мозкового та лицьового відділів (мал. 4.2).



Мал. 4.2. Скелет голови (череп)

Скелет тулуба об'єднує хребет і грудну клітку. Власне **хребет** — це головна вісь і опора всього скелета. Він складається з окремих хребців, згрупованих у шийний (7 хребців), грудний (12 хребців), поперековий (5 хребців), крижовий (5 хребців) і куприковий (4–5 хребців) відділи. **Грудна клітка** сформована ребрами (12 пар), грудниною та грудним відділом хребта (мал. 4.3).

Скелет поясів кінцівок — це кістки, які приєднують вільні кінцівки до скелета тулуба. Як видно з мал. 4.4 та 4.5, такими кістками є ключиці, лопатки (пояс верхніх кінцівок) і тазові кістки (пояс нижніх кінцівок). Кожна тазова кістка утворена зрослими клубовою, сідничною та лобковою кістками.

Скелет верхньої та нижньої вільних кінцівок схожі за будовою своїх частин: плече / стегно; передпліччя / гомілка; зап'ясток / заплесно; п'ясток / плесно та фаланги пальців.

Форма кісток може бути різною через виконання ними різних функцій. Є **трубчасті кістки** (довгі й короткі), які мають тіло й потовщені кінці (променева, кістки п'ястя). **Губчасті кістки** зверху вкриті тонким шаром компактної речовини, під якою розташована губчаста речовина (ребра). Є кістки, що мають складну форму, різну будову й походження, тому їх називають **змішаними кістками** (потилична). Для зменшення маси **повітроносні кістки** черепа мають порожнину, вистелену слизовою оболонкою й заповнену повітрям (лобова, верхньощелепна).

Проект підручника видавництва «Ранок»

Завдання

Увідповідніть зображені кістки людини (1–4) з їхніми типами: а) коротка трубчаста, б) пласка, в) довга трубчаста та г) змішана. Що розташовано в губчастій речовині кісток? Навіщо трубчасті кістки мають усередині порожнину, заповнену жовтим кістковим мозком?



Особливості з'єднання кісток

Кістки скелета з'єднуються між собою в різний спосіб. Є нерухоме з'єднання, за якого кістки міцно зрослися за допомогою сполучної тканини. Є напіврухоме з'єднання, коли кістки об'єднуються між собою за допомогою хряща, і рухоме з'єднання кісток — суглоб (схема 3).

Суглоби та їхня класифікація

Для забезпечення різних рухів у скелеті існують переривчасті з'єднання кісток — суглоби. Вони забезпечують такі рухи, як-от: згинання, розгинання, обертання, відведення, приведення. Є прості суглоби, утворені двома кістками, і складні суглоби, у яких об'єднуються три й більше кісток.

Суглоб — це рухоме з'єднання двох або більше кісток скелета, яке розділене щілиною, тобто є переривчастим.

Зазвичай в однієї кістки, що утворює суглоб, одна поверхня вігнута й утворює суглобову западину або ямку, а в другої — опукла й має назву суглобової головки. Під час руху одна із суглобових поверхонь є нерухомою, а друга повертається навколо неї. Можливості й особливості руху суглобів визначаються формою їхніх суглобових поверхонь. У скелеті трапляються різні за формою суглоби.

Поділіться своїми думками

Які функції виконує кожен відділ скелета людини? Чому хребці різних відділів хребта різняться між собою? Яка причина того, що хребці крижового відділу хребта зрослися в одну кістку — крижу?



Схема 3. Способи з'єднання кісток

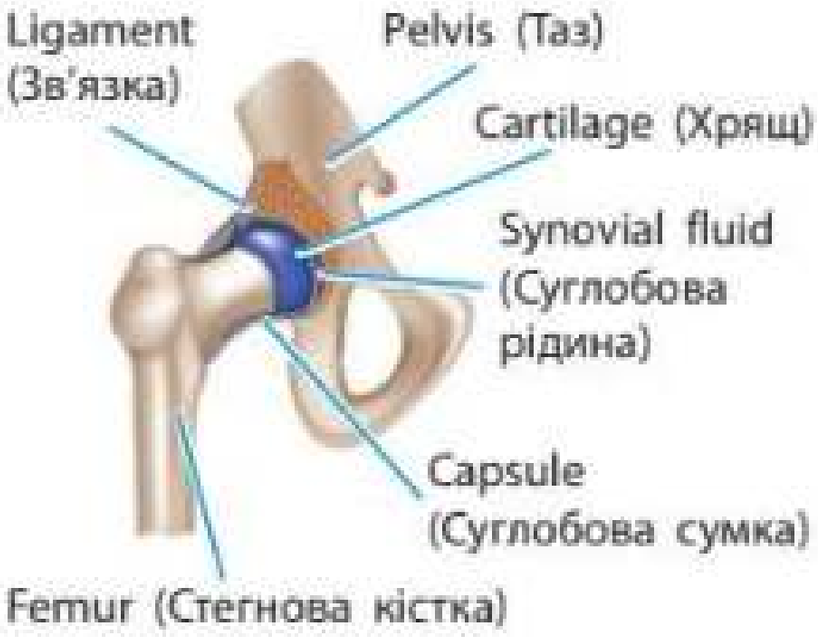
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Індивідуальна робота

Прочитайте текст із використанням словника й дайте відповіді на запитання.

A joint is a location where two or more bones meet. Joints are classified into three categories. Fibrous joints: bones are joined by dense connective tissue, e.g. sutures — stable unmovable joints of bones of the skull. Cartilaginous joints: bones are joined by cartilages, allowing for some movement, e.g. intervertebral discs and costal cartilages. Synovial joints: bones are not directly joined allowing for free movement. A synovial cavity filled with a synovial fluid serves as a lubricant. The bones in the joint are enclosed by an articular capsule and further stabilized by ligaments. The articular surfaces of bones are covered with synovial cartilage to reduce friction.

Які типи з'єднань кісток розрізняють? Які функції вони виконують? Навіщо в суглобах рідина? Для чого суглобові поверхні кісток вкриті гіаліновим хрящем? Яка функція зв'язок?



Робота в групі

Моделювання будови кисті руки та дослідження принципів біомеханіки її роботи.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Під час розкопок археологи знайшли кістки скелета людини, яка жила на території Єгипту 35 тис. років тому. Враховуючи зовнішній вигляд кісток і рентгенівські знімки, вдалося встановити, що кістки належали чоловікові віком 16–18 років, який займався важкою фізичною працею.

Як кістки змогли «розповісти» цю історію?

У чому полягає відмінність кісток чоловіків і жінок або тренованої чи нетренованої людини?

Опорні точки

Опорно-рухова система людини складається зі скелета та м'язів. Її складниками є кістки, хрящі, зв'язки, суглобові сумки, м'язи та сухожилля. Вони виконують опорну, рухову, захисну, кровотвірну та інші функції. Кістки скелета можуть з'єднуватися швами (зрощеннями), хрящами або утворювати суглоби.

Запитання і завдання

1. Маса кісток людини становить близько 16 % від маси тіла. Яку масу має ваш скелет?
2. Поясніть на прикладах, як скелет виконує опорну, формоутворювальну, рухову, захисну та кровотвірну функції.
3. Знайдіть інформацію про цікаві факти щодо скелета. Наприклад, яка кістка в тілі людини найменша, а яка — найбільша. Створіть яскраву інфографіку.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§5. Особливості руху людини. Будова та функції м'язової системи

Особливості руху людини

Рух — одна з основних властивостей живого. Це динамічний процес переміщення тіла в просторі відносно інших тіл або частин тіла одна відносно іншої. Рух забезпечує ходіння, біг, стрибки, підйом вантажів та інші активності людини.

Особливістю рухів людини є **прямоходіння**, яке ще має назву **біпедія**. Предки людей, які жили 6–7 млн років тому в Африканській савані, уже пересувалися на двох кінцівках.

Існує кілька гіпотез, що пояснюють розвиток прямоходіння в предків людини, зокрема: **перехід до життя в саванах** (необхідність спостереження за небезпекою навколо та швидке пересування); **балансування й економія енергії** під час бігу відкритими просторами; **вивільнення передніх кінцівок для праці**, тобто виконання різних маніпуляцій (добування їжі, використання примітивних знарядь, наприклад, палиць і каміння для захисту).

Існують певні морфологічні ознаки, притаманні лише людині чи викопним видам предків людей. До цих ознак належать прямоходіння (біпедія), вільна кисть руки з протиставленим великим пальцем, що здатна до трудової діяльності, і відносно великий високорозвинений мозок.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Деякі тварини постійно пересуваються на двох кінцівках, а людиноподібні мавпи лише час від часу використовують такий спосіб руху.
У яких ситуаціях тваринам вигідне двоноге пересування?
Чому предки людини, перейшовши до життя в умовах савани 7–6 млн років тому, почали використовувати саме такий спосіб руху?



Біпедія (з латини «бі» — два, «пед» — нога) — спосіб локомоції на двох ногах.

Біомеханіка рухів людини

Скелетна система людини побудована, як система важелів різних типів. Пригадайте, що таке важіль і де його використовують.

Кістки-важелі скелета приводять у рух **м'язи**. На мал. 5.1 (с. 26) наведені приклади різних важелів опорно-рухової системи людини порівняно з простими механізмами. Наприклад, **двоголовий м'яз** плеча бере початок від лопатки — кістки, що є точкою опори

Проєкт «Створення та використання штучних кісток, суглобів та біонічних протезів» rnk.com.ua/110454

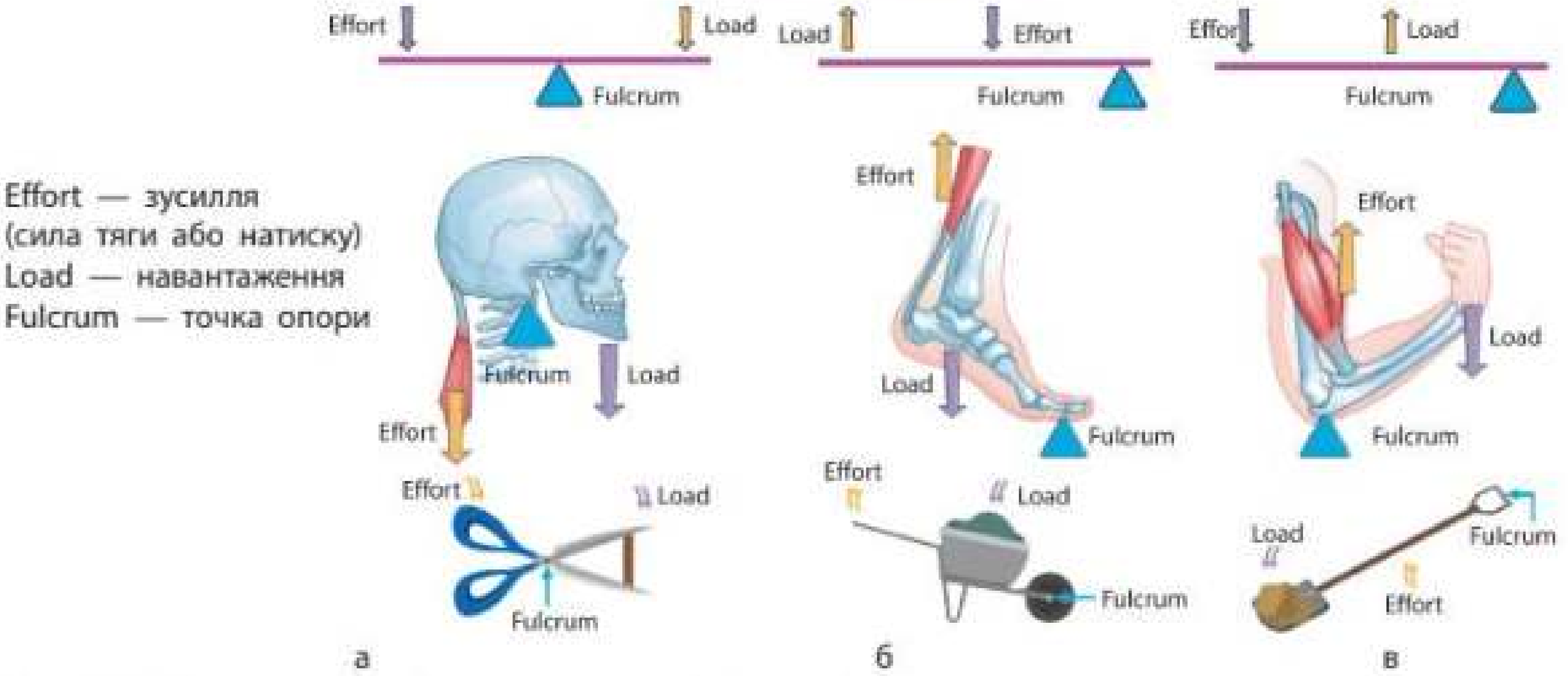
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Робота в групі

Розгляньте приклади важелів в організмі людини та простих механізмів на мал 5.1а і 5.1б. Опишіть їхню роботу за прикладом 5.1в, який наведено в тексті параграфа. За можливості, створіть модель важеля. Презентуйте свої напрацювання в класі.

й залишається нерухомою під час згинання передпліччя. Він прикріплюється до променевої кістки-важеля й приводить її в рух відносно точки опори та плечової кістки (мал. 5.1в). Аналогічно функціонує лопата, коли ми тримаємо її за верхній кінець, а прикладаємо зусилля до середини ручки лопати. У цьому випадку змінюється лише напрямок дії сили. Залежно від позиції точки опори, ми можемо виграти або в силі (опора — нижче середини), або у швидкості (опора — вище середини).

Різновиди важелів



Мал. 5.1. Різновиди важелів в опорно-руховій системі людини та простих механізмах: а — важелі першого типу; б — важелі другого типу; в — важелі третього типу

Завдання

Відкрийте зображення скелетів людини та шимпанзе. Порівняйте особливості будови їхніх скелетів за такими характеристиками:

— вигини хребта;
— розміри, форма, товщина та масивність кісток: тазових, стегнових, великогомілкових;
— форма та вигин стопи;
— співвідношення довжини передніх і задніх кінцівок;
— будова кисті й пальців.

Зробіть висновки про зміни в будові скелета людини та значення цих пристосувань для прямоходіння.

Скелет людини
rnk.com.ua/107967

Скелет шимпанзе
rnk.com.ua/107968

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Будова скелетних м'язів

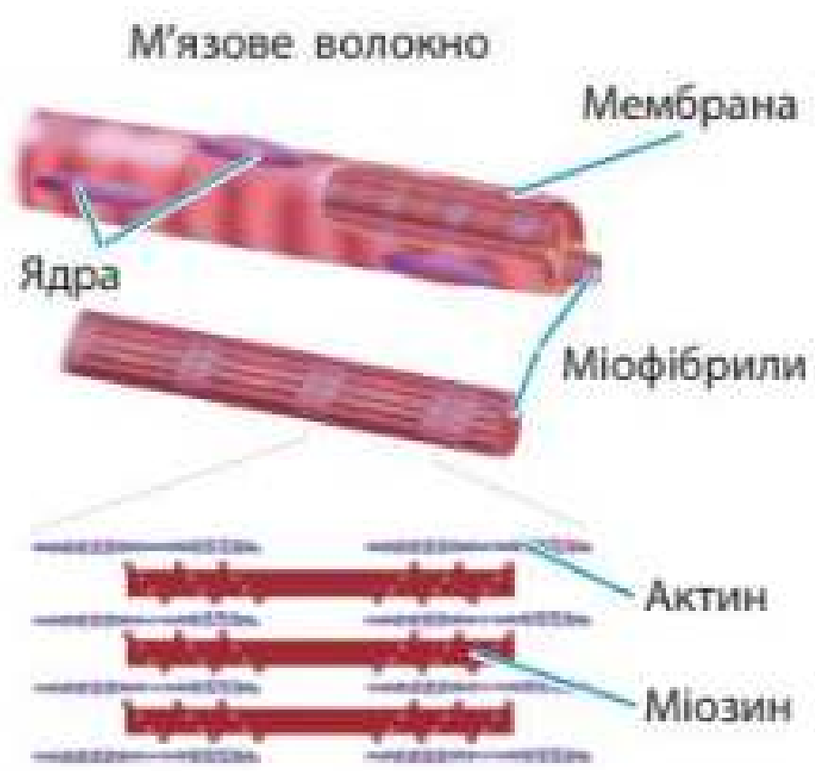
В опорно-руховій системі дорослої людини розрізняють понад 600 м'язів. Кожен із них — це окремий орган, утворений **посмугованою скелетною м'язовою** та сполучною тканинами (мал. 5.2). Скелетна м'язова тканина складається з **м'язових волокон** — багатоядерних «клітин» циліндричної форми (мал. 5.3). Усередині м'язових волокон розміщені **міофібрили** — комплекси білків, що забезпечують скорочення. Головними скоротливими білками є **актин** і **міозин**. Для скорочення міофібрил, а отже, і м'язів, необхідні катіони Кальцію та енергія молекул АТФ.



Мал. 5.2. Будова скелетного м'яза

Дослідження мікроскопічної будови м'язової тканини

1. Замалюйте будову (мал. 5.3) м'язового волокна та зробіть необхідні підписи.
2. Налаштуйте мікроскоп, розгляньте будову посмугованої м'язової тканини на постійних препаратах або скористайтеся готовими зображеннями.
3. На препараті знайдіть м'язові волокна, ядра та поперечну смугастість.
4. У висновках зазначте назву складників м'язової тканини, їхню форму, кількість ядер, розташування цього типу тканини у вашому організмі.



Мал. 5.3. Будова м'язового волокна посмугованої скелетної м'язової тканини

М'язові волокна «склеюються» за допомогою прошарків сполучної тканини в пучки. Пучки м'язових волокон об'єднуються сполучною тканиною щораз у дедалі більші групи. Зовні м'яз вкритий плівкою зі сполучної тканини — **фасцією**, що відмежовує його від інших м'язів і дає змогу скорочуватися незалежно.

Прикріплення м'язів

М'язи прикріплюються до кісток, уплітаючись у них волокнами сполучної тканини або за допомогою **сухожилля** — щільного тяжу сполучної тканини. Сухожилля, яким м'яз бере початок від кістки-опори, — це **головка м'яза**. А те сухожилля, яким він прикріплюється до іншої кістки-важеля, — **хвіст м'яза**. Частина м'яза, що скорочується завдяки м'язовій тканині, називається черевце (мал. 5.4).



Мал. 5.4. Будова двоголового м'яза плеча

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Робота в групі

Використовуючи текст параграфа, мал. 5.5 і довідкову інформацію з мережі «Інтернет», створіть інфографіку «Різноманіття м'язів мого організму». Наведіть по одному прикладу м'яза, який за формою є: веретеноподібним, трикутним, квадратним, ромбоподібним, стрічкоподібним чи коловим; за розміром: довгим, коротким або широким; за функцією: згиначем, розгиначем, відвідним, привідним або обертачем.

Які м'язи за функціями є антагоністами («антонімами») чи синергістами («синонімами»)?

Відкритий мікрофон

Які м'язи та чому особливо розвинені в людини як наслідок прямоходіння та вивільнення передніх кінцівок для праці?

Індивідуальна робота

Перекладіть з англійської мови слова: muscle, delts, pecs, biceps, triceps, quads, calf / calves, glutes, abs; flex / bend / unbend. Знайдіть названі м'язи на мал. 5.5.

Групи скелетних м'язів

М'язи об'єднують у групи за їхнім розташуванням, особливостями будови та функцій (мал. 5.5). Серед **м'язів голови та шиї** розрізняють **мімічні м'язи,** що формують міміку для вираження емоцій. **Жувальні м'язи** кріпляться до нижньої щелепи, здійснюючи жувальні рухи.

До **м'язів тулуба** належать **м'язи грудної клітки** та **діафрагма** (головний дихальний м'яз); **м'язи спини** та **м'язи черевного преса** (утримування внутрішніх органів, повороти).

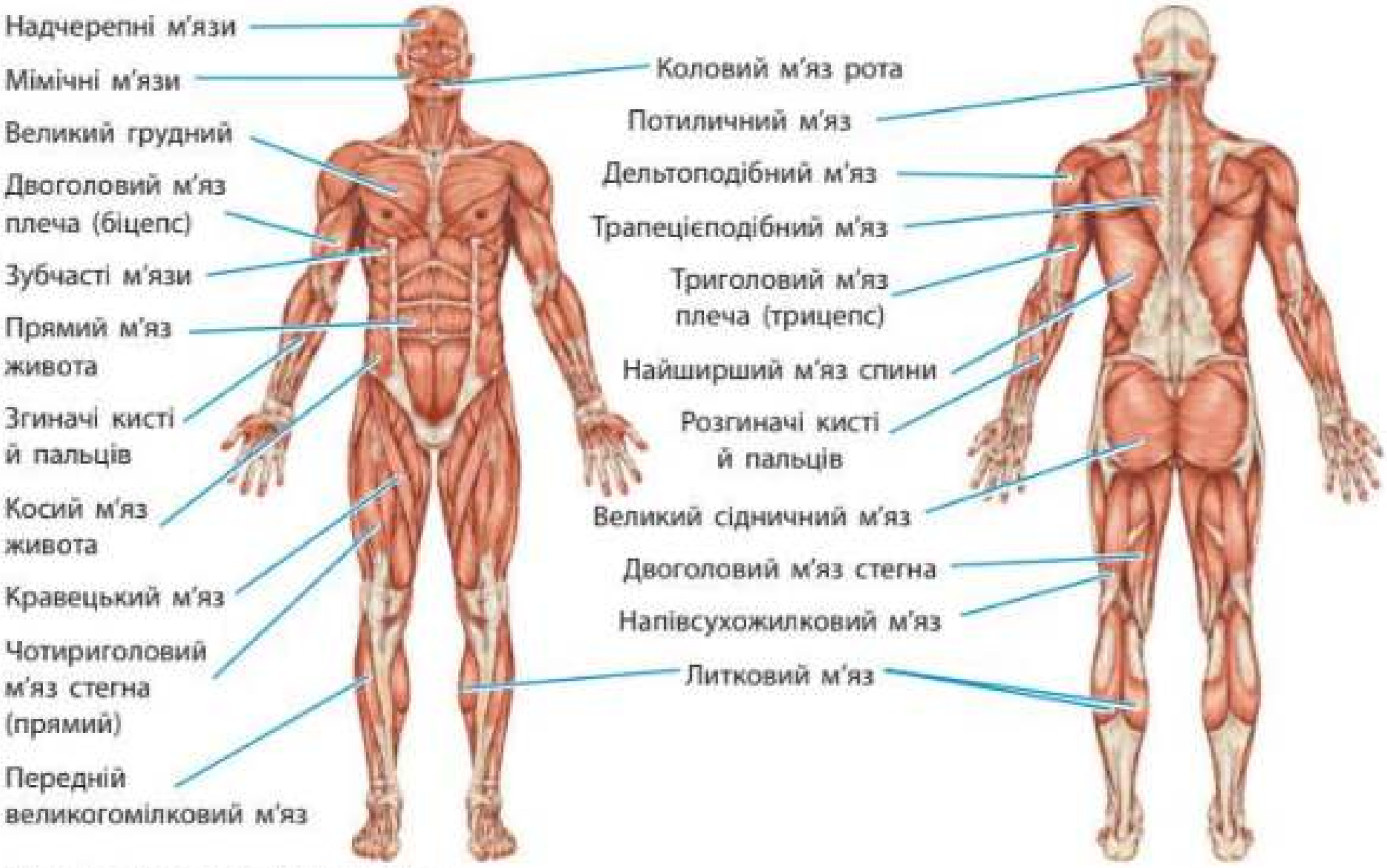
До **м'язів верхніх кінцівок** належать **дельтоподібний м'яз** (відведення руки вбік); **двоголовий м'яз плеча** (згинання плеча й передпліччя в ліктьовому суглобі); **триголовий м'яз плеча** (розгинання плеча й передпліччя в ліктьовому суглобі); **м'язи передпліччя** (згиначі й розгиначі кисті та пальців); **м'язи кисті** (рухи пальців).

Серед **м'язів нижніх кінцівок** найпотужнішими є м'язи, що розгинають нижню кінцівку в суглобах. Вони протидіють силі тяжіння: **великий сідничний м'яз, чотириголовий м'яз стегна** (розгинання гомілки в колінному суглобі) та **литковий м'яз** (підйом стопи вгору «навшпиньки» зі згинанням у гомілковостопному суглобі). До згиначів належить, наприклад, **двоголовий м'яз стегна** (згинання гомілки в колінному суглобі). **М'язи стопи** здійснюють рухи пальців стопи.

Особливості роботи м'язів

Скорочення м'язів потребує енергії, яка витрачається на виконання ними роботи, а решта — розсіюється у вигляді тепла. Постачальниками енергії для скорочення м'язів є молекули АТФ. Вони утворюються під час **клітинного дихання** в мітохондріях. Однак запасів кисню в м'язах і швидкості його надходження з крові вистачає лише на кілька хвилин інтенсивного навантаження. Після зниження рівня кисню м'язи отримують енергію шляхом молочнокислого бродіння глюкози

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Мал. 5.5. Основні м'язи людини

з утворенням молочної кислоти. Так забезпечується тривала робота м'язів за умов нестачі кисню.

Сила м'яза — це максимальне напруження, яке він може розвинути. Вона залежить від кількості міофібрил (білків) і м'язових волокон, що припадають на поперечний переріз м'яза. Виміряти силу м'яза можна за допомогою динамометра або за максимальною масою вантажу, яку він здатен зрушити з місця.

М'язи характеризуються різною **швидкістю скорочення** — повільні або швидкі; **витривалістю**, яка залежить від тренованості м'язів і нервових центрів; і **тонусом** — станом постійного невеликого напруження м'яза, що змінюється залежно від рівня фізичної активності.

М'язи можуть працювати в різному режимі скорочення (мал. 5.6). Якщо м'яз перебуває в постійно напруженому стані, то це **статична робота**. Якщо ж скорочення м'яза чергуються з його розслабленням, то це **динамічна робота**.



Статична робота

Динамічна робота

Мал. 5.6. Різни види роботи м'язів

Проект підручника видавництва «Ранок»

Завдання

Під час виконання вправи людина піднімає гантель масою 8 кг на висоту 50 см. Цю дію вона повторює в три підходи по 20 разів кожен.
Яку кількість енергії для цього витрачає м'яз, якщо його коефіцієнт корисної дії становить 60 %? На що витрачається решта 40 % енергії?
Для розрахунку роботи м'язів можна скористатися формулою роботи A = mgh.

Відкритий мікрофон

Попри стрімку популяризацію здорового способу життя, частина спортивних залів у світі стають неприбутковими. Запропонуйте креативну ідею / ідеї залучення нових клієнтів до спортзалів та зміну моделі їхньої роботи на більш привабливу.

Опорні точки

М'язи приводять у рух частини тіла одна відносно іншої. Вони переважно складаються з посмугованої м'язової тканини, що містить м'язові волокна з міофібрилами. У міофібрилах є скоротливі білки — актин та міозин. Особливістю рухів людини є прямоходіння й розвиток м'язів нижніх кінцівок та тулуба, що протидіють силі тяжіння і є розгиначами. Для нормального розвитку опорно-рухової системи необхідні регулярні фізична активність та збалансоване харчування.

Дослідження

1. Візьміть два однакові предмети вагою до 3 кг (наприклад, гантелі) у дві руки. Однією рукою підніміть предмет і утримуйте його на висоті своїх плечей, а другий — опускайте та підіймайте, згинаючи руку в ліктьовому суглобі.
2. За допомогою телефону виміряйте час, коли швидше настає втома м'язів.
3. Порівняйте результати кількох учнів та учениць. Дайте відповіді на запитання: «Який вид роботи виконують м'язи кожної руки?», «Який із них більш утомливий?», «Як різниться швидкість настання втоми в різних учнів та учениць і як це можна пояснити?».

Після припинення роботи, що спричинила втому м'язів, відбувається їхнє відновлення та оновлення скоротливих білків — актину й міозину. Якщо м'язи впродовж щонайменше кількох тижнів постійно навантажуються динамічною роботою до розвитку втоми, то кількість міофібрил (білків) у м'язових волокнах збільшується. Вони стають товщими, тож зростають об'єм і маса м'язів.

Правила тренування м'язів

- Обов'язкова розминка.
- Оптимальне індивідуальне навантаження.
- Правильна техніка виконання кожної вправи.
- Чергування вправ на різні групи м'язів.
- Поступове збільшення навантаження, його тривалості та кількості повторень.
- Збалансоване харчування, що містить достатню кількість білків (протеїнів) та інших поживних речовин.

Запитання і завдання

1. У складі скелета людини понад 200 кісток, а м'язів — більше ніж 600. Як ви вважаєте, чому м'язів утричі більше ніж кісток?
2. Які особливості опорно-рухового апарату людини з'явилися внаслідок прямоходіння?
3. Чим скелетні м'язи відрізняються від тих, що розміщені у внутрішніх органах?
4. Чи взаємопов'язані ріст м'язів та зміцнення кісток? Чому?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§ 6. Захворювання опорно-рухового апарату та їхня профілактика

Постава. Порушення постави

Кожен / кожна з нас чули фрази: «Не сутулься!», «Випрями спину!», «Сядь рівненько!». Чого від нас хочуть люди навколо? Взагалі-то нам нагадують про нашу поставу, тобто на ту позу, у якій ми зазвичай утримуємо своє тіло. У ній усе важливо: позиція хребта, голови, плечового поясу, рук і ніг.

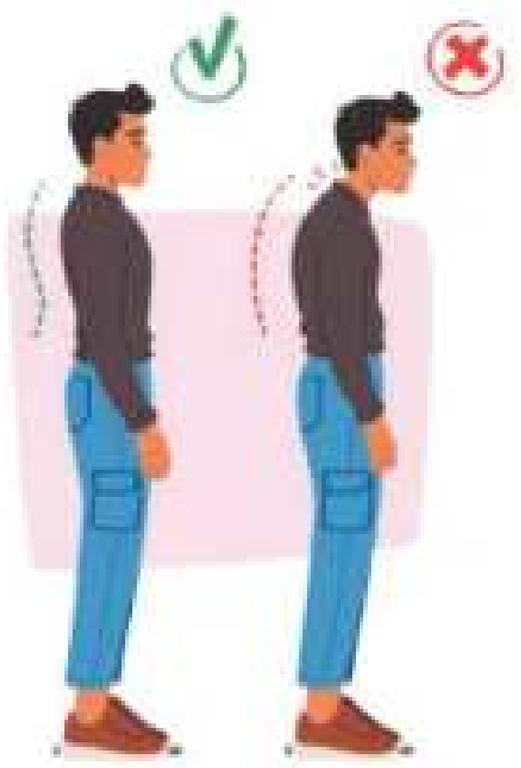
Постава — це звична поза, у якій людина утримує своє тіло, коли стоїть чи рухається.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Коли ви читаєте ці рядки, ви сидите за столом або за партою і не контролюєте пози, у якій перебуває ваше тіло. А якщо зараз ви звернете на неї увагу, то зможете її описати? Це зручна для вас поза чи ні? Чи існують правила, яких треба дотримуватися, коли ви стоїте чи сидите? Якщо так, то які й навіщо вони потрібні?

Правильною є така постава, яка забезпечує підтримання природних вигинів хребта, що уможливлює його амортизаційну функцію. Таких природних вигинів чотири: два вперед — шийний і поперековий лордози, два назад — грудний і крижовий кіфози. Вони спричинені прямоходінням.

Правильна постава передбачає, щоб голова та шия були розташовані вертикально, плечі відведені назад і трохи опущені, а спина — пряма. Таке розташування забезпечує оптимальні умови для роботи внутрішніх органів, тому на правильну поставу треба звертати увагу й піклуватися про неї. Якщо цього не робити, то можуть вигини хребта відхилятися від норми (мал. 6.1), які слід вчасно коригувати (мал. 6.2). Ідеться про такі захворювання опорно-рухового апарату, як-от: кіфоз, лордоз і сколіоз.



Мал. 6.1. Варіанти правильної й неправильної постави

Слово «кіфоз» у перекладі з давньогрецької означає «горбатий», і справді, це надлишкове викривлення верхнього відділу хребта схоже на горб.

А слово «сколіоз» означає просто «викривлення», це бічний вигин хребта.

Слово «лордоз» перекладається з давньогрецької, як «сутулий» або «зігнутий». При



Мал. 6.2. Ортопедичний корсет для корекції неправильної постави

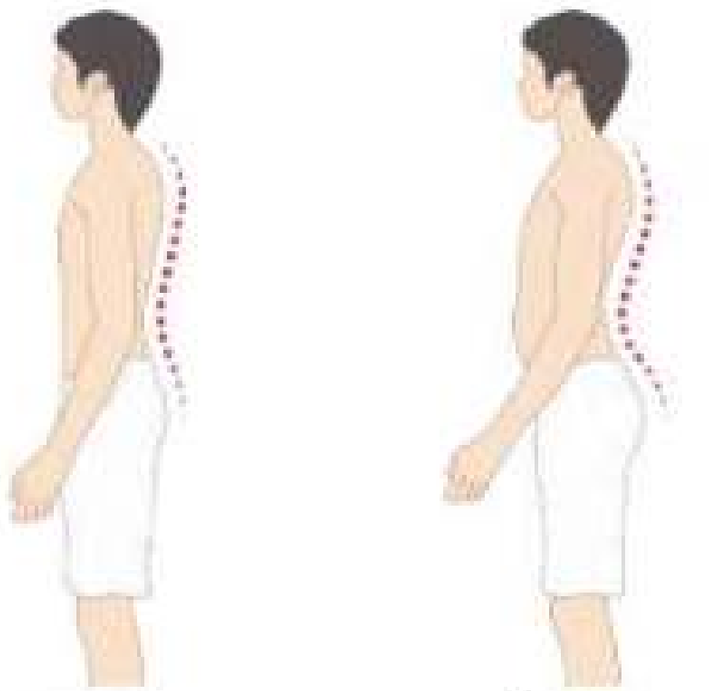
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Кіфоз — це викривлення верхнього відділу хребта, яке спрямоване назад.

Лордоз — це вигин хребта, який спрямований опуклістю вперед.

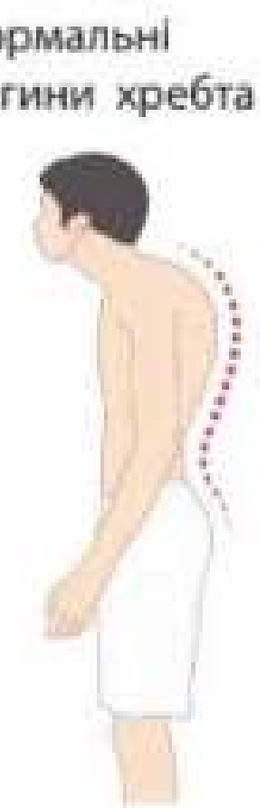
Сколіоз — це бічне викривлення хребта в площині спини.

Анімація «Правильна постава — це легко?» mk.com.ua/109977

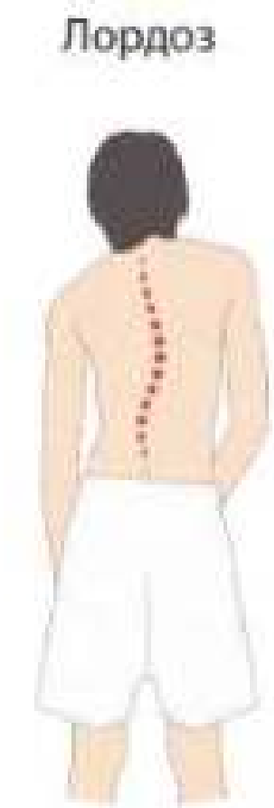


Нормальні вигини хребта

Лордоз



Кіфоз



Сколіоз

Мал. 6.3. Викривлення хребта

лордозі хребет опуклою частиною спрямований уперед.

Усі ці викривлення хребта є небезпечними, вони можуть легко сформуватися в дитинстві, і їх важко позбутися потім у дорослому віці (мал. 6.3). Саме тому для профілактики викривлення хребта треба уважно стежити за правильною позою за столом, комп'ютером, партою.

Фізіологічні вигини хребта формуються в людини вже в ранньому віці. Коли малеча лишень починає тримати голову, у її хребті з'являється шийний вигин. Цей вигин спрямований опуклістю вперед і має назву **лордоз**. У шість місяців дитина починає сидіти, і в хребті утворюється грудний вигин із випуклістю назад — **кіфоз**. У дитини, яка починає стояти й ходити, утворюється ще один лордоз — поперековий. У шість років постава, як правило, уже сформована, але впродовж життя вона здатна змінюватися.

Що вам допоможе зберігати правильну поставу стоячи й сидячи

- Стоячи, намагайтеся тримати спину рівно, а плечі розправленими й на одному рівні.
- За партою чи столом сидіть прямо, злегка нахилившись уперед, не впирайтеся грудьми в край столу або парти.
- Стіл має бути на 2–3 см вище рівня ліктів, висота стільця не повинна перевищувати висоту гомілки, ноги мають стояти на підлозі всією ступнею.
- Спина повинна впритул прилягати до спинки стільця, коліна під столом тримайте зігнутими під кутом 90°.
- Працюючи сидячи, час від часу робіть перерви на 10–15 хвилин, під час перерви виконайте кілька гімнастичних вправ.

Плоскостопість

Небезпечним порушенням скелета є **плоскостопість**, тобто сплощення склепіння стопи. Стопа людини має форму арки, що називається склепінням. Саме воно забезпечує амортизацію під час ходьби та допомагає

Проект підручника видавництва «Ранок»

утримувати рівновагу. Якщо природні склепіння стоп зменшуються або повністю зникають, то під час ходьби, бігу або стояння ноги швидко втомлюються й починають боліти.

Профілактика плоскостопості передбачає правильний підбір взуття, підтримання нормальної ваги, фізичну активність, уникнення тривалого стояння в одному положенні.

Якщо в людини є плоскостопість, рекомендують виконувати вправи для зміцнення м'язів стопи та носити зручне взуття на невисоких підборах із супінатором.

Плоскостопість — це деформація природного склепіння стоп, яке стає плоским.

Рахіт

Існує ще одна хвороба, що призводить до неправильного формування скелета, це — рахіт. Рахіт є захворюванням, пов'язаним, зокрема, із нестачею вітаміну D. За такої умови порушується обмін солей Кальцію й Фосфору, страждає нервова система, вражається кісткова тканина, неправильно формується скелет.

Причини розвитку рахіту в дітей:

- нестача ультрафіолету, необхідного для синтезу вітаміну D в організмі;
- нестача вітаміну D в їжі, проблеми з його засвоєнням;
- генетична схильність до цього захворювання.

Негативні зміни, які відбуваються в кістках, мають незворотний характер, тому дуже важливими є рання діагностика та своєчасне лікування рахіту.

Травми

Упродовж життя ми зазнаємо травм. Невеликі ушкодження тканин, які називають забоями, відбуваються без порушення цілісності шкіри. Але за цих обставин виникають крововиливи, що мають вигляд синців або гематом.

Є більш складні травми, коли відбувається розтягнення зв'язки або вивих суглоба. А при пораненнях чи падіннях і сильних ударах можуть відбуватися переломи кісток. При закритому переломі шкіра та м'язи залишаються неушкодженими, а при відкритому переломі відбувається їхнє ушкодження, виникає рана.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Розгляньте малюнок. Яку функцію виконує склепіння стопи? Поясніть, чим є небезпечною плоскостопість. Чому через це порушення виникає больовий синдром? Чи можливо таке порушення скоригувати?



Ортопедія — галузь медицини, що займається лікуванням і профілактикою захворювань органів руху та опору.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Вивих — це зсув суглобових кінців кісток.

Перелом — це порушення цілісності кістки.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

1. Опишіть, як треба надавати першу допомогу при розтягненні зв'язки та вивиху суглоба. Чому допомогу слід надавати саме в такий спосіб?
2. Опишіть, як треба надавати першу допомогу при закритому й відкритому переломах кісток. Чому допомогу слід надавати саме в такий спосіб?

Поділіться своїми думками

Розгляньте малюнки. Прочитайте правила надання допомоги при ушкодженнях хребта, травмах черепа та грудної клітки. Поясніть, чому ці правила є саме такими. Чим корисне використання саме таких правил?

- У разі перелому ребер потерпілому пропонують зробити глибокий видих, після чого грудну клітку туго перев'язують рушником. Негайно викликають лікаря.
- У разі травмування черепа постраждалого вкладають на спину і злегка піднімають його голову. Негайно викликають лікаря. Транспортуючи хворого, намагаються забезпечити нерухомість його голови.
- У разі ушкодження хребта постраждалого вкладають на рівну тверду поверхню (щит) обличчям донизу й викликають швидку допомогу. Транспортують потерпілого обов'язково в положенні лежачи.





Що потрібно для підтримання здоров'я опорно-рухової системи? Докладно про це — див. схему 4.



Схема 4. Складники здоров'я опорно-рухової системи

Проект підручника видавництва «Ранок»

Ушкодження і захворювання м'язів

Міозит — це захворювання, пов'язане із запаленням скелетних м'язів.

Основними симптомами при ушкодженні м'язів є больові відчуття в місцях травми, набряки м'яких тканин, гематоми, почервоніння, синюшність (мал. 6.4; схема 5). Якщо ушкодження є легкими, то для їхнього лікування потрібні стан спокою й холодний компрес.



Мал. 6.4. Травми м'язів



Схема 5. Як діяти в разі травмування м'язів

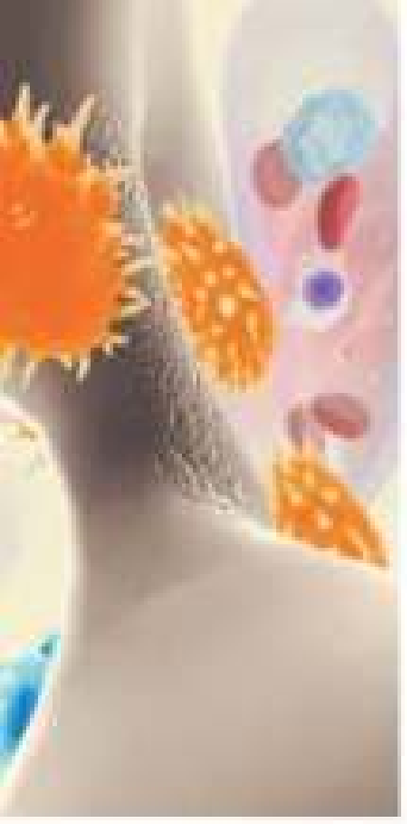
Запитання і завдання

1. Що таке постава? Які характеристики правильної постави ви знаєте? Як формується постава?
2. Чому треба уважно стежити за правильною позою за столом, комп'ютером, партою?
3. Які правила збереження правильної постави ви знаєте?
4. Що треба робити для зменшення ризику виникнення плоскостопості?
5. Чим є небезпечною для розвитку скелета нестача вітаміну D? Які причини розвитку рахіту в дітей?
6. Які правила надання допомоги в разі ушкоджень хребта, травмування черепа та грудної клітки ви знаєте? Укладіть пам'ятку про це.

Опорні точки

Існують різноманітні захворювання опорно-рухового апарату, які виникають внаслідок дії різних чинників. Слід знати прийоми надання першої допомоги в разі травмування опорно-рухового апарату та правила профілактики його хвороб. Доцільно враховувати те, що запобігати захворюванням легше, ніж їх лікувати.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Тема 3

ОБМІН РЕЧОВИН І ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ЯК ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

§7. Обмін речовин та перетворення енергії як властивості живого. Особливості обміну речовин у тварин і людини

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Філософи всіх часів намагаються пізнати сутність явищ. Спробуйте й ви знайти відповідь, розв'язавши це завдання.

У вас є три предмети: ідеальний термос, пляшки зі щільною кришкою та без неї.

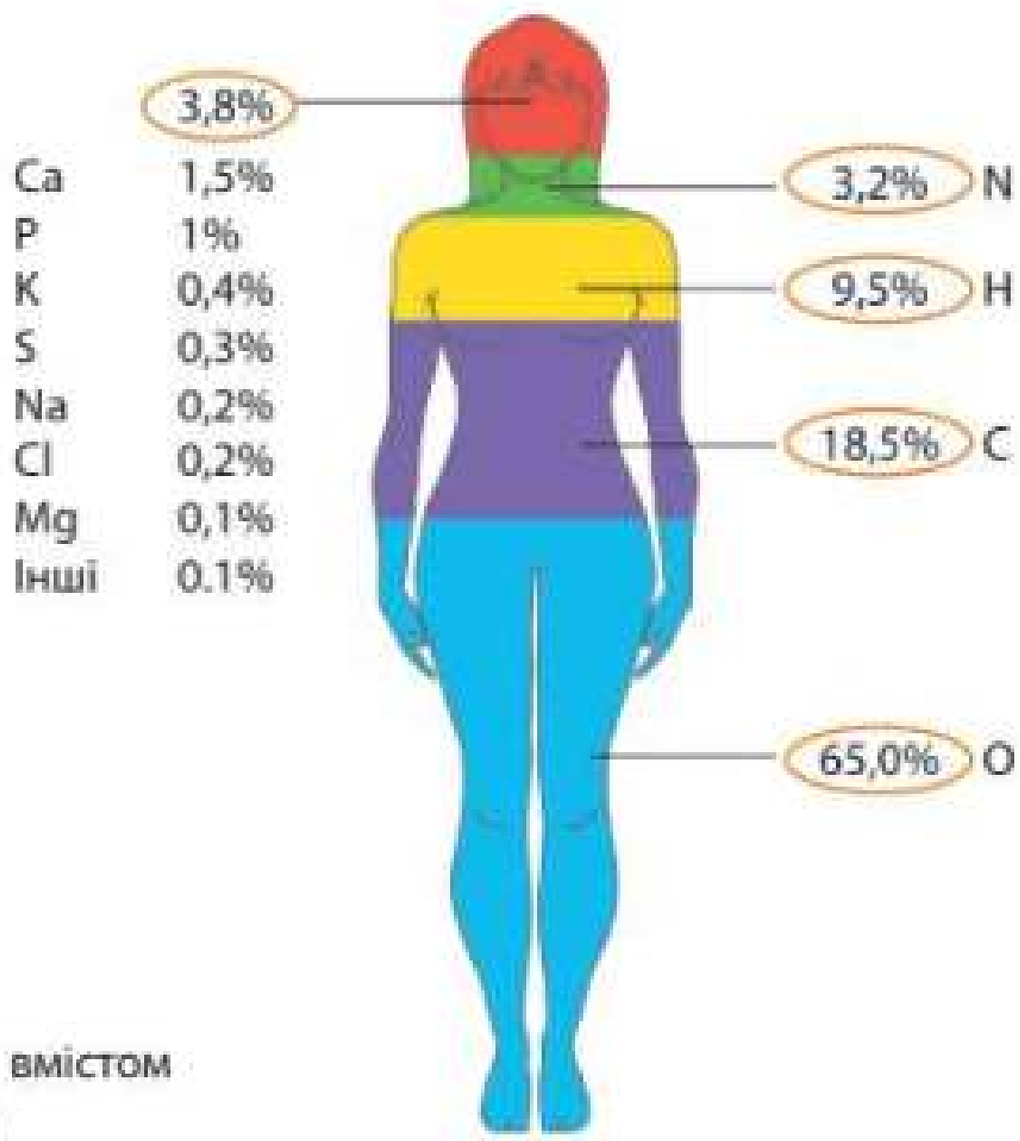
В усі ємності додано 100 мл води температурою 80 °С.

Що може відбутися в кожному разі з показниками об'єму та температури води? Які спільні та відмінні ознаки в описаних вами явищах?

Найбільше за масою в організмі становить вода, яку він постійно втрачає через випаровування або виділення. Тож для поновлення її кількості в організмі ми маємо пити воду.

Хімічний склад організму тварин та людини, органічні й неорганічні речовини

Тіло тварин і людини побудовано з клітин і міжклітинної речовини, що містять у своєму складі неорганічні й органічні речовини. Водночас ці речовини побудовані з атомів хімічних елементів, відсотковий вміст (за масою) яких показано на мал. 7.1.



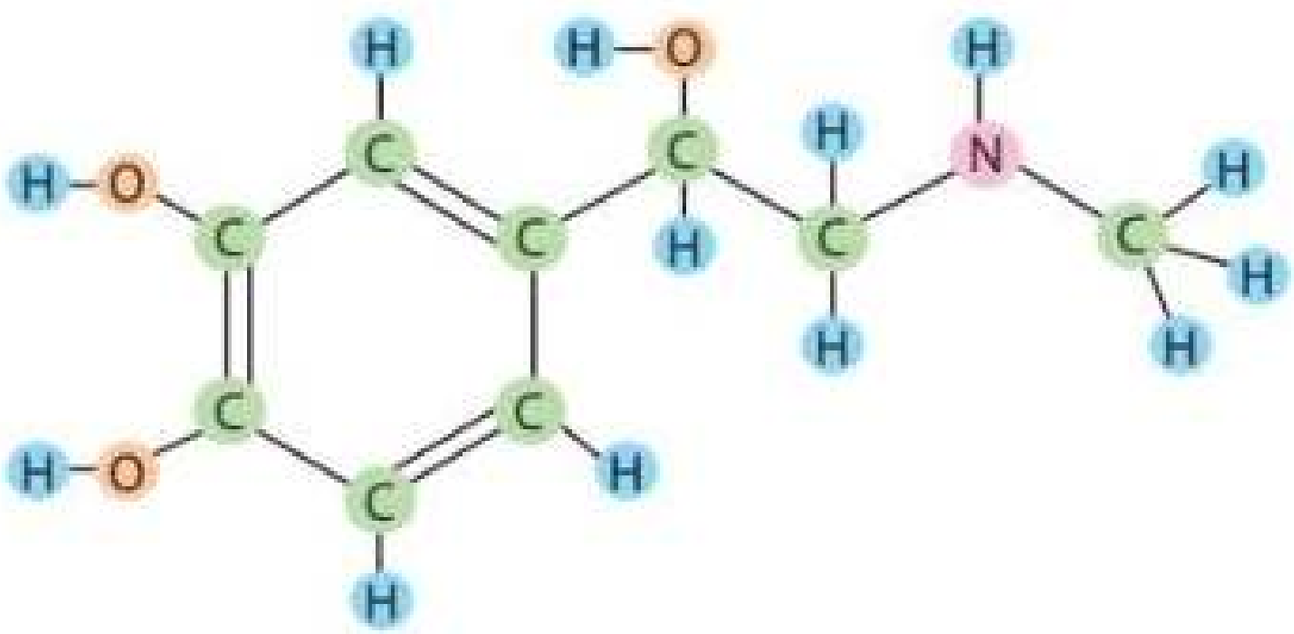
Мал. 7.1. Хімічний склад організму людини за вмістом хімічних елементів (згідно з Bega, Elena (2018))

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

З водою та їжею ми отримуємо необхідні **неорганічні речовини** переважно у вигляді солей. Наприклад, солей NaCl, $CaCl_2$, K_2HPO_4, $MgSO_4$ потрібно багато, тому їх називають **макросолі**. Тоді як солі $FeSO_4$, KI, NaF та багато інших потрібні організму в дуже малих кількостях, тож їх називають **мікросолі**.

Головними компонентами живого є **органічні речовини**, молекули яких утворені атомами Карбону, Гідрогену, а також Оксигену, Нітрогену та Фосфору (мал. 7.2).

Основними органічними речовинами живих організмів є білки, вуглеводи, жири та нуклеїнові кислоти. До органічних речовин також належать вітаміни, гормони та багато інших біологічно активних речовин.



Мал. 7.2. Будова органічної речовини — гормону адреналіну, молекули якого мають склад $C_9H_{13}NO_3$. В основі будови молекул органічних речовин — ланцюжки атомів Карбону (позначені зеленим)

Більшість неорганічних солей наявні в їжі чи воді в розчиненому стані, тобто у вигляді катіонів: Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+} та аніонів: Cl^-, HCO_3^-, HPO_4^{2-}, SO_4^{2-}, I^-, F^- тощо.

Відкритий мікрофон

Пригадаймо, як різні організми (рослини, тварини, гриби, бактерії) отримують органічні речовини. Як вони отримують енергію? Кого з них і чому називають автотрофами, гетеротрофами, фототрофами, хемотрофами? Навіщо потрібне живлення (харчування) людині?

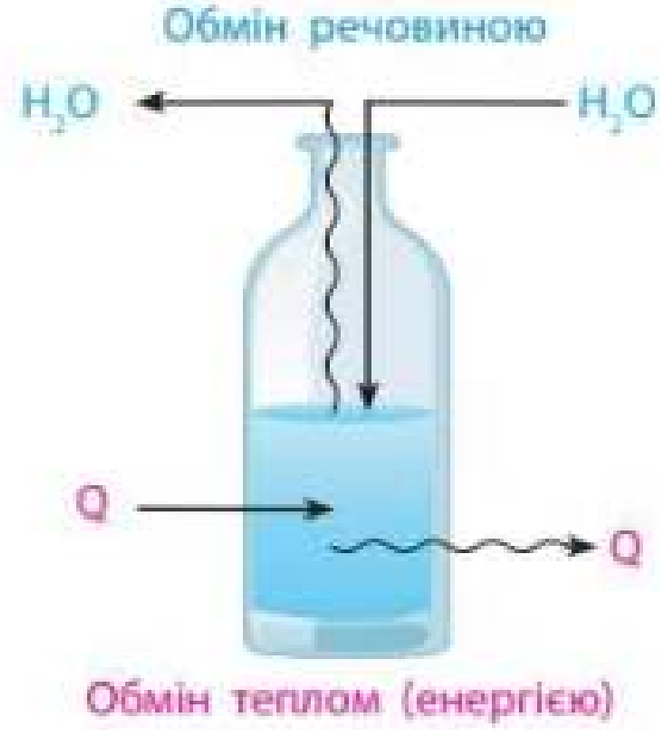
Обмін речовин — це сукупність процесів надходження та перетворення речовин у клітинах організму з подальшим виділенням кінцевих продуктів обміну.

Обмін речовин та енергії

Живі організми можна умовно порівняти з **відкоркованою** пляшкою води.

По-перше, ви знаєте, що вода може витекти з пляшки, якщо її перевернути, випаруватися із часом або ж її можна туди долити (мал. 7.3). Це **обмін речовин** між пляшкою та зовнішнім середовищем.

По-друге, ви знаєте: якщо пляшка холодна, то ваші руки зроблять її теплішою. Це теплообмін або **обмін енергії** між водою в пляшці та навколишнім середовищем (іншим тілом).



Мал. 7.3. Відкоркована пляшка з водою — це відкрита система

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 7.4. Клітина — відкрита система, що здійснює обмін речовин та енергії (на прикладі клітинного дихання)

Для росту й підтримання сталості тіла організму тварини або людини необхідні ті речовини, з яких воно побудоване. Проте **органічні речовини їжі** є не лише **матеріалом** для побудови тіла, але й **джерелом енергії.**

У мітохондріях кожної клітини органічні речовини окиснюються. Водночас вивільняється енергія й утворюються вуглекислий газ і вода. Частина цієї енергії запасається в хімічних зв'язках молекул АТФ. Цей процес називається **клітинним диханням** (мал. 7.4).

Коли молекули АТФ розщеплюються, то запасена енергія вивільняється й використовується на виконання корисної роботи. Частина енергії розсіюється у вигляді тепла, що нагріває тіло.

Метаболізм — сукупність усіх хімічних реакцій у клітинах організму, які забезпечують перетворення речовин та енергії.

Анаболізм — сукупність реакцій утворення (синтезу) необхідних організму речовин, які відбуваються з поглинанням енергії.

Анімація «Робота фермента»
mk.com.ua/107971

Катаболізм — сукупність хімічних реакцій розщеплення й окиснення органічних речовин, що йдуть із вивільненням енергії (яка запасається в молекулах АТФ).

Усі хімічні реакції в клітинах організму мають відбуватися швидко. Саме тому необхідні речовини, що їх прискорюють, — каталізатори. У клітинах каталізаторами є **ферменти** — білки, що прискорюють хімічні реакції.

Досліджуємо ферменти

У клітинах більшості організмів міститься фермент каталаза, який прискорює реакцію розкладу гідроген пероксиду: $2H_2O_2 = 2H_2O + O_2\uparrow$.

1. У три пробірки налийте по 3 мл 3%-го розчину гідроген пероксиду. Перша пробірка — контрольна, до другої додайте шматочок розтертого сирого м'яса, у третю — шматочок розтертої сирої картоплі. Спостерігайте, що відбувається.
2. До контрольної пробірки додайте невеличку кількість MnO_2 — каталізатора, що прискорює розкладання перекису водню.
3. Порівняйте результати. Зробіть висновок. Навіщо рани обробляють перекисом водню?

Проект підручника видавництва «Ранок»

Робота в групі

Розгляньте схему й опишіть обмін речовин і енергії в організмі людини, надавши відповіді на запитання.

- Як речовини надходять в організм?
- Завдяки чому з білків, вуглеводів і жирів утворюються малі молекули: амінокислоти, глюкоза, гліцерин та жирні кислоти?
- Завдяки чому речовини транспортуються до / від кожної клітини організму?
- Як речовини та тепло виділяються з організму?

Анімація «Енергетичний баланс» rnk.com.ua/110372



Особливості обміну речовин у тварин і людини

Тварини та людина — це гетеротрофи, які отримують усі необхідні для життєдіяльності органічні речовини з компонентами їжі. У клітинах організму ці речовини перетворюються та використовуються як матеріал для побудови компонентів клітин і міжклітинної речовини. Більша ж частина речовин повністю окиснюється для отримання енергії.

Організм тварини та людини постійно витрачає енергію на внутрішні процеси самообслуговування (основний обмін речовин) і здійснення різних видів активності. Чим більше фізичної активності здійснює людина та чим більше тепла потрібно на обігрів її тіла, тим швидше відбувається клітинне дихання. Для поповнення енерговитрат необхідно споживати достатню кількість їжі (мал. 7.5, с. 40).

Завдання

Розгляньте дані щодо вмісту білка в різних продуктах харчування в 200 г продукту. Морква — 1,3 г; курка відварена — 25 г; сир кисломолочний — 18 г; тріска — 17 г; кролик — 24 г; буряк столовий — 1,8 г; кальмар — 18 г; огірок — 0,7 г; камбала — 18 г; телятина — 30 г.
Проведіть аналіз, обробку та презентуйте дані так, аби наочно продемонструвати:

1) відмінність за вмістом білка в продуктах тваринного й рослинного походження;
2) відмінність за вмістом білка в рибних і м'ясних продуктах;
3) відсотковий вміст білків у 100 г продуктів харчування.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Завдання

Використовуючи мал. 7.5, поясніть, скільки треба споживати їжі (кілокалорій), щоб вага тіла людини залишалася постійною, збільшувалася чи зменшувалася. Як можна пришвидшити втрату ваги?



Мал. 7.5. Енергетичний баланс організму або співвідношення енергії, що надходить до організму, та енергії, що ним витрачається

Робота в групі

Кількість тепла (Q), яка необхідна на нагрівання 1 кг води на 1 градус, приблизно становить 4200 Дж (4,2 кДж), або 1000 калорій (1 ккал). Людина здійснює відтискання, як показано на світлині, виконуючи роботу потужністю у 208 Вт упродовж 2 хвилини. ККД організму під час виконання цієї роботи складає 50 %. Яку кількість калорій «спалить» людина, виконавши ці вправи? Формули, що вам знадобляться для обчислення: P=A/t, де P — потужність (Вт), A — робота (Дж), t — час (с).



Оскільки гетеротрофи отримують необхідні речовини з компонентами їжі, у процесі еволюції вони втратили здатність синтезувати деякі складні сполуки. Тому такі речовини мають обов'язково надходити разом із їжею. Ці речовини називають **незамінними**, або **есенціальними** (від англ. *essential* — необхідний, невід'ємний). До них належать **незамінні амінокислоти** (валін, лейцин, фенілаланін, лізин, метіонін та інші), що надходять із білків їжі; **есенціальні жирні кислоти** (ліноленова та ліноленова кислоти), що переважно містяться в рослинних оліях; а також **вітаміни**: B_1 (тіамін), B_2 (рибофлавін), B_3 (піридоксин), A (ретинол) та інші.

Для тварин і людини важливі як кількість їжі, що має задовольняти енергетичні потреби організму, так і її якісний склад. Адже їжа повинна забезпечити надходження всіх необхідних речовин, зокрема незамінних амінокислот та вітамінів.

Запитання і завдання

1. У чому особливості хімічного складу організму тварин і людини? Які біологічні функції виконує в організмі людини вода?
2. Як пов'язаний катаболізм з анаболізмом?
3. Які речовини є незамінними для організму людини? Чому?
4. Які особливості обміну речовин характерні для гетеротрофів?
5. Запропонуйте прості рекомендації щодо харчування людини, щоб задовольнити як енергетичні, так і поживні (незамінні речовини, вітаміни) потреби організму.

Опорні точки

Обмін речовини — властивість живого, що забезпечує його функціонування. У клітинах організму відбуваються хімічні реакції метаболізму. Вони забезпечують його енергією й речовинами для побудови тіла. Тварини та людина є хемотрофами й гетеротрофами.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§8. Внутрішнє середовище організму. Серцево-судинна й лімфатична системи

Поняття про внутрішнє середовище організму

Більшість клітин нашого організму не стикається із зовнішнім середовищем. Клітини оточені іншими клітинами та міжклітинною речовиною. Тобто клітини організму живуть у власному «внутрішньому середовищі» (мал. 8.1).

Основою внутрішнього середовища є міжклітинна речовина. Вона складається з органічних сполук (переважно білків і вуглеводів), води та розчинених мінеральних солей. Може бути рідкою (плазма крові), гелеподібною (хрящова тканина) або твердою (кісткова тканина). Завдяки рідині внутрішнього середовища відбувається транспортування необхідних для кожної клітини поживних речовин, кисню, води й виведення з клітин вуглекислого газу та інших продуктів обміну речовин.

Внутрішнє середовище — це рідини, які оточують клітини організму й створюють умови, необхідні для процесів їхньої життєдіяльності.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

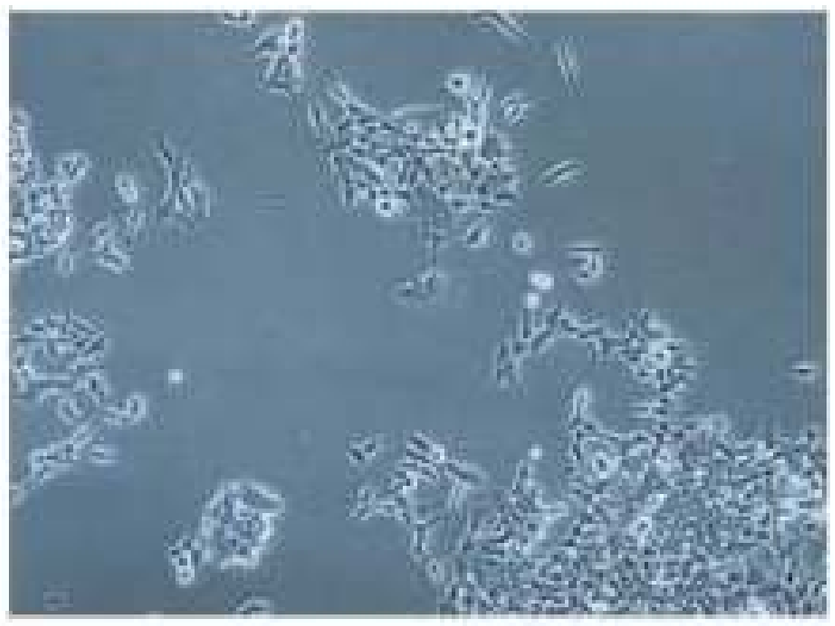
Організм новонародженої дитини містить 80 % води! Коли людина стає дорослою, цей відсоток зменшується до 65 %. Але все одно це дуже багато. Велика кількість води міститься не в клітинах, які формують організм, а між ними.
Як ви вважаєте, чому саме вода є основною речовиною нашого організму? Навіщо вона потрібна, які функції виконує?

Тканинна рідина, кров, лімфа

Основними складниками внутрішнього середовища організму людини є три рідини: **тканинна (міжклітинна) рідина, кров** і **лімфа**.

У процесі еволюції система внутрішнього середовища формувалася поступово (схема 6, с. 42). У кишковопорожнинних, плоских і круглих червів внутрішнє середовище складається лише з тканинної рідини. У молюсків і членистоногих утворюється **гемолімфа**, а в хордових — **кров**, що рухається судинами кровоносної системи.

У хребетних лімфатичними судинами циркулює третій тип рідини внутрішнього середовища — **лімфа**.



Мал. 8.1. Ембріональні клітини нирки людини, що ростуть і розмножуються в рідкому поживному середовищі, яке імітує внутрішнє середовище організму. Без водного середовища вони висохнуть і загинуть

Проект підручника видавництва «Ранок»



Схема 6. Складники внутрішнього середовища організму людини



Мал. 8.2. Компоненти внутрішнього середовища організму

Кров, тканинна рідина та лімфа в нашому організмі взаємопов'язані. Крізь стінки капілярів вода та розчинні компоненти плазми крові фільтруються в тканинну рідину. Із тканинної рідини клітини беруть необхідні речовини й виділяють у неї продукти обміну. Сама тканинна рідина фільтрується до лімфатичних капілярів і входить до складу лімфи. Зрештою, лімфатичні судини повертають лімфу в кровоносну систему (мал. 8.2).

Поняття гомеостазу

Фізико-хімічні показники внутрішнього середовища організму (температури, концентрації солей, кислотності, вмісту глюкози та ін.) підтримуються на відносно постійному рівні. Вони змінюються лише в певних межах, які називають «нормальними» (таблиця 1). Діапазон нормальних значень указують на аркушах із результатами лабораторних аналізів крові. Таку сталість фізико-хімічних параметрів внутрішнього середовища називають **гомеостазом**.

Анімація «Що таке гомеостаз»
rnk.com.ua/107972

Гомеостаз — відносна постійність умов внутрішнього середовища організму.

Підтримання гомеостазу є критичним для виживання організму. Якщо показники

Проект підручника видавництва «Ранок»

внутрішнього середовища відхиляються від нормальних, то в організмі вмикаються регуляторні механізми, що нормалізують цей показник. Наприклад, у спекотну погоду, щоб охолодитися, зайве тепло виводиться завдяки розширенню судин шкіри й потовиділенню.

Таблиця 1. Деякі фізико-хімічні параметри внутрішнього середовища людини

Температура тіла	36–37 °С
Вміст неорганічних солей у крові	0,9 %
Вміст глюкози в крові	3,3–6 ммоль/л
pH крові (кислотність)	7,35–7,45
Артеріальний тиск	120/80 мм рт. ст.

Серйозні порушення гомеостазу мають небезпечні наслідки. Так, занадто висока температура тіла призводить до руйнування білків. Якщо ж організм не здатний відновити гомеостаз, розвивається захворювання або стан, що закінчується загибеллю.

Серцево-судинна (кровоносна) система

Серцево-судинна система складається із серця та кровоносних судин, які забезпечують рух крові по організму (мал. 8.3, с. 44).

Серце є м'язовим органом, що прокачує кров по судинах.

Артерії — це судини, які спрямовують кров від серця до інших органів. Артерії розгалужуються, дрібнішають і перетворюються на мікроскопічні капіляри. Крізь стінки **капілярів** відбувається обмін речовин між кров'ю та тканинами. Капіляри збираються у вени. **Вени** забезпечують повертання крові до серця.

Зазвичай артерії та вени розташовані глибоко в тканинах, щоб уникнути ушкоджень. А ось капілярів дуже багато на поверхні шкіри: укол голкою в будь-яке місце призведе до появи крапельки крові.

Відкритий мікрофон

Які показники гомеостазу порушуються під час інфекційних захворювань?

Знайдіть інформацію й дайте відповіді на запитання

Як порушено гомеостаз у людей із цукровим діабетом?
Які регуляторні механізми не працюють?

Артеріальна кров — це кров, збагачена киснем. Має яскраво червоний колір.

Венозна кров — це кров, насичена вуглекислим газом, яка містить мало кисню. Має темно-червоний колір.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Мал. 8.3. Серцево-судинна система

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Серце людини розміром з її кулак (0,42 % від маси тіла), воно має форму конуса й розташоване в грудній клітці, де трохи зміщене вліво. Розрахуйте, у скільки разів ваше серце збільшилося з моменту народження до сьогодні? Чи збільшується серце пропорційно до розміру тіла?





Мал. 8.4. Лімфатична система

Будова й функції лімфатичної системи

До складу лімфатичної системи входять лімфатичні судини, лімфатичні вузли та лімфоїдні органи (мал. 8.4). Лімфа переміщується лімфатичними судинами, які починаються в тканинах як капіляри, збираються в крупні протоки і впадають у венозну систему. З лімфою транспортуються жири та інші речовини, з нею в кров повертається надлишок тканинної

Проект підручника видавництва «Ранок»

рідини (мал. 8.2, с. 42). Лімфатичні вузли розташовані по ходу лімфатичних судин і містять лімфоцити. Це — клітини імунної системи, які реалізують захист від інфекцій (бактерій, вірусів) і чужорідних білків.

Відкритий мікрофон. У людини налічується понад 400 лімфатичних вузлів. Навіщо лікарі перевіряють їхній стан у пацієнтів? Якщо лімфовузли збільшені, що це означає? Чому можуть бути збільшені лімфовузли шиї?



Лімфоїдні органи — це органи, у яких утворюються й дозрівають захисні клітини, що мають назву «лімфоцити». Лімфоїдними органами є, наприклад, кістковий мозок, лімфатичні вузли й селезінка.

Запитання і завдання

1. Які тканини є основними складниками внутрішнього середовища організму? Яке значення має те, що ці тканини є рідинами?
2. Чому організм повинен підтримувати гомеостаз?
3. Чим схожі й чим відрізняються серцево-судинна й лімфатична системи?
4. Як виникає набряк тканин? Що треба робити й чого не варто робити, щоб запобігти утворенню набряків?
5. Перекладіть англомовні підписи до малюнка й текст. Поясніть, за яким механізмом рухається лімфа в лімфатичних судинах. Як працюють клапани?

Unlike blood circulation, which is powered by the heart, the lymphatic system relies on the contraction of skeletal muscles to move lymph fluid. Valves inside the lymphatic vessels ensure that lymph to flows in only one direction.

Опорні точки

Внутрішнє середовище організму становлять тканинна рідина, кров і лімфа. Рідини внутрішнього середовища забезпечують імунні реакції, транспортують необхідні для клітин речовини й виводять метаболіти. Внутрішнє середовище підтримує сталий стан своїх фізико-хімічних властивостей (гомеостаз).

Longitudinal section

Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 9. Кров. Плазма крові. Еритроцити. Групи крові

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Люди часто вживають слово «кров» у переносних значеннях. «Блакитна кров» — говорили колись про людину знатного походження. Холоднокровними називають тих, хто діє без емоцій. Клятва на крові — це непорушна обіцянка. Наведіть ще такі приклади. Як ви вважаєте, чому ми вживаємо такі слова, коли хочемо сказати щось важливе?

Анімація «Що таке кров» rnk.com.ua/107973

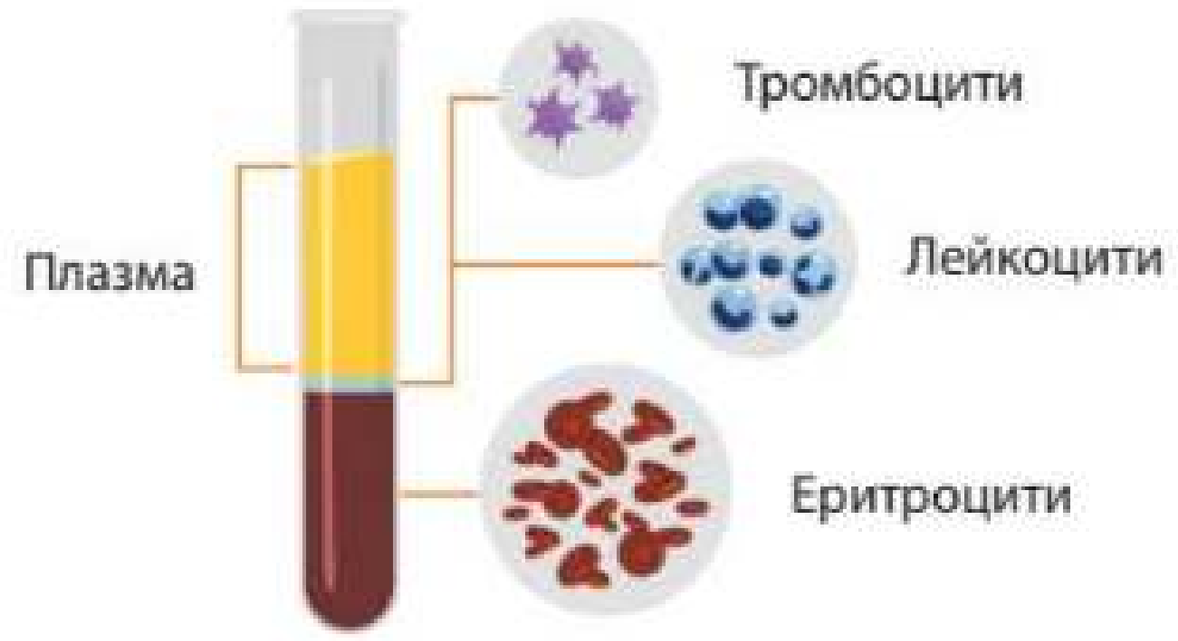
Анімація про плазму крові rnk.com.ua/107974

Кров. Плазма крові

Кров — це рідка сполучна тканина, яка здійснює транспорт речовин усередині тіла, а також виконує захисну й регуляторну функції. Середній об'єм крові в людини сягає 4–5 літрів, або 6–8 % від маси тіла.

Кров складається з плазми (55 %) та формених елементів (45 %) (мал. 9.1). Плазма крові є рідким транспортним середовищем.

Формені елементи крові — це клітини крові: еритроцити, лейкоцити та тромбоцити. Усі вони утворюються зі стовбурових клітин червоного кісткового мозку. Головною функцією еритроцитів є транспортування кисню. Тромбоцити забезпечують згортання крові. Лейкоцити відповідають за імунний захист організму.



Мал. 9.1. Склад крові



Мал. 9.2. Донорська плазма крові

Плазма — це рідка частина крові (мал. 9.2). Вона на понад 90 % складається з води, білків та інших речовин (схема 7). Головна функція плазми крові — транспортування поживних речовин, гормонів і виведення продуктів обміну.

Концентрація розчинених солей у плазмі крові становить близько 0,9 %. Штучний водний розчин із такою ж концентрацією натрій хлориду називають **фізіологічним розчином.** Саме його застосовують під час хірургічних операцій для компенсації невеликих втрат крові.

Проект підручника видавництва «Ранок»



Схема 7. Компоненти плазми крові та їхні функції

Індивідуальна робота

Прочитайте й перекладіть текст. Користуючись ним, а також схемою 7, назвіть функції плазми. Які з них належать до захисних? Транспортних? Таких, що підтримують стан внутрішнього середовища? Які компоненти плазми відповідають за їхнє виконання? Складіть схему «Функції плазми крові».

Plasma serves as a transport medium, delivering nutrients to cells and removing waste products. It helps with immunity and blood clotting. Plasma plays a critical role in maintaining normal blood pressure, blood volume and distributes heat throughout the body. Additionally, plasma contributes to homeostasis, including acid-base balance in the body.

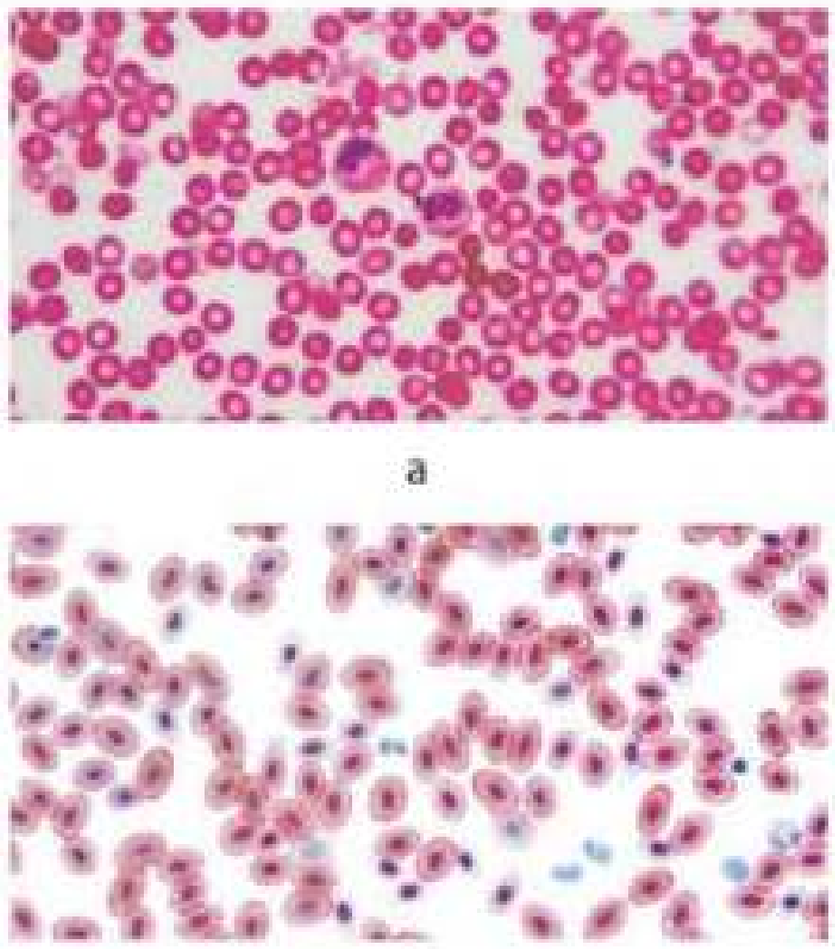
Дослідження мікроскопічної будови крові людини, жаби або інших тварин

Мета: дослідити особливості будови формених елементів крові різних організмів; порівняти будову еритроцитів крові людини (а) та жаби (б) й визначити виявлені відмінності.

Матеріали та обладнання: мікроскоп, готові мікропрепарати (або їхні зображення) крові людини, жаби, птахів або інших тварин.

Хід роботи

1. Підготуйте до роботи мікроскоп.
2. Розгляньте клітини крові на постійних препаратах, визначте їхні типи. Яких клітин візуально найбільше?
3. Визначте форму й колір еритроцитів. Порівняйте еритроцити жаби та людини.
4. Зробіть висновки. Яке значення мають відмінності в будові еритроцитів жаби й людини?



а

б

Еритроцити: людини (а), жаби (б)

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Анімація
про еритроцити
rnk.com.ua/107975

Індивідуальна робота

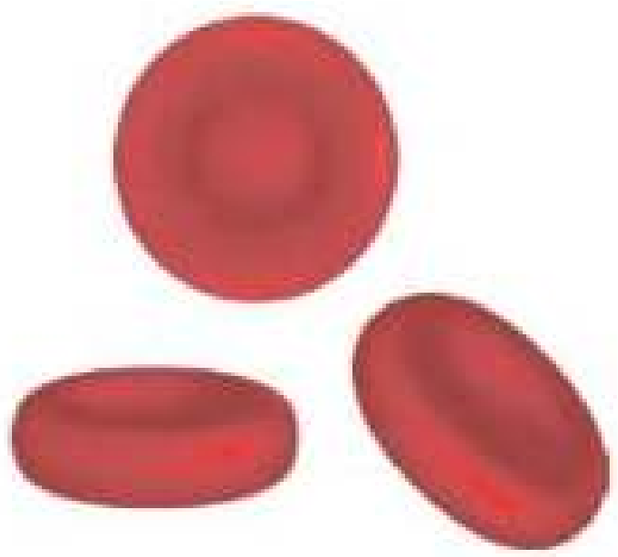
У 1 л крові міститься приблизно 5 млрд еритроцитів. Обчисліть, скільки у вашому організмі всього еритроцитів. Якщо еритроцити становлять чверть від усіх ваших клітин, то скільки у вашому організмі клітин усього?

Еритроцити

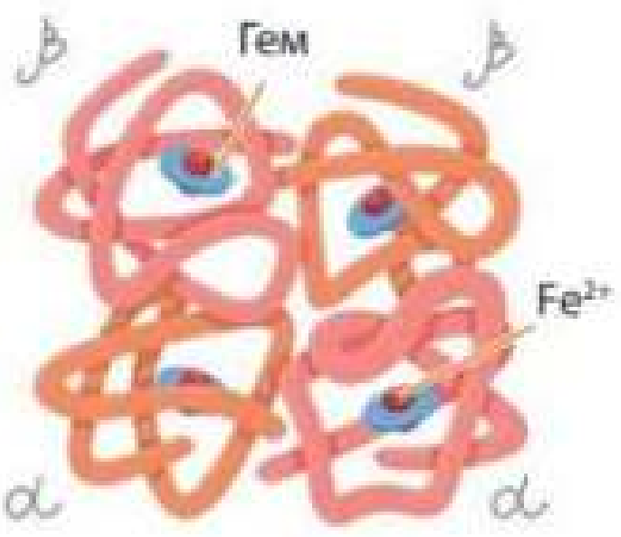
Еритроцити, або **червоні кров'яні тільця**, є високоспеціалізованими клітинами. Їхня основна функція полягає в транспортуванні кисню з легень до тканин та, частково, вуглекислого газу з тканин до легень.

Еритроцит має форму двоввігнутого диска (мал. 9.3), що збільшує площу поверхні для газообміну порівняно з кулястою формою. Еритроцити гнучкі, тож можуть протискуватися вузькими капілярами. У людини, як і у всіх ссавців, еритроцити є без'ядерними.

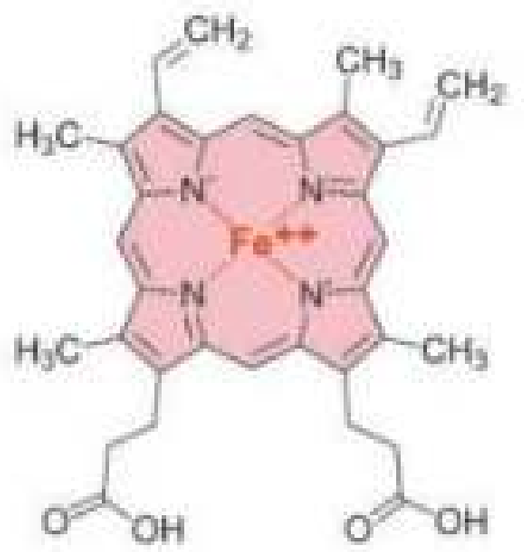
Еритроцити заповнені молекулами **гемоглобіну** — білка, який містить гем із катіоном Fe^{2+}, що зв'язує кисень (мал. 9.4). Саме гемоглобін надає крові червоного кольору. Під час проходження крові крізь легені гемоглобін еритроцитів зв'язує молекули кисню й транспортує їх до тканин (мал. 9.5).



Мал. 9.3. Еритроцити мають форму двоввігнутого диску



Мал. 9.4. Молекула гемоглобіну



Мал. 9.5. Гем із катіоном Феруму

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Які продукти рекомендують споживати, щоб запобігти анемії? Створіть постер порад і опублікуйте його на сайті класу / навчального закладу чи у своїх соцмережах.

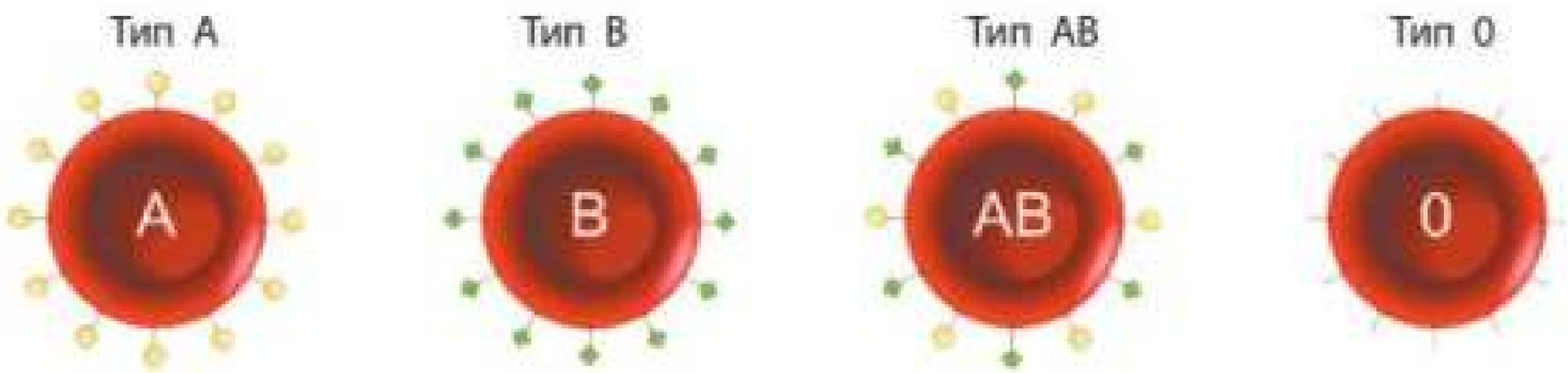
У нормі в 1 мкл крові людини міститься 3.9–5.5 млн еритроцитів. У кров'яному руслі еритроцити живуть недовго — 90–120 днів, після чого вони руйнуються в селезінці та печінці. Нові еритроцити, як і всі інші клітини крові, постійно формуються зі стовбурових клітин червоного кісткового мозку.

Якщо в людини мало еритроцитів (еритропенія) або низький вміст гемоглобіну, то виникає **анемія** — нездатність крові забезпечувати тканини киснем. Такий стан супроводжується втомою, слабкістю та порушенням роботи організму.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Групи крові

Кожен еритроцит має на поверхні своєї мембрани молекули, які називають **аглютиногенами**. Вони визначають **групи крові** за системою **АВ0** (читати А-В-нуль). Еритроцити людей із групою А мають аглютиногени А, із групою В — аглютиногени В (мал. 9.6).



Мал. 9.6. Аглютиногени системи груп крові АВ0 на поверхні еритроцитів

У плазмі крові містяться аглютиніни (антитіла). Якщо аглютинін α зв'язується з аглютиногеном А або аглютинін β — з аглютиногеном В, то еритроцити злипаються та блокують кровотік. Розподіл аглютиногенів і аглютинінів різних груп крові людини показаний у таблиці 2.

Якщо, наприклад, людина має групу крові А (II), то на поверхні її еритроцитів міститься аглютиноген А, а в плазмі крові — аглютинін β. Переливання їй донорської крові групи В (еритроцити містять аглютиноген В) призведе до злипання еритроцитів, оскільки аглютинини β плазми реципієнта зв'язують аглютиноген В як чужорідний агент. Таким чином, для успішного переливання донорська кров має містити такі самі аглютиногени, як і кров реципієнта.

Відкритий мікрофон

З якою метою в медицині застосовують переливання крові? Що ви знаєте про правила переливання крові? Чи знаєте ви свою групу крові? Чому ця інформація є важливою?

Таблиця 2. Групи крові за системою АВ0

	Група крові системи АВ0			
	0 (перша)	А (друга)	В (третя)	АВ (четверта)
Аглютиногени поверхні еритроцитів	відсутні	А	В	АВ
Аглютиніни плазми крові	α, β	β	α	відсутні

Проект підручника видавництва «Ранок»

Людям з групою 0 можна переливати кров лише такої ж групи 0. Проте їхні еритроцити, які не містять аглютиногенів А і В, теоретично можна перелити будь-якій людині. Людям із групою АВ можна теоретично переливати будь-яку кров. На практиці переливають кров від людини з такою ж групою крові.

Щоб не було імунної відповіді, переливати кров слід від людини з такою ж групою крові!



Відкритий мікрофон

Що ви знаєте про донорство крові? Хто може бути донором? Чому донорство є важливим? Як реалізується програма донорства крові в Україні загалом і у вашій області зокрема під час російсько-української війни? Знайдіть необхідну інформацію в інтернеті й обговоріть її.

Ще однією системою груп крові є **Резус**. Вона визначається наявністю на поверхні еритроцитів білка, який називається **резус-фактор**. Якщо в людини еритроцити мають резус-фактор, то вона **резус-позитивна**, якщо не мають — **резус-негативна**. Резус-фактор також обов'язково враховується під час переливання крові, бо імунна система резус-негативних людей реагує на резус-позитивну кров як на чужорідну.

Опорні точки

Плазма транспортує речовини та клітини крові, бере участь у згортанні крові й захисті від інфекцій, регулює кислотно-лужний баланс, температуру. Еритроцити переносять кисень до тканин завдяки ферумумісному білку гемоглобіну. Групи крові визначаються специфічними молекулами на поверхні еритроцитів.

Запитання і завдання

1. Поясніть, як білковий склад плазми пов'язаний із її функціями.
2. Які функції виконують неорганічні речовини плазми крові?
3. Поясніть, як будова еритроцитів пов'язана з їхньою функцією.
4. Чому при лейкозах — ракових захворюваннях крові — пацієнтам роблять пересадку кісткового мозку?
5. Чому під час переливання крові треба суворо дотримуватися правил сумісності крові реципієнта й донора. Які це правила?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§ 10. Лейкоцити та тромбоцити. Зсідання крові

Лейкоцити

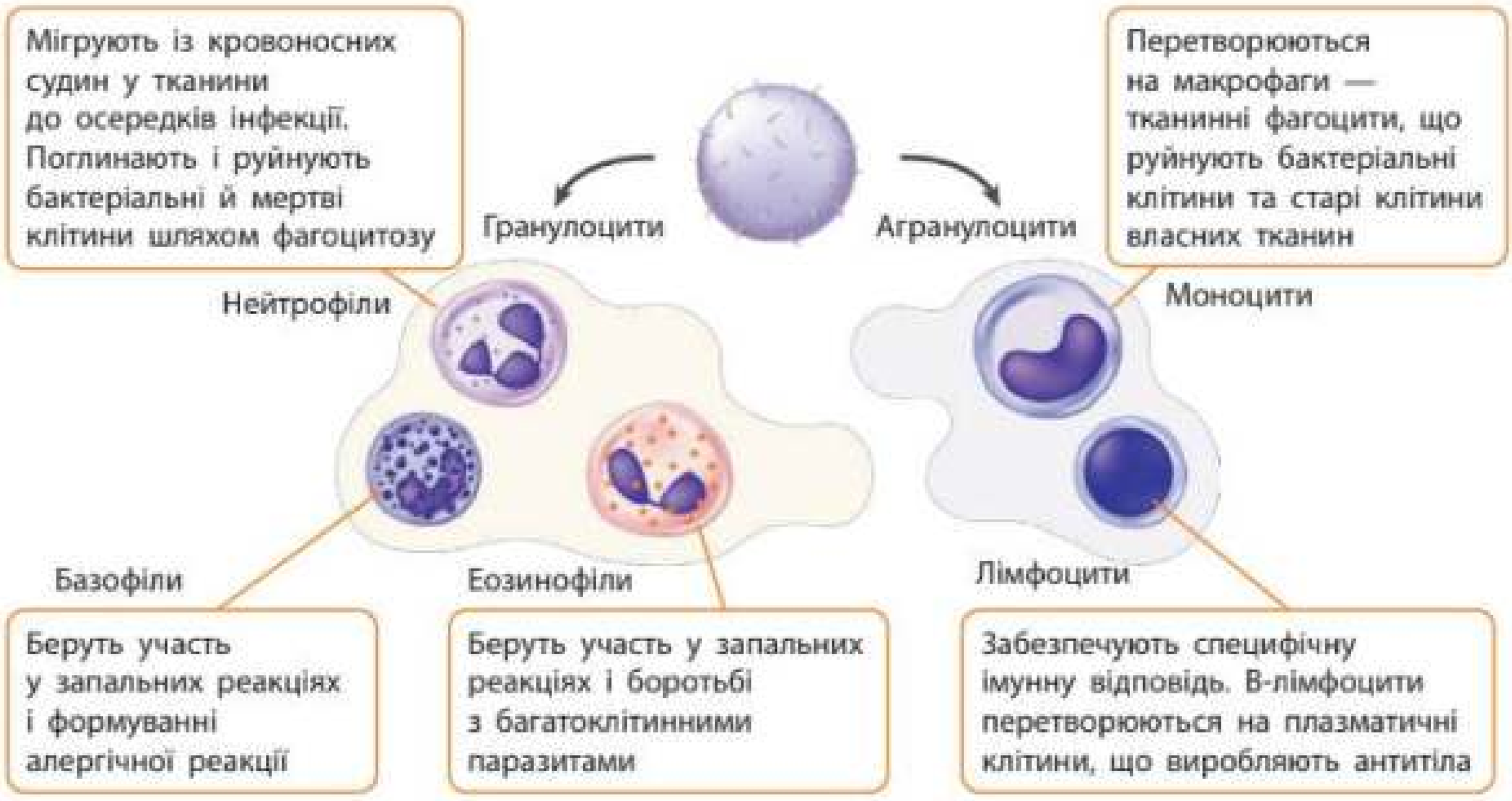
Лейкоцити, або **білі кров'яні клітини**, є складниками імунної системи організму. Це група клітин, які захищають організм від хвороботворних мікроорганізмів, руйнують і видаляють ракові клітини, а також чужорідні білки (мал. 10.1).

Лейкоцити мають ядра, вони різноманітні як за формою, так і за функціями. Усі лейкоцити здатні рухатися за допомогою псевдоніжок подібно до амеб. Вони можуть виходити з кровоносних судин і переміщуватися між клітинами інших тканин. Лейкоцити здатні до фагоцитозу.

Утворюються лейкоцити зі стовбурових клітин червоного кісткового мозку. Тривалість життя становить від кількох годин до десятків років. Зазвичай в 1 мкл крові міститься 4–9 тис. лейкоцитів. Під час інфекцій і запалень їхній вміст значно зростає (лейкоцитоз).

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

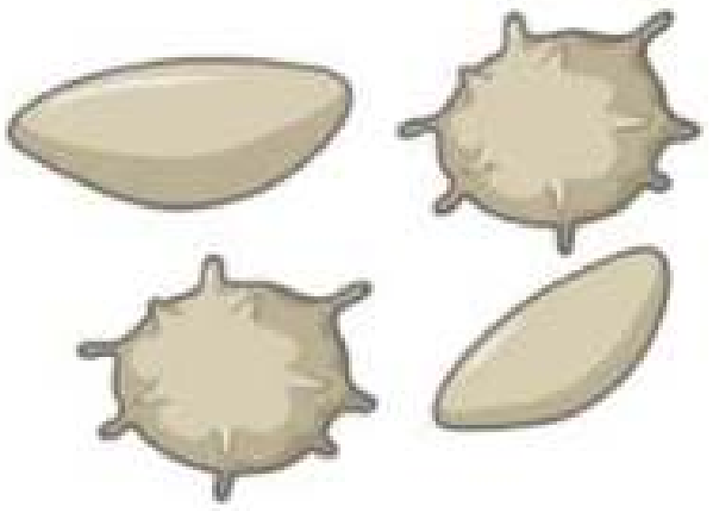
Було б чудово створити нанороботів, які б уміли лагодити наше тіло. Приймаєш пігулку з такими нанороботами, вони потрапляють усередину організму й починають роботу: знищують бактерії, зупиняють кровотечу, загоюють рани. Але насправді всередині нас уже є такі маленькі захисники. І вони стоять на варті нашого здоров'я. Про що йдеться, як ви вважаєте?



Мал. 10.1. Види лейкоцитів

Проект підручника видавництва «Ранок»

Анімація
про тромбоцити
rnk.com.ua/107978



Мал. 10.2. Тромбоцити

Відкритий мікрофон

Як ви вважаєте, що відбувається, коли вміст тромбоцитів нижчий за норму? Вищий за норму? Чи завжди утворення тромбу є корисним для організму?

Індивідуальна робота

Поясніть, як відбувається процес зсідання крові. Оберіть одне з порушень зсідання крові та підготуйте листівку-плакат про нього за планом:
1) причини,
2) наслідки для здоров'я,
3) профілактика (або лікування).
Презентуйте свою роботу в класі.

Тромбоцити. Зсідання крові

Тромбоцити, або **кров'яні пластинки**, — невеликі за розміром пласкі без'ядерні фрагменти клітин, які забезпечують зсідання крові (мал. 10.2). У нормі в 1 мкл крові налічується 150–390 тис. тромбоцитів. Тривалість їхнього життя становить 5–11 діб.

Якщо кровоносні судини ушкоджуються, тромбоцити активуються (мал. 10.3а). Вони прикріплюються до стінок судини та один до одного, утворюючи тромбоцитарну пробку, що закриває ушкоджену ділянку (мал. 10.3б). Водночас тромбоцити виділяють у плазму речовини, що активують **реакції зсідання крові**. Водночас розчинний білок плазми — фібриноген — перетворюється на нерозчинний **фібрин**. Нитки фібрину формують сітку, яка утримує тромбоцити та інші формені елементи крові. Як наслідок — формується кров'яний згусток — **тромб**. Він закупорює ушкоджене місце й запобігає кровотечі (мал. 10.3в).

Для зсідання крові необхідні наявність достатньої кількості Ca^{2+} у плазмі крові та забезпечення організму вітаміном К. Він необхідний для синтезу в клітинах печінки білків — факторів зсідання крові.



а б в

Мал. 10.3. Схема утворення тромбу: а — ушкодження судини, б — агрегація (об'єднання) тромбоцитів, в — формування кров'яного згустка — тромбу

Порушення зсідання крові

Існують захворювання, коли процес зсідання крові порушений. Наприклад, **гемофілія** зумовлена спадковою нестачею одного з білків — факторів зсідання крові. Це рідкісне захворювання призводить до важких кровотеч, що загрожують здоров'ю та життю.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Більш поширеними є стани, за яких кров має підвищену схильність до зсідання. Тоді тромби утворюються, навіть якщо судини не ушкоджені (мал. 10.4). Тромби можуть блокувати нормальний потік крові до органів. У медицині використовують **антикоагулянти** — препарати, які пригнічують зсідання крові, щоб запобігти утворенню тромбів.



Мал. 10.4. Тромбоз кровоносних судин

Робота в парі

Виберіть із тексту параграфа інформацію про функції крові. Назвіть компоненти крові, які забезпечують кожну з її функцій. Поясніть значення функцій крові для забезпечення життєдіяльності організму.

Запитання і завдання

1. Як будова лейкоцитів пов'язана з їхньою здатністю виходити в тканини та поглинати бактеріальні клітини?
2. Якщо аналіз крові показує підвищену кількість лейкоцитів, чому це можливо?
3. Якщо аналіз крові показує підвищену кількість тромбоцитів, до яких наслідків для здоров'я це може призвести?
4. Розгляньте дані аналізів крові трьох людей. Визначте, які показники в нормі, а які — виходять за її межу. Припустіть, які є проблеми зі здоров'ям у пацієнтів.

Опорні точки

Лейкоцити відповідають за імунітет, зокрема проти бактерій, вірусів і чужорідних білків. Тромбоцити забезпечують зсідання крові. На ушкодженій стінці кровоносної судини утворюється тромб, який формується з фібринової сітки та затриманих нею клітин крові. Кров виконує транспортну, регуляторну, гомеостатичну, трофічну й захисну функції.

Показник	Норма	Пацієнт 1	Пацієнтка 2	Пацієнт 3
Гемоглобін	Чоловіки 130–170 г/л Жінки 120–150 г/л	105	148	135
Еритроцити	Чоловіки 4,0–5,5 × 10^{12}/л Жінки 3,5–4,7 × 10^{12}/л	3,1	4,7	4,1
Середній об'єм еритроцитів	86–98 мкм^3	75	89	91
Лейкоцити	4,0–9,0 × 10^9/л	8,0	7,0	16,5
Кількість тромбоцитів	У межах 180–320 × 10^9/л	310	450	290
Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ)	Чоловіки: 3–10 мм/год Жінки: 5–15 мм/год	7	14	25

Проект підручника видавництва «Ранок»

§11. Кровоносні судини. Кровообіг

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Щоразу, коли казковий персонаж Піноккіо брехав, його ніс починав подовжуватися, роблячи брехню очевидною. Це стара казка, але сучасна психологія стверджує, що коли людина говорить неправду, то чеше кінчик носа; до того ж її щоки вкриваються рум'янцем. Як із точки зору фізіології пояснити, чому виникають такі реакції?

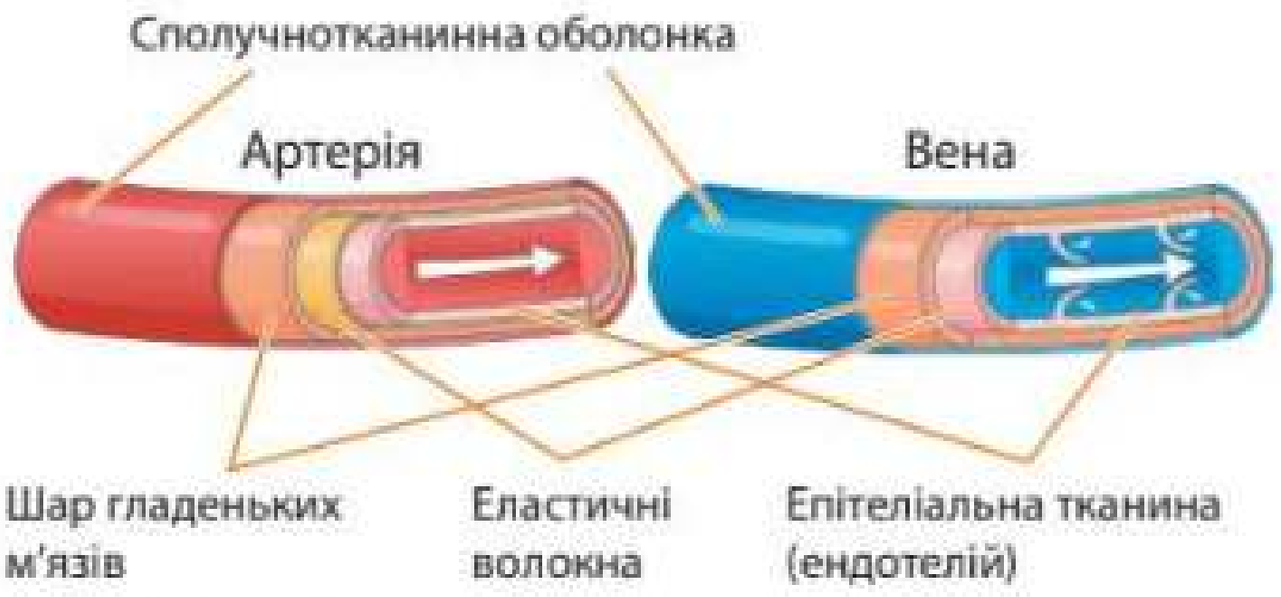
Кровоносні судини

Артерії є найбільшими за розміром судинами, що відходять від серця. Тиск крові і швидкість кровотоку в них максимальні (таблиця 3). Щоб витримати таке навантаження, артерії мають товсті та еластичні стінки, які складаються з трьох оболонок (мал. 11.1). Внутрішня оболонка утворена епітеліальними клітинами та сполучною тканиною. Середня оболонка містить еластичні волокна та гладенькі м'язи, які підтримують тонус і діаметр судини. Зовнішня оболонка артерій утворена сполучною тканиною, що зміцнює стінку судини.

Таблиця 3. Кров'яний тиск і швидкість кровотоку

Кровоносні судини	Кров'яний тиск, мм рт. ст.	Швидкість кровотоку, см/с
Артерії	120–80	20–30
Капіляри	30–10	0,03–0,05
Вени	6–0	10–15

Артерії — великі судини, якими кров рухається від серця до всіх органів тіла.



Мал. 11.1. Будова стінок кровоносних судин

Капіляри — дрібні судини, крізь стінки яких відбувається обмін речовинами між кров'ю й тканинами.

Капіляри мають мікроскопічні розміри та проникають до тканин і клітин. Діаметр капіляра приблизно дорівнює діаметру еритроцита — 5–11 мкм. Рух крові в капілярах повільний (таблиця 3). Їхні стінки складаються лише з одного шару епітелію, відбувається обмін речовинами між кров'ю та тканинами.

Вени — великі судини, якими кров повертається від органів до серця.

Проект підручника видавництва «Ранок»

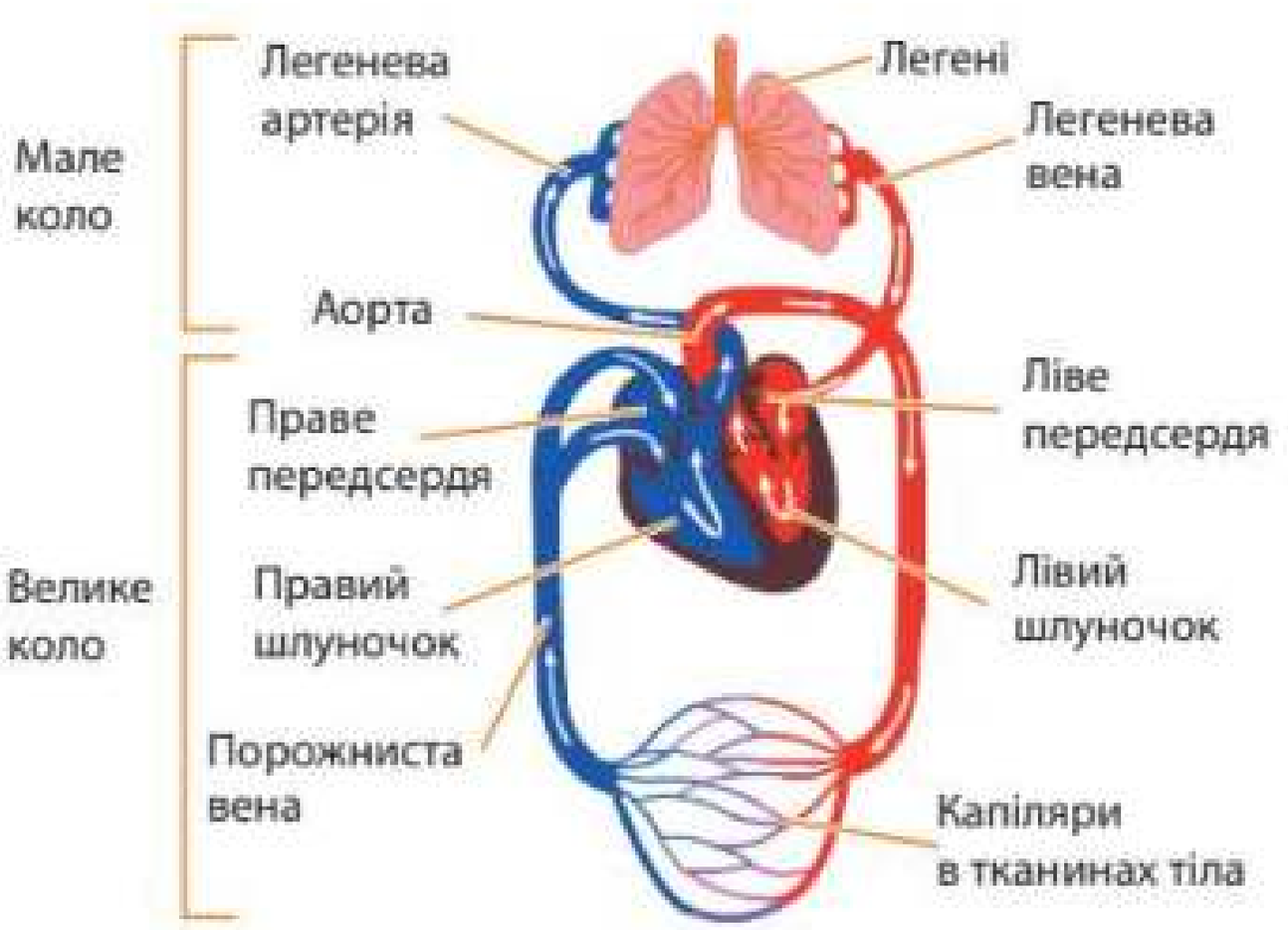
Вени забезпечують повернення крові до серця. Їхні стінки складаються з трьох оболонок (мал. 11.1), вони тонкі та еластичні, бо кров'яний тиск у венах маленький.

Кола кровообігу

Кров у нашому тілі циркулює двома колами кровообігу: великим і малим (мал. 11.2).

Велике коло кровообігу починається в лівому шлуночку серця й закінчується в правому передсерді. Артеріальна (збагачена киснем) кров виштовхується з лівого шлуночка в аорту й переноситься до тканин і клітин усього організму. У капілярах вона віддає кисень тканинам і перетворюється на венозну (збіднену киснем) кров. Венозна кров збирається у вени й повертається до правого передсердя.

Найбільшою артерією великого кола кровообігу є **аорта**, яка відходить від лівого шлуночка серця й несе **артеріальну кров**. Від аорти відгалужуються великі артерії, що несуть кров до всіх органів: **сонні** (до голови), **підключичні** (до рук), **черевний стовбур** (до органів черевної порожнини та нижніх кінцівок). **Венозна кров** від голови та верхніх кінцівок збирається у **верхню порожнисту вену**, а від інших частин тіла — у **нижню порожнисту вену**. Вони повертають кров до правого передсердя серця.



Мал. 11.2. Кола кровообігу

Відкритий мікрофон

Проаналізуйте дані в таблиці 3. Як змінюється тиск крові на шляху від артерій до вен? На яких ділянках швидкість кровообігу найнижча? Як ви вважаєте, який це має сенс для роботи серцево-судинної системи?

Анімація про роботу кровоносної системи
rnk.com.ua/107979

Запам'ятайте!

Велике коло: лівий шлуночок — аорта — артерії — артеріоли — капіляри тканин тіла — венули — вени — порожнисті вени — праве передсердя.

Мале коло: правий шлуночок — легеневі артерії — капіляри альвеол легень — легеневі вени — ліве передсердя.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Мале коло кровообігу починається в правому шлуночку серця й закінчується в лівому передсерді. Венозна кров (збіднена киснем) виштовхується з правого шлуночка в легеневі артерії. **Легеневими артеріями венозна кров тече до легень.** У капілярах легень вона насичується киснем і перетворюється на артеріальну. **Артеріальна кров збирається в легеневі вени** й повертається до лівого передсердя.

Рух крові кровоносними судинами

Кровообіг забезпечується роботою серця, яке працює, як насос. Воно із силою виштовхує кров в артерії, створюючи в них високий тиск. Кров рухається судинами з ділянок високого тиску до ділянок низького тиску, тобто від артерій до вен.

У венах нижніх кінцівок є додатковий механізм, що сприяє підйому крові вгору, — **м'язовий насос.** Під час скорочення м'язів вени стискаються, і кров проштовхується в напрямку серця (мал. 11.3). Руху крові у зворотному напрямку перешкоджають **венозні клапани.**

Завдання «Закономірності кровообігу людини» rnk.com.ua/108716

Індивідуальна робота

Чому в людей, які на роботі вимушені тривалий час стояти або сидіти без руху, наприкінці дня набрякають ноги? Як запобігти таким наслідкам?



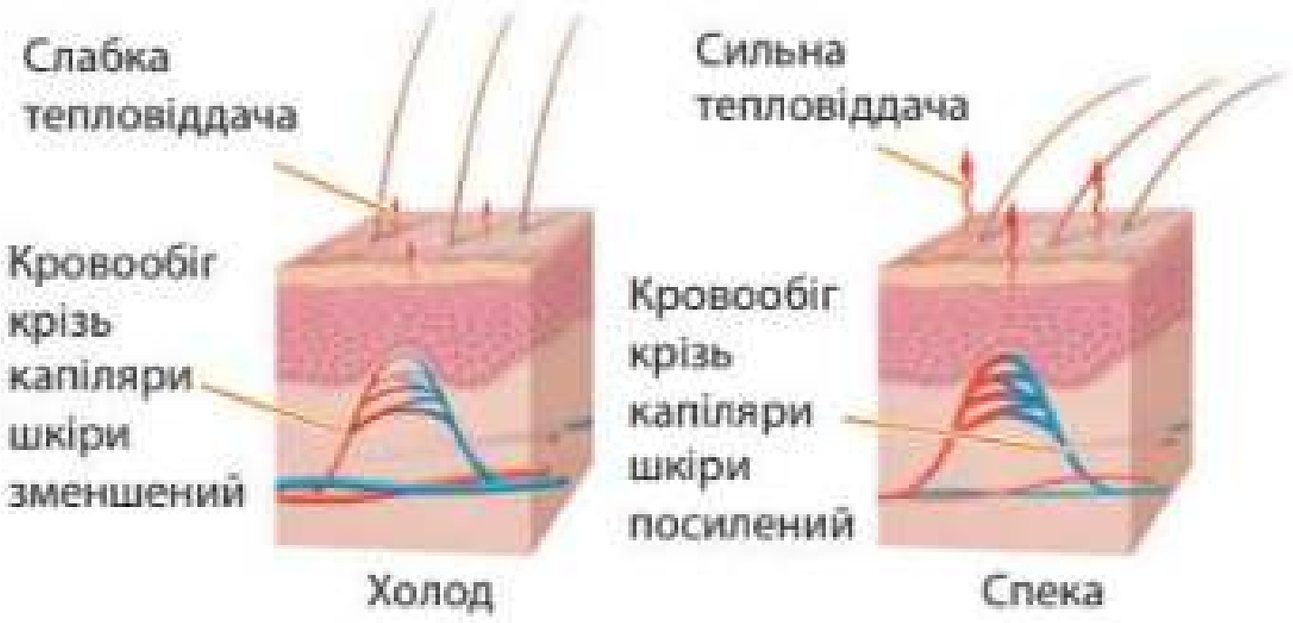


Мал. 11.3. Механізм м'язового насоса

Кровообіг в органах і тканинах може змінюватися завдяки тому, що кровоносні судини здатні звужуватися або розширюватися (мал. 11.4). Наприклад, кровопостачання скелетних м'язів збільшується, коли вони

Проект підручника видавництва «Ранок»

інтенсивно працюють. Звуження та розширення судин відбувається завдяки скороченню або розслабленню гладеньких м'язів у їхніх стінках. Робота гладенької мускулатури не залежить від нашої свідомості.



Мал. 11.4. Терморегуляція за рахунок перерозподілу крові крізь капіляри шкіри

Кровотечі

Залежно від типу кровоносної судини кровотечі поділяють на артеріальні, венозні й капілярні.

Артеріальні кровотечі є найбільш небезпечними, вони супроводжуються значною крововтратою. Втрата понад 2,5 л крові є критичною для життя! Кров із ушкодженої артерії витікає пульсуючим струменем, має яскраво-червоний колір. Першою допомогою при артеріальних кровотечах є накладання джгута (турнікета) (мал. 11.5) таким чином, щоб перетиснути ушкоджену артерію вище рани. Далі треба обов'язково звернутися за медичною допомогою!

Венозні кровотечі супроводжуються безперервним витіканням з рани крові темно-червоного кольору. Вони також можуть призвести до значної крововтрати. Щоб їх зупинити, накладають тугу пов'язку, що тисне, а кінцівку підіймають догори. Якщо ушкоджені великі вени, накладають турнікет.

Капілярні кровотечі не становлять загрози для життя. Кров витікає повільним струменем, крововтрати незначні. Якщо капілярна кровотеча виникає під шкірою, утворюються синці.

Відкритий мікрофон

Навіщо місце кровотечі обробляють антисептиками? Які антисептики ви знаєте? Навіщо на місце кровотечі прикладають щось холодне?

Відкритий мікрофон

До турнікета треба обов'язково додати записку з точним часом його накладання.
Як ви вважаєте, навіщо?
Чому максимальний час накладання турнікета взимку завжди менший, ніж влітку?





Мал. 11.5. Турнікет для зупинки артеріальної кровотечі

Проект підручника видавництва «Ранок»

Пам'ятка. Згідно з Правилами надання домедичної допомоги в разі сильної кровотечі слід діяти так.

1. Переконатися у відсутності небезпеки.
2. Провести огляд постраждалого / постраждалої, визначити наявність притомності й дихання.
3. Викликати бригаду екстреної (швидкої) медичної допомоги.
4. Якщо кровотечі немає, слід надіти рукавички; підняти кінцівку; накласти на рану чисту стерильну серветку й бинтову пов'язку.
5. Якщо кровотеча артеріальна, слід накласти на рану чисту стерильну серветку й натиснути безпосередньо на рану; підняти кінцівку; якщо кровотеча не зупинена, накласти на рану пов'язку, що тисне, та, якщо можливо, одночасно притиснути артерію на відстані. Якщо кровотеча не зупинена, накласти джгут.
6. Якщо кровотеча венозна, слід накласти на рану чисту стерильну серветку й здійснити тиск безпосередньо на рану; підняти кінцівку. Якщо кровотеча не зупинена, накласти на рану пов'язку.
7. Покласти постраждалого / постраждалу на спину з ногами, піднятими трохи вище рівня серця, вкрити ковдрою.

Кровотечі, за яких кров витікає в тканини або порожнини тіла (головний мозок, черевна порожнина, суглоби тощо), називають внутрішніми. Симптомами таких кровотеч є слабкість, блідість, запаморочення, холодний піт, спрага, непритомність.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

У разі удару в ніс, навіть не дуже сильного, починається кровотеча. Дізнайтеся, чому це відбувається і як треба за такої умови правильно поводитися.



Нахиліть голову вперед
Міцно стисніть над ніздрями

Запитання і завдання

1. Поясніть, які зміни в складі крові відбуваються в капілярах малого кола кровообігу в людини. Яка кров при цьому утворюється?
2. Розгляньте малюнок 11.4. Поясніть, як зміна кровопостачання в капілярах шкіри регулює температуру тіла.
3. Знайдіть в інтернеті й подивіться відеодемонстрації надання першої медичної допомоги в разі кровотеч, що демонструють професійні медичні працівники / працівниці. Про які особливості надання домедичної допомоги ви дізналися?
4. Ознайомтеся зі складом автомобільної аптечки. Порахуйте, скільки потрібно коштів, щоб зібрати таку аптечку. Чому в ній мають бути бинти, стерильні й нестерильні, пластирі та обов'язково одноразові рукавички?

Опорні точки

Кров рухається судинами від ділянок високого тиску до ділянок низького тиску.
У великому колі кровообігу кров проходить крізь органи, віддає їм кисень і забирає продукти обміну. У малому колі кровообігу кров проходить крізь легені, де збагачується киснем.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§12. Будова, функції та робота серця

Будова серця

Серце розташоване всередині грудної порожнини, за грудиною, і зміщене ліворуч від центру. Майже зусібіч воно захищене кістками грудної клітки й має розміри приблизно з кулак. Маса серця в жінок — 250–300 г, у чоловіків — 300–350 г. У добре підготовлених спортсменів серце може бути більшим, бо серцевий м'яз тренується під час фізичних вправ. За хвилину серце перекачує від 5 до 30 літрів крові, залежно від навантаження.

Серце оточене оболонкою, яка називається **перикардом**, або **навколосерцевою сумкою**. Стінка серця складається з трьох шарів: **епікарду**, **міокарду** та **ендокарду** (мал. 12.1). Надходження кисню й поживних речовин до серця забезпечується **коронарними судинами**.

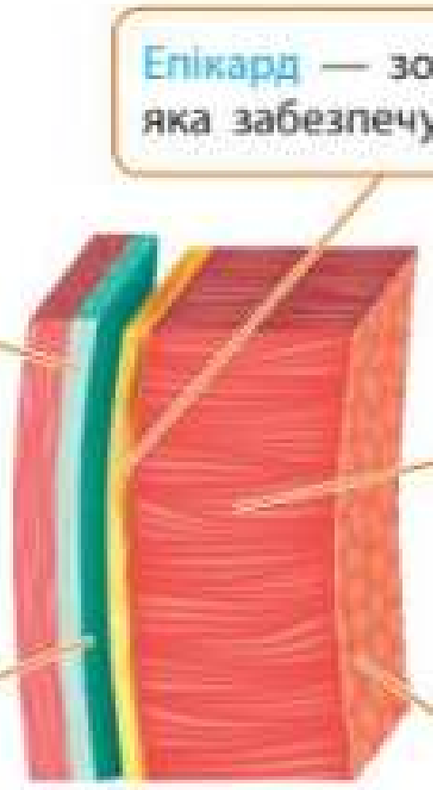
Усередині серце має чотири камери: два **передсердя** (ліве й праве) та два **шлуночки** (лівий і правий). Ліва й права половини серця розмежовані **серцевою перегородкою**. Між передсердями й шлуночками розташовані **стулкові клапани**: двостулковий (мітральний) у лівій частині серця та тристулковий — у правій. Вони забезпечують однонапрямлений рух крові

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Під час зупинки серця першою допомогою є непрямий масаж серця. Він виконується у вигляді ритмічних натискань на грудну клітку. У реанімації використовують дефібрилятор, що подає електричний розряд. Які особливості серцевого м'яза змушують серце битися знову під дією цих сильних подразників?

Серце — порожнинний м'язовий орган, який ритмічно скорочується й забезпечує рух крові кровоносними судинами.

Довідка. Крізь коронарні судини проходить до 20 % крові, що рухається від серця великим колом кровообігу.



Епікард — зовнішня сполучно-тканинна оболонка, яка забезпечує захист від травм і тертя

Перикард відокремлює серце від інших органів грудної клітки, захищає й підтримує його, сприяє кращому наповненню кров'ю

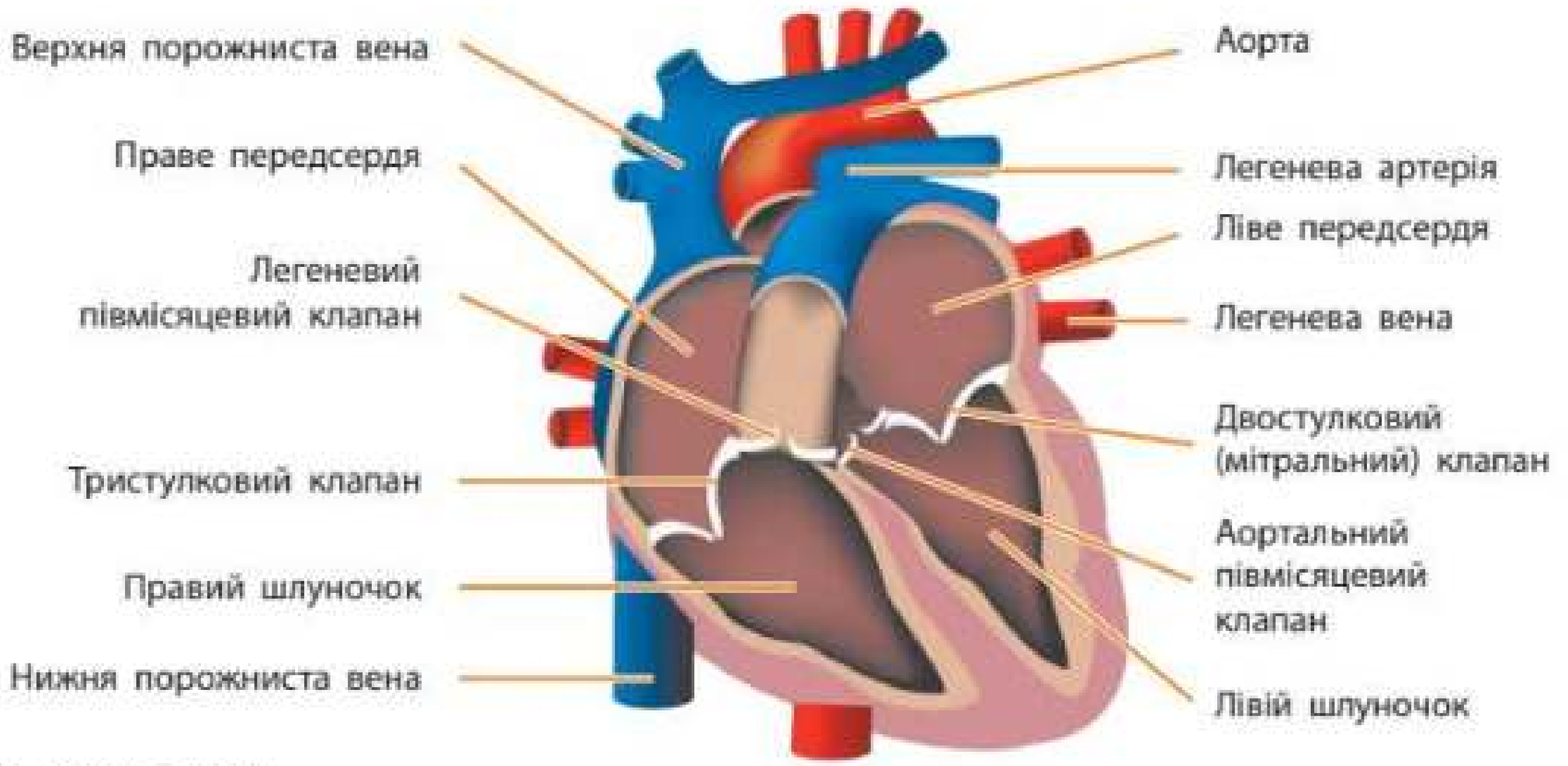
Міокард — середній найтовщий шар, який складається з особливої поперечно-посмугованої серцевої м'язової тканини. Спеціальні клітини міокарда самостійно утворюють електричні імпульси, що запускають скорочення серця

Навколосерцева порожнина заповнена рідиною, яка допомагає відведенню тепла й зменшує тертя під час скорочення серця

Ендокард — внутрішній шар зі сполучної тканини, що зсередини покритий одношаровим епітелієм. Вистеляє всі камери серця й утворює його клапани

Мал. 12.1. Перикард і оболонки серця

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Мал. 12.2. Будова серця

з передсердь до шлуночків. Лівий шлуночок має найтовщі м'язові стінки. Саме він здійснює найбільшу роботу, створюючи високий тиск для прокачування крові великим колом кровообігу (мал. 12.2).

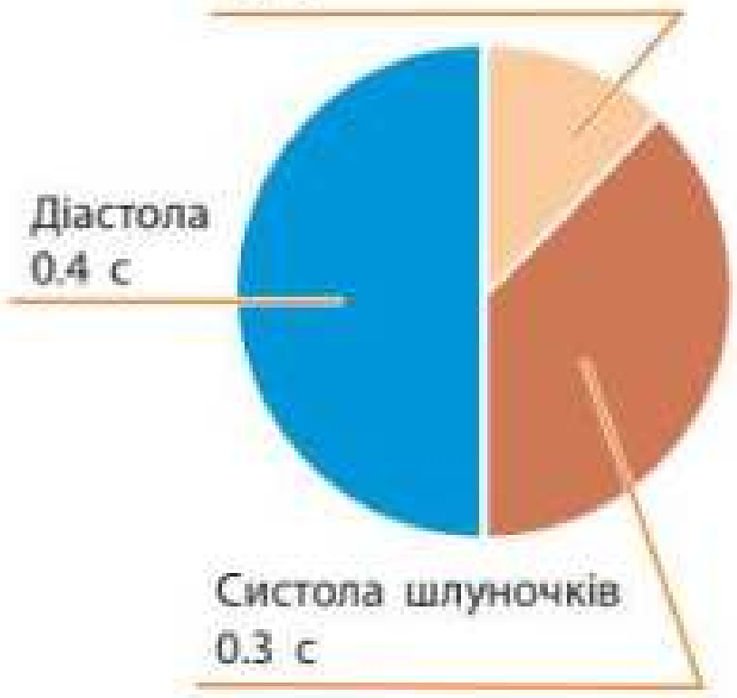
Серцевий цикл

Перекачування крові серцем відбувається завдяки чергуванню скорочення й розслаблення міокарда. Спочатку скорочуються обидва передсердя, проштовхуючи кров до шлуночків. Потім скорочуються шлуночки, виштовхуючи кров до артерій. Після скорочення передсердя розслабляються, тиск у них падає, і кров із вен наповнює їх. Описаний процес має назву **серцевий цикл** (мал. 12.3).

Період скорочення міокарда називається **систолою**, період розслаблення — **діастолою**. У середньому тривалість серцевого циклу становить 0,8 с (мал. 12.4).

Робота в групі

Розгляньте кругову діаграму на мал. 12.4. Скільки часу триває один серцевий цикл? Скільки із цього часу серце відпочиває? Порахуйте, скільки років за все ваше життя серце працювало і скільки — відпочивало. Скільки працювали шлуночки? Передсердя?



Мал. 12.4. Тривалість періодів серцевого циклу



Мал. 12.3. Серцевий цикл

Проект підручника видавництва «Ранок»

Частота серцевих скорочень і пульс

Частота серцевих скорочень (кількість ударів серця за хвилину, ЧСС) дорослої людини в спокійному стані становить 60–80 уд/хв. Під час фізичного навантаження або емоційного хвилювання частота підвищується, під час сну — знижується. ЧСС можна встановити, вимірявши **пульс** (мал. 12.5).



а б

Мал. 12.5. Точки вимірювання пульсу: на зап'ясті (а), на сонній артерії (б)

Пульс — поширення механічних коливань стінками артерій, які виникають внаслідок виштовхування крові із лівого шлуночка серця.

Артеріальний тиск — це тиск, який кров чинить на стінки артерій.

Артеріальний тиск

Коли серце скорочується, воно із силою виштовхує кров в артерії. Тиск крові, який виникає за таких умов, називається **артеріальним**. Артеріальний тиск найбільший під час систоли шлуночків (верхній тиск) і найменший — під час діастоли (нижній тиск). Вимірюється артеріальний тиск у міліметрах ртутного стовпчика (мм рт. ст.) за допомогою **тонометра** (мал. 12.6).

Значення артеріального тиску в людини з віком змінюється (мал. 12.7, с. 62). Під час фізичної активності кровообіг прискорюється, потік крові в судинах посилюється, артеріальний тиск збільшується.

Робота в групі

Розгляньте стовпчасту діаграму на с. 62, мал. 12.7. Який тиск є середньою нормою у вашому віці? Як змінюється тиск із віком? Поясніть, що таке верхній і нижній артеріальні тиски.



Мал. 12.6. Вимірювання артеріального тиску тонометром

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 12.7. Середні показники артеріального тиску (мм рт. ст.) залежно від віку

Самодослідження зміни ЧСС та артеріального тиску в нормі й під час навантаження

1. Вимірювання артеріального тиску та пульсу в стані спокою. Обгорніть і щільно зафіксуйте манжету тонометра навколо плеча (мал. 12.6). Увімкніть тонометр і натисніть «Старт». Прилад виміряє й покаже ваші тиск і пульс. Пульс також можна виміряти, підраховуючи ритмічні скорочення артерій на зап'ясті або на сонних артеріях (мал. 12.5). Зробіть кілька вимірювань, знайдіть середнє значення. Запишіть ваші результати вимірювання тиску та пульсу в спокої.
2. Вимірювання артеріального тиску та пульсу після фізичного навантаження. Зробіть 20 присідань. Знову перевірте артеріальний тиск і визначте пульс. Запишіть ваші результати.
3. Зробіть висновок, як фізичне навантаження впливає на артеріальний тиск і пульс. Поясніть, чому необхідно підвищувати частоту пульсу та тиск під час навантажень.

Робота в групі

Виконання STEAM-проєкту «Виготовлення робочої моделі серця та механізму помпування крові».

Виготовлення робочої моделі серця та механізму помпування крові mk.com.ua/109107

Властивості серцевого м'яза

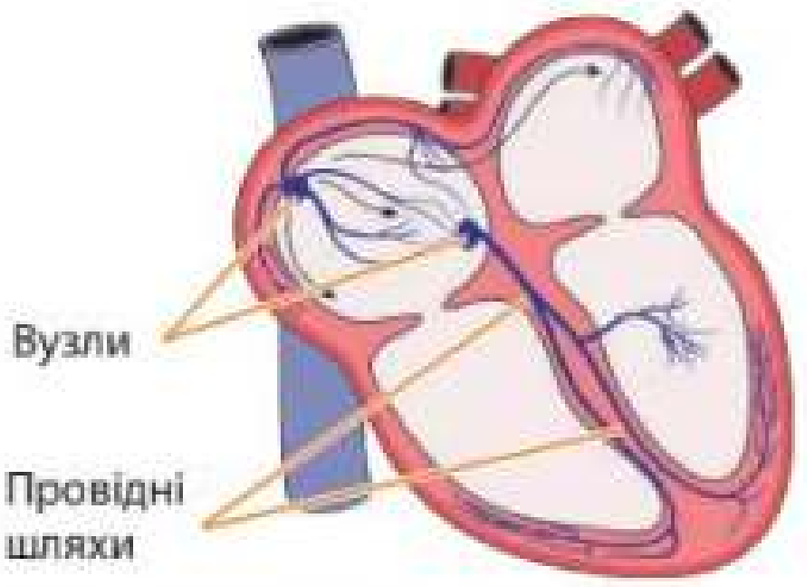
Серцевий м'яз складається з посмугованої м'язової тканини, що має низку особливостей:

- **збудливість** — здатність переходити від стану спокою до скорочення під впливом різних подразників (фізичних, хімічних, електричних);
- **провідність** — поширення збудження, яке виникає в будь-якій ділянці, по всьому серцю;
- **скоротливість** — властивість скорочуватися після збудження;
- **автоматія** — здатність серця скорочуватися під впливом електричних імпульсів, які виникають у самому серцевому м'язі.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Автоматія серця

У серці містяться спеціальні м'язові клітини — **водії ритму**, або **пейсмейкери** (англ. *pacemaker*), у яких автоматично виникають періодичні електричні імпульси. Далі ці імпульси поширюються провідними шляхами серця, утвореними спеціальними м'язовми клітинами (мал. 12.8). Отримуючи електричний сигнал, м'язові клітини серця збуджуються й скорочуються. Таким чином, міокард серця сам утворює електричні імпульси, що активують його ритмічну роботу. Ця властивість називається **автоматія**. Завдяки їй серце скорочується самостійно. Нервова система може лише прискорювати чи сповільнювати роботу серця.



Мал. 12.8. Провідна система серця

Запитання і завдання

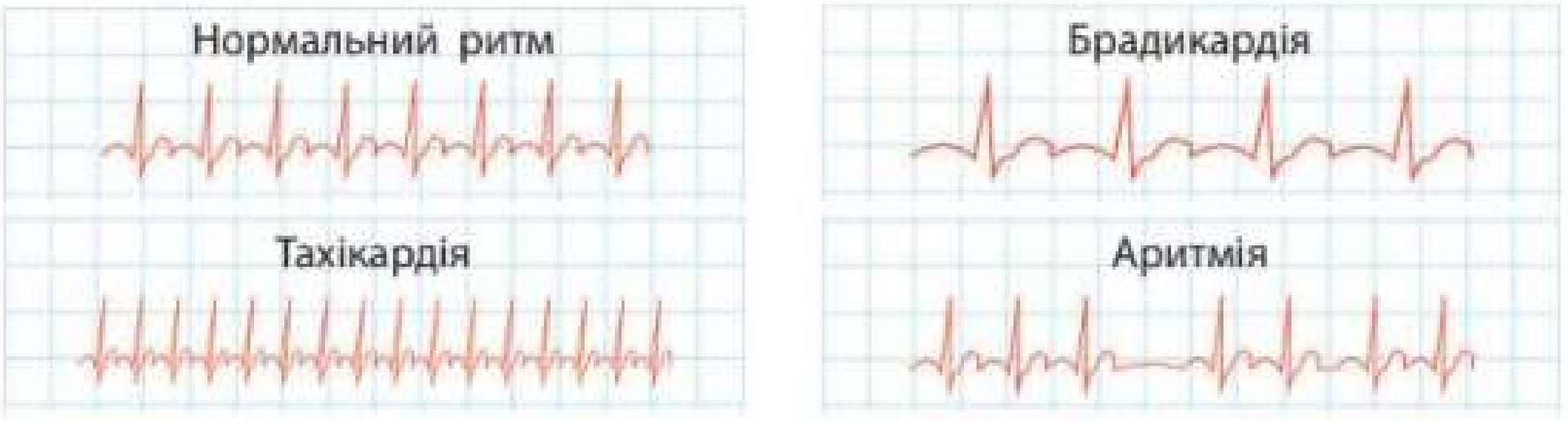
1. Порахуйте, скільки часу працював упродовж життя міокард людини, якій виповнилося 70 років. Скільки серцевих циклів було зроблено?
2. Коли збудження поширюється серцевим м'язом, у ньому виникають електричні струми, які реєструють за допомогою електрокардіографа. Розгляньте електрокардіограми, наведені нижче. Чим характеризуються різні порушення серцевого ритму?
3. Обчисліть частоту серцевих скорочень за хвилину, якщо серцевий цикл становить 0,6 / 0,8 / 0,9 / 1,1 с. Яка тривалість серцевого циклу відповідає нормі, тахікардії (прискорене серцебиття) та брадикардії (сповільнене серцебиття)? За рахунок зміни тривалості якої з фаз серцевого циклу переважно прискорюється чи уповільнюється серцебиття? Чому тривала тахікардія — це серйозне порушення?

Відкритий мікрофон

Видатний український учений, кардіохірург Микола Амосов, який провів численні операції на серці та врятував тисячі життів, написав: «У більшості хвороб винні не природа, не суспільство, а лише сама людина. Найчастіше вона хворіє від ліні й жадібності, але іноді й від нерозумності».
Чи згодні ви з його думкою? Як ви вважаєте, чи може людина хворіти від нерозумності або незнання?

Опорні точки

Серце оточене перикардом, стінка серця має три шари: епікард, міокард і ендокард. Серцевий цикл складається з послідовного скорочення передсердь і шлуночків (систоли) та періоду розслаблення (діастоли). Серцевому м'язу властива автоматія — здатність скорочуватися під впливом власних імпульсів.



Проект підручника видавництва «Ранок»

§13. Захворювання серцево-судинної та лімфатичної систем, їхня профілактика

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

За статистикою, серцево-судинні захворювання посідають перше місце у світі за рівнем смертності. Як ви вважаєте, чому саме ці захворювання є такими поширеними й небезпечними? Які особливості сучасного життя людини провокують серцево-судинні захворювання?

Атеросклероз і його наслідки

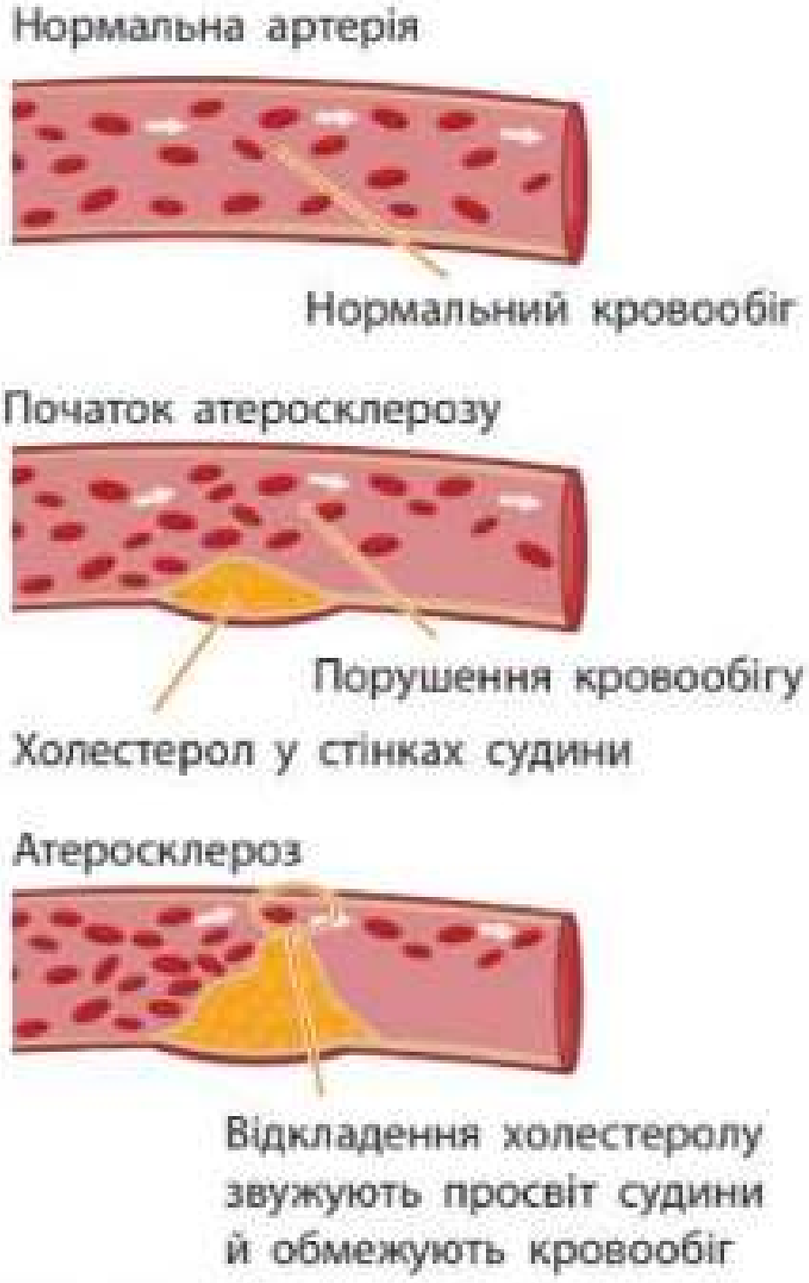
У світі серцево-судинні захворювання є першою причиною смертності населення. У нашій країні від їхніх наслідків помирає майже 65 % людей. Це один із найвищих показників у світі, і він має тенденцію до зростання.

Багато захворювань серцево-судинної системи є наслідками **атеросклерозу**. Це захворювання артерій, коли їхній просвіт звужується внаслідок відкладання в стінках ліпідів, зокрема холестеролу. Звуження просвіту артерій призводить до зменшення надходження крові до тканин і органів, а отже, недоотримання ними кисню та поживних речовин (мал. 13.1).

Атеросклероз судин серця (коронарних артерій) призводить до **ішемічної хвороби серця** (ІХС) — порушення кровопостачання міокарда. Міокард не отримує достатню кількість поживних речовин і кисню. Людина відчуває слабкість, після незначних фізичних навантажень у неї з'являється задишка. Із часом розвивається **стенокардія**, що супроводжується відчуттями стиснення, поколювання, печіння або просто болю за грудиною.

Якщо кровообіг крізь судини серця блокується повністю, виникає **інфаркт міокарда** — загибель клітин окремих ділянок серцевого м'яза. Порушення кровообігу в судинах головного мозку призводить до **інсульту** — загибелі клітин в окремих ділянках мозку. **Інфаркт та інсульт є вкрай небезпечними для життя!**

Уражені атеросклерозом артерії мають звужений просвіт і втрачають еластичність стінок. Тож збільшується опір, що ускладнює потік крові. Організм намагається відрегулювати надходження крові до тканин і органів, збільшуючи артеріальний тиск, щоб проштовхнути її крізь звужені судини. Внаслідок цього розвивається **гіпертензія**, або **гіпертонічна хвороба**. Підвищений тиск збільшує навантаження



Мал. 13.1. Розвиток атеросклерозу

Проект підручника видавництва «Ранок»

на серце, спричиняє гіпертрофію (розростання) міокарда, підвищує ризик інсульту й інфаркту, ушкоджує судини нирок і очей. Якщо лікар діагностував гіпертонічну хворобу, то необхідно все життя регулярно приймати призначені лікарем препарати, які стабілізують артеріальний тиск.

Кардіологія — галузь медицини, яка займається захворюваннями серцево-судинної системи.

Робота в групі

Підготуйте плакат-листівку: а) «Обережно, інсульт!», б) «Обережно, інфаркт!», — де поясніть, як розпізнати, що в людини інсульт / інфаркт і що робити в цьому разі. Використовуйте інфографіку, піктограми, схеми тощо.

Ознаки інфаркту міокарда	Перша допомога
• Сильний гострий біль за грудиною, який може відчуватися в лівій руці, під лопаткою, у животі • Порушення дихання • Запаморочення, слабкість, підвищена пітливість • Людина виглядає блідою, губи синіють	• Негайно викликати швидку медичну допомогу • Людину зручно посадити, забезпечити спокій • Розстебнути або зняти тісний одяг • Відчинити вікно, забезпечити доступ повітря • Дати таблетку нітрогліцерину й аспірину • Якщо людина непритомна, пульсу й дихання немає, треба почати штучне дихання й непрямий масаж серця

Ознаки інсульту	Перша допомога
• Раптовий і сильний головний біль • Перекошене обличчя, асиметрична усмішка (попросіть усміхнутися, висунути язик) • Порушення мовлення (попросіть сказати щось) • Слабкість, оніміння руки та ноги з одного боку (попросіть підняти руки перед собою) • Порушення зору • Порушення координації рухів • Знепритомнення	• Негайно викликати швидку медичну допомогу • Укласти людину горизонтально: на спину з трохи піднятими головою й тулубом, якщо людина притомна; на боці з поверненою набік головою за непритомності, якщо є блювота • Забезпечити доступ повітря • Якщо людина непритомна, пульсу й дихання немає, треба почати штучне дихання й непрямий масаж серця

Причини та профілактика атеросклерозу і його наслідків

Основною причиною атеросклерозу є підвищення рівня ліпідів у крові вище за норму — **гіперліпідемія**. Згідно з науковими дослідженнями, в Україні 68 % людей мають підвищений рівень ліпідів у крові. До того ж у 10,5 % це

Робота в групі

Складіть схему «Як різні чинники спричиняють атеросклероз і виникнення інфарктів чи інсультів». Покажіть зв'язки між захворюваннями та впливом факторів середовища.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Які саме показники в аналізі крові слід перевірити, щоб з'ясувати порушення ліпідного обміну? Знайдіть інформацію про ці аналізи та нормальні значення для дорослої людини.

Робота в групі

Уявіть, що ви — різні лікарі / лікарки, які прийшли й записуєте подкаст про здоров'я. Тема подкасту: «Чому високий тиск небезпечний і як він впливає на організм?». Поясніть цю тему слухачам та слухачкам популярно відповідно до вашої «лікарської спеціалізації». Порадьте, у яких медичних закладах України можна пролікуватися, попередньо вивчивши належну інформацію.

зумовлено спадково, тоді як у 57,5 % причиною є спосіб життя (схема 8). Тобто, **змінивши свої звички, більша частина населення може знизити ризик захворювань серця й судин.**

Для профілактики гіперліпідемії й атеросклерозу слід:

- збалансовано харчуватися: уникати переїдання, знизити споживання жирних і солодких продуктів, споживати більше овочів і фруктів;
- бути фізично активними, регулярно займатися спортивними вправами;
- відмовитися від алкоголю та паління, уникати пасивного тютюнопаління;
- регулярно проводити медичне обстеження;
- у разі підтвердженого лікарем діагнозу своєчасно лікуватися препаратами, що знижують рівень холестеролу та стримують розвиток атеросклерозу.

У людей, які мають спадкову схильність до гіперліпідемії, атеросклероз розвивається дуже рано, й інфаркт міокарда може стати причиною раптової смерті в молодому віці (уже у 20–30 років). У такому разі важливо якомога раніше зробити обстеження і вживати ліки, що нормалізують ліпідний обмін.



Схема 8. Причини й наслідки гіперліпідемії

Порушення кровообігу в нижніх кінцівках

Варикозне розширення вен — це захворювання, за якого порушений нормальний венозний кровообіг від нижніх кінцівок угору до серця (мал. 13.2). Відбувається це через вроджені або набуті дефекти еластичності стінок вен і венозних клапанів.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Розвитку захворювання сприяють сидяча робота, малорухливий спосіб життя, необхідність піднімати та носити важке. Для профілактики слід робити регулярні перерви з фізичною активністю, масаж для поліпшення циркуляції крові, носити спеціальний **компресійний одяг**.

Ще одним поширеним захворюванням є **тромбофлебіт** — запалення стінки вен із формуванням тромбу. Якщо тромб відірветься, разом із кровообігом він може потрапити в легені й заблокувати потік артеріальної крові до серця. Такий стан — **легенева емболія** — смертельно небезпечний.



Мал. 13.2. Варикозне розширення вен

Завдання

Визначте, яку інформацію містять наведені мапи*.
Як різняться країни Європи за смертністю від ішемічної хвороби серця?
Що відбувається в Україні порівняно з іншими країнами?
Хто більш уразливий до ІХС: чоловіки чи жінки?
Як ви вважаєте, чому так?

Смертність на 100 тис. населення від ІХС



* Pirillo, A., Casula, M., Olmastroni, E. et al. Global epidemiology of dyslipidaemias. Nat Rev Cardiol 18, 689–700 (2021).

Захворювання лімфатичної системи

Найбільш поширеними хворобами лімфатичної системи є запалення лімфатичних вузлів і судин, що порушують відтік лімфи.

Запалення лімфатичних вузлів — **лімфаденіт** — провокується інфекціями або травмами. Запалення лімфовузла супроводжується його збільшенням, почервонінням шкіри навколо, підвищенням температури. Лімфаденіт часто виникає під час грипу, хронічного тонзиліту, ангіни, скарлатини, паротиту та інших інфекційних хвороб.

Коли порушений лімфообіг, може розвинутися **лімфостаз**, або лімфодема, — набряк

Гра-тренінг «Система вправ для безпечних кардіотренувань»

Запропонуйте свій приклад тренування для зміцнення роботи серця, розрахований на 15 хвилин.

Приклад тренування

Розминка. 5 хв швидкої ходьби.
Основна частина.
1. Біг на місці: 1 хв.
2. Стрибки: 1 хв.
3. Присідання: 1 хв.
4. Біг на місці: 1 хв.
5. Стрибки через скакалку: 1 хв.

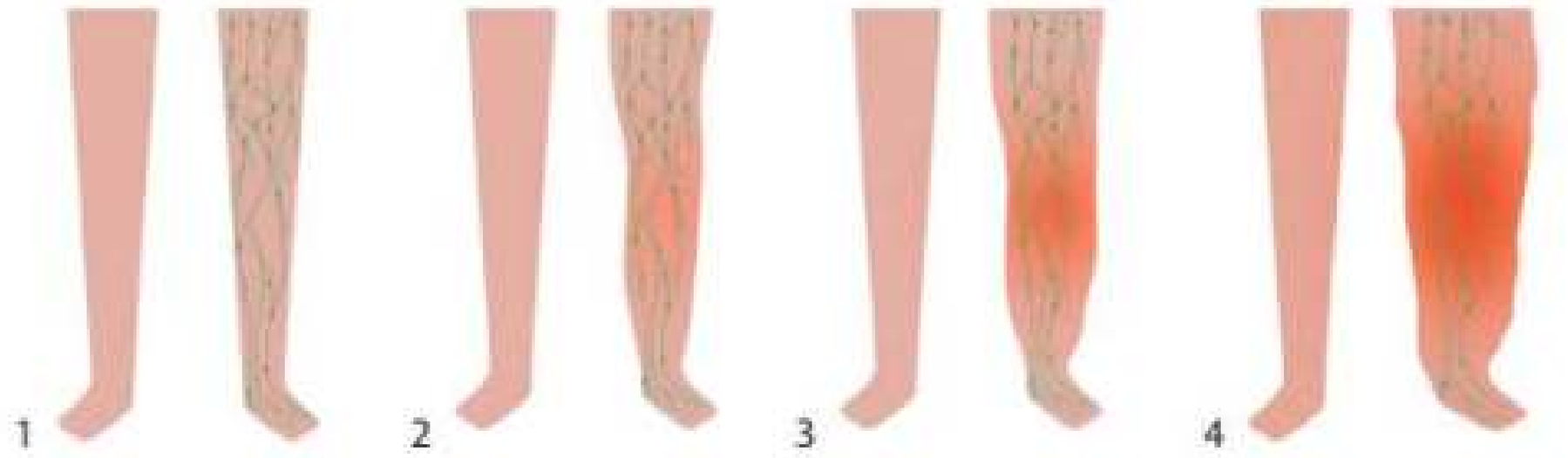
Завершення тренування. 5 хв спокійної ходьби. Усього 15 хв.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Інформаційно-пошуковий проєкт «Серцева хірургія»

Працюйте в групах. Підготуйте й презентуйте інформацію щодо створення й використання: а) штучного серця, б) клапанів, в) стентів, ґ) шунтування судин.

тканин внаслідок застою лімфи, спричинений уродженими вадами або набутим ушкодженням лімфатичних судин. Ідеться про серцеву недостатність, хвороби нирок, варикозну хворобу, запалення або вади лімфатичних судин. Набряки кінцівок можуть дуже прогресувати. На малюнку 13.3 показано стадії виникнення лімфостазу, або лімфодеми.



Мал. 13.3. Стадії (1-4) виникнення лімфостазу, або лімфодеми

Герой України, академік НАН і НАМН України, заслужена діячка науки і техніки України Любов Трохимівна Малая (1919—2003) створила кардіологічну школу, яка стала однією з найавторитетніших у Європі. Вона вперше в Україні започаткувала систему поетапного лікування хворих на інфаркт міокарда: спеціалізовані кардіологічні відділення з блоками інтенсивної терапії, відділеннями реабілітації і санаторно-курортну реабілітацію. 1986 року Л. Малая стала фундатором єдиного в Україні НДІ терапії, названого на її честь.

Опорні точки

Більшість захворювань серцево-судинної системи є наслідками атеросклерозу. Серед них інфаркт, інсульт, гіпертонія тощо, які можуть призводити до тяжких наслідків. Ризик розвитку захворювань знижують здоровий спосіб життя, збалансоване харчування та ін.

Профілактика захворювань лімфатичної системи полягає у своєчасному лікуванні інфекційних патологій, запобіганні травм і ушкоджень, підвищенні імунітету, регулярному проходженню повного медичного обстеження.

Запитання і завдання

1. Поясніть, як пов'язані між собою основні захворювання серцево-судинної системи.
2. Висловіться щодо того, як можна поліпшити здоров'я, змінивши спосіб життя.
3. В «Етюді в багряних тонах» Артура Конан Дойла злочинець страждав на серцево-судинне захворювання. Опишіть це захворювання, знайдіть, як його описував автор, і поміркуйте, з яких причин воно могло виникнути.
4. Відомо, що звуження судин є причиною одного із захворювань курців — переміжної кульгавості, яка супроводжується періодичним сильним болем під час ходьби. Це захворювання може навіть призвести до втрати кінцівки. Курці ніяк не пов'язують кульгавість із палінням. Запропонуйте варіанти, як донести до них цю інформацію.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§ 14. Еволюція кровоносної системи

Транспортування речовин організмом

У невеликих організмів, як-от плоскі та круглі черви, поживні речовини перерозподіляються між клітинами через міжклітинну (тканинну) рідину. Маленькі розміри цих тварин не потребують додаткової системи транспортування речовин до різних відділів тіла.

У великих тварин розвиваються кровоносна та лімфатична системи.

Кровоносна система буває замкнена й незамкнена. **У замкненій кровоносній системі** судини утворюють замкнене коло; кров циркулює лише судинами. Замкнену кровоносну систему мають кільчасті черви та хребетні тварини. **У незамкненій кровоносній системі** судини відкриваються в порожнини тіла; кров (у цих тварин її називають гемолімфа) циркулює як судинами, так і порожнинами тіла. Незамкнену кровоносну систему мають молюски та членистоногі.

Кровоносні системи безхребетних

Добре розвинену **замкнену кровоносну систему мають кільчасті черви** (мал. 14.1). Вона складається з двох великих судин: спинної та черевної, які зв'язані кільцевими судинами.

М'язи спинної судини штовхають кров до переднього кінця тіла. П'ять пар кільцевих пульсуючих судин («сердець») прокачують кров зі спинної судини в черевну; розташовані в них клапани пропускають кров лише в один бік. По черевній судині кров потрапляє до органів

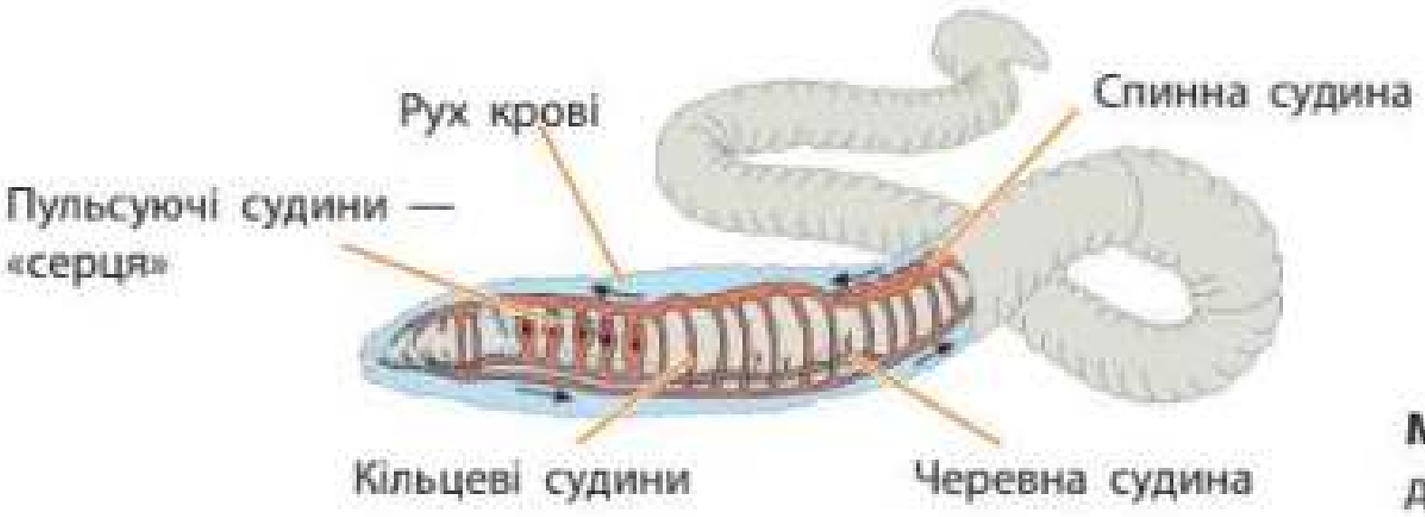
Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Серце людини має складну будову: чотири камери, клапани, власну систему активації серцевих скорочень. Серцевий цикл складається з подій, які мають бути синхронізовані між собою.
Навіщо нам така складна система? Чи надає вона людині якихось переваг порівняно, наприклад, із рибами, у яких лише одне передсердя й один шлуночок?

Відкритий мікрофон

Замкненою чи незамкненою є кровоносна система в людини?

Довідка. Багато капілярів у дощового черв'яка розташовані в шкірі, де кров збагачується киснем. Тому його покриви мають рожевий відтінок.



Мал. 14.1. Кровоносна система дощового черв'яка

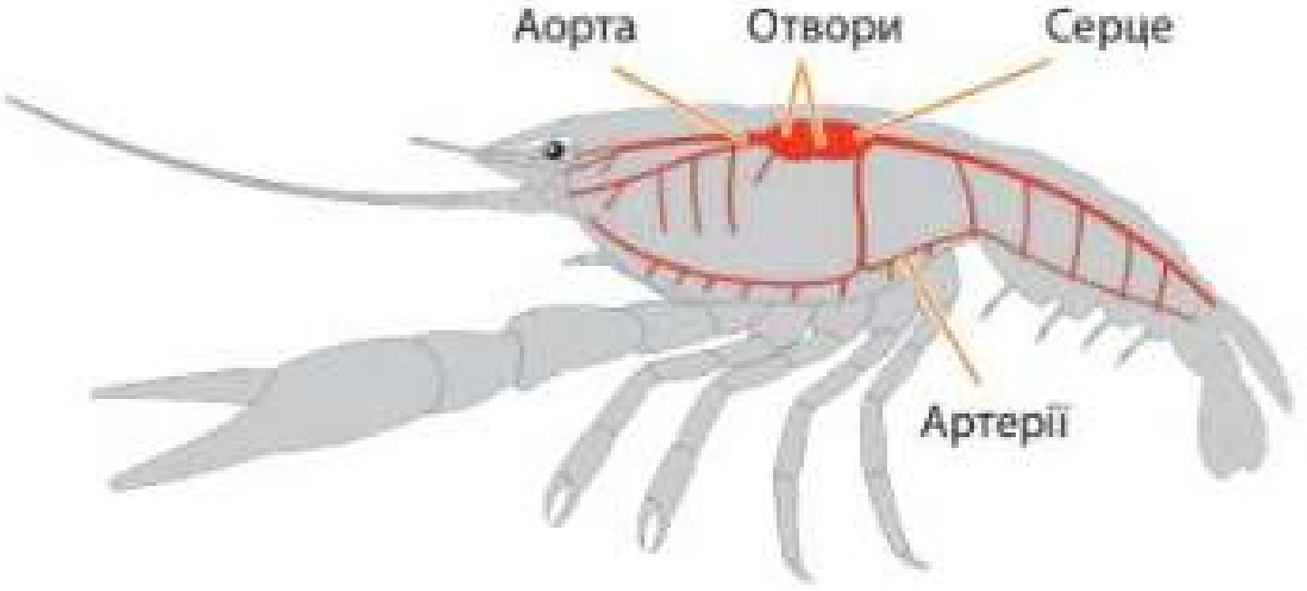
Проект підручника видавництва «Ранок»

Відкритий мікрофон

- Скільки кіл кровообігу в дощового черв'яка?
- Як сегментарна будова тіла кільчастих червів впливає на будову кровоносної системи?
- Чи мають судини дощового черв'яка м'язовий шар?

тіла й повертається в спинну судину. Усі судини розгалужуються на мережу капілярів.

У членистоногих і молюсків кровоносна система незамкнена (мал. 14.2). Гемолімфа з артерій виливається у відкриті порожнини тіла й омиває внутрішні органи. Рух гемолімфи судинами забезпечує **серце**.



Мал. 14.2. Кровоносна система річкового рака

У членистоногих серце багатокамерне, має отвори й розташоване на спинному боці тіла. Гемолімфа повертається з порожнини тіла в серце крізь ці отвори; клапани на отворах перешкоджають її зворотному току. У молюсків серце має відділи: шлуночок і одне або два передсердя. Насичена киснем гемолімфа із зябер або легень потрапляє в передсердя, потім у шлуночок і виштовхується в артерії, що постачають її до органів.

Відкритий мікрофон

- У равликів немає капілярів. Як ви вважаєте, чому?
- Чи є капіляри в комах? Які особливості будови комах зумовлюють те, що їхня гемолімфа безбарвна? Поясніть свою відповідь.

Довідка. Гемолімфа комах безбарвна й не транспортує кисень. У раків, павуків і молюсків кисень переноситься транспортним білком гемоціаніном, до складу якого входять катіони Купруму, що надає гемолімфі цих тварин блакитного кольору.

Еволюція кровоносної системи хордових тварин

У примітивних хордових, як-от ланцетник, немає серця (мал. 14.3). Його функцію виконує розташована під глоткою черевна аорта, здатна до пульсації.



Мал. 14.3. Кровоносна система ланцетника

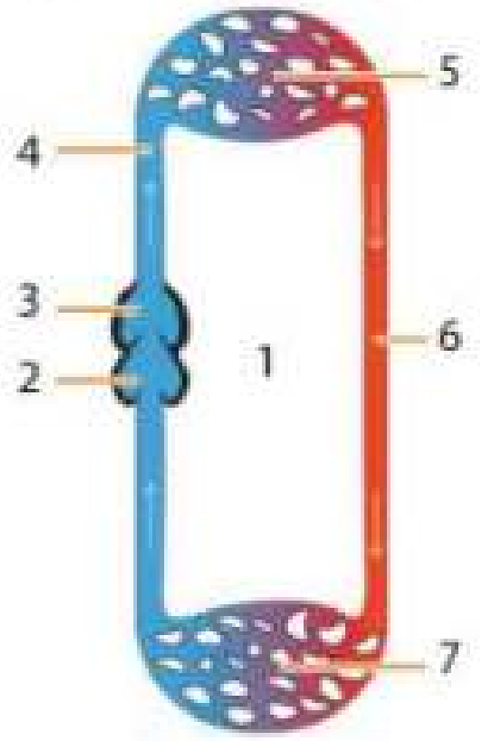
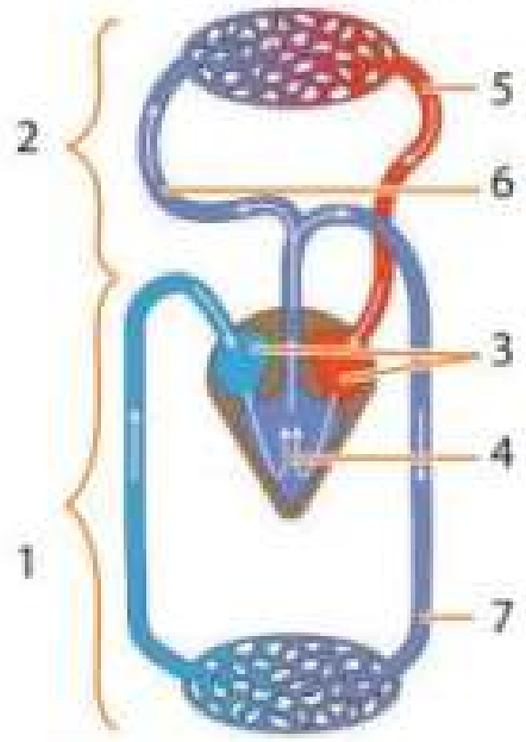
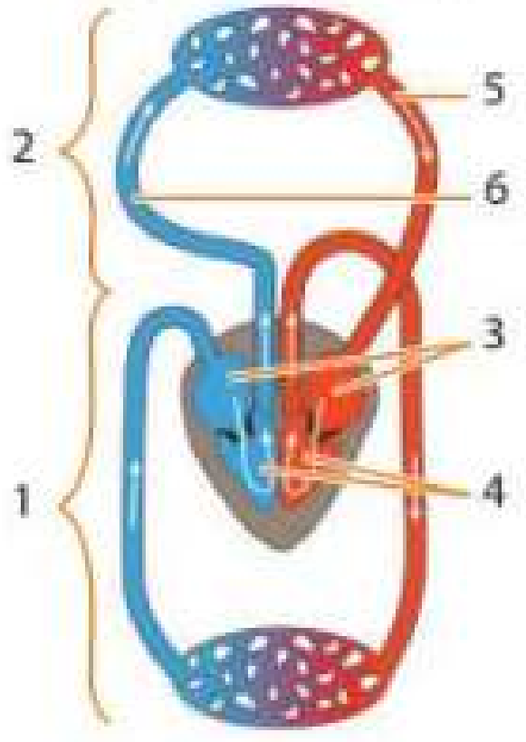
Кровоносна система **хребетних тварин** еволюціонувала в такому напрямку:

1) у перших хребетних з'являється **справжнє** двокамерне **серце**, яке штовхає кров по великому колу кровообігу (риби);

Проект підручника видавництва «Ранок»

2) через розвиток легеневого дихання в наземно-повітряному середовищі у тварин виникає **додаткове легеневе (мале) коло кровообігу** (вперше з'являється в предків амфібій);
3) для більш ефективного насичення тканин киснем виникає потреба розділити артеріальний і венозний кровообіги; це стає можливим через **ускладнення будови серця:** виникають два передсердя (трикамерне серце амфібій та рептилій), з'являється перегородка (у рептилій), а потім формується чотирикамерне серце (птахи і ссавці) (мал. 14.4; таблиця 4).

Таблиця 4. Еволюція кровоносної системи хребетних

Риби	Амфібії та рептилії	Птахи та ссавці
Двокамерне серце  1 — Коло кровообігу 2 — Передсердя 3 — Шлуночок 4 — Венозна кров 5 — Зябра 6 — Артеріальна кров 7 — Органи тіла	Трикамерне серце  1 — Велике коло кровообігу 2 — Мале (легеневе) коло кровообігу 3 — Два передсердя 4 — Один шлуночок 5 — Артеріальна кров 6 — Венозна кров 7 — Змішана кров	Чотирикамерне серце  1 — Велике коло кровообігу 2 — Мале (легеневе) коло кровообігу 3 — Два передсердя 4 — Два шлуночки 5 — Артеріальна кров 6 — Венозна кров
Одне коло кровообігу. Двокамерне серце складається з передсердя та шлуночка. Венозна кров із тіла надходить у серце, а потім прямує до зябер. Там вона насичується киснем і розноситься артеріями організмом	Два кола кровообігу. Трикамерне серце з двома передсердями та одним шлуночком. Розділення артеріальної й венозної крові неповне: у шлуночку трикамерного серця відбувається її змішування. До всіх органів потрапляє змішана кров. У плазунів у шлуночку серця виникає неповна перегородка, яка перешкоджає змішуванню крові. У крокодилів перегородка повна, серце чотирикамерне	Два кола кровообігу. Повне розділення артеріальної й венозної крові забезпечується чотирикамерним серцем із двома передсердями та двома шлуночками. До органів тіла постачається артеріальна кров

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 14.4. Еволюція будови серця хребетних

Довідка. У земноводних і плазунів розвиваються дві дуги аорти, у птахів — лише права, у ссавців — лише ліва дуга.

Ефективний кровообіг у птахів і ссавців забезпечив високий рівень метаболізму. Це дало змогу птахам і ссавцям вести дуже активний спосіб життя й зумовило теплокровність — здатність підтримувати постійну температуру тіла.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Проаналізуйте інформацію в таблиці 4 і на мал. 14.4. Зробіть порівняльну характеристику будови кровоносної системи: а) риб і амфібій; б) плазунів і ссавців, в) птахів і ссавців. Поясніть, чим були зумовлені еволюційні зміни. Яку перевагу вони надали?

Запитання і завдання

1. Чи є незамкнена кровоносна система ефективнішою за замкнену? Наведіть аргументи.
2. Амфібії були першими хребетними, що вийшли на суходіл. Їхня кровоносна система адаптувалася до нових умов існування, але залишилася недосконалою. Користуючись мал. 14.4 і таблицею 4, поясніть, у чому ця недосконалість.
3. Науковці вважають, що вимерлі динозаври мали чотирикамерне серце. Як можна обґрунтувати таке припущення?
4. У деяких рептилій стать ембріонів визначається температурою навколишнього середовища. Наприклад, у крокодилів із яєць, які утримувалися за температури, нижчої за 31 °С, вилуплюються лише самиці, за температури вищої за 33 °С — лише самці. У діапазоні 31–33 °С обидві статі з'являються в рівних пропорціях. Але в птахів і ссавців подібної залежності стать ембріона від температури немає. Як ви вважаєте, чому так?

Опорні точки

У хребетних у процесі еволюції сформувалися велике й мале кола кровообігу й ускладнилася будова серця. Ефективний кровообіг забезпечив теплокровність птахів і ссавців.

Проект підручника видавництва «Ранок»



Тема 4

ДИХАННЯ ЯК ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. БУДОВА Й ФУНКЦІЇ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

§15. Дихання як властивість живого. Органи дихання в безхребетних тварин. Еволюція дихальної системи хордових

Дихання — властивість живого. Процеси дихання в живих істот

Дихання властиве багатьом організмам — від бактерій до складно побудованих рослин і тварин. **Дихання** — це процес, завдяки якому живі організми отримують енергію шляхом окиснення органічних чи неорганічних хімічних сполук. Найпоширенішим окисником є Кисень.

Пригадайте: коли відбуваються хімічні реакції окиснення під час взаємодії метану (органічна речовина) чи сірководню (неорганічна речовина) з киснем, вони супроводжуються виділенням тепла й світла.

$CH_4 + O_2 = CO_2 + H_2O +$ тепло й світло

Метан Кисень Вуглекислий газ Вода

$H_2S + O_2 = S$ (або SO_2) $+ H_2O +$ тепло й світло

Сірководень Кисень Сірка Вода

Метанокиснювальні бактерії та сіркобактерії здійснюють подібні хімічні реакції для отримання енергії. Клітини еукаріот (рослин, тварин, грибів і найпростіших) здійснюють процес дихання завдяки мітохондріям, де й відбувається повне окиснення органічних речовин

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Відомо, що людина може протриматися без їжі максимально до 45 діб, без води — від 3 до 10 діб, а ось без повітря — лише від 3 до 5 хвилин. Навіть спеціально підготовлена й натренована людина може перебувати під водою без повітря максимум до 15 хвилин.

Чому саме повітря потрібне людині щохвилини?

Дихальна система — це сукупність органів, що забезпечують газообмін між організмом і навколишнім середовищем.

Проект підручника видавництва «Ранок»

до вуглекислого газу й води. Окисником слугує Кисень. За таких умов вивільнена енергія запасається в хімічних зв'язках молекул АТФ і частково розсіюється у вигляді тепла.

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 = 6CO_2 + 6H_2O + АТФ + тепло$$

Глюкоза — Кисень — Вуглекислий газ — Вода — Енергія в клітині

У багатоклітинних тварин **процес дихання** складається з кількох етапів:

- надходження кисню крізь органи дихання;
- транспортування газів організмом;
- дифузія газів у тканинах до клітин і мітохондрій;
- використання кисню для клітинного дихання й отримання енергії;
- виведення вуглекислого газу з організму.

Гази до клітин організму надходять за рахунок **дифузії**. Дрібним організмам швидкості дифузії вистачає для газообміну крізь покриви тіла. Це притаманне деяким ракоподібним (дафнії), жалким (прісноводна гідра, медузи) та червам (планарії, дощовий черв'як). У разі збільшення розмірів тіла, складності та швидкості обміну речовин у тварин з'являються спеціальні органи дихання. Вони забезпечують велику площу газообміну для дифузії, а також надходження / виведення газів із тканин.

Дифузія — процес взаємного проникнення молекул, йонів або атомів однієї речовини поміж молекул, йонів чи атомів іншої. Дифузія зумовлена хаотичним тепловим рухом частинок речовин.

Різноманітність органів дихання в безхребетних тварин

Надходження газів до організмів тварин забезпечують органи дихання, або дихальна система. У водних безхребетних організмів сформувалися **зябра** — пласкі, тонкі вирости поверхні тіла, що містять густу сітку капілярів

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Луї Пастер 1861 року відкрив «життя без кисню». Наразі відомо про існування численних організмів, для яких кисень не потрібний або й згубний. Це різні бактерії, одноклітинні евкаріоти, паразитичні черви та ін. Як ці організми існують без кисню? Чому відкриття Л. Пастера спричинило «революцію» в науці кінця XIX століття?

Робота в парі

Створіть схему дихання в клітинах евкаріот. Зобразіть клітину, ядро, мітохондрії. Покажіть стрілками надходження до клітини органічних речовин — вуглеводів ($C_6H_{12}O_6$) і кисню, а також вихід із клітини вуглекислого газу та води. Позначте утворення в клітині АТФ і розсіювання тепла.

Дослідження

«Порівняння вмісту вуглекислого газу у вдихуваному та видихуваному повітрі»
rnk.com.ua/108461

Поділіться своїми думками

Звідки швидше випарується 100 мл води: зі склянки чи з пласкої тарілки? Поясніть чому.

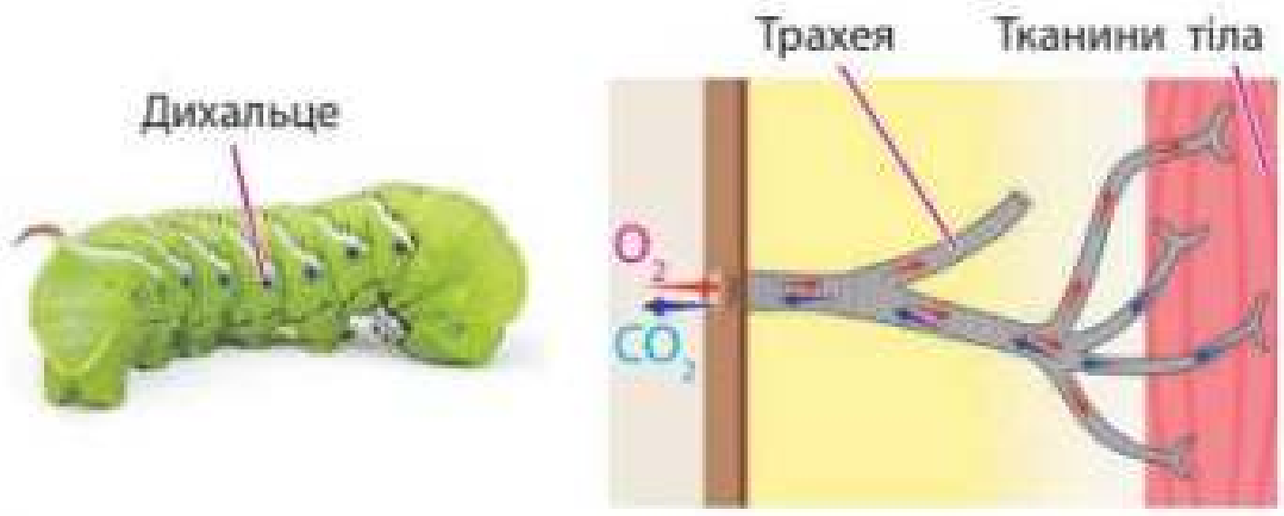
Проєкт підручника видавництва «Ранок»

для газообміну між кров'ю та водою. Багатощетинкові морські черви мають зяброподібні вирости (мал. 15.1). Справжні зябра розвинені в раків (мал. 15.2) і молюсків. Окрім наявності самих зябер, тварини мають забезпечити їхнє ефективне омивання водою, наприклад, за рахунок плавання чи рухів ніжками.



Мал. 15.1. Функцію дихання в багатьох морських багатощетинкових червів виконують розгалужені вирости тіла

У комах і павуків сформувалися **трахеї** — розгалужені дихальні трубочки, що пронизують усе тіло й починаються на поверхні тіла дихальцями (мал. 15.3). Повітря втягується до трахей під час розширення тіла й виштовхується під час його стиснення.



Мал. 15.3. Дихальця на сегментах гусені продовжуються вглиб тіла тонкими хітиновими трубочками — трахеями

У деяких безхребетних сформувалися **«легені»** — мішкоподібні утворення для газообміну (наземні молюски, павуки). Вони мають густу сітку капілярів, а повітря до них активно нагнітається роботою м'язів тіла. Так, у равлика ахатини легеня — це мішкоподібна складка мантії, що відкривається назовні отвором (мал. 15.4).

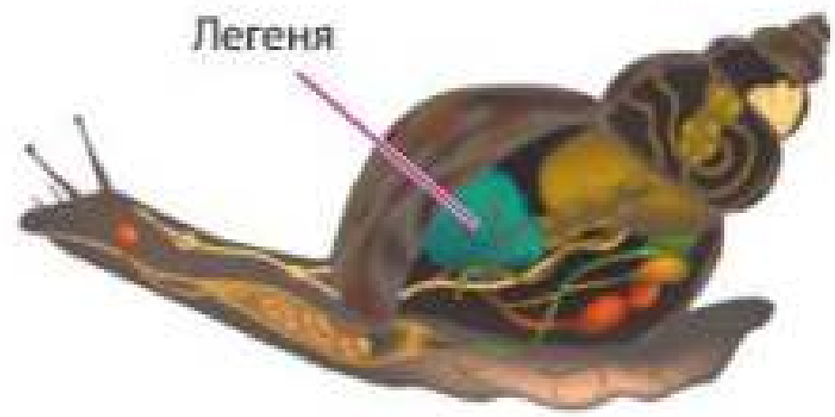


Мал. 15.2. Зовнішні вирости на ніжках рачка артемії виконують функцію зябер

Еволюція дихальної системи в хордових тварин

Первинноводні хордові тварини дихають зябрами. Наприклад, ланцетник має зяброві щілини в глотці, а в риб для газообміну сформувалися зябра (мал. 15.5, с. 76).

Для дихання атмосферним повітрям в амфібій сформувалися прості **мішкоподібні легені** як парні вирости глотки (мал. 15.6, с. 76). Повітря до них надходить із ротової порожнини у разі скорочення м'язів дна ротової порожнини (як наче проковтування повітря).



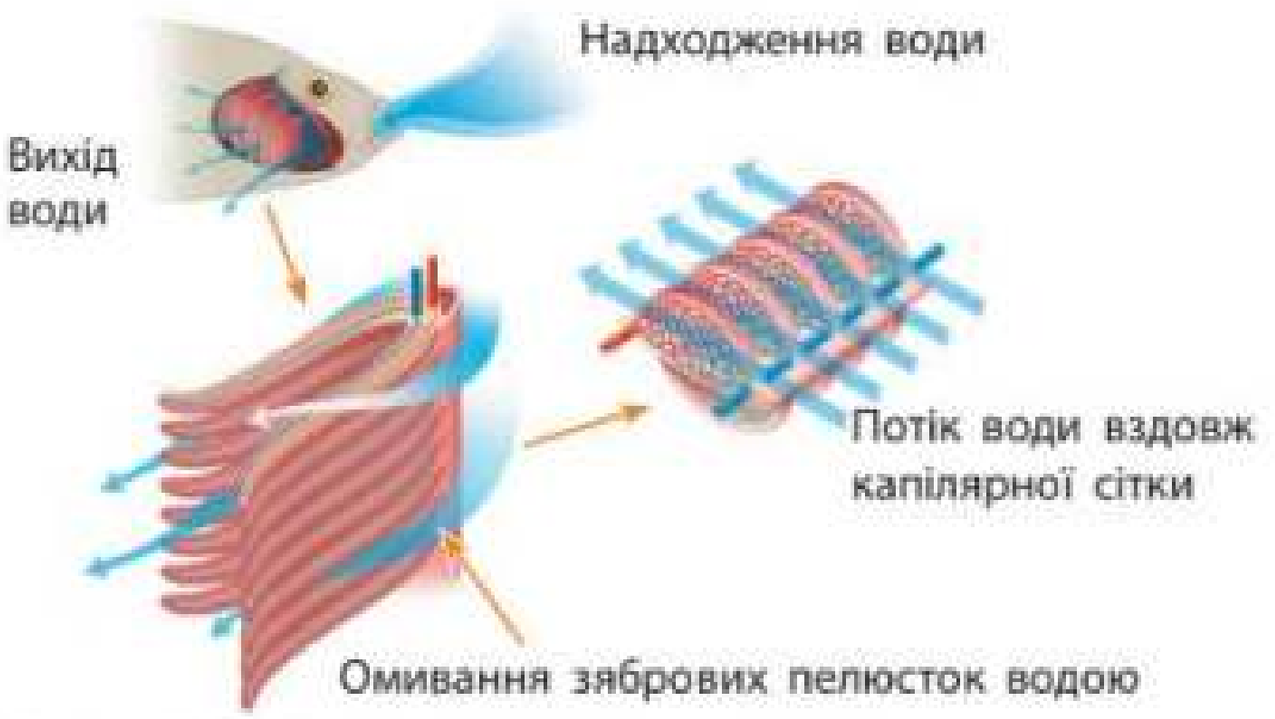
Мал. 15.4. Легеня (складка мантії) ахатини (гігантського африканського равлика)

Проект підручника видавництва «Ранок»

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Для чого дводишні риби використовують свої «легені»? Які особливості кровоносної системи мають ці риби? Навіщо кістковим рибам потрібні зяброві кришки? Яке це має пристосувальне значення?

Довідка. Уперше в еволюції хребетних легенеподібні структури з'являються в лопатеперих риб. У сучасних дводишних риб «легені» формуються з плавального міхура й слугують для дихання атмосферним повітрям.



Мал. 15.5. Зяброве дихання кісткових риб

Відкритий мікрофон

Відомо, що зяброві кришки кісткових риб рухаються й забезпечують потрапляння води, насиченої киснем, до зябер. А як тоді відбувається дихання в хрящових риб — акул і скатів, — якщо в них немає зябрових кришок? Чому вони не задихаються?



Мал. 15.6. Схема дихальної системи та будова легень жаби

Легені амфібій мають невеликі об'єм і площу (мал. 15.6), чого недостатньо для забезпечення організму киснем. Тому газообмін також здійснюється крізь тонку, вкриту слизом шкіру, пронизану кровоносними капілярами.

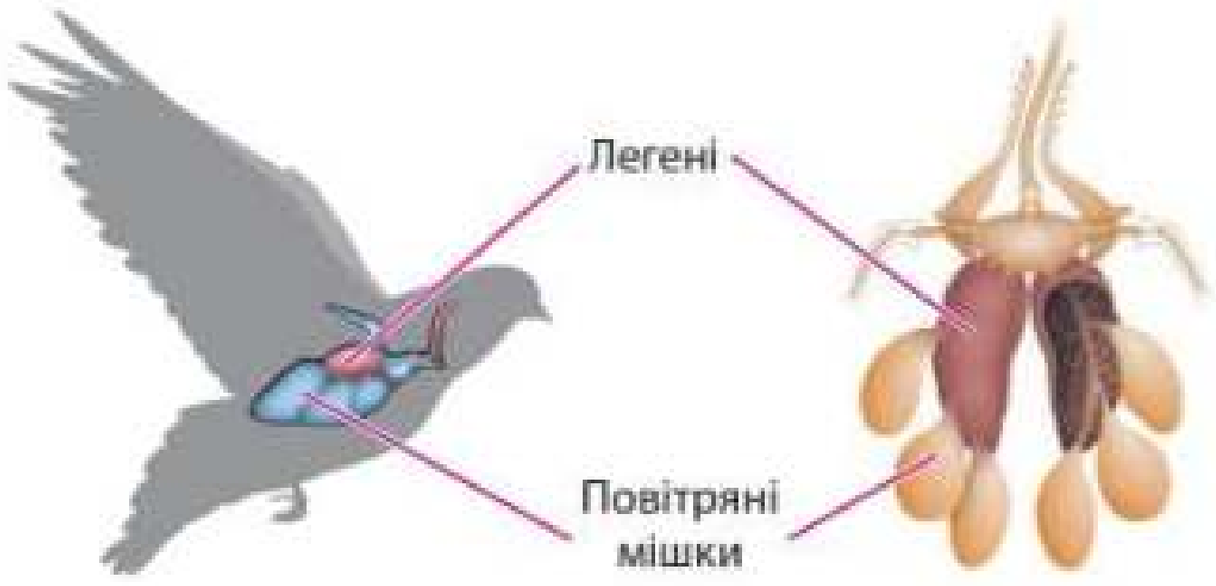
Через подальше пристосування до життя на суходолі в рептилій шкірні покриви зроговіли й стали сухими та щільними, що унеможливило шкірне дихання. Вони також розвинули швидкі й досконалі рухи, а їхній рівень обміну речовин значно зріс. Це зумовило ускладнення й дихальної системи. У легенях утворилися перегородки та численні дрібні комірки, що в сотні разів збільшили площу поверхні для газообміну. У рептилій виникли повітроносні шляхи — **трахея та бронхи**. Для ефективної вентиляції легень розвинувся новий механізм — розширення та звуження грудної клітки за рахунок скорочення міжреберних м'язів. Вони зумовлюють рухи грудної клітки.

У птахів легені мають губчасту будову із численними перегородками та комірками. Додатково в них утворюються повітряні мішки, що забезпечує в польоті **«подвійне дихання»** — насичення крові киснем і під час вдиху, і під час видиху (мал. 15.7).

У ссавців сформувалися легені альвеолярної будови. **Альвеола** — це малесенький мішечок з одного шару клітин. Вона заповнена повітрям і зовні обплетена капілярами (мал. 15.8). Завдяки наявності мільйонів таких альвеол площа для дифузії газів у сотні разів більша

Проект підручника видавництва «Ранок»

за поверхню тіла. У всіх ссавців у диханні бере участь діафрагма — м'яз, який розділяє грудну та черевну порожнини.



Мал. 15.7. Схема дихальної системи птаха

Відкритий мікрофон. Підготуйте інформацію для обговорення теми: «Адаптація дихальної системи тварин до життя: а) під водою, б) у високогірних районах». Оберіть модератора / модераторку для ведення дискусії, доповідачів / доповідачок і учасниць / учасників дискусії.

Запитання і завдання

1. Прочитайте текст.

An animal has a trachea, bronchi, and well-developed lungs with small air sacs. Air is drawn into the lungs by means of intercostal muscle contraction and chest movements. The animal is unable to breathe through its skin due to the presence of horny integuments.

До якої групи належить тварина з названими особливостями дихальної системи?

2. Про яку здатність тварин ідеться в прислів'ї «Де птахів немає, там і жаби за солов'я зійдуть»? Чим відрізняється механізм цієї здатності в жаб? Чи потрібні для цього легені? Чи є біологічне підґрунтя в значенні цього вислову?
3. Спрогнозуйте особливості еволюції дихальної системи наземних хордових, якби атмосфера Землі містила не 21 %, а 35 % кисню.

Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

Відомо, що у хвостатих амфібій шкірне дихання переважає над легеневим, а в безхвостих амфібій, навпаки, переважає легеневе дихання. А ось личинки всіх амфібій дихають зябрами. Поясніть, чому відбувається саме так. Які умови навколишнього середовища й особливості будови амфібій сприяли формуванню таких адаптацій?



Мал. 15.8. Дихальна система ссавця

Опорні точки

У дрібних тварин газообмін здійснюється шляхом дифузії газів. У безхребетних тварин можуть бути зябра, трахеї чи легеневі мішки. У первинноводних хордових органи дихання — це зябра. Еволюція дихальної системи в наземних хребетних відбувалася через збільшення площі поверхні легень для газообміну й удосконалення системи нагнітання до них повітря.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§16. Будова й функції дихальної системи людини. Дихальні рухи. Газообмін у легенях і тканинах

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Існує кілька крилатих фраз, які батьки часто кажуть своїм дітям, зокрема: «Їж мовчки» або «Гуляєш — кричи, сів їсти — мовчи». Чи є біологічний зміст у цих висловах? Чому говорити під час ковтання небезпечно?

Дихання — біологічний процес, внаслідок якого людина із навколишнього середовища отримує кисень, а виділяє вуглекислий газ.

Дихальна система людини

Дихання складається з кількох етапів. **Зовнішнє дихання** — це вентиляція легень і газообмін між повітрям у легенях і кров'ю. Надалі відбуваються транспортування газів кров'ю та їхня дифузія тканинами. **Внутрішнє, або тканинне, дихання** — це безпосереднє використання кисню в клітинах тіла для окиснення органічних речовин з отриманням енергії.

Дихальна система людини складається з **дихальних шляхів**: носової порожнини, носоглотки, гортані, трахеї, бронхів і **легень** — органів газообміну між повітрям і кров'ю (мал. 16.1). **Носова порожнина** вистилається слизовою оболонкою, що зовні вкрита миготливим епітелієм. Він виділяє слиз, який зволожує вдихуване повітря, а велика кількість капілярів у слизовій оболонці зігріває повітря в носовій порожнині. Тут повітря знезаражується, оскільки слиз затримує віруси та бактерії, а війки допомагають вивести слиз назовні. У слизі також містяться захисні білки, що знешкоджують збудників інфекцій. У слизовій оболонці верхнього носового ходу містяться нюхові рецептори.



Мал. 16.1. Будова дихальної системи людини

Гортань утворена рухомо з'єднаними хрящами та сполучною тканиною. Вона відокремлює дихальні шляхи від глотки й стравоходу (мал. 16.2а) й забезпечує безперешкодне проходження повітря до трахеї. Під час ковтання надгортанний хрящ, як кришка, закриває вхід до гортані, аби їжа не потрапила в дихальні шляхи.

Ще однією функцією гортані є утворення звуків. Тут розташовані **голосові зв'язки** — дві еластичні мембрани з волокон сполучної тканини (мал. 16.2б). Під час утворення звуків вони змикаються за рахунок спеціальних м'язів. Повітря, що виходить крізь голосову щілину,

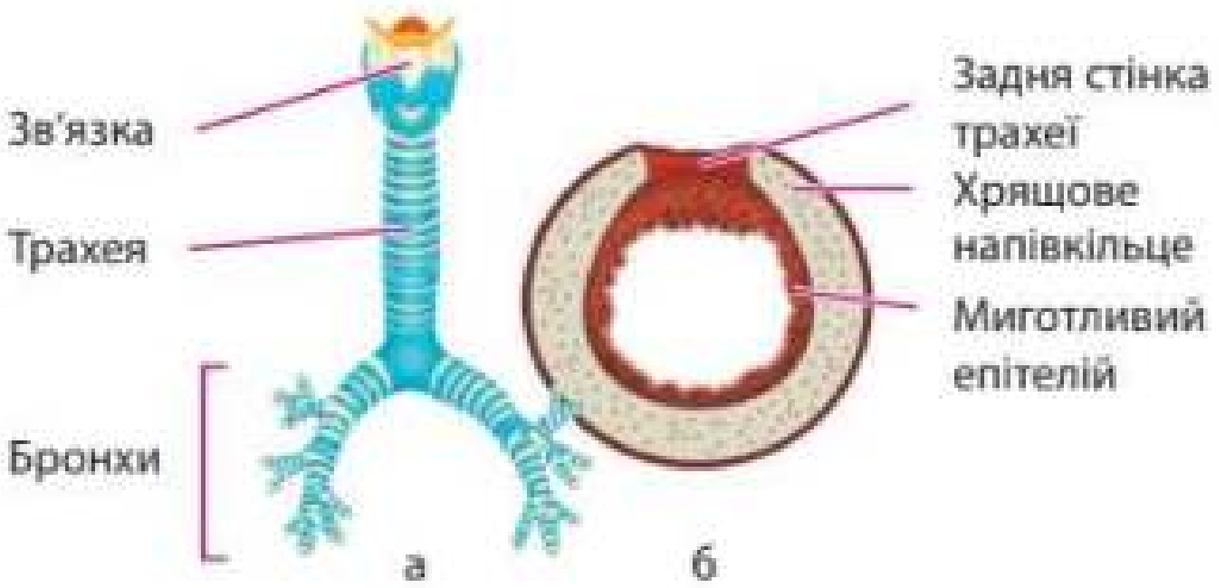
Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 16.2. Будова гортані (а) та голосових зв'язок (б)

спричиняє їхню вібрацію й утворення звуків певної частоти. Надалі індивідуальне формування тембру голосу й відмінності у звуках відбуваються за участі ротової й носової порожнини, язика, губ, зубів, щелеп, гортані та глотки.

Трахея — трубка зі сполучних тканин, яка проводить повітря від гортані до бронхів (мал. 16.3а). Безпосередньо позаду до трахеї прилягає стравохід. Щоб бути постійно відкритою, трахея містить хрящові півкільця (мал. 16.3б). Її внутрішня поверхня вистилається миготливим епітелієм.



Мал. 16.3. Будова нижніх дихальних шляхів: загальний вид (а) й поперечний переріз крізь трахею (б)

Трахея розгалужується на два головні бронхи, якими повітря надходить до легень і виходить із них. **Бронхи** — це трубочки, армовані хрящами й гладенькими м'язами. Усередині вони також вистеляються миготливим епітелієм. Зайшовши в легені, бронхи багаторазово розгалужуються на ще більш дрібні бронхи. Закінчуються тонесенькими **бронхіолами**, які доставляють повітря до альвеол легень.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Як залежить частота коливання (висота звуку) струни музичного інструмента від її довжини, товщини та ступеня натягнутості? Яка анатомічна причина різної висоти голосу в чоловіків і жінок?

Відкритий мікрофон

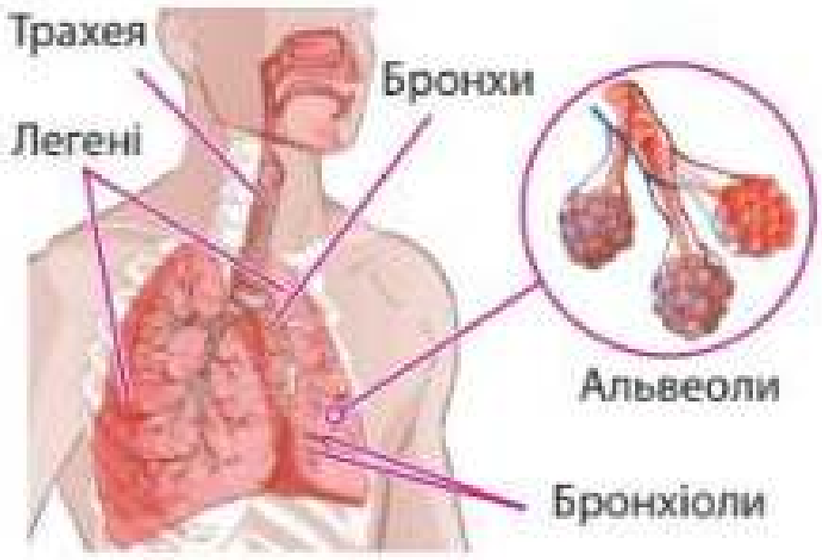
Поясніть, чому трахея складається з хрящових напівкілець, а не суцільних кілець. Чому дихальні шляхи мають бути постійно відкритими?

Індивідуальна робота

Подивися відео за QR-кодом і дай відповідь на запитання про те, яка функція слизу та злагоджених рухів війок миготливого епітелію, яким вистелено всі дихальні шляхи.

Відео «Функція слизу» rnk.com.ua/108462

Проект підручника видавництва «Ранок»



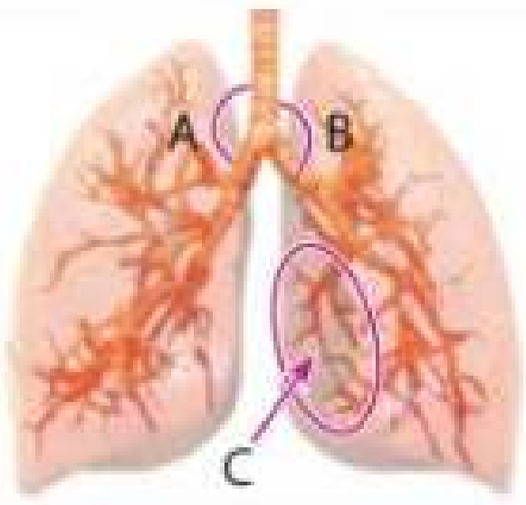
Мал. 16.4. Будова легень

Легені — це парні органи дихання, розташовані в грудній клітці, що забезпечують газообмін між кров'ю і повітрям (мал. 16.4). Зовні вони вкриті еластичною плівкою сполучної тканини — **плеврою**, яка утворює «мішок», де розміщені легені. Власне тканина легень теж утворена еластичною сполучною тканиною, у якій розташовані 300–500 млн дрібних альвеол.

Альвеола — це мішечок з одного шару клітин плаского епітелію, який зовні оплетений капілярною сіткою. Загальна площа поверхні альвеол сягає 100 м², що забезпечує ефективну дифузію газів.

Завдання

Розгляньте малюнок будови бронхіального дерева та легень. Яка анатомічна причина того, що ліва легеня менша за розміром і має впадину C, а кут B гостріший за кут A? Якщо людині до дихальних шляхів випадково потрапив дрібний предмет, то в якій легені, ймовірніше, він опиниться? Знайдіть інформацію про те, як правильно надати першу допомогу в разі такого випадку. Запишіть відео про це й опублікуйте на сайті школи.



Вентиляція легень. Дихальні рухи

Надходження та виведення повітря з легень забезпечують дихальні рухи грудної клітки, у здійсненні яких беруть участь діафрагма та міжреберні м'язи. **Діафрагма** — це плаский куполоподібний м'яз, що розмежовує грудну та черевну порожнини (мал. 16.5).

У стані спокою вдих забезпечується скороченням і опусканням діафрагми. За цих умов об'єм грудної порожнини збільшується, а тиск зменшується. Таким чином повітря крізь відкриті дихальні шляхи надходить з атмосфери (високий тиск) до легень (низький тиск). Під час видиху діафрагма розслаблюється та піднімається завдяки тиску внутрішніх органів. Це спричиняє зростання тиску в грудній порожнині й виведення повітря з легень в атмосферу.



Мал. 16.5. Дихальні рухи для вентиляції легень

Довідка. Нервова регуляція дихання забезпечується дихальним центром — скупченням нейронів у довгастому мозку, який керує скороченням діафрагми та додаткових дихальних м'язів.

Регуляція дихальних рухів. Дихальні рефлекси

Під час фізичних навантажень у крові зростає рівень розчиненого вуглекислого газу, що

Проект підручника видавництва «Ранок»

сприймають спеціальні рецептори. У відповідь на це дихальний центр збільшує частоту й глибину дихання. Це називається гуморальною регуляцією дихання.

У разі подразнення рецепторів і слизової оболонки дихальних шляхів виникають захисні рефлекси — **чхання** й **кашель**. Центри цих рефлексів також розташовані в довгастому мозку. Обидва ці рефлекси пов'язані з різким скороченням м'язів і швидким видихом. Вони спрямовані на видалення сторонніх речовин або предметів із дихальних шляхів.

Газообмін у легенях і тканинах

Газообмін між повітрям і кров'ю відбувається в альвеолах (мал. 16.6) завдяки **процесу дифузії** крізь тонесенькі стінки альвеоли та прилеглих капілярів.



Мал. 16.6. Газообмін (дифузія газів) у легенях

Спрямованість руху газів визначається градієнтом парціального тиску газів в альвеолах та їхньої напруги в крові. Парціальний тиск кисню в повітрі альвеол приблизно становить 106 мм рт. ст., а його напруга у венозній крові — близько 40 мм рт. ст. Відповідно, дифузія кисню спрямована з повітря альвеол у кров. Вуглекислий газ, навпаки, у венозній крові має напругу близько 48 мм рт. ст., а в повітрі альвеол — парціальний тиск 40 мм рт. ст. Тому вуглекислий газ переходить із розчинного стану (з крові) до повітря альвеол.

Парціальний тиск — це тиск, який створюється окремим компонентом газової суміші.

STEAM-проєкт «Виготовлення робочої моделі легень і механізму дихання та моделювання утворення голосу» rnk.com.ua/109108

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Знайдіть інформацію й ознайомтеся з дихальною гімнастикою. З якою метою люди виконують дихальні вправи? Для представниць / представників яких професій треба регулярно займатися дихальною гімнастикою?

Робота в групі

Поясніть, як гіпоксія (нестача кисню) впливає на тканини організму та як взаємопов'язані робота дихальної та серцево-судинної систем.

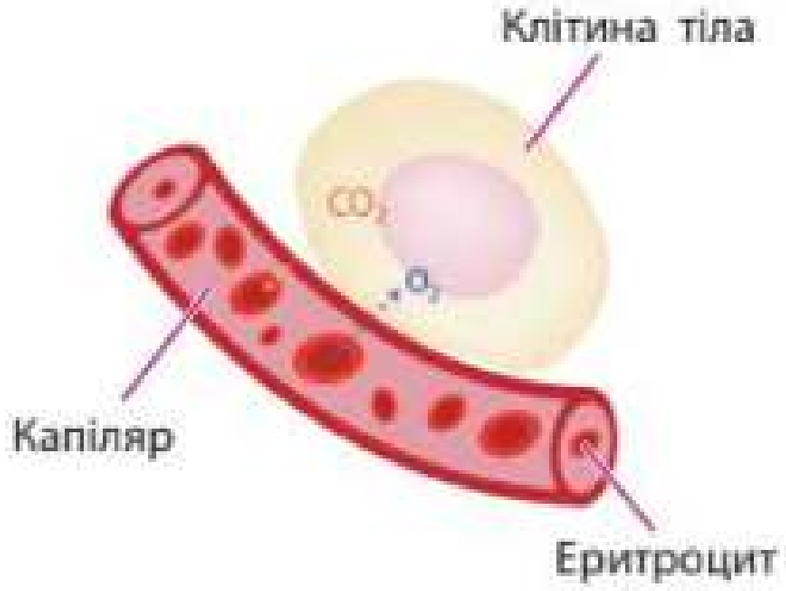
Напруга газу — це тиск розчиненого газу в рідині.

Довідка. Парціальний тиск кисню в альвеолах легко розрахувати, помноживши значення атмосферного тиску на відсоток вмісту кисню в повітрі альвеол, наприклад:
760 × 0,14 = 106,4 мм рт. ст.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Індивідуальна робота

Використовуючи пояснення газообміну в альвеолах легень і наведену схему, опиши механізм газообміну між кров'ю та тканинами організму.



Транспортування газів кров'ю

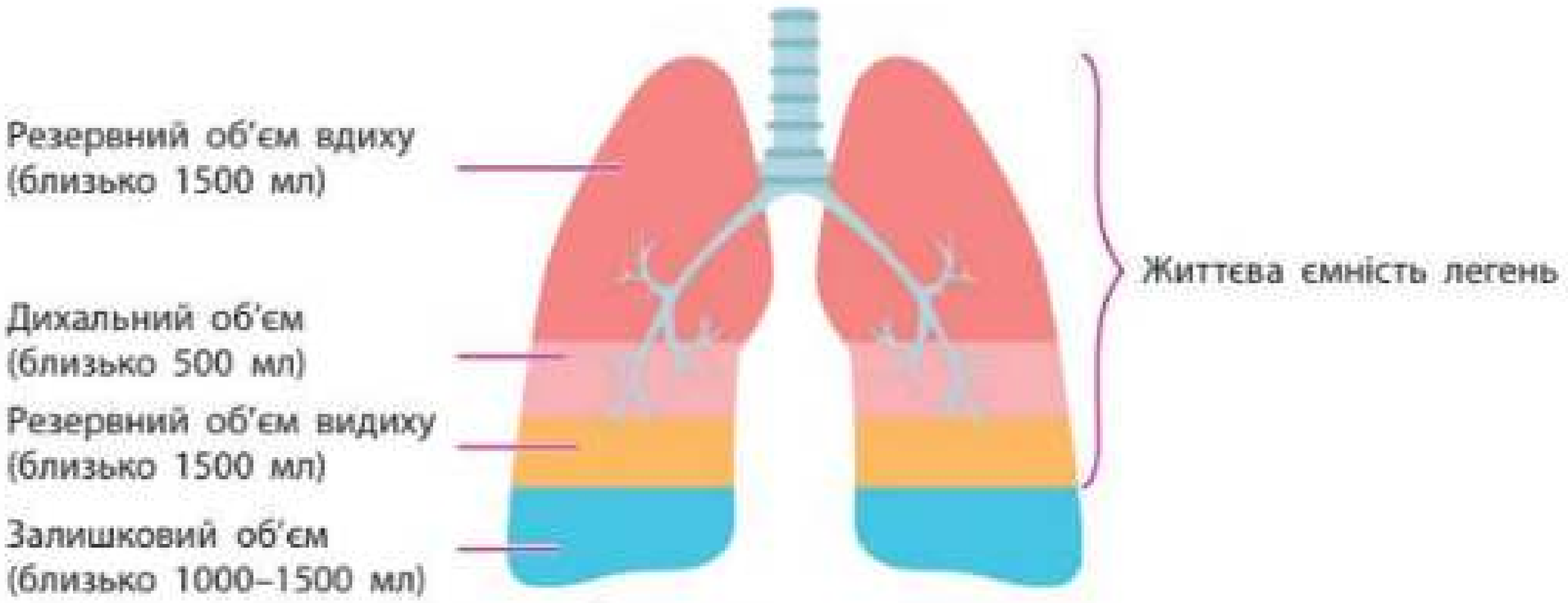
Кисень малорозчинний у воді, тому він транспортується лише у зв'язаному з гемоглобіном еритроцитів стані. Вуглекислий газ розчиняється у воді внаслідок взаємодії з нею: $CO_2 + H_2O \leftrightarrow [H_2CO_3] \leftrightarrow HCO_3^- + H^+$. Саме тому у вигляді гідрокарбонат-йонів (HCO_3^-) він транспортується переважно в розчиненому стані в плазмі крові та цитоплазмі еритроцитів.

Основні функціональні показники дихальної системи. Спірометрія

Властивості дихальних систем різних людей відрізняються. Причиною цього є спадкові особливості та набуті впродовж життя зміни. Для визначення стану дихальної системи людини використовуються спеціальні функціональні показники (мал. 16.7).

У спокійному стані ми вдихаємо та видихаємо близько 500 мл повітря — це **дихальний об'єм**. Важливим показником стану дихальної системи людини є **життєва ємність легень** (ЖЄЛ) — максимальний об'єм повітря, що видихається після найглибшого вдиху. У чоловіків цей показник становить близько 4000–4500 мл, а в жінок — 3500 мл. У плавців, пірнальників і веслярів ЖЄЛ може досягати 5500 мл і більше.

Спірометрія — це визначення функціональних показників дихальної системи, яке виконують за допомогою спеціального приладу — спірометра (мал. 16.8). Її використовують для



Мал. 16.7. Функціональні показники дихальної системи

Проект підручника видавництва «Ранок»

оцінювання загального стану здоров'я та визначення ризику розвитку захворювань або ж їхнього впливу на функціонування дихальної системи.

Віртуальне або лабораторне дослідження «Визначення та порівняння дихального об'єму й життєвої ємності легень (спірометрія)»

1. Знайдіть в інтернеті за пошуковим запитом «спірометрія» або «методика проведення спірометрії» відео й подивіться його.
2. Визначте власні дихальний об'єм і життєву ємність легень (за наявності в кабінеті біології лабораторного спірометра, дотримуючись санітарно-гігієнічних вимог використання одноразових насадок для нього).
3. Обчисліть за формулою Людвіга належну життєву ємність легень (НЖЄЛ) з урахуванням ваших індивідуальних особливостей.
   НЖЄЛ = $40x + 30y - 4400$, де x — зріст, см; y — вага тіла, кг.
4. Зробіть висновок про середнє значення НЖЄЛ для учнів і учениць вашого класу, а також його відповідність реальним показникам ЖЄЛ. Як і чому НЖЄЛ і ЖЄЛ різняться в людей різних статей і різної фізичної підготовки?



Мал. 16.8. Визначення функціональних показників дихальної системи за допомогою спірометра

Індивідуальне завдання «Аналіз показників дихання» rnk.com.ua/108464

Запитання і завдання

1. У стані спокою школярка здійснює 18 дихальних циклів за хвилину, а під час бігу — 35. Її дихальний об'єм становить 450 мл повітря. На скільки більше повітря (л) витратить за одну годину школярка під час бігу порівняно зі станом спокою?
2. Поясніть, чому в стані спокою людина здійснює 16–20 дихальних циклів за хвилину, а під час сну — лише 10–12.
3. Спрогнозуйте, що станеться, якщо з легень повністю вийде все повітря.
4. Під час підйому в гори деякі люди відчувають головний біль, запаморочення або вони навіть можуть знепритомніти. Із чим це пов'язане?

Опорні точки

Газообмін між повітрям і кров'ю здійснюється в легенях завдяки дифузії газів. Інші органи дихальної системи беруть участь у процесі надходження повітря в легені та його повернення в зовнішнє середовище. Вентиляцію легень забезпечує робота діафрагми й міжреберних м'язів. Регулює роботу дихальної системи дихальний центр довгастого мозку.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§17. Захворювання органів дихання й голосового апарату та їхня профілактика

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

У людини з'явилися симптоми гострого респіраторного захворювання: температура, сухий кашель і почервоніння слизової оболонки глотки. В аптеці вона купила антибіотик і почала лікування. Поясніть, чи раціональний такий вчинок. Під час яких захворювань лікарі можуть призначати антибіотики?

Завдання

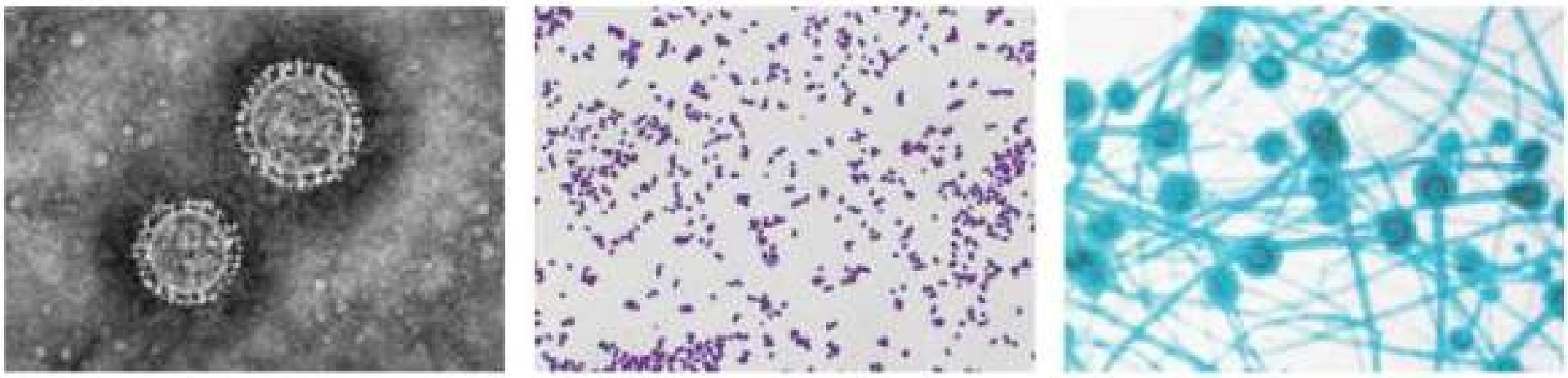
Пригадайте з курсу біології 7-го класу, що ви знаєте про грип, туберкульоз, кандидоз. До яких названих груп належать ці захворювання та їхні збудники? Які неінфекційні захворювання дихальної системи вам відомі?

Чому виникають захворювання дихальної системи

Існує три основні групи захворювань дихальної системи: **інфекційні** — збудниками є бактерії або віруси; **інвазійні** — збудниками є найпростіші, гриби або інші паразити (мал. 17.1); та **неінфекційні** — спричинені впливом чинників середовища або генетичними порушенням у клітинах тканин органів дихання.

Найбільш поширеними є саме інфекційні захворювання органів дихальної системи. Їх спричинюють віруси та бактерії, які передаються переважно **повітряно-крапельним шляхом**. Ці збудники разом із краплинками слизу потрапляють у повітря, коли ми видихаємо, та під час чхання чи кашлю. Цей **аерозоль**, що містить бактерії та віруси, вдихають усі довкола (мал. 17.2). Саме тому хвора людина не має перебувати в місцях скупчення людей, особливо в закритих приміщеннях.

У нормі дихальні шляхи здорової людини надійно захищені від інфекційних захворювань слизовою оболонкою. Вона є фізичним бар'єром для вірусів та бактерій і має надійний імунний захист від них. Зокрема, білок **лізоцим** руйнує клітинні стінки багатьох бактерій, тоді



а б в

Мал. 17.1 Поширені збудники захворювань легень: SARS-CoV-2 (а), Золотистий стафілокок (б), Аспергіл (в)

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

як **білки-антитіла** зв'язуються з вірусними частинками й блокують їх.

Спеціальні клітини в складі епітелію виробляють **слиз**, що, наче клей, затримує віруси й бактерії. За допомогою злагодженого руху війок миготливого епітелію він виводиться з дихальних шляхів назовні.

Чому ж бар'єрні та захисні функції слизової оболонки дають збій? Часто причиною є пересихання слизової оболонки, її хімічне (чадний газ, дим, оксиди Сульфуру та Нітрогену) чи фізичне (часточки пилу, піщинки, пил будівельних сумішей) ушкодження. Унаслідок вдихання сухого або холодного повітря відбувається звуження кровоносних судин. Це також знижує захисні властивості слизової.

Шкідливі звички, зокрема паління, є головним фактором розвитку різних захворювань органів дихання. Ще одна причина — наявність на слизових оболонках, мигдаликах чи аденоїдах хронічних інфекційних процесів, які періодично активізуються. У такому разі мигдалики та аденоїди стають джерелом інфекцій і розвитку карієсу, парадонтозу, отитів та захворювань органів дихання.



Мал. 17.2. Візуалізація поширення аерозолю, що видихає людина під час розмови, чхання або кашлю



Мал. 17.3. Тонзиліт: стрілками показані збільшені та запалені піднебінні мигдалики

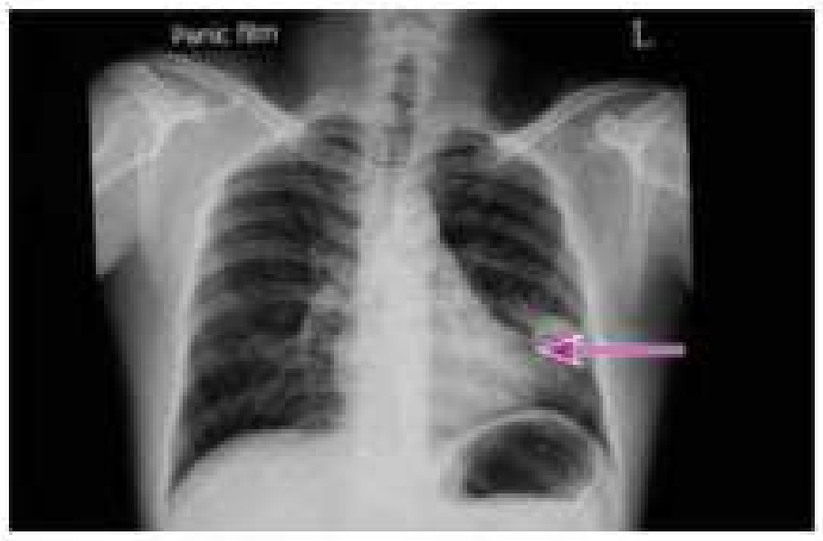
Інфекційні захворювання органів дихання

Інфекційні запальні процеси дихальних шляхів і легень можуть спричинятися різними вірусами (аденовіруси, риновіруси та ін.) чи бактеріями (золотистий стафілокок, піогенний стрептокок, мікоплазми та ін.). Якщо збудник невідомий, такі інфекції називають **гострими респіраторними захворюваннями** (ГРЗ). Якщо хвороба спричинена якимось вірусом, — це **гостра респіраторна вірусна інфекція** (ГРВІ).

За місцем запалення розрізняють **риніт** — запалюється слизова носової порожнини; **синусит** — повітроносні пазухи кісток черепа; **тонзиліт** — піднебінні мигдалики (мал. 17.3); **фарингіт** — глотка, **ларингіт** — гортань; **трахеїт, бронхіт, плеврит.**

Запалення легень різного походження називають **пневмонією** (мал. 17.4).

Пульмонологія — розділ медицини, що вивчає захворювання органів дихальної системи.



Мал. 17.4. Рентгенодіагностика пневмонії (стрілка вказує на світлу зону, що відповідає запаленню, на фоні темного фону лівої легені)

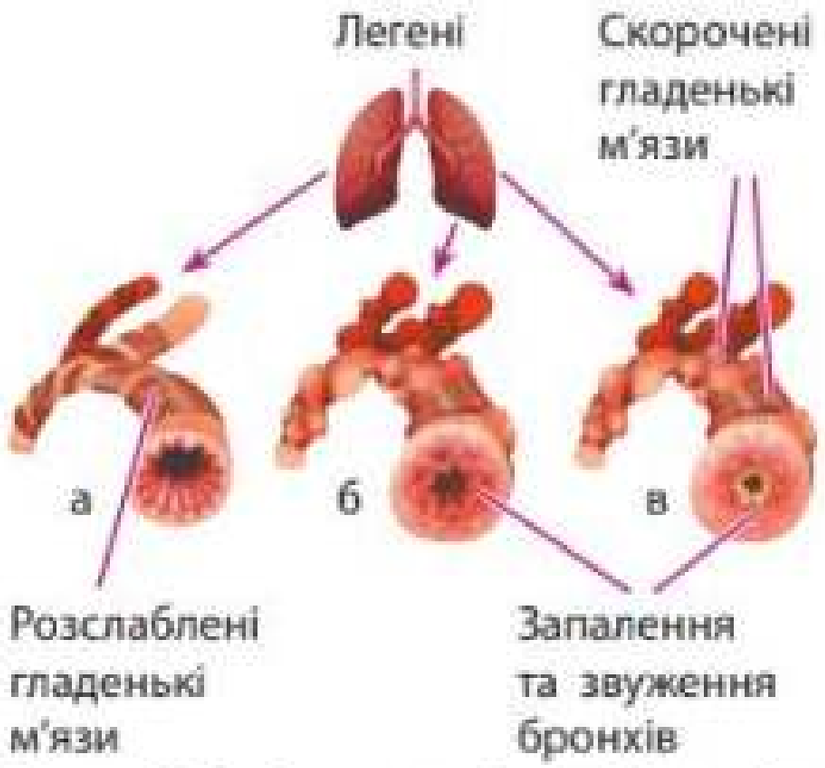
Проект підручника видавництва «Ранок»

Робота в групі

За допомогою мережі «Інтернет» знайдіть інформацію про одного зі збудників захворювання: грип, туберкульоз, дифтерія або кашлюк. Опрацьовуючи інформацію, дайте відповіді на перелік запитань.

- Який тип збудника та як ви можете ним заразитися (шляхи передачі)?
- Які клітини / тканини / органи вражає збудник?
- Які основні симптоми захворювання?
- Які способи профілактики захворювання й захисту від збудника існують?
- Чи існує ефективне лікування захворювання?

Створіть інфографіку про один збудник чи захворювання. Презентуйте результати роботи вашої групи. Оцініть, що у вас вийшло найкраще, із чим вам слід попрацювати. У висновку вкажіть, як ви можете захиститися від цього захворювання.



Мал. 17.5. Стан прохідності бронхів у нормі (а), при бронхіальній астмі (б) та під час нападу задухи (в)



Мал. 17.6. Інгалятор має всередині речовину, яка розслабляє гладку мускулатуру бронхів, розширюючи їх. Під час натискання на інгалятор розпилюється аерозоль, який людина має вдихнути

Неінфекційні захворювання органів дихання

Основними неінфекційними хворобами дихальної системи є бронхіальна астма й онкологічні захворювання (різні види раку).

Бронхіальна астма — це алергічне захворювання, що супроводжується звуженням бронхів і порушенням їхньої прохідності для повітря (мал. 17.5). Саме тому в людей з астмою з'являються задишка та поверхневе часте дихання.

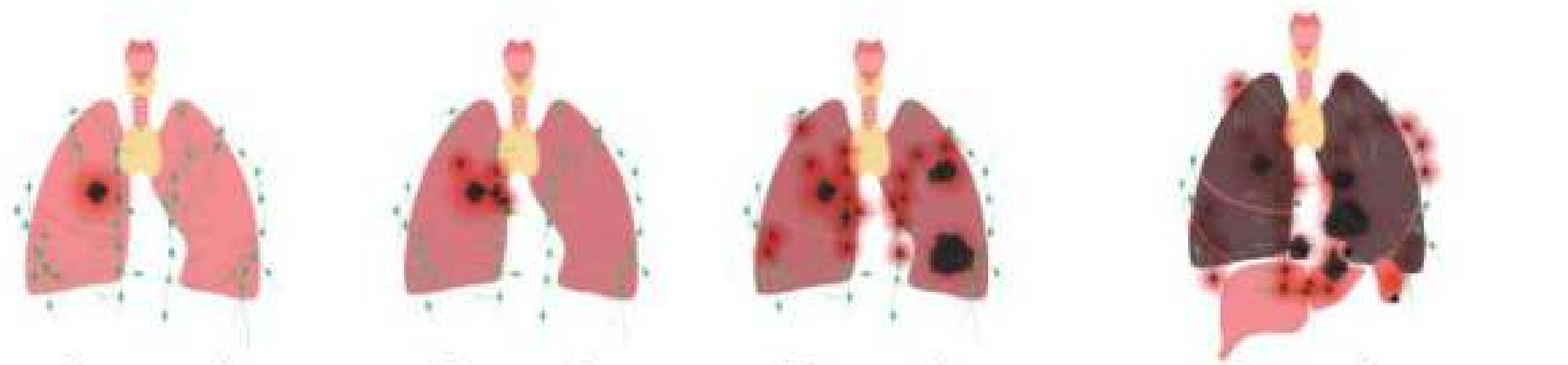
Розвиток астми зумовлений спадковими особливостями імунітету людини. Проте причиною запуску алергічної реакції є фактори середовища: алергени (пил і пилові кліщі, цвілеві гриби та їхні спори), хатні тварини (шерсть, пір'я, слина), таргани, засоби побутової хімії.

Вилікувати це захворювання неможливо. Проте можна зменшити вплив факторів середовища, а в разі нападу задухи використати інгалятор (мал. 17.6).

Рак легень виникає внаслідок неконтрольованого розмноження клітин епітелію легень (мал. 17.7). Основна причина цього процесу — це генетичні мутації в клітинах. Значно підвищують ризик виникнення мутацій радіація та сполуки, що містяться в цигарковому димі.

Основні симптоми раку легень — це кашель (часто з кров'ю), хрипи та задишка, втрата ваги, біль у грудях і відчуття стиснення.

Проект підручника видавництва «Ранок»



1-ша стадія (поява скупчення ракових клітин)

2-га стадія (потрапляння ракових клітин у лімфатичну систему)

3-тя стадія (проникнення ракових клітин у сусідні тканини)

4-та стадія (метастази — поширення ракових клітин через лімфатичну систему в інші органи)

Мал. 17.7. Стадії розвитку раку легень

Основні заходи профілактики захворювань органів дихання

Про загальні заходи профілактики захворювань органів дихання ви дізналися з уроків «Здоров'я, безпека та добробут» і вивчення біології в 7 класі. До них належать:

- проведення профілактичних щеплень;
- дотримання правил комунальної гігієни (регулярне провітрювання приміщення, вологе прибирання, боротьба з пилом і вентиляція);
- карантин, обмеження відвідування місць масового скупчення людей, ізоляція хворого;
- дотримання правил особистої гігієни (використання маски в закритих приміщеннях, миття рук та ін.);
- підвищення опірності організму завдяки раціональному харчуванню та дотриманню принципів здорового способу життя.

Для профілактики захворювань органів дихання використовують вакцинацію. **Вакцина** — це препарат, який містить знешкоджений збудник або його частинки, не здатні спричинити захворювання. Коли вводять вакцину в організм, клітини імунної системи навчаються розпізнавати та знешкоджувати молекули збудника (мал. 17.8). Вакцина наче знайомить імунну систему з тим збудником, проти якого вона має боротися. Вакцинація ефективна, коли більшість населення має щеплення. Це перериває ланцюжок зараження збудником захворювання від людини до людини і зупиняє епідемію.

Довідка. Рак легень є найбільш поширеним типом раку, а більше 82 % його випадків спричинені палінням. Навіть одна випалена цигарка може стати тригером, що призведе до виникнення ракової клітини. Попри всі сучасні методи лікування, рівень виживання пацієнтів із раком легень становить не більше 15 % упродовж 5 років від постановки діагнозу.



Мал. 17.8. Введення вакцини від грипу в дельтоподібний м'яз. Вакцина містить декілька знешкоджених варіантів вірусу грипу, що найбільш поширені в певному сезоні

Проект підручника видавництва «Ранок»

Завдання

За календарем вакцинації України знайдіть інформацію, коли й скільки разів щеплюють людей від захворювань органів дихання. На сайті МОЗ України прочитайте інформацію про вакцину від грипу або коронавірусу. Поясніть, що входить до складу вакцини та механізм її дії (на ваш вибір).



Мал. 17.9. Лікуванням та профілактикою захворювань голосу займається лікар, що лікує порушення голосового апарату, — фоніатр

Опорні точки

Захворювання органів дихання спричиняють віруси, бактерії, гриби, а також вплив шкідливих речовин та інших факторів середовища. Найбільш поширеними є інфекційні й онкологічні захворювання. Для збереження здоров'я слід дотримуватися принципів здорового способу життя, відмовитися від шкідливих звичок і здійснювати профілактику респіраторних захворювань.

Захворювання голосового апарату та їхня профілактика

Захворювання голосового апарату можуть виникати під час ангіни, запалення глотки, гортані, мигдаликів, трахей і бронхів. Порушення голосу часто трапляються в тих людей, які через професію багато розмовляють, співають чи вдихають холодне повітря або повітря, що містить шкідливі речовини.

За умов такого захворювання, як **фонастенія**, з'являється слабкість або швидка виснаженість голосу аж до його втрати. Її основною причиною є перенапруження голосового апарату.

Якщо не лікувати це захворювання, то воно переходить у хронічну форму, яка характеризується затяжним незмиканням голосових зв'язок. Тоді голос стає грубим, хриплим, виникає кашель, порушення дихання. Лікування хвороби передбачає голосовий спокій (мал. 17.9).

Профілактичні заходи при фонастенії:

- не перенапружувати голос;
- вчасно лікувати респіраторні захворювання;
- відмовитися від паління й алкоголю;
- не вживати надто гарячу чи холодну їжу;
- за потреби консультуватися з лікарем.

Запитання і завдання

1. Який доступний захід профілактики передачі респіраторних захворювань, на вашу думку, є найбільш ефективним у школі?
2. Використовуючи додаткові джерела інформації, створіть інфографіку про склад тютюнового диму та наслідки його впливу на органи дихальної системи людини.
3. Донедавна необхідним профілактичним засобом було щорічне обстеження з використанням алергопроби Манту. Дізнайтеся, що містить цей препарат, що діагностують цією пробою та наскільки ефективна така діагностика.
4. Змоделюйте ситуацію. Ви живете в приміщенні разом із хворим на грип. Яких заходів профілактики (на побутовому рівні) слід дотримуватися, щоб зменшити ризик вам захворіти?

Проект підручника видавництва «Ранок»



Тема 5

ЖИВЛЕННЯ ЯК ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. БУДОВА Й ФУНКЦІЇ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

§ 18. Живлення як властивість живого. Еволюція травної системи тварин

Способи живлення тварин

Для підтримання процесів життєдіяльності — росту, руху, розмноження тощо — живі організми отримують із навколишнього середовища речовини з певним хімічним складом, а також використовують різні джерела енергії. Цей процес називається **живленням**.

Живлення — це отримання з навколишнього середовища **речовин** та **енергії** для життєдіяльності.

Відкритий мікрофон. Розгляньте схему 9 на с. 90. Знайдіть на схемі й назвіть по одній тварині, яка є: фітофагом, зоофагом, хижаком, фільтрувальником, сапрофагом, паразитом, консументом першого порядку, консументом другого порядку, редуцентом. Як живиться названа вами тварина? Які має пристосування до живлення?

Робота в групі

1. Запропонуйте свою класифікацію способів активного пошуку їжі. На які групи можна розділити тварин за цією ознакою?
2. Спробуйте класифікувати засоби полювання, що використовують хижаки.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Існує такий вислів: «Ми є тим, що ми їмо». Це означає, що здоров'я та зовнішній вигляд людини є віддзеркаленням звичок харчування. Але цей вислів можна застосувати й на рівні біологічних видів: будова тіла й поведінка залежать від того, яку їжу добуває організм. Розкажіть, як певний спосіб живлення впливає на живих істот.

Відкритий мікрофон

Пригадайте, у який спосіб рослини й тварини отримують речовини й енергію з навколишнього середовища. Чим відрізняються «харчові вподобання» рослин і тварин? Що ви знаєте про гетеротрофів і автотрофів?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Схема 9. Способи живлення тварин

Травлення і його значення

Після того, як їжа потрапила в організм, відбувається травлення — розщеплення складних речовин їжі на малі молекули. Наприклад, складний вуглевод крохмаль розщеплюється до глюкози; білки — до амінокислот; жири — до жирних кислот і гліцерину (схема 10).

Травлення — це процес розщеплення складних речовин їжі на прості компоненти, які засвоюються організмом.



Схема 10. Значення травлення

Малі молекули (глюкоза, амінокислоти, вітаміни та ін.) всмоктуються клітинами кишки й через кров або гемолімфу транспортуються до клітин усього тіла. У клітинах тіла речовини, що надійшли з їжею, перетворюються двома шляхами: вони або **використовуються для побудови власних речовин** організму, або **розщеплюються з вивільненням енергії**. Після цих перетворень із клітин виводяться кінцеві продукти обміну речовин: CO_2, H_2O, NH_3 та ін.

Усі хімічні перетворення в організмі відбуваються за участю ферментів. **Ферменти** — це

Проект підручника видавництва «Ранок»

біологічні каталізатори, які прискорюють хімічні реакції в клітинах. За хімічною природою ферменти є білками. Ферменти дуже специфічні, кожен із них каталізує лише один певний тип біохімічних реакцій. **Травні ферменти**, як-от амілаза, пепсин, ліпази, забезпечують розщеплення сполук їжі на більш прості компоненти.

Анімація «Робота ферменту»
rnk.com.ua/108465

Внутрішньоклітинне травлення

Одноклітинні організми перетравлюють їжу шляхом внутрішньоклітинного травлення. Вони поглинають макромолекули або великі харчові частинки (клітини та клітинні фрагменти бактерій, мікроводоростей) шляхом фагоцитозу (мал. 18.1). Усередині клітин харчові частинки розщеплюються в травних вакуолях, що містять травні ферменти. Неперетравлені рештки виводяться шляхом екзоцитозу.



Мал. 18.1. Травлення в амеби

Фагоцитоз — це захоплення і поглинання клітиною великих частинок за участю клітинної мембрани.

У багатоклітинних губок травлення також внутрішньоклітинне. Але вони вже мають спеціалізовані для травлення клітини — **хоаноцити**, які вистилають внутрішню порожнину тіла. Хоаноцити поглинають поживні частинки й перетравлюють їх у спеціалізованих органелах — **лізосомах**. Далі перетравлені речовини передаються іншим клітинам (мал. 18.2).



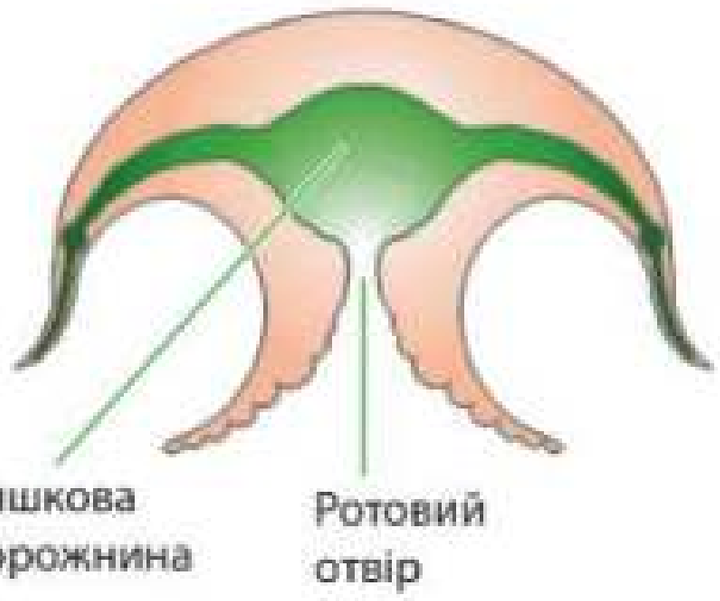
Мал. 18.2. Травлення в губок

Порожнинне травлення

Більшість видів тварин перетравлюють їжу **позаклітинно**, усередині травної порожнини. У цьому разі травні ферменти вивільняються в **травну порожнину**, а клітини всмоктують уже перетравлені речовини. Це **порожнинне травлення**.

У жалких, наприклад, у гідр або медуз, у центрі тіла є **кишкова порожнина**, яка має лише один отвір (мал. 18.3, с. 92). Шар спеціалізованих клітин, що вистилає порожнину, виділяє до неї травні ферменти. Після травлення в порожнині ці клітини поглинають харчові

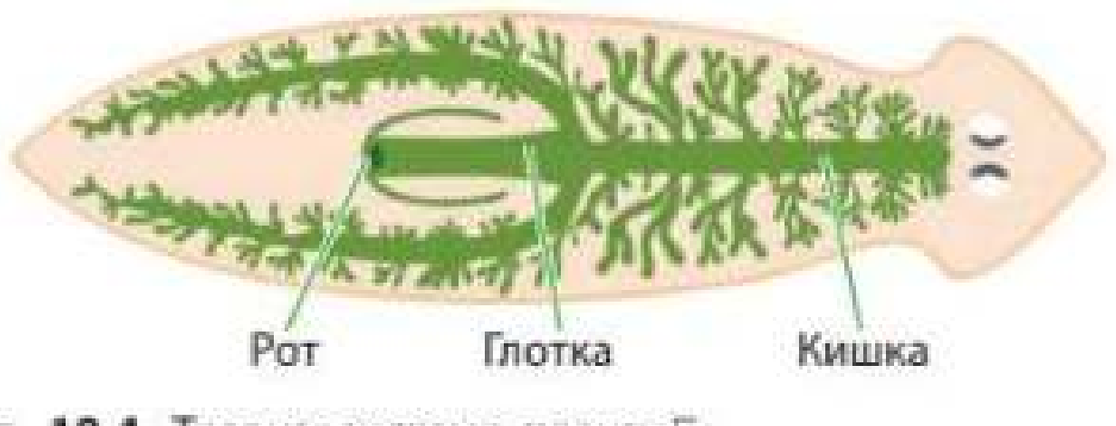
Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Мал. 18.3. Травна система жалких (медузи)

частинки й завершують травлення внутрішньоклітинно.

Багато плоских червів також мають травну порожнину з одним отвором. У планарії є рот, який відкривається в глотку, що веде до розгалуженої **кишки** (мал. 18.4). Численні вирости цієї кишки є місцем, де їжа перетравлюється, і водночас ці вирости забезпечують розподілення речовин до всіх тканин тіла.



Мал. 18.4. Травна система планарії

Відкритий мікрофон

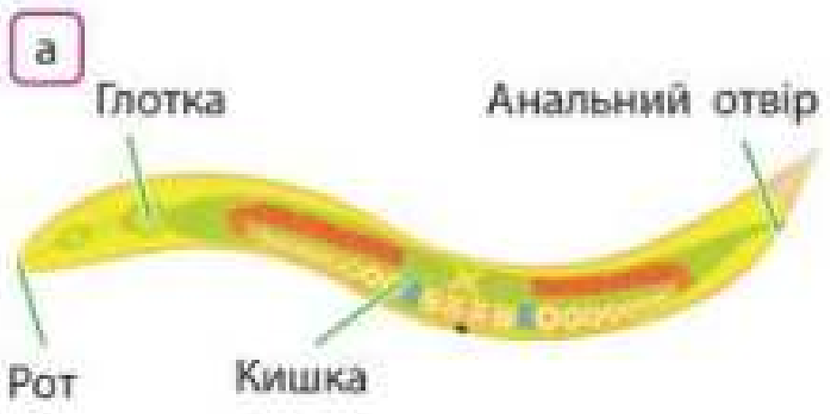
Поміркуйте, яких переваг надає організмам поява в еволюції порожнинного травлення.

Травний канал

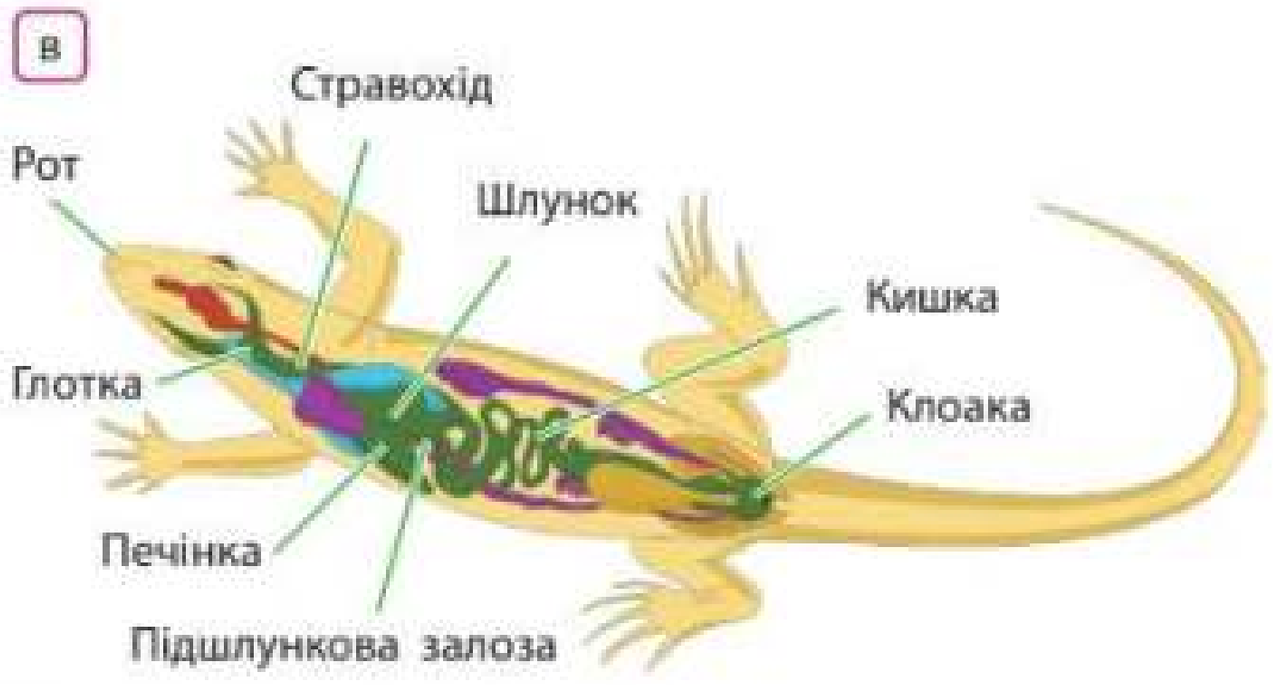
Більш досконалою травною системою є **травний канал**, яким їжа транспортується в одному напрямку. За цих умов травна система стає наскрізною: має рот і анальний отвір.

Найпростіший травний канал — у круглих червів: це проста трубчаста кишка (мал. 18.5а). У кільчастих червів уже з'являються **відділи, спеціалізовані на різних функціях**: глотка для ковтання, воло для накопичення їжі, шлунок для подрібнення їжі, кишка для травлення та всмоктування поживних речовин (мал. 18.5б).

У подальшому відділи травної системи вдосконалюються. Виникають **травні залози** —







Мал. 18.5. Еволюція травного каналу в різних тварин: а — Круглі черви; б — Кільчасті черви; в — Хребетні

Проект підручника видавництва «Ранок»

спеціалізовані органи, які утворюють і виділяють у травний канал травні ферменти. Це печінка, підшлункова залоза, слинні залози (мал. 18.5в).

У кишці формуються відділи з різними функціями. Наприклад, перший відділ кишки спеціалізується на перетравленні їжі, наступні — на всмоктуванні поживних речовин.

Запитання і завдання

1. Чим відрізняються типи живлення черевоногих і двостулкових молюсків? Дощового черв'яка й бичачого ціп'яка? Як це відбивається на їхньому зовнішньому вигляді й поведінці?
2. Прочитайте англомовний текст і виконайте завдання.

A craw is an enlarged part of the esophagus in some animals, where food is accumulated, stored, and sometimes pre-digested. For example, in bees, the initial stages of processing nectar into honey occur in the craw. The earthworm's craw allows for the rapid intake of large amounts of food, that can be stored and used over a long period. The food then enters the stomach, which has thick muscular walls. There, it is broken down by mixing and grinding, a process aided by small stones ingested with food.

А) Із якої частини травного тракту виникає воло? Які функції воно виконує?
Б) Яку функцію виконує шлунок дощового черв'яка? Яку ще функцію виконує шлунок в інших тварин?
3. Розгляньте травну систему голуба. Знайдіть інформацію й дайте відповіді на запитання.
А) Де в травній системі птахів відбувається тимчасове зберігання великої кількості їжі? Хімічна обробка їжі? Механічна обробка їжі?
Б) Куди відкриваються вивідні протоки травної, сечової та статевої систем?
В) Як травна система птахів пристосована до польоту?

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Порівняйте можливості травної системи з одним отвором із можливостями наскрізної травної системи. Чому планарії мають саме розгалужену кишку, а не просто кишкову трубку, як більшість інших тварин? Зробіть висновки.

Опорні точки

Травлення — розщеплення складних речовин їжі на такі, що можуть бути засвоєні організмом. У процесі еволюції внутрішньоклітинне травлення доповнюється порожнинним. Виникає травний канал, у якому формуються спеціалізовані відділи. Утворюються великі травні залози.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§19. Будова й функції травної системи людини. Травлення в ротовій порожнині та шлунку

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Ви поспішаєте до школи й швидко заштовхуєте до рота ваш сніданок. Ковтаєте їжу, майже не прожовуючи. Запиваєте гарячим чаєм, водночас розмовляєте по телефону.
Чому такі дії вважаються неправильними під час споживання їжі? Наскільки шкідливими й навіть небезпечними можуть бути наслідки?

Травна система людини

Травна система є системою органів, за допомогою якої ми поглинаємо, перетравлюємо їжу й засвоюємо поживні речовини. Основним органом травної системи є **шлунково-кишковий тракт.** Це ротова порожнина, глотка, стравохід, шлунок, тонка й товста кишки. Додаткові органи травлення подрібнюють їжу за допомогою жування та виділяють травні соки. Це зуби, язик, слинні залози, печінка, підшлункова залоза і жовчний міхур (мал. 19.1).



Мал. 19.1. Травна система людини

Лабораторне дослідження «Травлення в ротовій порожнині»

1. Покладіть до рота шматочок хліба й пожуйте його. Не ковтайте, потримайте в роті 5–10 хвилин. Як змінився смак? Поясніть чому. Який фермент пришвидшує процес, що відбувся в ротовій порожнині?
2. Дію амілази слини можна також дослідити з використанням аптечних препаратів травних ферментів, розчину крохмалю та йоду. Запропонуйте схему проведення дослідження дії амілази на крохмаль і виконайте його.

Будова ротової порожнини та її роль у травленні. Травні ферменти

У ротовій порожнині починається травлення вуглеводів. Їжа пережовується, змочується слиною і формується в грудку для ковтання.

Проект підручника видавництва «Ранок»

За допомогою **зубів** починається механічне травлення, пережовування їжі. **Язик** тестує їжу на смак і перемішує її зі слиною, щоб допомогти її розщепити. **Слинні залози** виділяють слину, яка містить травні ферменти й починає хімічне розщеплення вуглеводів.

Слина виділяється трьома парами слинних залоз: під'язиковими, піднижньощелепними та привушними (мал. 19.2). Основним травним ферментом слини є **амілаза**. Вона розщеплює складні вуглеводи (крохмаль) на малі молекули мальтози та глюкози. Завдяки амілазі в ротовій порожнині починається травлення таких продуктів, як-от макарони, картопля, рис, хліб та ін. Амілаза слини працює в нейтральному та слабколужному середовищі.

Слина також містить **лізоцим** — речовину з антибактеріальною дією, що знешкоджує багатьох бактерій.



Мал. 19.2. Слинні залози людини (парні)

Будова й функції зубів

Кожний зуб має **коронку**, **шийку** та **корінь** (мал. 19.3). Корінь утримує зуб у щелепі. Зовні він огорнутий м'якими тканинами **ясен**. Коронка покрита **емаллю** — найтвердішою тканиною людського організму. Її міцність визначається високим вмістом неорганічних речовин, зокрема фторапатиту складу $Ca_5(PO_4)_3 \cdot F$. Під емаллю розташована тверда основа зуба — **дентин**. Усередині зуба є порожнина, заповнена м'якими тканинами, — **пульпа**. Вона містить нерви, кровоносні та лімфатичні судини. Емаль і дентин мають бути неушкодженими, щоб зуб залишався здоровим.



Мал. 19.3. Будова зуба

Людина, як і всі ссавці, має **диференційовані зуби**: різні за формою і функціями (мал. 19.4). **Різці** мають гострий край, яким ми відкушуємо їжу. **Ікла** допомагають розколювати та відривати шматки їжі. **Малі корінні зуби (премоляри)** подрібнюють їжу, **великі корінні зуби (моляри)** виконують основну роботу з її пережовування або розтирання.

Перші зуби — **молочні** — з'являються в дитини у віці 4–6 місяців, а потім замінюються на постійні. **Зуби мудрості** починають рости

Завдання

Порахуйте, скільки у вас зубів. А скільки має бути в дорослої людини? Скільки зубів було у вас тоді, коли вам було п'ять років? Навіщо в ссавців змінюються зуби?

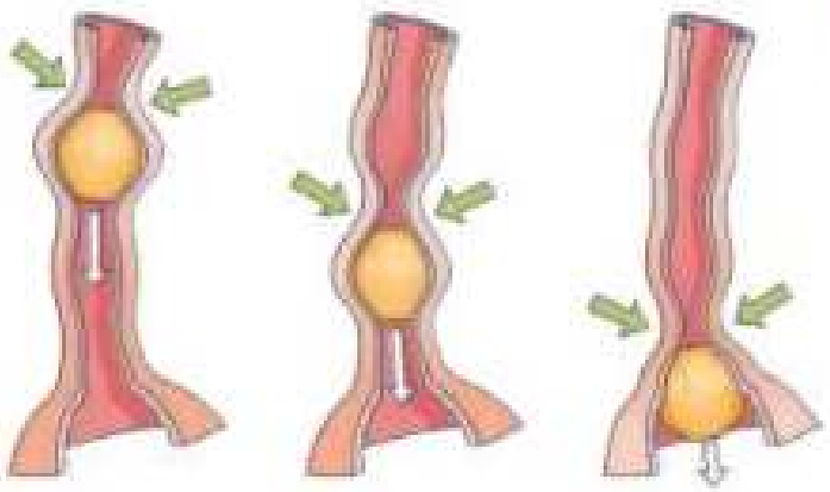


Мал. 19.4. Типи зубів

Проект підручника видавництва «Ранок»

Дослідження зовнішньої будови зубів і їхніх функцій

Розгляньте муляжі або малюнки зубів різних видів. Визначте, де на щелепі розташовані різні типи зубів. Як форма різців, ікл та корінних зубів відповідає їхнім функціям? Навіщо коронки корінних зубів мають виступи у вигляді бугорків?
Як розрізняються корені різних зубів? Чому ікла в людини не такі великі, як, наприклад, у павіана чи собаки?



Мал. 19.5. Перистальтика — складний процес почергового скорочення різних груп м'язів

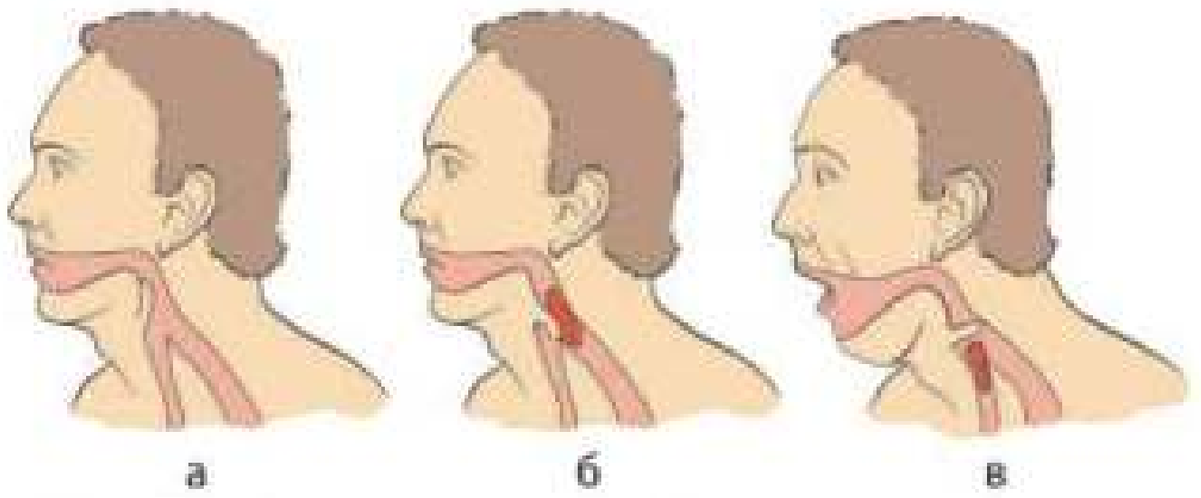
пізніше за інші, а іноді зовсім не виростають. У дитини 20 молочних зубів, у дорослої людини — 32 постійних зуба. Але, якщо не виростуть зуби мудрості, зубів буде менше, ніж 32.

Стравохід

Коли ми ковтаємо їжу, вона проходить крізь **глотку** до стравоходу. **Стравохід** — це м'язова трубка завдовжки близько 25 см, яка веде до шлунка. Щоб проштовхнути їжу, м'язи стравоходу хвилеподібно скорочуються. Це називається **перистальтикою** (мал. 19.5). М'язи, які забезпечують перистальтику, гладенькі, їхня робота не залежить від нашої свідомості.

Робота в групі

У людини гортань розташована нижче стравоходу (мал. 19.6а). Коли людина ковтає їжу, надгортанник опускається й перекриває вхід у трахею (19.6б). Але іноді трапляється так, що їжа потрапляє в дихальні шляхи (19.6в).
Поясніть, чим небезпечна така ситуація. Сформулюйте правила поведінки під час їжі, щоб уникнути таких випадків. Знайдіть інформацію щодо екстреної допомоги потерпілому.



Мал. 19.6. Функціонування гортані та надгортанника

Мал. 19.7. Будова шлунка

Шлунок, його будова та функції

Шлунок є порожнистим м'язовим органом, у якому починається травлення білків. Обсяг порожнього шлунка людини становить 0,5 літри. Після заповнення їжею м'язові стінки шлунка можуть дуже розтягуватися (мал. 19.7; таблиця 5).

Невеличкі залози епітелію виділяють **шлунковий сік**, який містить хлоридну кислоту (HCl)

Проект підручника видавництва «Ранок»

і неактивний **пепсиноген.** У кислому середовищі (pH=1–1,5) пепсиноген перетворюється на активний **пепсин** — травний фермент, що розщеплює білки. У шлунку дітей також **розщеплюються жири молока.** Хлоридна кислота знешкоджує бактерії й допомагає перетравлювати білки їжі. У складі шлункового соку є **слиз,** що захищає епітелій слизової оболонки від ушкоджень. Захисний бар'єр слизу порушується алкоголем, нерегулярним і неправильним харчуванням, а також деякими ліками.

Завдяки скороченню м'язів шлунка їжа змішується зі шлунковим соком. Поступово в кислому середовищі перестає діяти амілаза слини й припиняється травлення вуглеводів. Замість цього починається травлення білків під дією **пепсину.** Із часом у шлунку формується **хімус** — харчова маса частково перетравленої їжі.

Травлення в шлунку триває 2–4 години.

Таблиця 5. Функції шлунка

Секреторна	Травна	Захисна
• Секреція пепсину та хлоридної кислоти для травлення білків • Секреція біологічно активних речовин, фактор Касла, що сприяє засвоєнню вітаміну B_{12} • Секреція слизу	• Механічне перемішування їжі • Хімічне й ферментативне травлення білків і жирів молока	• Знешкодження патогенних мікроорганізмів • Нейтралізація токсичних речовин

Запитання і завдання

1. Складіть схему «Роль ротової порожнини в травленні».
2. Людям, які мають важке ожиріння, іноді роблять операції з видалення частини шлунка. Після цього вони їдять менше і втрачають вагу. Які небажані для здоров'я наслідки таких операцій ви можете спрогнозувати?
3. Розгляньте малюнки. Поясніть, як живляться ці тварини і як тип їхнього живлення пов'язаний із будовою щелеп і зубів.

Відкритий мікрофон

Чому після споживання жирної або м'ясної їжі відчуття насиченості триває довше, ніж після споживання овочів? Чому після споживання мюслів відчуття насиченості триває довше, ніж після споживання цукерок?

Шлунок жуйних тварин
rnk.com.ua/108466

Опорні точки

У ротовій порожнині їжа пережовується, під дією амілази слини починається травлення вуглеводів. У шлунку під дією пепсину починається перетравлення білків, а в дітей під дією ліпази розщеплюються жири молока.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

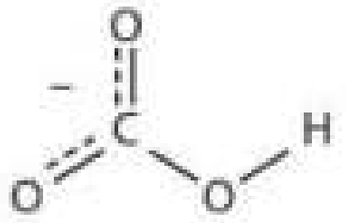
§ 20. Травлення в кишці. Травні залози: печінка та підшлункова залоза

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

«Жовчна» людина — так кажуть про тих, хто псує стосунки, отруюючи їх постійним незадоволенням і образливими висловами. «Ти в мене вже в печінці сидиш», — так висловлюються про набридлу людину, яка перешкоджає нормальному процесу життя. До чого тут жовч і печінка? Чому виникли такі вислови?



Мал. 20.1. Травна система людини



Мал. 20.2. Гідрокарбонат-аніон із хімічною формулою HCO_3^-. Бере участь у регулюванні лужного pH тонкої кишки

Тонка й товста кишки

Довжина **тонкої й товстої кишки** в людини — приблизно 7,5 м (мал. 20.1). У тонкій і товстій кишці відбуваються основне перетравлення їжі та всмоктування поживних речовин, води та мінеральних солей. У травленні в тонкій кишці беруть участь дві великі залози: **печінка й підшлункова залоза**. У товстій кишці неперетравлені й зайві речовини формують калові маси й виходять з організму.

Травлення в тонкій кишці

У тонкій кишці завершується травлення, і всі поживні речовини всмоктуються в кров.

Першим відділом тонкої кишки є **дванадцятипала кишка**, куди відкриваються протоки підшлункової залози й печінки.

Підшлункова залоза виділяє **панкреатичний сік**, багатий на травні ферменти. **Трипсин** і **хімотрипсин** розщеплюють білки. **Ліпаза** розщеплює жири. **Амілаза** продовжує розщеплення вуглеводів. Підшлунковий сік завдяки **гідрокарбонат-аніонам** (мал. 20.2) має лужну реакцію. Вона нейтралізує кислу реакцію шлункового хімусу й створює оптимальне лужне середовище для роботи травних ферментів тонкої кишки.

Печінка виробляє **жовч**, яка накопичується в **жовчному міхурі**. Жовч із печінки та жовчного міхура окремими жовчними протоками надходить у дванадцятипалу кишку. Жовч емульгує жири. У процесі **емульгації** великі жирові краплі подрібнюються на мікроскопічні та наче «розчиняються» у воді, утворюючи з нею емульсію (мал. 20.3). Це дає змогу ліпазам почати розщеплювати молекули жирів. Без емульгації жовчю кишкові ліпази не можуть розщеплювати жири.

Дрібні залози тонкої кишки також виділяють кишковий сік, який містить слиз, гідрокарбонати та додаткові травні ферменти.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Моделювання емульгації жирів поверхнево-активними речовинами

Вам знадобляться: скляна ємність, вода, рослинна олія, поверхнево-активна речовина (засіб для миття посуду або пральний порошок). Налийте в пляшку воду й додайте трошки рослинної олії (мал. 20.3). Опишіть, що спостерігаєте. Додайте до пляшки кілька крапель засобу для миття посуду або порошку. Опишіть, що спостерігаєте.



Мал. 20.3. Моделювання емульгації жирів

Травні залози: печінка й підшлункова залоза

Печінка є найбільшою залозою організму людини. У ній перетворюються й нейтралізуються шкідливі продукти обміну, токсини, ліки, відбувається синтез деяких вітамінів, глюкози, амінокислот, ліпідів. Печінка утворює жовч. Вона синтезує низку білків для плазми крові й бере участь у руйнуванні еритроцитів і гемоглобіну. У клітинах печінки відкладається запасний вуглевод — **глікоген.**

Підшлункова залоза є основним виробником травних ферментів для розщеплення білків, жирів і вуглеводів. Вона також утворює гормони, що регулюють обмін вуглеводів: інсулін і глюкагон. Інсулін знижує рівень глюкози крові, а глюкагон — підвищує.

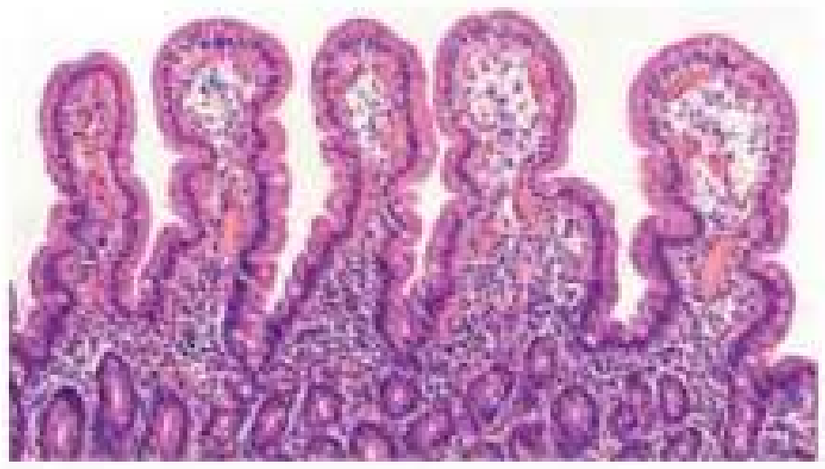
Усмоктування поживних речовин у тонкій кишці

Перетравлені поживні речовини всмоктуються клітинами епітелію тонкої кишки. Далі амінокислоти та цукри надходять у кровоносні капіляри, а жири та інші ліпіди — у лімфатичні капіляри ворсинок слизової кишки. Звідси вони транспортуються до печінки.

Внутрішня (слизова) оболонка тонкої кишки має численні складки — **ворсинки,** завдовжки приблизно по 1 мм (мал. 20.4). Кожна ворсинка вкрита тисячами **мікроворсинок** довжиною приблизно 1 мкм. Ворсинки й мікроворсинки збільшують площу всмоктувальної поверхні кишки в 40 і 600 разів, відповідно. Така велика площа поверхні кишки забезпечує ефективне всмоктування поживних речовин.

Робота в парі

Складіть карту пам'яті «Роль тонкої й товстої кишки в травленні».



а



б

Мал. 20.4. Мікрофотографія ворсинок тонкої кишки (а) та схема будови ворсинки (б) з напрямками всмоктування речовин

Проект підручника видавництва «Ранок»

Довідка. Водорозчинні речовини (глюкоза, амінокислоти, вітаміни групи B і C, солі, вода та ін.) потрапляють до кровоносних капілярів усередині ворсинки, тоді як продукти травлення жирів, холестерол, вітаміни A, D, E, K та інші ліпіди разом із жовчю надходять до лімфатичних капілярів ворсинок.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Часто в людей виникає гостре запалення апендиксу, що може загрожувати життю. Наведіть аргументи «за» й «проти» «профілактичного» видалення апендикса.

Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

Як склад мікробіому товстої кишки пов'язаний зі здоров'ям людини? Підготуйте невеличку доповідь про це. Візуалізуйте свою роботу.

Опорні точки

У тонкій кишці відбуваються основні процеси травлення та всмоктування поживних речовин. У травленні беруть участь печінка та підшлункова залоза. У товстій кишці поглинаються залишки води, вітаміни й електроліти.

Процеси в товстій кишці

Після тонкої кишки хімус потрапляє в товсту кишку, де остаточно всмоктуються вода та солі (іони Натрію, Калію, Хлору та ін.). Тут також усмоктуються різні сполуки, що утворюються внаслідок розщеплення ферментами бактерій речовин хімусу (наприклад, додаткові амінокислоти), а також продукти гниття білків. Рух хімусу відбувається завдяки перистальтиці стінок товстої кишки. Він прискорюється, якщо їжа містить багато рослинних волокон, зокрема клітковини або целюлози. Поступово хімус перетворюється на калові маси, що виводяться з організму.

Одним із відділів товстої кишки є **апендикс** — червоподібний відросток сліпої кишки. Він належить до периферичних відділів імунної системи. Апендикс також містить бактерії, необхідні для нормальної роботи кишки.

Наука остаточно не з'ясувала ще всіх функцій апендикса, але після його хірургічного видалення значних змін в організмі людини не відбувається.

Мікробіом товстої кишки

У тонкій і товстій кишці людини міститься приблизно 10^{13}–10^{14} бактерій-симбіонтів, що належать до 300–1000 різних видів. Основною є мікробіота товстої кишки. Саме бактерії товстої кишки розщеплюють різні сполуки хімусу (білки, складні вуглеводи та ін.), що додатково дає людині 5–7% поживних речовин. Бактерії також додатково синтезують деякі вітаміни (B_2, B_6, B_7, K та ін.), а β-каротин рослин під дією ферментів бактерій перетворюється на вітамін A, необхідний людині для нормального зору.

Запитання і завдання

1. Опишіть процеси травлення, що відбуваються в тонкій кишці.
2. Споживання яких продуктів корисне для роботи кишки?
3. Чому прийом антибіотиків може призвести до порушень травлення й діареї?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§21. Їжа та її компоненти. Харчові й енергетичні потреби людини. Раціональне харчування

Хімічні елементи й мінеральні речовини

Багато хімічних елементів виконують в організмі життєво важливі функції. Наприклад, катіони Натрію беруть участь у транспортуванні речовин у клітини й назовні, а катіони Кальцію — у процесах зсідання крові та скорочення м'язів. Нерозчинні солі Кальцію забезпечують міцність кісток і зубів, а катіон Феруму, що входить до складу гемоглобіну, бере участь у транспортуванні кисню. До складу молекул органічних речовин входять атоми Карбону, Гідрогену, Оксигену, Нітрогену, Сульфуру та Фосфору. Тому їх називають органогенними елементами.

Вітаміни

Вітаміни — це органічні речовини, необхідні організму для нормального обміну речовин у невеликих кількостях. Вітаміни є «помічниками» ферментів, без яких ферменти не працюють.

Більшість вітамінів не утворюються в організмі людини, тому вони обов'язково мають надходити з їжею. Деякі з них можуть утворюватися бактеріями товстої кишки або в невеличких кількостях синтезуватися в клітинах організму. Проте головним джерелом вітамінів є збалансоване за вітамінним складом харчування (докладніше про роль вітамінів та їхні джерела див. інформацію під QR-кодом).

Нестача вітамінів, а іноді їхній надлишок призводять до серйозних захворювань.

Авітаміноз — порушення, що виникає через відсутність окремих вітамінів.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Коли починається розмова про їжу та її компоненти, обов'язково скажуть, що організм людини має отримувати певні елементи. Що такого важливого роблять в нашому організмі хімічні елементи, тобто певний тип атомів з однаковим зарядом атомних ядер і відповідною сукупністю властивостей?

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Ендемічний зоб характеризується збільшенням щитоподібної залози й виникає в певних місцевостях. Захворювання поширене в західних областях України. Дізнайтеся, що це за хвороба, нестача якого хімічного елемента спричиняє її, чому спостерігається на певних територіях.

Біологічна роль в організмі та харчові джерела вітамінів
rnk.com.ua/108468

Анімація «Гіпер-, гіпо- й авітаміноз»
rnk.com.ua/108469

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Робота в групі

Підготуйте презентації про роль окремих вітамінів в організмі, їхні джерела, наслідки нестачі й / або надлишку.

Гіповітаміноз — порушення, яке виникає через нестачу окремих вітамінів.

Гіпервітаміноз — порушення, яке виникає через надлишок окремих вітамінів.

Мобільна гра «Білки, жири, вуглеводи» rnk.com.ua/108470

Харчова й енергетична цінність їжі

Основними поживними речовинами в продуктах, якими ми харчуємося, є вуглеводи, білки й жири (таблиця 6). Нестача хоча б одного із цих компонентів їжі позначається на здоров'ї й самопочутті.

Їжа повинна задовольняти наші потреби в енергії та речовинах. **Енергетична цінність** їжі виражається в кілоджоулях (кДж) або кілокалоріях (ккал) на одиницю її маси: 1 ккал = 4,184 кДж.

Енергетична цінність:
жирів — 38,9 кДж (9,29 ккал) на 1 г;
вуглеводів — 17,6 кДж (4,2 ккал) на 1 г;
білків — 17,2 кДж (4,1 ккал) на 1 г.

Найбільшу енергетичну цінність мають жири, але вони використовуються здебільшого для запасання енергії. Швидким джерелом енергії є вуглеводи, особливо глюкоза. Глюкоза, що потрапила з їжею, майже одразу засвоюється організмом. А от для травлення крохмалю необхідний триваліший час. Білки використовуються як джерело енергії тоді, коли інших джерел бракує.

Таблиця 6. Біологічна роль в організмі та харчові джерела білків, жирів і вуглеводів

	Харчові джерела	Біологічна роль в організмі
Білки	М'ясо, птиця, риба, яйця, молоко, сир, бобові, горіхи	Структурні елементи всіх клітин. Особливо багато білків у м'язах. Є ферментами, гормонами, транспортними білками, забезпечують імунітет, беруть участь у відтворенні клітин. За умов нестачі в організмі вуглеводів і ліпідів починають руйнуватися й стають джерелом енергії
Ліпіди	Олія, масло, сало, жирні види м'яса й риби, горіхи	Жири є джерелом енергії, вони накопичуються в клітинах як запасна речовина. Ліпіди — компоненти клітинних мембран і оболонок нервових клітин. Такі ліпіди, як стероїди, є попередниками деяких гормонів (тестостерону, естрогенів, кортизолу та ін.)
Вуглеводи	Картопля й інші овочі, фрукти, зелень, крупи, злаки, бобові, макарони, борошняні вироби, солодощі	Основне джерело енергії. Структурні компоненти клітин. У клітинах людини відкладається про запас вуглевод глікоген

Проект підручника видавництва «Ранок»

Харчова цінність продуктів визначається тим, які компоненти і в яких пропорціях вони містять і яку енергетичну цінність мають. Високу харчову цінність мають продукти, де всі компоненти добре збалансовані. Важлива наявність достатньої кількості вітамінів, компонентів білків (незамінних амінокислот) і жирних кислот, які не синтезуються в організмі й не можуть бути замінені іншими речовинами.

Раціональне харчування

Раціональне харчування — це вживання їжі зі збалансованим складом компонентів і з оптимальною енергетичною цінністю. Збалансованим раціоном вважається таке співвідношення компонентів їжі: вуглеводи — 55–60 % денної калорійності, жири — 30 %, білки — 10–15 %. У харчовому раціоні дорослих мають переважати овочі, зернові продукти та продукти, що містять повноцінний білок тваринного походження.

Підтримка нормальної ваги є важливим складником раціонального харчування. Якщо енергетична цінність їжі вища за енергію, яку людина витрачає, вона запасається у вигляді жиру. Це також може призвести до **ожиріння**. Якщо енергетична цінність їжі менша за необхідну, людина втрачає вагу.

Індивідуальна робота

Користуючись таблицями харчової та енергетичної цінності продуктів, розміщених під QR-кодами, обчисліть власні енергетичні потреби і складіть раціон харчування. Враховуйте такі правила:

— співвідношення білків, жирів і вуглеводів у раціоні має бути 1:1:4, а за умов фізичного навантаження — 1:1:6;
— потреба в білку (14–16 років) — 1,2 г/кг маси тіла;
— енергетична цінність добового раціону (14–17 років) — 65–46 ккал/кг маси тіла;
— потреба у воді — 50 мл/кг маси тіла; основою водного режиму має бути негазована вода, компот, узвар, сік, молоко.

Довідка. У дорослих чоловіків щоденна потреба в енергії варіює від 2100 до 4200 ккал, а в жінок — від 1800 до 3050 ккал. Ці варіації залежать від віку, зросту, ваги тощо.

Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

Спосіб харчування, за якого людина їсть рослинні продукти, але не вживає їжу тваринного походження, має назву веганство. У рослинних білках мало таких незамінних амінокислот, як лізин, лейцин, треонін, триптофан, метіонін. Рослинна їжа зовсім не містить вітамінів B_{12} та D. Тобто організм вегана не отримує зовсім або не отримує достатньої кількості цих речовин. Запропонуйте шляхи вирішення цієї проблеми.

Анімація «Для чого потрібно харчуватися?» rnk.com.ua/108471

Таблиця «Енергетичні потреби людини» rnk.com.ua/108472

Таблиця «Харчова та енергетична цінність продуктів» rnk.com.ua/108473

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Робота в парі

Розгляньте маркування продуктів, які не містять певних компонентів. Які це компоненти і чому деякі люди не можуть їх споживати?





Нормальна кістка Остеопороз

Робота в групі

Підготуйте презентації (на вибір):
а) «Класифікація та правила використання харчових добавок»,
б) «Що таке пробіотики».
Підготуйте виступ і візуалізуйте його.

Анімація «Харчові добавки»
mk.com.ua/110373

Опорні точки

Їжа повинна задовольняти наші потреби в енергії та необхідних речовинах. Раціональне харчування — це споживання їжі зі збалансованим складом компонентів і з оптимальною енергетичною цінністю.

Харчові добавки

Аби надати харчовому продукту бажаних якостей, додають певні натуральні або синтетичні речовини. Такими харчовими добавками можуть бути консерванти, барвники, підсилювачі смаку й аромату, антиоксиданти, емульгатори, коригувальні та інші речовини. На сьогодні кількість харчових добавок, які використовуються у виробництві продуктів харчування, сягає 500!

Запитання і завдання

1. Нестача яких компонентів їжі призводить до такого порушення структури кісток, яке зображене на малюнку поруч? Які це має наслідки? Як цьому запобігти?
2. Проаналізуйте склад вуглеводів у наведених продуктах. Що треба з'їсти для того, щоб енергія надходила до організму довго й поступово?

Продукт	Вуглеводи, які входять до його складу
Цукерки	Сахароза, фруктоза, глюкоза
Фрукти	Сахароза, фруктоза, клітковина
Картопля	Крохмаль, клітковина
Вівсянка	Крохмаль, клітковина

3. За добу в організмі людини розщеплюється близько 400 г білка. Дві третини амінокислот, що утворилися за таких умов, ідуть на синтез власних білків організму, а одна третина витрачається на утворення енергії. Порахуйте, скільки грамів білка людина повинна отримувати на добу для синтезу власних білків.
4. Інформація про харчову цінність продукту розміщена на пакуванні. Оберіть три-чотири харчових продукти, які ви вживаєте в їжу, знайдіть на їхніх етикетках інформацію про поживну цінність. Зробіть висновок щодо корисності їхнього споживання.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 22. Захворювання травної системи людини та їхня профілактика

Захворювання зубів і їхня профілактика

Найбільш поширеною проблемою із зубами є **карієс** — руйнування твердих тканин зуба (мал. 22.1). Якщо карієс не лікувати, він призведе до втрати зуба.

Зуби руйнуються під дією органічних кислот, які виділяються численними бактеріями ротової порожнини. Ці бактерії живляться залишками нашої їжі. Карієс виникає через недостатню гігієну порожнини рота, переважання в раціоні м'якої їжі й вуглеводів. Розвиток карієсу спричиняє нестача мінералів і вітамінів, які беруть участь у формуванні твердих тканин зубів: Кальцію, Флуору, Фосфору, вітаміну С та інших. До ушкодження емалі зубів також призводить вживання гарячих, холодних чи кислих напоїв. Руйнування зуба відбувається внаслідок бактеріальної інфекції його тканин.

Захистом від карієсу є належний гігієнічний догляд. Треба регулярно видаляти м'який наліт і залишки їжі з поверхонь зубів. Зубний наліт утворюється кожні 6–8 годин після чищення зубів, тому чистити зуби треба вранці та ввечері.

Правила профілактики карієсу:

- правильна гігієна порожнини рота;
- збалансоване, багате на мікроелементи харчування;
- введення в раціон твердих продуктів: твердих яблук, моркви;
- мінімізування споживання солодощів, кислих і газованих напоїв;
- уникнення вживання надто гарячих чи надто холодних напоїв;
- регулярне відвідування стоматолога для профілактичного огляду.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Існує така народна мудрість: «Здоров'я суди не по роках, а по зубах».
Чи погоджуєтеся ви із цією думкою? Чому саме стан зубів може бути критерієм здоров'я людини?



Мал. 22.1. Стадії розвитку карієсу

Інфекційні кишкові захворювання

Збудниками інфекційних захворювань травного тракту є бактерії та віруси. Зазвичай

Анімація «Імплантація зуба» rnk.com.ua/108474

Проект підручника видавництва «Ранок»

Відкритий мікрофон

Розгляньте малюнки внизу. Про які правила догляду за зубами вони розповідають? Як ви здійснюєте догляд за власними зубами? Яка правильна послідовність і час чищення зубів?






Слизова оболонка кишки, витончена внаслідок інфекції



Мал. 22.2. Важкі бактеріальні інфекції (дизентерія, сальмонельоз, холера) призводять до запалення та виразок слизової оболонки кишки

кишкові інфекції починаються гостро, з підвищенням температури й головним болем. Потім доєднуються нудота і блювання, болі в животі й діарея. Небезпечним ускладненням кишкових інфекцій є зневоднення та втрата електролітів (неорганічних солей).

Поширення кишкових інфекцій відбувається **фекально-оральним шляхом.** Зараження відбувається внаслідок вживання некип'яченої води, термічно необроблених продуктів харчування та через брудні руки. Переносниками хвороботворних бактерій зазвичай є мухи й таргани. Інфекції поширюються швидше завдяки високій скупченості людей і недостатній санітарній обробці питної води та їжі.

Найбільш поширеними кишковими бактеріальними інфекціями є дизентерія та сальмонельоз (мал. 22.2). З-поміж вірусних кишкових інфекцій найчастіше трапляються ротавірусна інфекція та вірусний гепатит А.

Дизентерію називають «хворобою брудних рук», бо її збудник — дизентерійна паличка — передається через забруднені предмети, дверні ручки, брудні руки. Крім того, вона може передаватися в процесі пиття сирої води, купання в забруднених водоймах тощо.

Сальмонельоз призводить до сильної інтоксикації та зневоднення. Джерелом бактерій сальмонел можуть бути худоба, свині, птахи. Людина заражається під час догляду за хворими тваринами або вживання інфікованих м'яса, молока, яєць. Сальмонели стійкі до соління, копчення й заморожування, але гинуть за високої температури.

Відкритий мікрофон

Чому зневоднення організму є небезпечним?

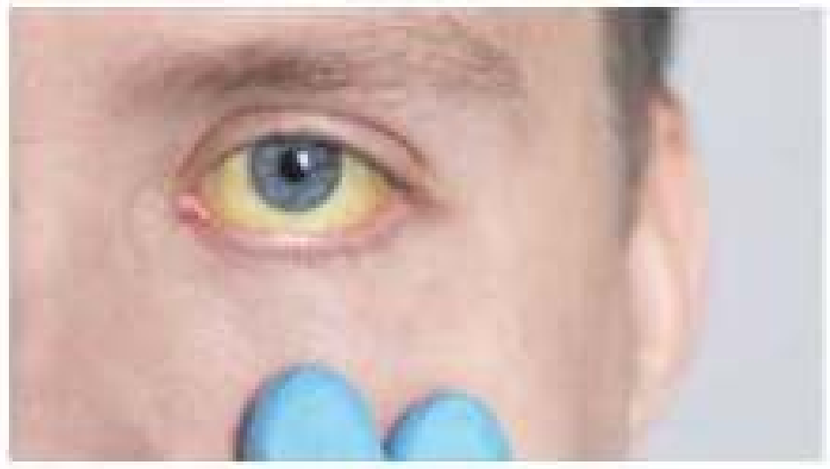
Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Дізнайтеся, які препарати для регідратації продаються в аптеках. Які речовини входять до їхнього складу? Яка роль цих речовин?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Ротавірусна інфекція частіше вражає маленьких дітей, але трапляється й у дорослих. Зараження відбувається через побутові контакти: брудні руки, речі, поверхні. Ротавірусна інфекція небезпечна сильним **зневодненням** організму. Щоб компенсувати втрату води та мінеральних речовин, хворим дають пити спеціальні **регідратаційні** розчини. Проти ротавірусу розроблено **вакцину**.

Вірусний гепатит А є гострим інфекційним ураженням печінки. Вірус гепатиту А передається через недотримання правил гігієни, побутові контакти, під час споживання забруднених овочів і фруктів, через воду інфікованих водойм. Одним із симптомів є жовтуха — поява жовтого відтінку шкіри та слизових оболонок унаслідок порушення роботи печінки (мал. 22.3).



Мал. 22.3. Жовтий відтінок слизових оболонок пов'язаний із потраплянням до тканин компонентів жовчі — це одна з ознак вірусного гепатиту

Робота в парі

Ротавірусна інфекція сьогодні вважається однією з найнебезпечніших хвороб. Від неї навіть розроблена спеціальна вакцина. Які особливості роблять її небезпечною і чому?

Довідка. Вихованець Харківського університету, завідувач кафедри патологічної анатомії Університету Св. Володимира в Києві, доктор медицини, професор Володимир Костянтинович Високович (1854—1912) уперше у світі 1899 року провів профілактичні щеплення проти черевного тифу.

Індивідуальна робота

Спираючись на знання загальних шляхів передачі кишкових інфекцій, сформулюйте основні правила їхньої профілактики. Підготуйте презентацію «Правила профілактики інфекційних кишкових захворювань» і виступіть із нею.

Паразитарні захворювання травної системи

Паразитарні кишкові інфекції спричиняють одноклітинні еукаріоти та гельмінти, що проникають в організм і живуть за рахунок його ресурсів. Паразити легко потрапляють у тіло з їжею, водою, через брудні руки, за умов контакту з ґрунтом. Вони поступово отруюють організм токсинами, ушкоджують внутрішні органи, порушують обмін речовин.

Збудником **амебіазу** (амебної дизентерії) є дизентерійна амеба. Зазвичай амебіаз супроводжується сильною діареєю. Іноді збудники переміщуються по кровотоку до інших органів і порушують роботу печінки, легень, головного мозку.

Найчастішим із паразитарних захворювань є **ентеробіоз**, який виникає внаслідок життєдіяльності круглих червів гостриків. Ці паразити спричиняють нудоту, біль у животі, порушення сну.

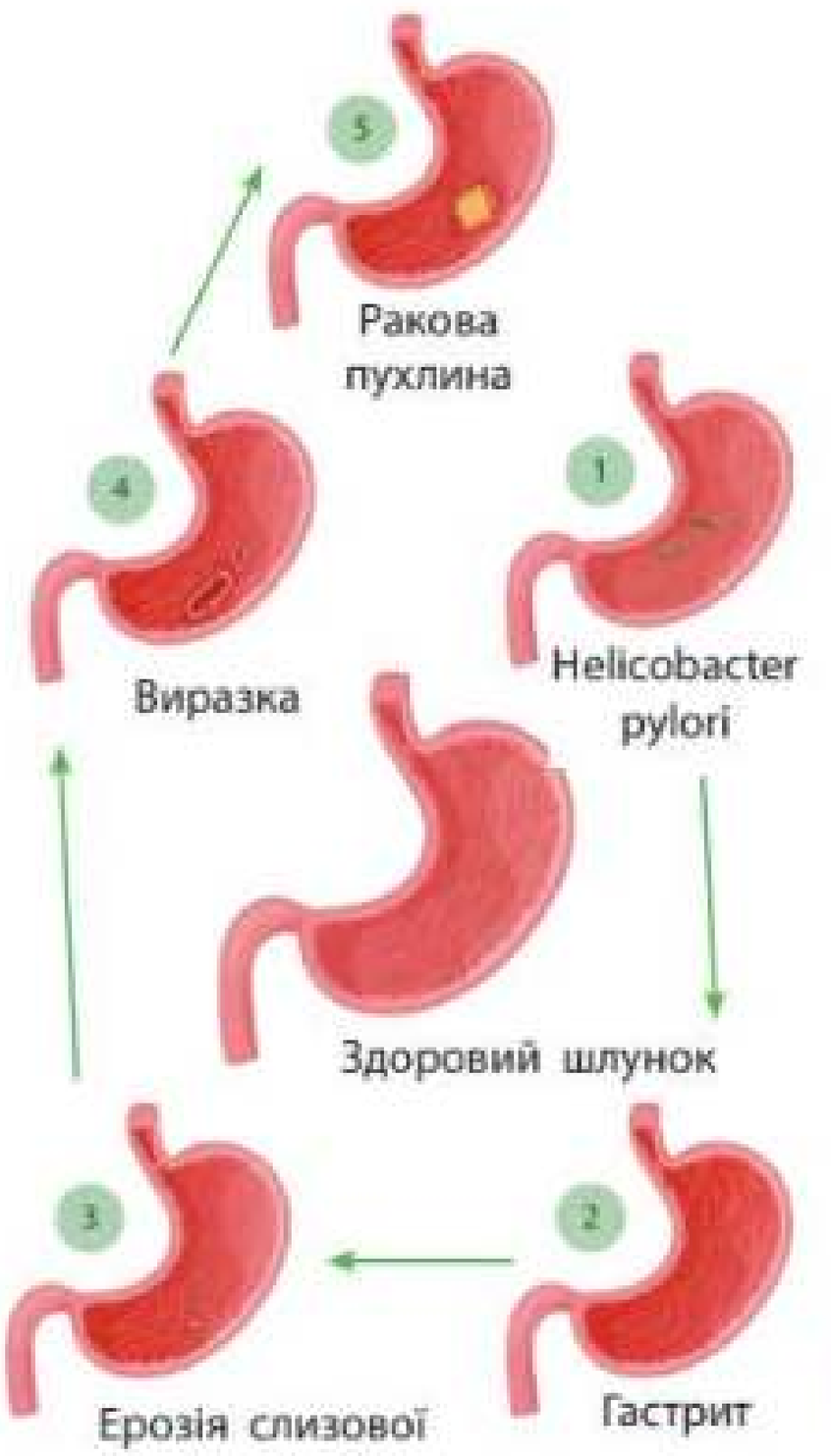
Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Більшість кишкових інфекцій закінчуються повним одужанням. Але є важкі хвороби, для яких характерні летальні наслідки. Ідеться про холеру, ботулізм, черевний тиф.
Зробіть доповіді (презентації) про ці хвороби, зверніть увагу на профілактику й методи боротьби із цими інфекціями. Свої презентації чи есе розмістіть на сайті школи.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

Беручи до уваги знання особливостей паразитарних захворювань травної системи, сформулюйте основні правила їхньої профілактики. Підготуйте доповідь про ці правила для своїх однолітків.



Мал. 22.4. Запалення шлунка

Опорні точки

Головними заходами профілактики захворювань шлунково-кишкового тракту є дотримання правил особистої гігієни та споживання якісних харчових продуктів.

Круглі черви аскариди спричиняють **аскаридоз**. Симптомами є втрата апетиту, біль у животі, нудота. У великій кількості ці паразити можуть закупорити просвіт кишки або жовчних протоків, порушуючи проходження їжі та відтік жовчі.

Запалення органів травної системи

Найпоширеніше захворювання органів травної системи — **гастрит**, запалення слизової оболонки шлунка. Ускладненням гастриту є **виразка шлунка** — поява ділянок, на яких слизова оболонка руйнується (мал. 22.4). Симптоми цих захворювань — біль, порушення травлення. Здебільшого причиною запалення є бактерія хелікобактер (*Helicobacter pylori*). Виникненню гастриту сприяють умови неправильного харчування. Постійне надходження жирної, гострої, гарячої їжі, газованих напоїв спричиняє подразнення слизової оболонки шлунка. Хронічний стрес, паління і вживання алкоголю теж сприяють розвитку захворювання.

Гострим запаленням травної системи є **апендицит** — бактеріальне запалення червоподібного відростка сліпої кишки. Больовий напад за умов гострого апендициту, як правило, розвивається раптово. У разі апедициту людині треба забезпечитиі спокій, не давати їжі й напоїв. Одразу викликати «швидку допомогу», бо за умов апендициту людині досить часто потрібна екстрена хірургічна допомога.

Запитання і завдання

1. Брекети призначені для вирівнювання зубного ряду. Який це має позитивний ефект, окрім естетичності?
2. Чому інфекційні захворювання травного тракту трапляються досить часто?
3. Відомо, що зараження вірусним гепатитом А частіше трапляється в дитячих колективах. Чому саме так відбувається?
4. Люди часто не зважають на значення печії й слабкі болі в шлунку. Які наслідки можуть бути, якщо ігнорувати ці проблеми?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Тема 6

ВИДІЛЕННЯ ЯК ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. БУДОВА Й ФУНКЦІЇ СЕЧОВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ. БУДОВА Й ФУНКЦІЇ ШКІРИ

§ 23. Виділення як властивість живого. Еволюція видільної системи тварин

Виділення як властивість живого

Виділення є процесом виведення з організму різноманітних речовин: шкідливих і непотрібних продуктів метаболізму, вуглекислого газу, солей, надлишку води. У вигляді амоніаку, сечовини й сечової кислоти виділяються нітрогенумісні продукти розпаду білків і нуклеїнових кислот. Цей процес забезпечує підтримку сталості параметрів внутрішнього середовища організму — гомеостазу.

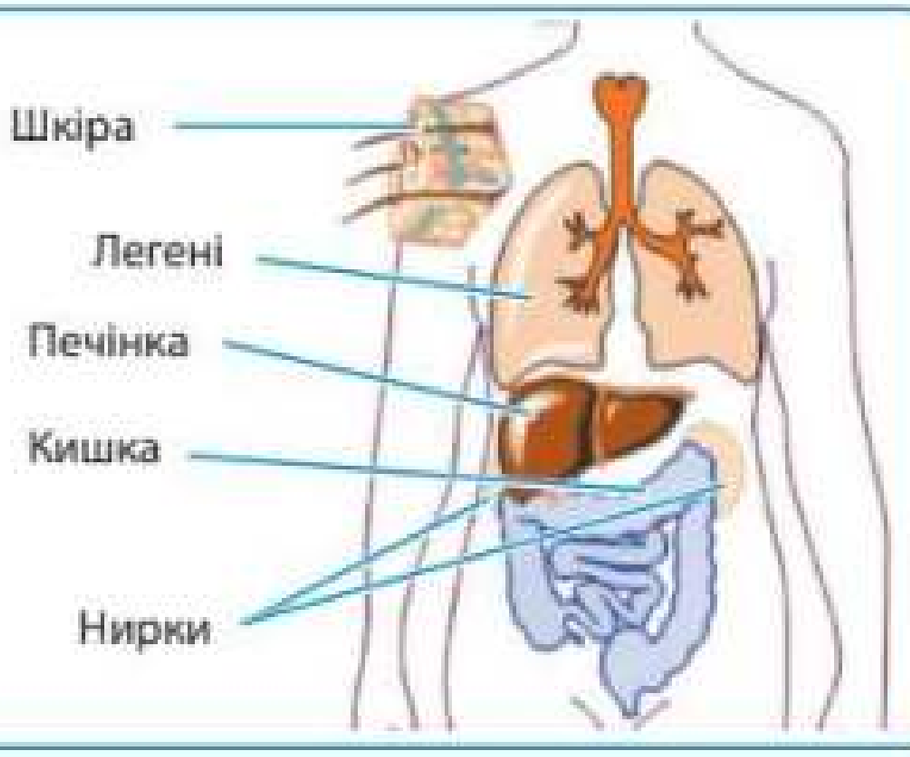
Виділення — це процес звільнення організму від кінцевих продуктів обміну речовин, шкідливих і непотрібних сполук.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Чи можна уявити організм, який зовсім нічого не виділяє в навколишнє середовище? Чому існування такого організму не можливе? Уявіть, що ви випили забагато рідини чи з'їли щось солоне. Куди подіти надлишок води та солей, що надійшов у ваш організм?

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Процеси виділення здійснюють різні органи тварин. З'ясуйте, що видаляють з організму нирки, легені, потові залози шкіри, печінка, кишка.
Зробіть невеличку доповідь про важливість процесів виділення.



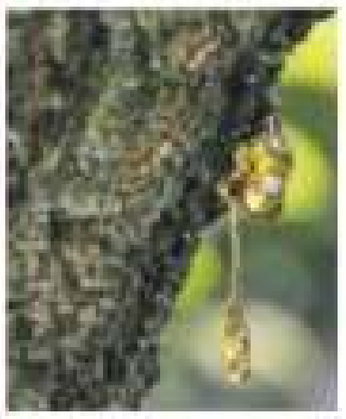
Проект підручника видавництва «Ранок»

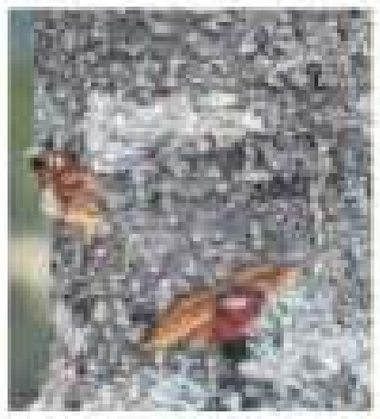
Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

Печінка людини за добу виділяє до двох літрів жовчі, що має жовтувато-зеленуватий колір. Чому жовч виділяється постійно і в таких великих кількостях? Які функції вона виконує, крім емульгування ліпідів?

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Відомо, що такі дерева, як сосна, ялиця, кедр, ялина, модрина, виділяють смолисту речовину в суміші з ефірними оліями. Коли й навіщо це відбувається? Чи має це адаптивне значення? Яке відношення має ця смола до бурштину?





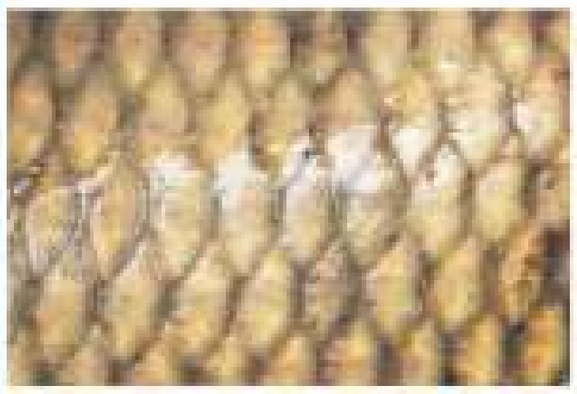
Виділення смоли деревами



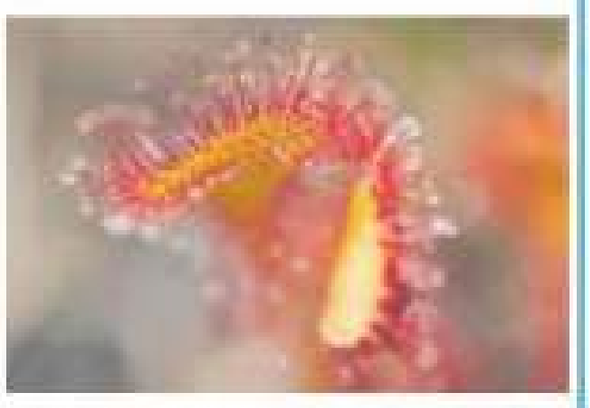
Бурштин

Поділіться своїми думками

Навіщо ці організми виділяють слиз? Яку функцію він у них виконує?



Шкіра риби рівномірно покрита слизом



Листки рослини росички виділяють слиз, що формується в крапельки сферичної форми

Індивідуальна робота

На долонях людини налічується до 500 потових залоз на 1 $см^2$. Чим це можна пояснити? За добу людина може виділяти від 0,5 до 10 літрів поту. Чому спостерігаються такі коливання?



На долонях у людини — найбільша кількість потових залоз порівняно з іншими частинами тіла

Еволюція видільної системи тварин

Одноклітинні організми, як-от, наприклад, амеби або інфузорії-туфельки, виводять продукти життєдіяльності через поверхню клітини. У прісноводних одноклітинних є скоротливі вакуолі, які видаляють надлишок води.

У жалких процеси виділення забезпечують клітини ектодерми, які шляхом дифузії виводять у навколишнє середовище непотрібні сполуки.

В еволюції перша видільна система формується в плоских червів. Саме в них з'являється система канальців, які виконують видільну

Проект підручника видавництва «Ранок»

функцію. Ці канальці дістали назву **протонефридії** (від давньогрецького «протос» — «перший» і грецького «нефрос» — нирка). Протонефридії складаються із зірчастої клітини, що має війки, та видільної трубочки (мал. 23.1). Рух війок забезпечує виведення розчинених речовин у трубочки, що відкриваються назовні тіла. Круглі черви також мають спеціалізовані видільні трубочки.

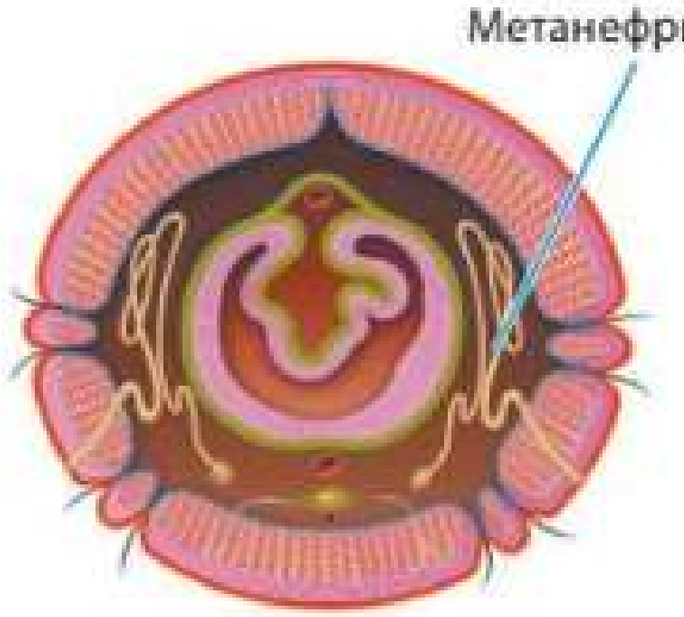


Мал. 23.1. Видільна система планарії та будова протонефридіїв

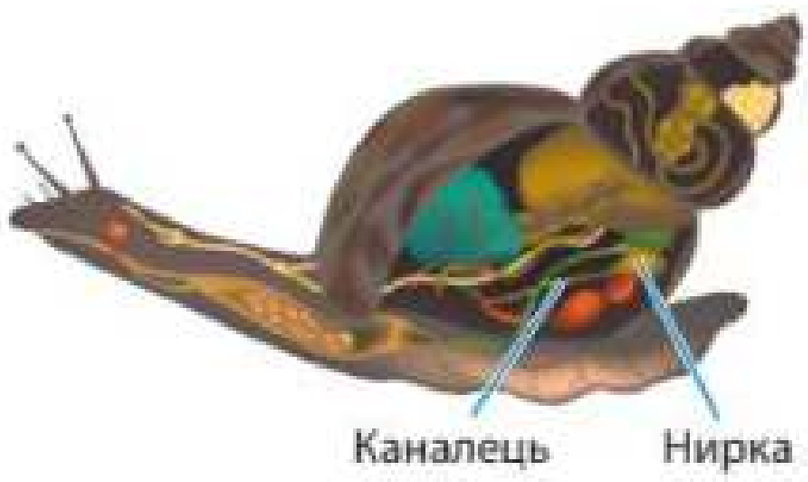
У кільчастих червів органи виділення побудовані складніше. Це трубчасті звивисті канальці, які відкриваються одним кінцем у вторинну порожнину тіла, а другим — назовні (мал. 23.2). Канальцями рухається рідина — первинна сеча. У них відбувається реабсорбція, тобто зворотне всмоктування необхідних органічних речовин, солей і води. Продукти ж обміну далі виводяться назовні. Така система канальців дістала назву **метанефридії** (від грецького «мета» — «посеред», «між» і «нефрос» — нирка).

Видільна система молюсків — це одна або дві нирки, канальці та видільні пори (мал. 23.3). Нирка молюсків пов'язана з кровоносною системою. Адже саме в нирці відбувається фільтрація з крові кінцевих продуктів обміну речовин. Далі ці речовини спрямовуються провідними канальцями й виводяться крізь пори в мантійну порожнину молюска.

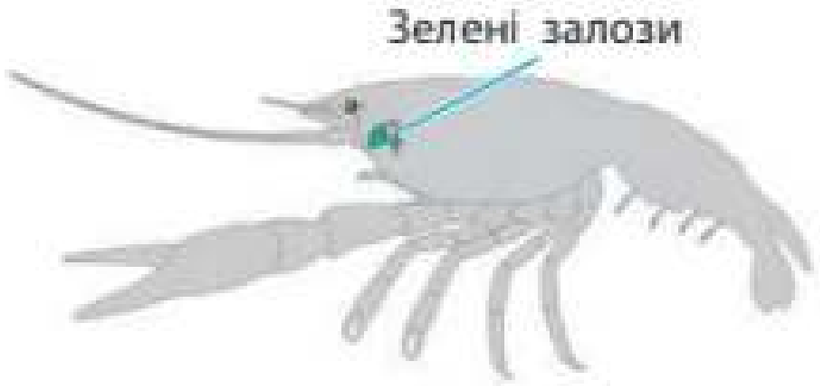
У багатьох ракоподібних видільна система представлена **зеленими залозами**, які насправді є зеленуватого кольору (мал. 23.4). Вони розташовані в головному відділі й мають



Мал. 23.2. Метанефридії дощового черв'яка

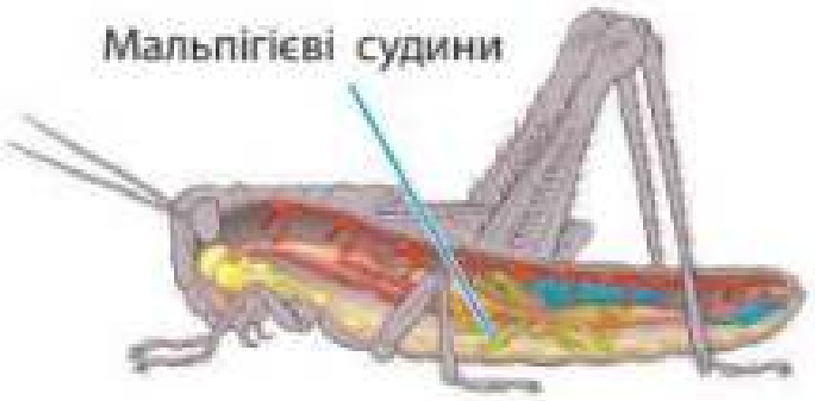


Мал. 23.3. Видільна система ахатини (гігантського африканського равлика)

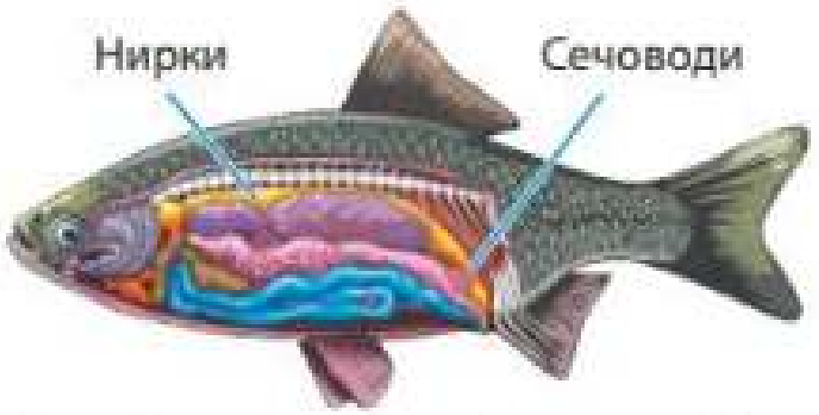


Мал. 23.4. Зелені залози рака

Проект підручника видавництва «Ранок»

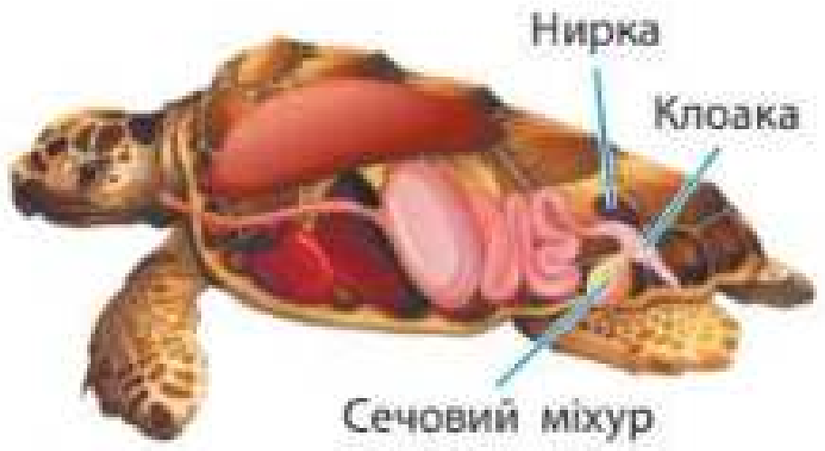


Мал. 23.5. Мальпігієві судини коника



Мал. 23.6. Внутрішня будова риби. Видільна система позначена жовтим кольором

Довідка. Чому в акул і скатів м'ясо має неприємний запах?
Задля адаптації до морського солоного середовища хрящові риби мають високу концентрацію сечовини та інших продуктів обміну нітрогенвмісних сполук у м'язах. Саме тому м'ясо хрящових риб має неприємний запах і гіркуватий присмак. Перед приготуванням м'ясо вимочують у солоній воді або попередньо відварюють.



Мал. 23.7. Видільна система черепахи

вигляд пухирців із вивідними канальцями, які відкриваються назовні в основі довгих вусиків.

У комах і павукоподібних органи виділення складаються з трубочок кількістю від двох до кількох сотень. Вони дістали назву **мальпігієві судини** (мал. 23.5). У комах їх значно більше, ніж у павукоподібних.

Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

Чому видільні системи безхребетних тварин такі різноманітні? Яким організмам легше здійснювати процеси виділення: великим за розмірами чи маленьким?

Видільна система хребетних є більш складною порівняно з такою в безхребетних тварин. Вона складається з **парних нирок**, що фільтрують із плазми крові речовини, які треба виводити з організму. Від нирки відходить сечовід, який відкривається в сечовий міхур. Із сечового міхура сеча видаляється через сечовидільний канал. Видільна система хордових ускладнюється через опанування цими тваринами суходолу.

Видільна система риб складається з парних стрічкоподібних нирок, які лежать уздовж хребта, сечоводів і сечового міхура. Саме в сечовому міхурі сеча накопичується й виводиться назовні (мал. 23.6). Крізь зябра та із сечею в риб здебільшого виділяється амоніак (NH_3) як кінцевий продукт обміну білків.

У земноводних і плазунів сеча утворюється нирками, розташованими в черевній порожнині тіла обабіч хребта. Після наповнення сечового міхура сеча надходить у клоаку й виділяється назовні.

Сечовидільна система плазунів і птахів схожа на таку в амфібій (мал. 23.7). Проте є низка відмінностей. Їхні нирки побудовані складніше, а виділяють вони не водний розчин із сечовиною, а сечову кислоту. Це економить витрати води на суходолі.

Завдяки адаптації до польоту в птахів відсутній сечовий міхур. Таке пристосування забезпечує зменшення ваги птахів у польоті.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Видільна система ссавців і людини теж подібна до такої в плазунів, однак вони мають окремий сечостатевий канал замість клоаки. Видільна система ссавців представлена парними тазовими нирками, сечоводами й сечовим міхуром, із якого через сечівник сеча виділяється назовні.

Завдання

Використовуючи текст параграфа, створіть таблицю «Різноманітність видільних систем тварин» за зразком. Оцініть свою роботу. Із чим, на вашу думку, вам слід попрацювати?

Група тварин	Особливості будови видільної системи
Жалкі (Кишковопорожнинні)	Крізь поверхню тіла, дифузія клітинами ектодерми
Плоскі черви	Протонефридії
…	…

Запитання і завдання

1. Яким чином організм тварин забезпечує економію води під час здійснення процесів виділення?
2. Люди видихають носом вологе повітря. Можете це перевірити, дихаючи на поверхню дзеркала. А ось верблюди видихають носом практично сухе повітря, у якому немає води. Дізнайтеся, завдяки яким пристосуванням це відбувається. Навіщо верблюдам потрібне таке пристосування?
3. Єдиний вид птахів, у яких є у видільній системі сечовий міхур, — це страус. Як ви вважаєте, чому?





Опорні точки

Видільні процеси є невід'ємною властивістю живого — обміну речовин та енергії. Виділення виконує функцію видалення з організму шкідливих і непотрібних речовин. Завдяки цьому відбувається підтримання сталого балансу речовин у внутрішньому середовищі організму — гомеостаз. Тварини мають різноманітні видільні системи через необхідність адаптації до різних умов існування.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 24. Будова й функції сечовидільної системи людини. Сечоутворення

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Чому в будь-якому громадському місці обов'язково є вбиральня? Чому запитання «Де розташована вбиральня?» ставлять найчастіше?
Які правила диктує нам наша власна видільна система?
Що ми маємо обов'язково знати про особливості її будови та функціонування?

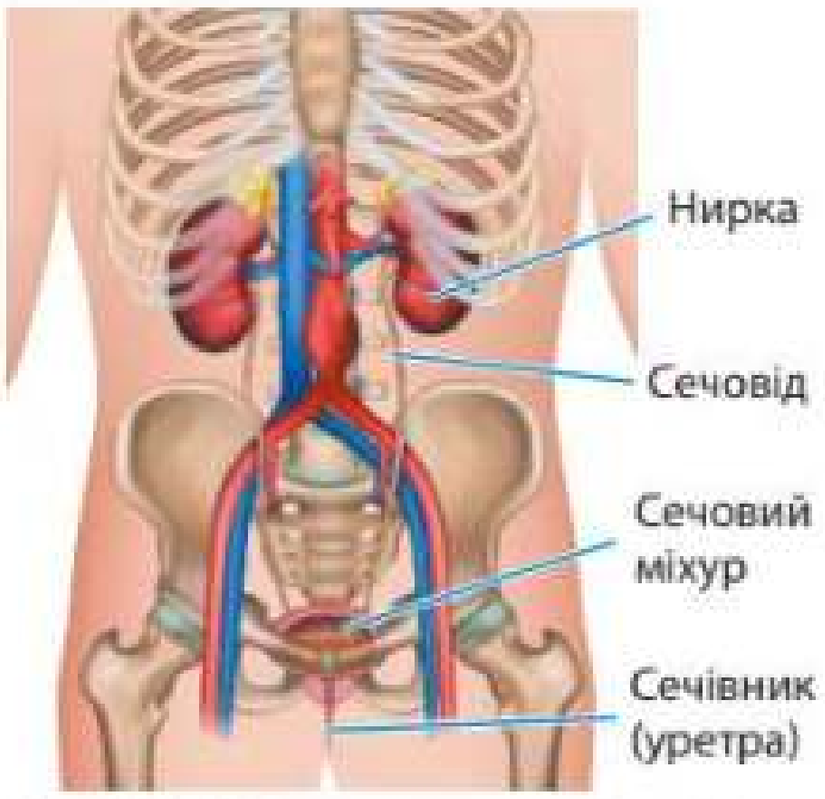
Будова сечовидільної системи людини

Основним органом сечовидільної системи людини є нирки. Саме в них формується спочатку первинна, а потім — вторинна сеча. Крім того, нирки беруть участь у підтриманні сталості складу внутрішнього середовища (гомеостазу), виконують секреторну функцію. Нирки розміщені в заочеревинному просторі, обабіч поперекового відділу хребта. Кожна нирка має бобоподібну форму, завдовжки близько 12 см, ширину 6 см, і важить вона близько 120–150 грамів. Увігнутий внутрішній край нирки обернений до хребта. Усередині нього є заглиблення, що називається **воротами нирки**, крізь які проходять ниркові кровоносні судини (**ниркові артерії** та **ниркові вени**).

Від нирок відходять **сечоводи**, якими вторинна сеча потрапляє до **сечового міхура**, а потім через **сечівник** виділяється назовні (мал. 24.1).

Поміркуйте

Чому права нирка розташована нижче за ліву?

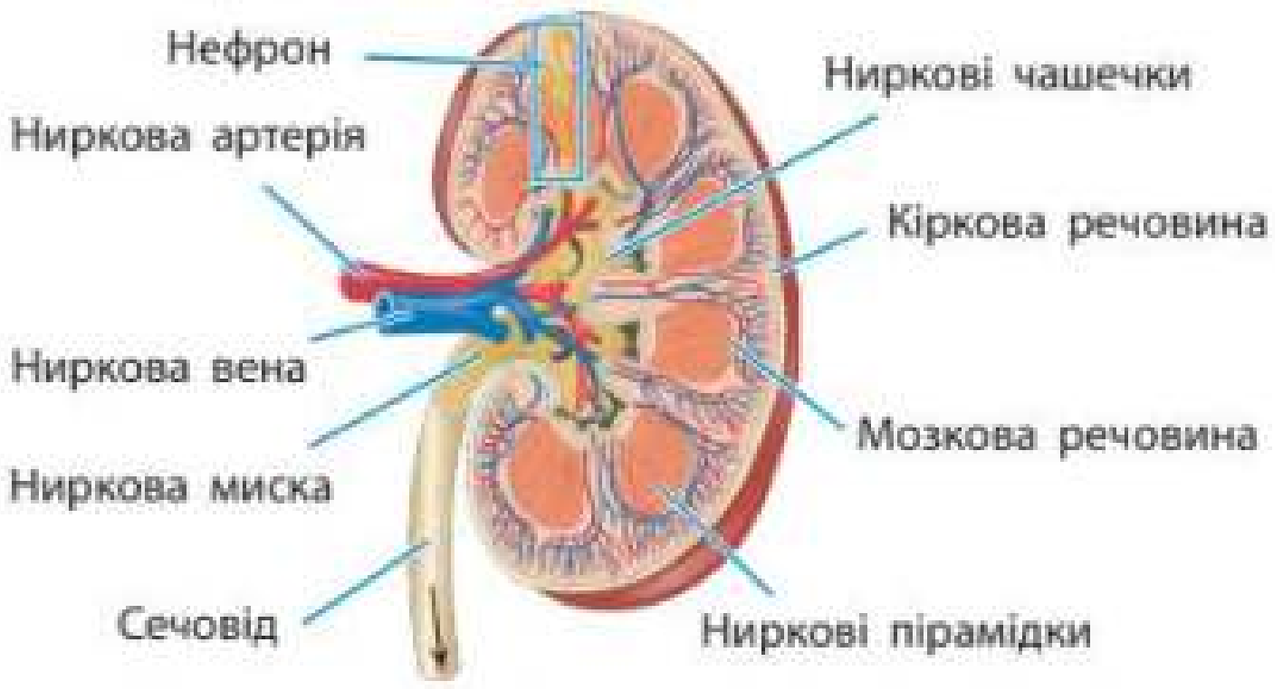


Мал. 24.1. Будова сечовидільної системи людини

Нирка складається з **кіркової** та **мозкової речовин**. Кіркова речовина розміщується зовні. Вона виростами входить у мозкову речовину й поділяє цю мозкову речовину на 15–20 часток. Ці частки на вигляд, як пірамідки, які основою повернені назовні, а верхівкою — усередину. Дві або три ниркові пірамідки зливаються вершинами, утворюючи сосочки. На верхівці кожного сосочка відкриваються ниркові канальці, які виводять сечу в чашечки.

Малі ниркові чашечки зливаються між собою й формують 2–3 великі чашечки. Зі свого боку, великі ниркові чашечки зливаються в ниркову миску. Ниркова миска звужується й переходить у сечовід (мал. 24.2, с. 115).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Мал. 24.2. Будова нирки

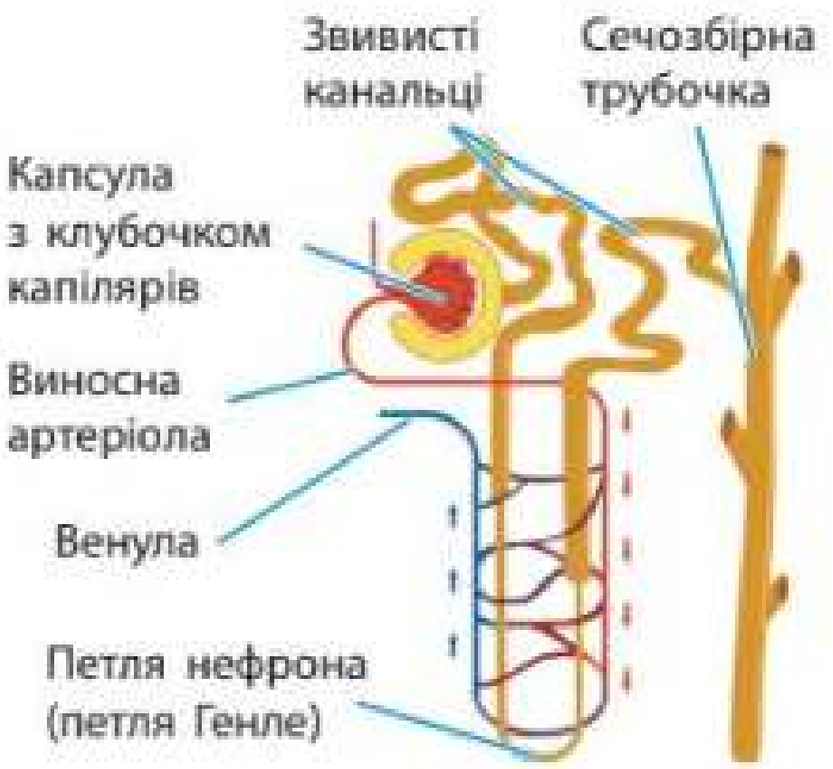
Пам'ятка. Для людини важливо щоденно пити достатню кількість води й постійно здійснювати сечовипускання. Під час проходження сечі сечовивідні шляхи очищуються, зокрема від бактерій, які часто туди потрапляють. Ба більше, це дає змогу виводити маленькі кристалики солей і органічних речовин, які постійно утворюються в нирках.

Функції сечовидільної системи людини. Сечоутворення

Нирки людини виконують різноманітні функції (схема 11). Вони підтримують водний і сольовий баланс, видаляють продукти обміну, токсини й шкідливі речовини, синтезують деякі біологічно активні речовини тощо.

Кожна нирка містить близько мільйона структурно-функціональних одиниць — **нефронів** (мал. 24.3). Кожен нефрон складається **з клубочка**, огорнутого капсулою, і **звивистих канальців**. Клубочки розташовані в кірковому шарі нирки, а канальці — у мозковому. Канальці зливаються в сечозбірні трубки, які відкриваються в малі чашки нирки.

Однією з основних функцій нирок є сечоутворення й виведення сечі, що містить розчинені у воді продукти обміну.



Мал. 24.3. Будова нефрона



Схема 11. Деякі функції сечовидільної системи людини

Проект підручника видавництва «Ранок»

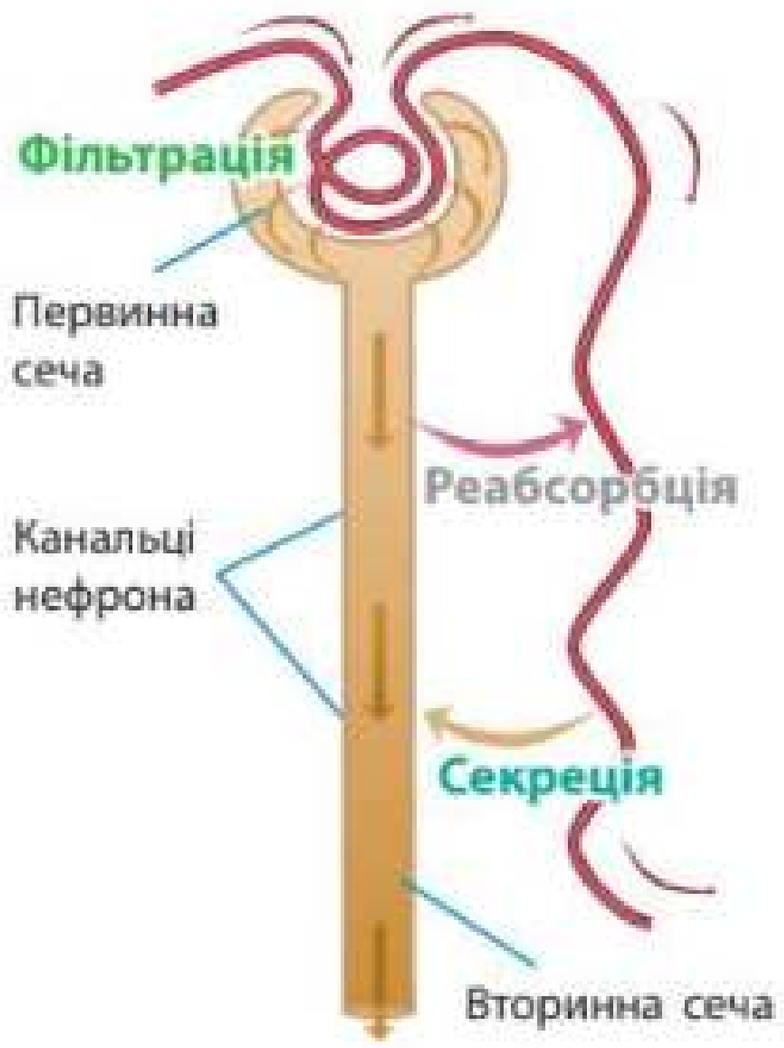
Як відокремити корисні й необхідні речовини від шкідливих і небезпечних, якщо всі вони розчинені в плазмі крові? Для цього відбуваються два основні процеси.

Перший процес, неспецифічний, — це **фільтрація** плазми крові з капілярів клубочка до капсули нефрона. Під час цього процесу й корисні, і шкідливі речовини потрапляють у фільтрат — **первинну сечу**, що стікає в капсулу. У нормі формені елементи та білки крові не проходять фільтраційний бар'єр. Фільтрація відбувається постійно, тож загалом за добу утворюється 150–180 л первинної сечі.

Далі первинна сеча рухається звивистими канальцями нефрона, у яких відбувається **другий процес — реабсорбція.** Це зворотне всмоктування в кров води, йонів солей і необхідних органічних речовин у тих кількостях, які потрібні організму.

Цей процес вибірковий (специфічний), оскільки в кров повертаються лише необхідні речовини в потрібній кількості. Так, у звивистих канальцях першого порядку всмоктуються амінокислоти, глюкоза, мінеральні солі. За таких умов продукти обміну залишаються в складі сечі. Далі в петлі Генле, канальцях другого порядку та збірних трубочках усмоктуються вода, йони Na^+ і K^+ (мал. 24.4).

Додатково клітини епітелію виділяють у просвіт канальців катіони Гідрогену, амоніак, сечову кислоту й інші продукти обміну. Такий процес називають **секрецією.** Після проходження всієї довжини канальця нефрона в сечозбірній трубці утворюється **вторинна сеча.** Це невелика кількість води, що містить солі, сечовину, сечову кислоту, амоніак та інші продукти обміну. У нормі у вторинній сечі не має бути глюкози, білків чи еритроцитів. За добу утворюється 1,2–1,8 л вторинної сечі (таблиця 7).



Мал. 24.4. Схема утворення сечі: неспецифічна фільтрація; специфічна реабсорбція: назад у кров потрапляє глюкоза, амінокислоти, вітаміни, частина солей і води; додаткова секреція речовин

Сеча (лат. *urina*) — біологічна рідина, відфільтрована плазма крові, у складі якої з організму виводяться кінцеві продукти обміну речовин.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Таблиця 7. Склад плазми крові, первинної та вторинної сечі (у масових %)

Речовини	Плазма крові	Первинна сеча	Вторинна сеча
Вода	90,0–91,0	99,0	96,0
Білки	7,0–8,0	—	—
Глюкоза	0,12	0,10	—
Йони Натрію	0,30	0,30	0,40
Йони Калію	0,02	0,02	0,15
Йони Хлору	0,40	0,40	0,70
Сечовина	0,03	0,03	2,00
Сечова кислота	0,004	0,004	0,05
Середнє виробництво в дорослих людей на добу		150–180 л	1,5–1,8 л
		Не виділяється в зовнішнє середовище	Виділяється в зовнішнє середовище

Інформаційно-пошуковий проєкт «Створення та використання штучної нирки» (за вибором учня / учениці)

Спочатку дізнайтеся, що таке процес діалізу з точки зору фізики. Намалюйте просту схему діалізу розчину, яка містить великі молекули білків і дрібні йони солей. Ознайомтеся з будовою апарата «штучна нирка» та поясніть принцип його роботи. Поясніть, навіщо і коли використовують «штучну нирку». Чи можна створити «штучну нирку» у вигляді біонічного пристрою-імпланту, щоб протезувати людині орган, який не функціонує?

Анімація «Штучна нирка» rnk.com.ua/109156

Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

Дізнайтеся, що таке процес осмосу з точки зору фізики. Поміркуйте, чому спрага не завжди пов'язана з нестачею води в організмі. Що краще робити влітку: пити багато прісної води чи води, що містить розчинені речовини — солі (електроліти)? Чому не варто споживати багато солі чи пити багато води?

Робота в групі

Користуючись таблицею 7, створіть діаграму Венна «Порівняння складу первинної та вторинної сечі». Що зміниться в складі вторинної сечі, якщо в людини буде постійно високий рівень цукру? Або ж буде ушкоджено клітини фільтраційного бар'єру клубочків і капсули нефрона? Чи вдалося вам знайти спільне та відмінне у складі первинної та вторинної сечі? Порівняйте свої діаграми Венна з діаграмами своїх колег. Що краще вийшло у вас? Що краще вийшло в них? Над чим вам слід іще попрацювати?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Мал. 24.5. Будова сечового міхура

Особливості виведення сечі

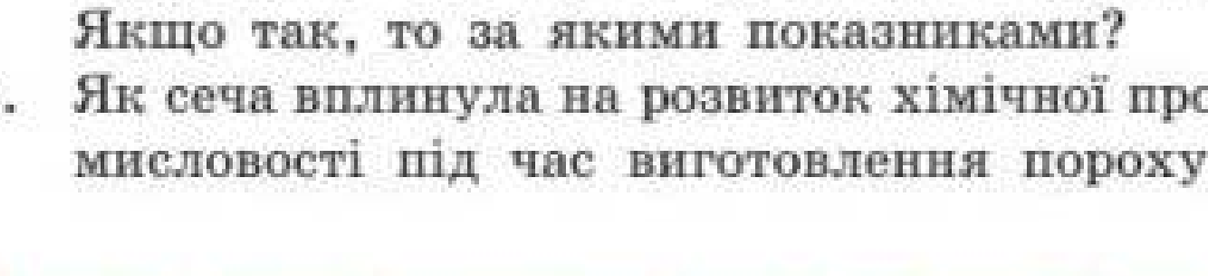
Вторинна сеча надходить у ниркову миску, з якої вона крізь сечовід потрапляє до сечового міхура (мал. 24.5). Сечовий міхур розміщується в порожнині малого таза і є резервуаром для сечі. Сеча надходить до сечового міхура постійно. Центр сечовипускання розміщений у поперековому відділі спинного мозку. Коли сечовий міхур наповнений, збуджуються рецептори в його стінці. Нервові імпульси від рецепторів нервами досягають спинного мозку. Звідти прямує сигнал до м'язів сечового міхура — скоротитись, а до м'язів сфінктера — розслабитись. Ці рефлекси перебувають під довільним контролем головного мозку.

Із сечового міхура сеча виділяється назовні крізь сечівник (уретру). У жінок він значно коротший (3–4 см), ніж у чоловіків (до 18 см).

Довідка. У сфінктері, крім гладких м'язів, які забезпечують мимовільне сечовипускання, є також посмуговані м'язи, які керуються довільно. У немовляти працює лише сфінктер мимовільного сечовипускання. Із часом дитина навчається керувати іншим м'язом — сфінктером, який підкоряється волі людини. Завдяки цьому дитина починає проситися до вбиральні.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Які правила користування громадською вбиральнею ви знаєте? Чому вони виникли? Які знаки свідчать про те, що неподалік є вбиральня? Яких правил ви самі дотримуєтеся?



Опорні точки

Нирки є основним органом виділення в людини. Структурно-функціональною одиницею будови нирки є нефрон. У кожній нирці міститься близько мільйона нефронів. Утворення сечі відбувається завдяки фільтрації в капсулі нефрона й реабсорбції у звивистих канальцях першого й другого порядку. Головне завдання сечовидільної системи — регуляція гомеостазу внутрішнього середовища.

Запитання і завдання

1. Яким має бути питний режим влітку в період спеки? Чому?
2. Які правила гігієни сечовидільної системи ви знаєте? Чому вони є важливими?
3. Які наслідки можуть бути, коли зменшується кількість і частота сечовиділення в людини?
4. Чи може клінічний аналіз сечі виявити порушення обміну в організмі людини? Якщо так, то за якими показниками?
5. Як сеча вплинула на розвиток хімічної промисловості під час виготовлення пороху?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§25. Захворювання сечовидільної системи та їхня профілактика

Порушення роботи органів сечовиділення

Захворювання органів сечовиділення є вкрай небезпечними. Адже виникає ризик отруєння організму кінцевими продуктами обміну речовин, що мали б вивестися із сечею.

За рахунок видільної функції нирки регулюють водно-сольовий обмін, тобто здійснюють **осморегуляцію**. Якщо є надлишок води в організмі, то нирки виділяють розбавлену сечу, а за нестачі води — більш концентровану, здійснюючи таким чином регуляцію вмісту води в організмі. Затримуючи певні йони (Na^+, K^+) або посилюючи їхнє виведення з організму, нирки відіграють важливу роль у підтриманні гомеостазу електролітів (йонів солей). Нирки також регулюють концентрацію катіонів амонію (NH_4^+) й Гідрогену (H^+), забезпечуючи регуляцію кислотно-основного балансу внутрішнього середовища.

Порушення в роботі видільної системи можуть виникати через:

- бактеріальні захворювання, що вражають ниркові миски або мозковий шар нирки;
- нефропатії — вроджені дефекти нирок і сечовидільних шляхів;
- інтоксикації — отруєння токсичними речовинами, алкоголем, надмірними дозами лікарських препаратів тощо;
- травмування нирок і органів сечовидільної системи;
- алергічні реакції або порушення процесів обміну речовин.

Завдання

Небезпечною практикою для здоров'я нирок є надмірне вживання пива. Лікарі вважають, що фітоестрогени, які містяться в пиві, роблять цей напій небезпечним. Дізнайтеся, що таке фітоестрогени, і обґрунтуйте шкоду високого вмісту цих гормонів у пиві для здоров'я.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Кухонна сіль з давнини є незмінним супутником людини. Вона була першою приправою, яку раніше цінували на вагу золота. Сіль не лише робила страви смачнішими, а й використовувалася для зберігання продуктів шляхом консервування. Для людини добова норма солі становить 4-6 г. Чому в сучасному житті ця перша приправа становить загрозу здоров'ю видільної системи людини?

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Всесвітній день нирки відзначається з 2006 року кожного другого четверга березня. Мета проведення Дня нирки — підвищення обізнаності населення щодо важливості нирок і поширення інформації про те, що хвороби нирок трапляються часто, але є виліковними за умов ранньої діагностики. Які девізи були в День нирки із часу приєднання України до ініціативи? Яка проблематика порушувалася?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Таблиця 8. Захворювання сечовидільної системи та їхні симптоми

Захворювання	Причини	Симптоми
Пієлонефрит	Запалення ниркових мисок під впливом висхідних і низхідних інфекцій сечовивідних шляхів	Часте й болісне сечовипускання, підвищення температури тіла, біль у попереку, загальне нездужання
Гломерулонефрит	Розвиток запального процесу в нирках із ураженням клубочків нефронів під впливом інфекцій або алергенів	Загальні ознаки отруєння, підвищення температури тіла, набряк обличчя й кінцівок, головний біль, нудота, наявність крові в сечі
Уретрит	Запалення сечівника, що спричиняється такими бактеріями, як стрептококи, кишкова паличка або іншими мікроорганізмами	Часте й болісне сечовипускання або позиви до сечовипускання
Цистит	Запалення слизової оболонки сечового міхура внаслідок проникнення в нього кишкової палички, стафілококів, стрептококів	Часті позиви до сечовипускання, біль, свербіж, печіння під час сечовипускання
Сечокам'яна хвороба	Відкладення солей у нирках і сечовивідних шляхах у вигляді каменів внаслідок порушення обміну речовин	Сильний біль у ділянці нирок, утруднене відтікання сечі



Мал. 25.1. Сечокам'яна хвороба спричиняє утруднення сечовипускання

За способом потрапляння до органів сечовидільної системи розрізняють низхідні та висхідні інфекції. Низхідні інфекції з різних частин тіла людини заносяться кров'ю в клубочки нефронів і спричиняють їхнє запалення. Бактеріальні захворювання зубів або тонзиліт є джерелом таких інфекцій нирок. Висхідні інфекції, які спочатку виникають у сечівнику, спричиняють його запалення й піднімаються вгору — у сечовий міхур, сечоводи й нирки (мал. 25.1; таблиця 8).

Профілактика захворювань сечовидільної системи

Шкідливими чинниками, що сприяють розвитку захворювань органів сечовиділення, є переохолодження, виснаження, гіповітамінози, захворювання органів статевої системи, зловживання алкогольними напоями, жирними чи гострими стравами тощо.

Проект підручника видавництва «Ранок»



Схема 12. Правила щодо запобігання порушень діяльності сечовидільної системи

Задля якісного здорового життя слід здійснювати профілактику захворювань нирок, як-от: збалансовано харчуватися, своєчасно лікувати захворювання зубів і органів травлення й дихання, щоденно дотримуватися особистої гігієни тощо. На основі цього лікарі сформували прості щоденні правила для запобігання порушень діяльності нирок (схема 12).

Запитання і завдання

1. Нетрадиційна медицина широко використовує різноманітні рослинні екстракти та відвари для лікування хвороб нирок. Які рослинні препарати є лікувальними засобами з точки зору доказової медицини?
2. Колір сечі в людини може змінюватися в процесі вживання певних продуктів або внаслідок розвитку деяких хвороб сечовидільної системи. Яких кольорів може набувати сеча та про які зміни в органах виділення це може свідчити?
3. Дізнайтеся в додаткових джерелах інформації про українського хірурга Юрія Вороного, який уперше провів операцію з пересадки нирки.

Захворювання органів сечовидільної системи — предмет медичної галузі урології.

Відкритий мікрофон

Підготуйте й презентуйте одне з правил профілактики захворювань видільної системи за методом «PRES» (від англ. *Position-Reason-Explanation or Example — Summary*). Використовуйте такі фрази: «Я вважаю...», «Тому що...», «Наприклад...», «Отже, можна зробити такий висновок...».

Опорні точки

Поширеними захворюваннями органів видільної системи є пієлонефрит, уретрит, цистит, сечокам'яна хвороба. Щоб зменшити ризик розвитку цих захворювань, слід дотримуватися відповідних заходів профілактики.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 26. Будова й функції шкіри. Профілактика захворювань і гігієна шкіри

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Готуючи ванну для немовляти, мати, щоб перевірити придатність температури води, занурює у воду лікоть замість термометра. Чому лікоть, а не, скажімо, долоню?

Дерматологія — розділ медицини, який вивчає захворювання шкіри та її похідних.

Відео «Шкіра — наш природний захисник» rnk.com.ua/109157

Будова шкіри

Шкіра є найбільшим органом людини. Загальна площа поверхні шкіри дорослої людини становить близько 2 м².

Шкіра виконує багато функцій: захисну, видільну, терморегуляторну, обмінну, рецепторну. Запобігаючи механічним ушкодженням внутрішніх органів і проникненню хвороботворних бактерій і вірусів, шкіра та її похідні — нігті й волосся — виконують **захисну функцію**. Випаровування поту з поверхні шкіри охолоджує шкіру й весь організм. Крім того, **терморегуляція** здійснюється шкірою завдяки випромінюванню тепла. За добу з поверхні шкіри випаровується приблизно 500 мл поту, з яким виділяються солі, сечовина й інші метаболіти. У підшкірній жировій клітковині відкладається жир як резервна речовина. Крім того, під впливом ультрафіолету в шкірі синтезується вітамін D, тобто шкіра здійснює функцію **обміну**. У шкірі розташовані тактильні, температурні та больові рецептори, які забезпечують виконання нею **рецепторної** функції (схема 13).



Схема 13. Основні функції шкіри

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Функції шкіри

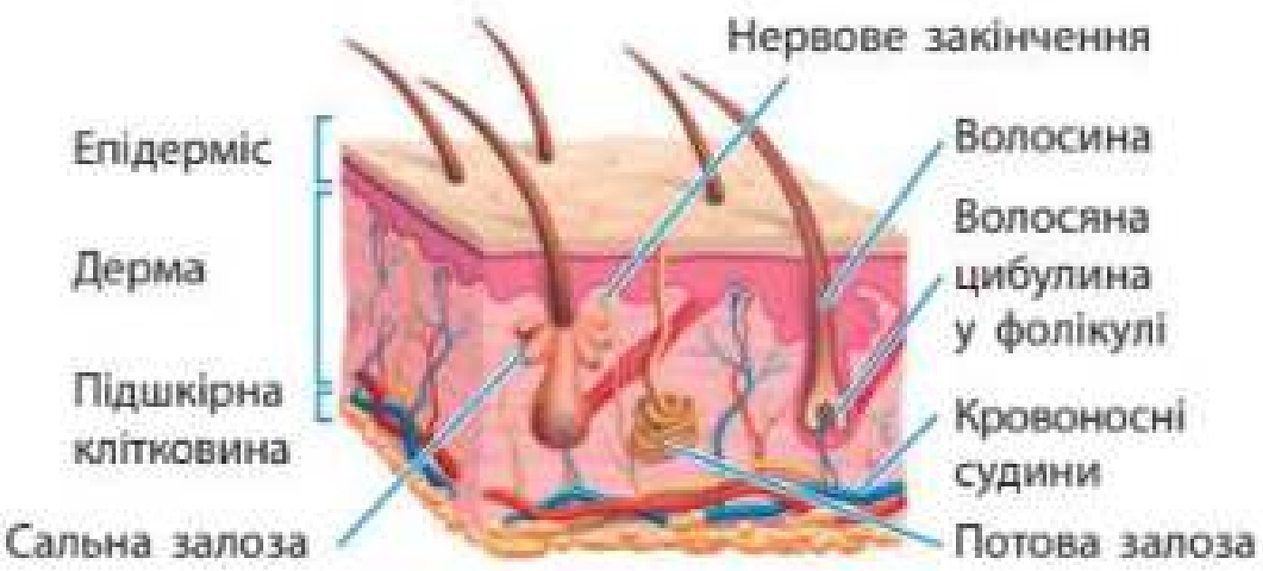
Шкіра складається з трьох основних шарів: епідермісу, дерми (власне шкіри) та підшкірної клітковини (мал. 26.1).

Епідерміс утворений багатошаровим пласким епітелієм. Перший шар — роговий — містить мертві зроговілі клітини, а другий — ростковий — складається із живих клітин, що постійно діляться. **Дерма** — це шар сполучної тканини, пронизаний колагеновими й еластиновими волокнами. Ці білкові волокна забезпечують пружність і розтяжність шкіри. Дерма є основним складником шкіри. У ній розміщені рецептори, шкірні залози, корені волосин, кровоносні й лімфатичні судини.

З-поміж шкірних залоз людини розрізняють:

- **потові** (виділяють піт);
- **сальні** (виділяють речовини, які змащують волосся та шкіру);
- **молочні** (виділяють молоко в період лактації, є видозміненими потовими залозами).

Підшкірна клітковина — це найглибший шар шкіри. У її клітинах накопичуються краплини жиру, який утворює запас поживних речовин і захищає організм від переохолодження та механічних ушкоджень (наприклад, ударів).



Мал. 26.1. Будова шкіри людини

Дослідження власного волосся за допомогою шкільного світлового мікроскопа

Сплануйте самостійно й проведіть дослідження власного волосся за допомогою шкільного світлового мікроскопа.



Волосся людини: вигляд за різного збільшення під мікроскопом

Дослідження «Визначення типу пористості волосся»

Визначити пористість волосся можна за допомогою електронного мікроскопа, але ви можете з'ясувати, яка у вас структура волосся, значно простіше. Для цього проведіть таке дослідження.

1. Візьміть кілька волосинок власного волосся.
2. Наповніть склянку водою й опустіть у неї волосину. Стежте, що відбуватиметься.

Проект підручника видавництва «Ранок»



Низька пористість волосся | Середня пористість волосся | Висока пористість волосся

Робота в парі

Розробіть дизайн постера на тему «Профілактика захворювань шкіри».





Мал. 26.2. Колір волосся залежить від наявності та кількості пігменту — меланіну. З віком синтез цього пігменту зменшується, а у волоссі збільшується кількість повітряних пухирців — це призводить до посивіння

3. Якщо волосинка швидко опускається на дно склянки, ваше волосся має високу пористість. Якщо волосся залишиться на поверхні води, то ваше волосся має низьку пористість. Якщо волосся буде розташоване десь посередині склянки, то ваше волосся має середню пористість.
4. Зробіть висновки.

Будова волосся та нігтів

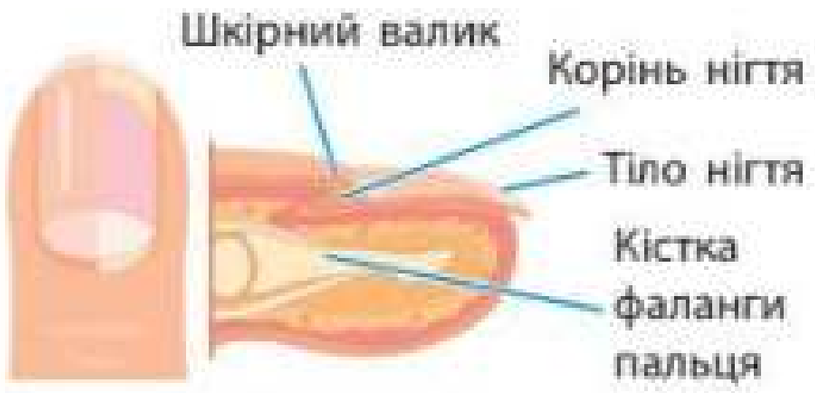
Волосся є похідним шкіри, воно розташоване на всій її поверхні, за винятком долонь, підошов і губ. Основною речовиною волосся є білок **кератин**. Волосся складається зі стрижня й кореня. Стрижень виступає зі шкіри, а корінь розміщений у дермі. Корінь волосся містить волосяну цибулину, яка складається з епітеліальних клітин, здатних до поділу. Саме за рахунок цього волосся й росте (мал. 26.1, с. 123). Колір волосся залежить від пігменту меланіну (мал. 26.2).

Волосяний покрив людини значно менший, ніж в інших ссавців. Проте волосся голови захищає її від перегрівання, волосся брів, їхня форма й положення на обличчі впливають на комунікацію й міміку людини.

Іншими похідними шкіри є **нігті**, що також розвиваються з епідермісу. Ці пласкі зроговілі пластинки захищають фаланги пальців (мал. 26.3).

Робота в парі

Прочитайте текст англійською мовою, перекладіть і обговоріть у парі зміст тексту. Сформулюйте одне одному по два запитання за змістом тексту й дайте відповідь на них.



Мал. 26.3. Будова нігтя

«Ultraviolet (UV) rays from the sun can harm our skin. Excessive exposure to UV rays can lead to skin problems, such as dryness or even skin cancer. To protect our skin, it's important to wear sunscreen, hats, and sunglasses, especially when the sun is strong. Staying in the shade or wearing protective clothing also helps to prevent UV damage».

Проект підручника видавництва «Ранок»

Захворювання шкіри

Шкіра, як і інші органи, може зазнавати ушкоджень. За походженням захворювання шкіри поділяють на:

- інфекційні, які спричинені шкідливими мікроорганізмами;
- неінфекційні, які можуть бути спричинені порушенням обміну речовин, пораненнями, дією хімічних речовин, забрудненням середовища, спадковими чинниками тощо.

Досить часто шкіра відображає функціональний стан усіх органів і систем організму (таблиця 9). Тому слід приділяти особливу увагу своїй шкірі та в разі появи небезпечних симптомів звертатися до лікаря / лікарки (дерматолога / дерматологині).

Проєкт «Особливості догляду за шкірою підлітків»

Знайдіть інструкцію щодо визначення типу шкіри за класифікацією (нормальна, жирна, комбінована, чутлива). Розробіть програму догляду за вашим типом шкіри, керуючись такими основними напрямами: очищення, зволоження, тонізування шкіри та спеціальний догляд. Результати презентуйте на уроці.

Таблиця 9. Поширені захворювання шкіри

Захворювання	Причини	Симптоми
Акне (вугрі)	Закупорювання протоків сальних залоз із подальшим розвитком у них бактерій	Запалені вузлики, утворені сальними залозами переважно на шкірі обличчя, спини, плечей
Захворювання шкіри та нігтів, спричинені грибами	Ураження шкіри або її похідних паразитичними мікроскопічними грибами	Почервоніння, розм'якшення, розшарування шкіри, зміна кольору та структури нігтів, ушкодження волосся
Короста	Потрапляння в шкіру людини коростяного свербуна (кліща)	Свербіж, поява на шкірі коростяних ходів, які прогризають кліщі
Лейшманіоз (шкірна форма)	Потрапляння в організм одноклітинних евкаріотичних паразитів — лейшманій — у разі укусу москітів	Ураження у формі висипу та виразок на шкірі, підшкірній клітковині або слизових оболонках

Профілактика захворювань шкіри

Про важливість чистоти шкіри вам відомо з дитинства. Так, багато захворювань є наслідком недотримання простих правил гігієни. На стан шкіри також впливає спосіб життя людини, харчування, ментальне здоров'я, стресові ситуації, рівень фізичного навантаження, клімат. Слід завжди стежити за чистотою та здоров'ям своєї шкіри (схема 14)!

Проєкт «Вплив на стан шкіри та волосся основних компонентів косметичних засобів (гліцерин, воски, олії, поверхнево активні речовини тощо)» rnk.com.ua/110455

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Схема 14. Профілактичні заходи захворювань шкіри

ПЕРША ДОПОМОГА ПРИ ТЕРМІЧНИХ ОПІКАХ



- Припинити контакт із джерелом опіку. Зняти гарячий, обгорілий одяг або одяг, що тліє, однак НЕ чіпати речей, що прилипли до шкіри
- Охолодити місце ураження прохолодною водою не менше 20 хв. Охолодження може бути ефективним упродовж перших 3 год після ураження. Ділянки, які не постраждали, потрібно залишати сухими й теплими
- Після охолодження місця опіку слід на рану накласти стерильну пов'язку

Робота в групі

Склад сучасних косметичних засобів може негативно впливати на шкіру та волосся. У мережі «Інтернет» є рекомендації, у яких зазначено, що в косметичних засобах не має бути сульфатів, парабенів, силіконів, гліцерину, поверхнево активних речовин тощо. Здійсніть критичний аналіз такої інформації, оцініть її з точки зору доказової медицини. Результати презентуйте перед однокласниками й однокласницями.

Опіки й обмороження. Перша допомога

Опіки — це ушкодження шкіри, що виникають через контакт із вогнем, розігрітим предметом чи речовиною або з агресивними хімічними речовинами, як-от: кислоти чи луги. Отриманий опік супроводжується почервонінням, лущенням шкіри, набряками й пухирцями. Глибокі опіки призводять до обвуглення тканин.

При **термічних опіках** на уражене місце накладають стерильну пов'язку, звертаються до лікаря. При **хімічних опіках** усувають вплив агресивної речовини або видаляють її та промивають уражену ділянку великою кількістю прохолодної води. При опіках, спричинених кислотою, виконують промивання проточною водою до зменшення чи зникнення симптомів печіння в місці ураження (від 30 хв). При опіках, спричинених

Проект підручника видавництва «Ранок»

лугами, здійснюють триваліше промивання водою (від 60 хв). Після цього місце ураження закривають стерильною пов'язкою. Після надання долікарської допомоги слід негайно звернутися до лікарні.

Обмороження — це ушкодження тканин організму внаслідок дії низьких температур на відкриті ділянки шкіри: ніс, підборіддя, вуха та ін. Ознаки обмороження: зміна кольору шкіри; воскова шкіра, тверда на дотик; оніміння.

Під час обмороження слід перенести потерпілого в тепле місце, для внутрішнього зігрівання тіла напоїти потерпілого **НЕ гарячим** чаєм або кавою. Далі, коли на всіх ділянках кінцівки відновилася шкірна чутливість і здатність до самостійних рухів, можна провести масаж і зігріти обморожену ділянку. У разі сильного обмороження, коли шкіра темніє й на ній утворюються пухирі, обморожену ділянку слід прикрити стерильною пов'язкою й доставити потерпілого до лікарні.

Як надавати першу домедичну допомогу при термічних опіках (поради від Центру громадського здоров'я МОЗ України)
rnk.com.ua/110374

Завдання

Користуючись малюнками, поясніть основні правила першої допомоги за умов обмороження.

Як уникнути переохолодження та обмороження: правила безпеки (поради від МОЗ України)
mk.com.ua/110375



Запитання і завдання

1. Часто кажуть, що стан шкіри є відображенням загального стану здоров'я людини. Спростуйте або доведіть це твердження.
2. Який унесок у розвиток методів лікування шкіри під час значних опіків чи травм мають роботи відомого лікаря професора Юлія Карловича Шимановського?

Опорні точки

Шкіра захищає організм від негативного впливу зовнішніх факторів і потрапляння інфекцій. Вона складається з епідермісу, дерми й підшкірної клітковини. Слід дбати про здоров'я шкіри!

Проект підручника видавництва «Ранок»



Тема 7

ПОДРАЗЛИВІСТЬ ЯК ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. БУДОВА Й ФУНКЦІЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ ТА ЇЇ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ

§27. Подразливість як властивість живого. Вияви подразливості. Подразливість у тварин

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Коли ми відчуваємо сильний біль, то дуже хочемо його позбутися. А ось деякі люди взагалі не відчувають фізичного болю, але вони зовсім не вважають себе щасливими. У них багато травм і шрамів. На вашу думку, чому їхнє життя не таке вже й щасливе?

Подразливість — це здатність живих організмів сприймати подразники й реагувати на них.

Таксиси — це спрямовані рухові реакції одноклітинних організмів на дію подразника.

Подразливість як властивість живого

Подразливість властива всім живим організмам і є основою пристосувальних реакцій організмів на вплив довкілля. **Подразниками** можуть бути будь-які чинники зовнішнього або внутрішнього середовища: світло, температура, звук, механічна дія, поживні речовини та ін.

Організми, у яких немає нервової системи (рослини, найпростіші), реагують на подразники, змінюючи характер руху (таксиси) або ростові процеси (настії та тропізми). Реакції багатоклітинних тварин на подразники здійснюються за допомогою **рефлексів** і контролюються нервовою системою.

Подразливість відіграє важливу роль у виживанні й адаптації організмів до середовища, що змінюється. Живі організми реагують на те, що вкрай необхідне для збереження життя.

Подразливість в одноклітинних організмів

Найпростішою формою подразливості є **таксиси**, які спостерігаються в мікроорганізмів (бактерій, одноклітинних еукаріотів) і деяких клітин багатоклітинних тварин (сперматозоїди, лейкоцити).

Проект підручника видавництва «Ранок»

Завдяки таксисам найпростіші уникають несприятливих умов, знаходять їжу та ін. Інфузорія-туфелька пересувається в бік їжі, а евглена зелена — до освітленої частини водойми, бо їй необхідне світло для фотосинтезу. Реакцію на світло називають **фототаксисом**, на хімічні речовини — **хемотаксисом**, на температуру — **термотаксисом**.

Таксиси можуть бути **позитивними**, якщо організм рухається в бік подразника, і **негативними**, якщо організм рухається від нього.

Прикладом **позитивного фототаксису** є спрямований рух джгутикових організмів, що мають світлочутливе вічко (евглена зелена, хламідомонада), з неосвітлених місць до освітлених (мал. 27.1а). Однак, якщо світло стає занадто інтенсивним, спостерігається **негативний фототаксис** (мал. 27.1б). Тобто один і той самий подразник різної інтенсивності може викликати як позитивну, так і негативну відповідь.

Позитивний хемотаксис виявляють найпростіші організми в пошуках їжі; наприклад, кишкова паличка *Escherichia coli* має позитивний хемотаксис на градієнт цукру. Завдяки позитивному хемотаксису на речовини, що виділяються яйцеклітиною, сперматозоїди рухаються їй назустріч. Лейкоцити переміщуються до місця запалення також завдяки позитивному хемотаксису. Хімічні речовини, до яких відбувається позитивний таксис, називаються **атрактанти**. Речовини, від яких відбувається негативний таксис, називаються **репеленти**.

Подразливість у багатоклітинних рослин

Подразливість у рослин виявляється в ростових рухах: **тропізмах** і **настіях**. Вони виникають у відповідь на дію світла, вологи, земного тяжіння. Завдяки рухам рослини ефективно використовують світло, вологу й поживні речовини.

Тропізми (від грец. зростання, напрямок) — спрямовані ростові або рухові реакції рослин на дію подразника. **Геотропізми** виникають у відповідь на дію земного тяжіння, **фототропізми**

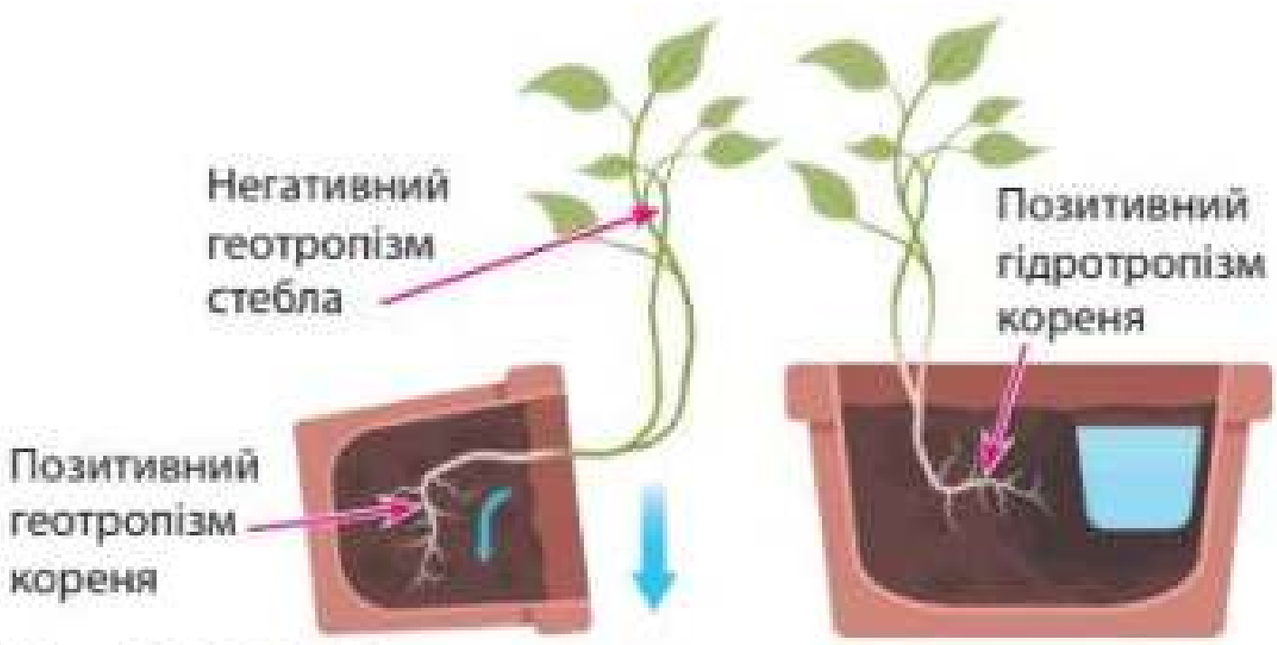
Відкритий мікрофон

Яким типом таксису є пересування інфузорій у бік поживних речовин? Пересування інфузорій від сильно нагрітого кінця пробірки до протилежного?



Мал. 27.1. Реакція евглени зеленої на інтенсивне освітлення

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 27.2. Тропізми рослин



а



б



в

Мал. 27.3. Настії в рослин:
а — складання листків рододендрона у відповідь на холод; б — відкривання-закривання пелюсток тюльпанів (день-ніч); в — закривання пастки венериної мухоловки від дотику комахи

(або **геліотропізми**, від геліос — сонце) — у відповідь на світло, **хемотропізми** — на хімічні речовини (мал. 27.2).

Тропізми також бувають негативними та позитивними. Корені рослин завжди спрямовані вниз — це приклад **позитивного геотропізму**. Стебло згинається в напрямку до світла — це **позитивний фототропізм**. Завдяки позитивному фототропізму рослини утворюють листову мозаїку. Тобто листки в просторі розташовуються так, щоб не затіняти один одного й максимально використовувати світло. Тропізми є наслідком дії рослинного гормону ауксину.

Настії — рухи органів рослин, які виникають під дією неспрямованих подразників. Із настіями пов'язані добові ритми відкривання й закривання квіток і суцвіть, рух листків, колові повороти стебла. **Термонастії** — рухи у відповідь на зміну температури; **фотонастії** — рухи, що залежать від освітленості; **тигмонастії** — рухи під впливом дотику (мал. 27.3). Основним механізмом настій є зміна тургору — внутрішнього тиску в клітинах рослин. Зниження тургору призводить до зморщування органу рослини, а підвищення — до його набряку.

Подразливість у тварин

Багатоклітинним тваринам і людині у відповідь на подразнення властиві точні, швидкі та різноманітні реакції, що здійснюються за участю нервової системи — рефлекси. Подразнення сприймаються через **рецептори**.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Подразниками, які активують ті чи інші рецептори, можуть бути світло, механічний тиск, температура, хімічні речовини, зміна електричного й магнітного поля. Найпростіші рецептори складаються з однієї клітини (наприклад, рецептори дотику в шкірі).

Розрізняють два типи рефлексів: безумовні та умовні.

Безумовні рефлекси завжди вроджені й однакові в усіх представників одного виду. Наприклад, у дитинчат усіх ссавців добре виражений **смоктальний рефлекс**, завдяки якому вони одразу після народження вживають материнське молоко. **Орієнтувальний рефлекс** (спрямування уваги в бік несподіваного звуку, яскравого спалаху) допомагає з'ясувати джерело сигналу й оцінити його небезпеку.

Програма дій, що складається з низки послідовностей безумовних рефлексів, називається **інстинктом**. Інстинкти визначають сезонні перельоти птахів, улаштування гнізд, турботу про потомство та багато інших особливостей вродженої поведінки.

Умовні рефлекси набуваються протягом життя. Вони індивідуальні, тобто властиві не всім представникам виду, а окремим особинам. Наприклад, це рефлекси, що формуються у тварин під час дресирування.

Рецептор — спеціалізована структура (клітина або нервове закінчення нейрона), що сприймає подразники із зовнішнього або внутрішнього середовища й перетворює їх на нервові імпульси.

Реакції організму на подразнення рецепторів здійснюються через **рефлекси.**

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Хапальний рефлекс у людини є одним із найдавніших і найважливіших для виживання. Знайдіть інформацію, як він виявляється і в чому його біологічне значення. Поміркуйте, що буде, якщо рефлекс зникне.





Прояви хапального рефлексу в людини і шимпанзе

Поділіться своїми думками

Які подразники сприймаються рецепторами, розташованими в шкірі?

Відкритий мікрофон

Які рефлекси ви знаєте? Яке біологічне значення має кожний із них?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

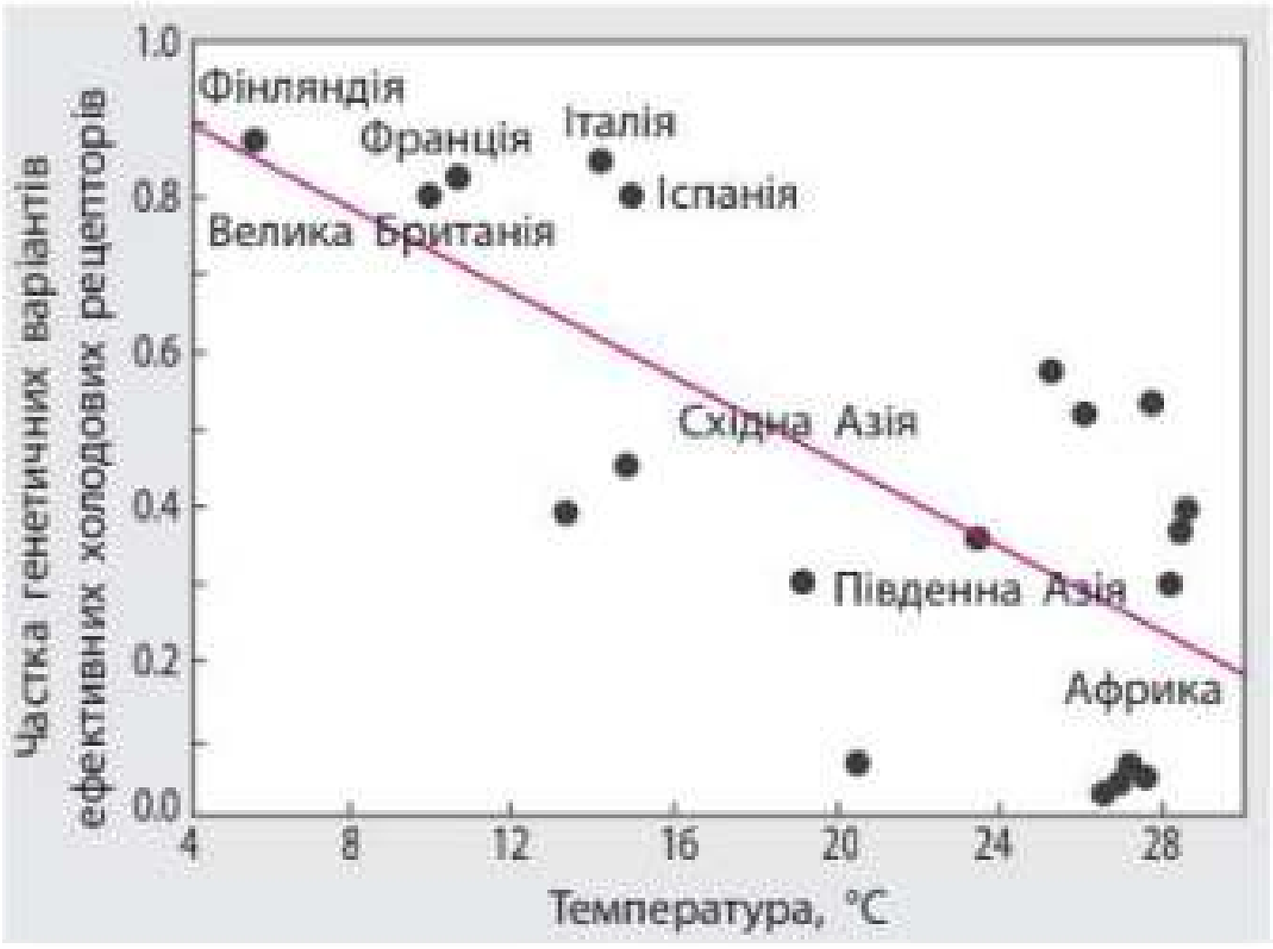


Запитання і завдання

1. Які типи рефлекторної поведінки зображено на малюнках? Як така поведінка забезпечує пристосування до умов середовища?
2. Фотоперіодизм — це реакція живих організмів на тривалість світлового дня. Наведіть приклади фотоперіодичних реакцій рослин і тварин.
3. Сезонні перельоти птахів — це приклад складної інстинктивної поведінки. Пригадайте, що є подразником для початку такої поведінки. Чи можна назвати таку поведінку розумною й чому?
4. Холодові рецептори людини еволюціонували від рецепторів, що сприймають тепло. У сучасному світі холодові рецептори поширені серед різних географічних груп людей неоднаково.

А) Користуючись наведеним графіком, установіть закономірність, як географічне положення впливає на генетично зумовлену кількість холодових рецепторів. Який фактор середовища вплинув на природний добір цієї ознаки?

Б) Поміркуйте, що може статися з людиною з малою кількістю холодових рецепторів на півночі Євразії. Чому сприймання холоду є важливим?



Графік побудовано за даними Key FM, Abdul-Aziz MA, Mundry R, Peter BM, Sekar A, D'Amato M, Dennis MY, Schmidt JM, Andrés AM. Human local adaptation of the TRPM8 cold receptor along a latitudinal cline. PLoS Genet. 2018 May 3;14(5):e1007298.

Опорні точки

Подразливість є основою пристосувальних реакцій організмів на вплив довкілля. Реакцією мікроорганізмів на подразнення є таксиси. Подразливість у рослин виявляється в тропізмах і настіях. Багатоклітинні тварини реагують за допомогою рефлексів, які здійснюються та контролюються нервовою системою.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 28. Еволюція нервової системи тварин

Дифузна нервова система

У тому, як тварини реагують на те, що відбувається в навколишньому середовищі, величезну роль відіграє нервова система.

Найбільш просту нервову систему мають Жалкі (Кишковопорожнинні). Їхні нервові клітини розміщуються в тілі дифузно (невпорядковано), а численні відростки нервових клітин утворюють нервову мережу (мал. 28.1). Таку нервову систему називають **сітчастою**, або **дифузною**.

Зовнішнє подразнення поширюється по всіх клітинах нервової мережі, і реакція охоплює всі частини організму. Наприклад, якщо вколоти голкою прісноводну гідру, усе її тіло стиснеться в грудочку.

Стовбурова нервова система

У більшості тварин нервові клітини згруповані в певних ділянках тіла. Так, у плоских і круглих червів скупчення нервових клітин утворюють **головні нервові вузли (гангліїї)**, від яких уздовж тіла тягнуться **нервові стовбури** з поперечними **перетинками** між ними (мал. 28.2). Таку нервову систему називають **стовбуровою**.

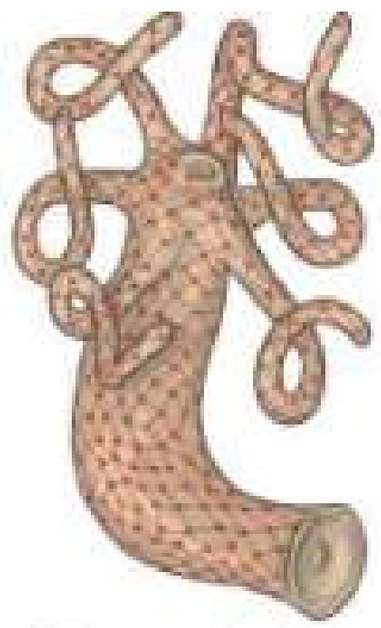
Гангліїї працюють, як нервові центри. У плоских і круглих червів вони концентруються на передньому кінці тіла, адже там розташовані органи чуття. Черви сприймають дотики за допомогою чутливих щетинок, мають смакові сосочки й нюхові органи.

Вузлова нервова система

Ще більшої концентрації скупчення нервових клітин досягають у **вузловій нервовій системі** (мал. 28.3, с. 134). **Головні гангліїї** відповідають за роботу органів чуття, **тулубові гангліїї** обслуговують інші відділи тіла. Таку нервову систему мають кільчасті черви, членистоногі та молюски.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

В еволюції приматів і людини головний мозок поступово збільшувався. Зараз наш мозок споживає значну частину енергоресурсів організму: чверть усієї глюкози та третина кисню йде на підтримку його роботи. Навіщо утримувати такий «дороговартісний» орган?

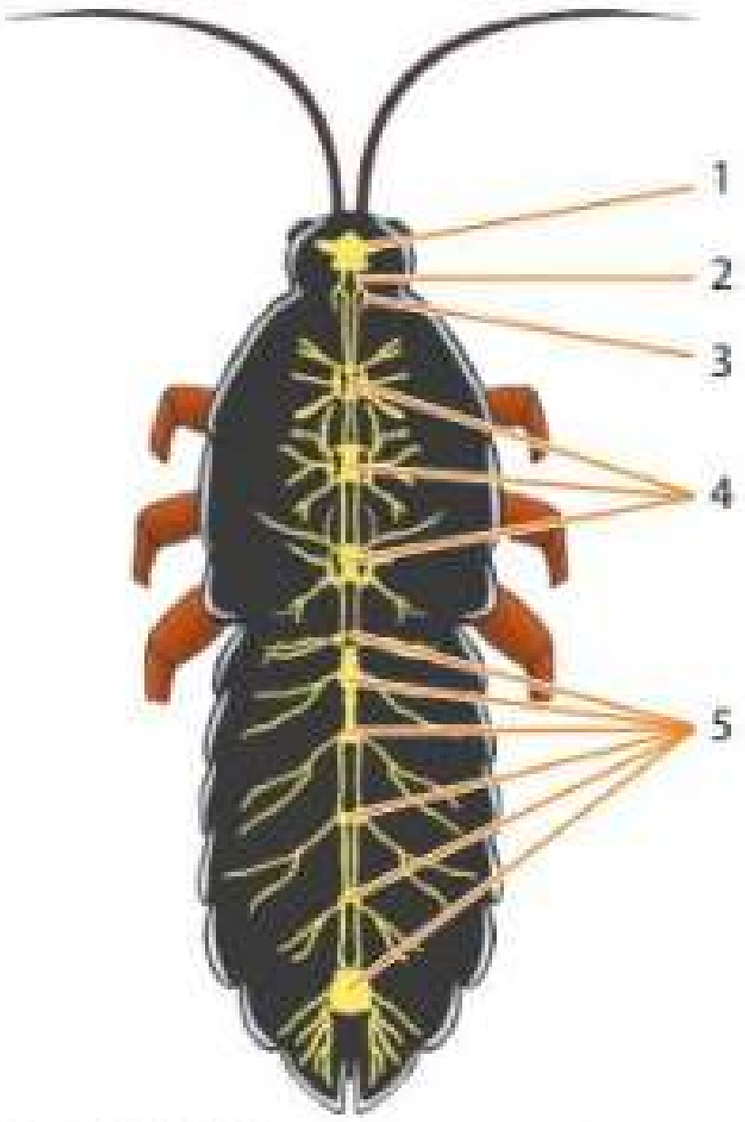


Мал. 28.1. Сітчаста (дифузна) нервова система прісноводної гідри



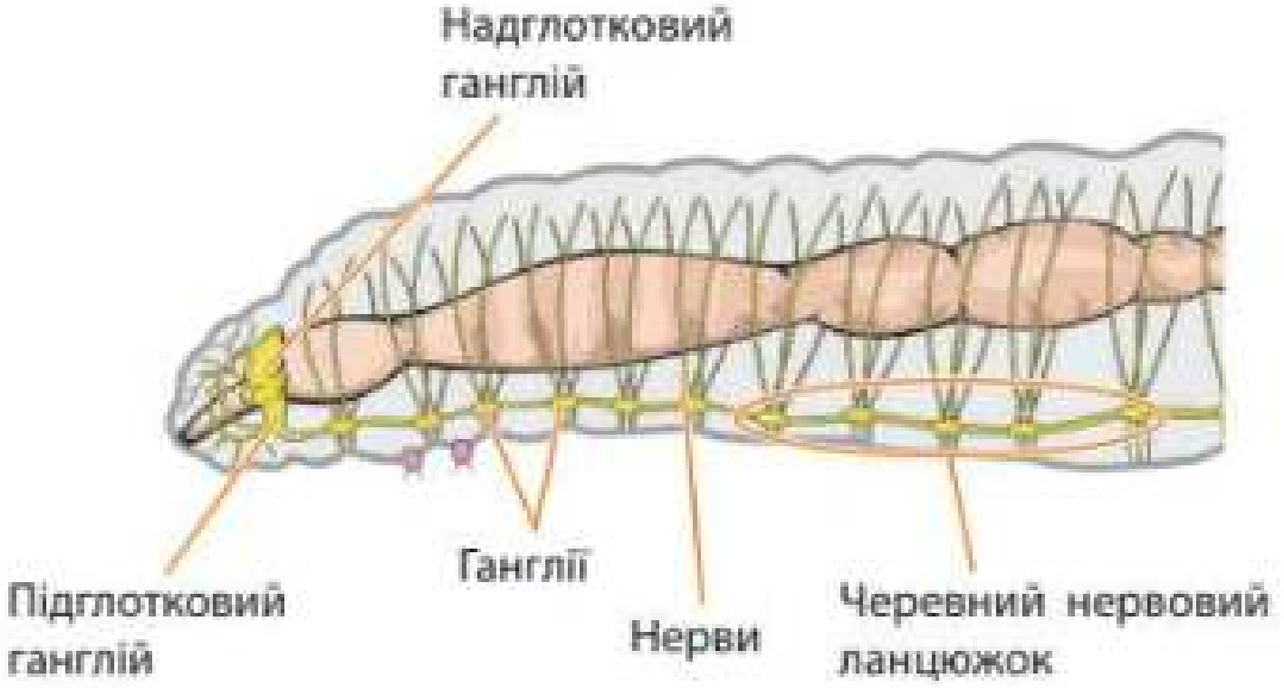
Мал. 28.2. Стовбурова нервова система плоских червів

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 28.4. Вузлова нервова система комах: 1 — головний ганглій (обробляє інформацію від органів чуття — очей, вусиків та ін.); 2 — підглотковий ганглій (іннервує ротові кінцівки); 3 — навкологлоткове кільце (з'єднує головний і підглотковий ганглії); 4 — грудні ганглії (керують рухами кінцівок); 5 — черевні ганглії (регулюють роботу внутрішніх органів)

У кільчастих червів у передньому кінці тіла розташовані **надглотковий і підглотковий ганглії**, які з'єднані **навкологлотковим кільцем**. Уздовж тіла тягнеться **черевний нервовий ланцюжок**, у кожному сегменті тіла утворюються **ганглії**. До органів ідуть **нерви**. Таку саму будову має й нервова система ракоподібних.



Мал. 28.3. Вузлова нервова система кільчастих червів

У комах у ході еволюції декілька гангліїв на передньому кінці тіла об'єдналися й сформували **«головний мозок»** (мал. 28.4). Такий мозок дає змогу аналізувати сигнали складних органів чуття, завдяки чому можна точно оцінювати те, що відбувається навколо.

Особливо розвинений головний мозок мають суспільні комахи, мурахи, терміти, бджоли (мал. 28.5). Він зумовлює дуже складну поведінку. Раніше вчені вважали, що поведінка суспільних комах зумовлена лише інстинктами. Однак експерименти на мурахах довели, що вони здатні до запам'ятовування й навчання.

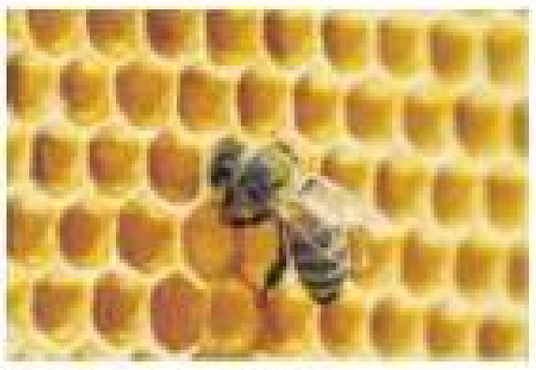
Мал. 28.5. Складна інстинктивна поведінка суспільних комах



Спілкування через обмін хімічними, слуховими, зоровими та тактильними стимулами



Побудова складних споруд



Запасання їжі та турбота про нащадків



Спільна діяльність

Проект підручника видавництва «Ранок»

Нервова система молюсків належить до **розкидано-вузлового типу**. Відносно великі парні (правий і лівий) ганглії розміщені в різних частинах тіла. Ганглії голови аналізують сигнали від органів чуття (зір, дотик, нюх, рівновага), ганглії ноги контролюють рух, інші іннервують мантію та внутрішні органи (мал. 28.6). Від гангліїв тягнуться нервові ланцюжки.

У головоногих молюсків великі ганглії зливаються й утворюють **головний мозок**, вкритий скупченням тіл нейронів — **корою**. Така висока концентрація нервових клітин забезпечує вдосконалення органів чуття (мал. 28.7). Розвинена нервова система каракатиць, кальмарів і восьминогів дає підстави вважати їх найбільш «розумними» з-поміж безхребетних тварин. Вони здатні спілкуватися, навчатися, розв'язувати складні головоломки, розрізняти кольори й форми тощо. Деякі вчені вважають, що за інтелектом їх можна порівняти із собаками!



Мал. 28.6. Розкидано-вузлова нервова система двостулкового молюска

Трубчаста нервова система

Нервову систему хордових називають **трубчастою**, адже вона розвивається з **нервової трубки**, що тягнеться вздовж спинного боку тіла. З переднього відділу трубки утворюється **головний мозок**.

Головний мозок хребетних тварин має 5 відділів: **довгастий мозок, мозочок, середній мозок, проміжний мозок, кінцевий (передній) мозок** (мал. 28.8, таблиця 10, с. 136).

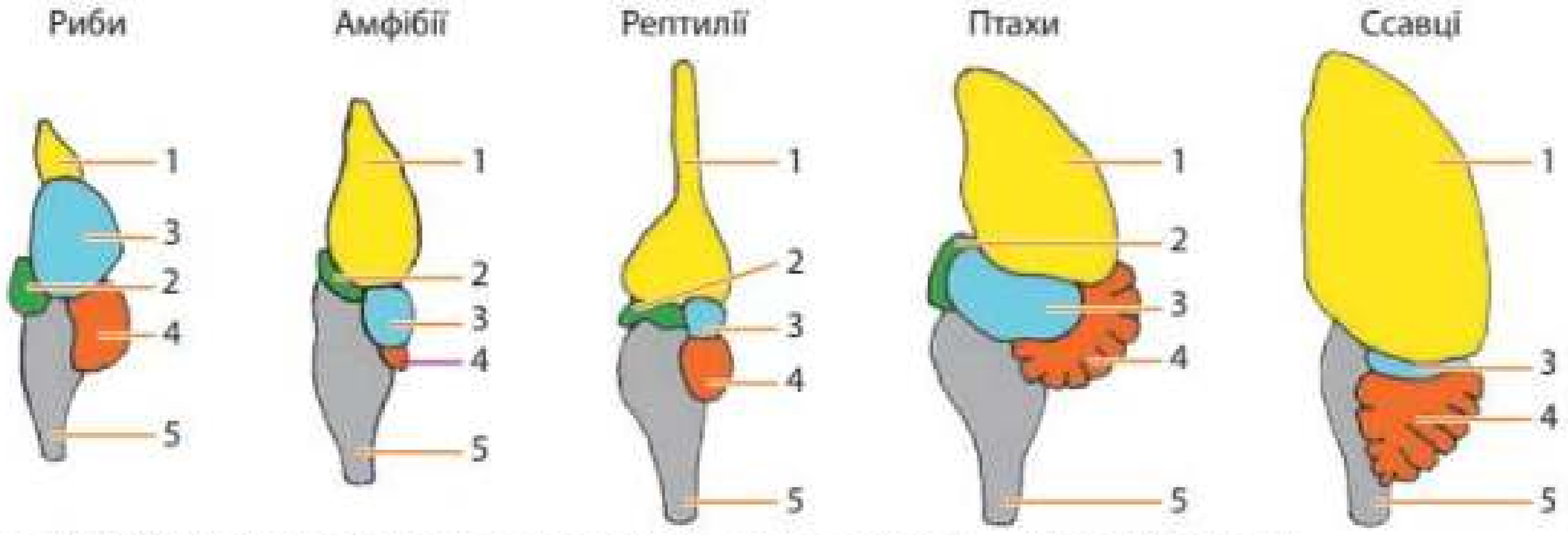
Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Дізнайтеся, як восьминоги спілкуються, змінюючи колір тіла; утримують предмети й використовують їх; розв'язують головоломки.



Мал. 28.7. Розвинені органи чуття восьминога

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 28.8. Ускладнення будови мозку в хребетних тварин: 1 — кінцевий мозок; 2 — проміжний мозок; 3 — середній мозок; 4 — мозочок; 5 — довгастий мозок

Таблиця 10. Особливості будови й функції мозку в хребетних тварин

	Опис
Риби	У риб найбільш розвиненим відділом є середній мозок. Тут інтегруються сигнали від інших відділів мозку й розташований зоровий центр. Риби короткозорі й добре бачать на відстані лише 2–3 метри, але за допомогою очей вони отримують багато інформації. Кінцевий мозок у риб розвинений слабо. Тут розміщений центр нюху, і він збільшений у риб, які активно його використовують, наприклад, в акул. У довгастому мозку є центри слуху й дотику, а також важливі центри дихання, травлення, кровообігу. У риб добре розвинений мозочок. Він відповідає за керування рухами, пов'язаними з плаванням і захопленням їжі
Земноводні (Амфібії)	Як і в риб, в амфібій великих розмірів сягає середній мозок, який також є вищим інтегративним центром і містить центр зору. Але вихід на суходіл сприяв збільшенню кінцевого мозку. Кінцевий мозок амфібій зумовлює кращу, ніж у риб, роботу органів зору, нюху та слуху. У порівнянні з рибами, рухи амфібій прості й одноманітні, тож мозочок в амфібій розвинений гірше
Плазуни (Рептилії)	Головний мозок рептилій збільшився в розмірах порівняно з амфібіями. Мозочок сильно розвинений завдяки складності й різноманіттю рухів плазунів. Середній мозок втратив значення вищого інтегративного центру. Головним і найбільшим відділом став кінцевий мозок. На його поверхні з'явилася примітивна кора
Птахи	У птахів дуже розвинені вкриті корою півкулі кінцевого мозку та зорові частки середнього мозку. Політ птахів відзначається великою складністю, тому мозочок у птахів має складки, що значно збільшують його поверхню
Ссавці	Найвищого розвитку досягає головний мозок у ссавців. Кінцевий мозок має кору, утворену борознами та звивинами, які значно збільшують його поверхню. Великі півкулі визначають складну та різноманітну поведінку ссавців. Вона виявляється через турботу про потомство, здатність до навчання та спілкування

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

У двостулкових молюсків є три пари гангліїв, у черевоногих — п'ять. У черевоногих молюсків ганглії голови утворюють головний мозок, а в головоногих молюсків мозок уже вкритий примітивною корою. Як розвиток нервової системи пов'язаний зі способом існування й типом живлення?

Робота в групі

Обговоріть, який взаємозв'язок існує між розміром мозку (або співвідношення розмірів мозку) з розмірами тіла та складністю поведінки організмів.

Запитання і завдання

1. Мурахи мають складні спільноти, активно контактують між собою й можуть працювати в команді. Чи є діяльність мурах цілком інстинктивною? Чи здатні вони до більшого? Запропонуйте схему експерименту, щоб дізнатися, чи здатні мурахи до запам'ятовування й навчання.
2. Поясніть на прикладах, як більш різноманітне середовище існування може сприяти еволюції нервової системи.
3. Відомо, що нервова трубка розвивається з клітин на поверхні тіла. Як ви вважаєте, чому нервова система хордових бере початок саме від покривів тіла?
4. У таблиці містяться дані щодо маси тіла певних ссавців і маси їхнього головного мозку. Побудуйте графік залежності співвідношення **маса мозку / маса тіла** (за вертикаллю) від **маси мозку** (за горизонталлю). Додайте до графіка людину. Зробіть висновок щодо встановленої закономірності.

Поділіться своїми думками

Чим схожі й чим відрізняються нервові системи цих тварин?



Опорні точки

Основними типами нервової системи є дифузна, стовбурова, вузлова (розкидано-вузлова) та трубчаста. В еволюції нервової системи відбувалися її концентрація й централізація. Укрупнення головного мозку й ускладнення його структури стало основою пристосувальної поведінки ссавців.

	Лев	Антилопа	Зебра	Носоріг	Кішка	Леопард	Слон
Маса тіла, кг	119,5	8,6	255,0	765,0	3,5	27,7	3048
Відношення маси мозку до маси тіла, %	0,18	0,58	0,21	0,09	0,94	0,59	0,18

Проект підручника видавництва «Ранок»

§29. Нервова система людини. Спинний мозок

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Якщо ми торкнемося гарячої поверхні або гострого предмета, то зреагуємо миттєво, навіть не встигнувши зрозуміти, що відбулося.
Як вдається так працювати нашій нервовій системі? Чому нервові імпульси передаються настільки швидко й звідки організм знає, як реагувати?

Функції нервової системи

Нервова система є сукупністю структур, яка координує діяльність усіх систем організму й забезпечує реакцію на зміни навколишнього середовища.

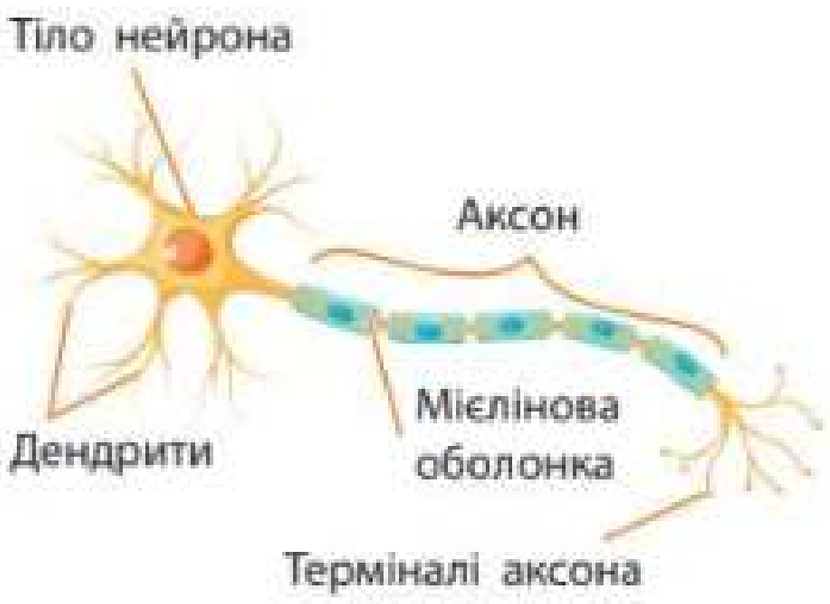
Функції нервової системи людини:

— взаємодія організму з навколишнім середовищем;
— регуляція й узгодження роботи внутрішніх органів;
— забезпечення пам'яті, мислення, свідомості, мовлення й адаптивної, або пристосувальної, поведінки.

Нервова тканина та її клітини

Робота нервової системи є можливою завдяки властивостям **нервової тканини (збудливості й провідності)** та будові її клітин — **нейронів** та **нейроглії.**

Нейрони — збудливі клітини, здатні генерувати й передавати нервові імпульси, які за природою є електричними (мал. 29.1). Нейрони мають **тіло** та відростки: **аксони й дендрити.** У нейрона є один довгий аксон і зазвичай кілька коротких розгалужених дендритів.



Мал. 29.1. Будова нейрона

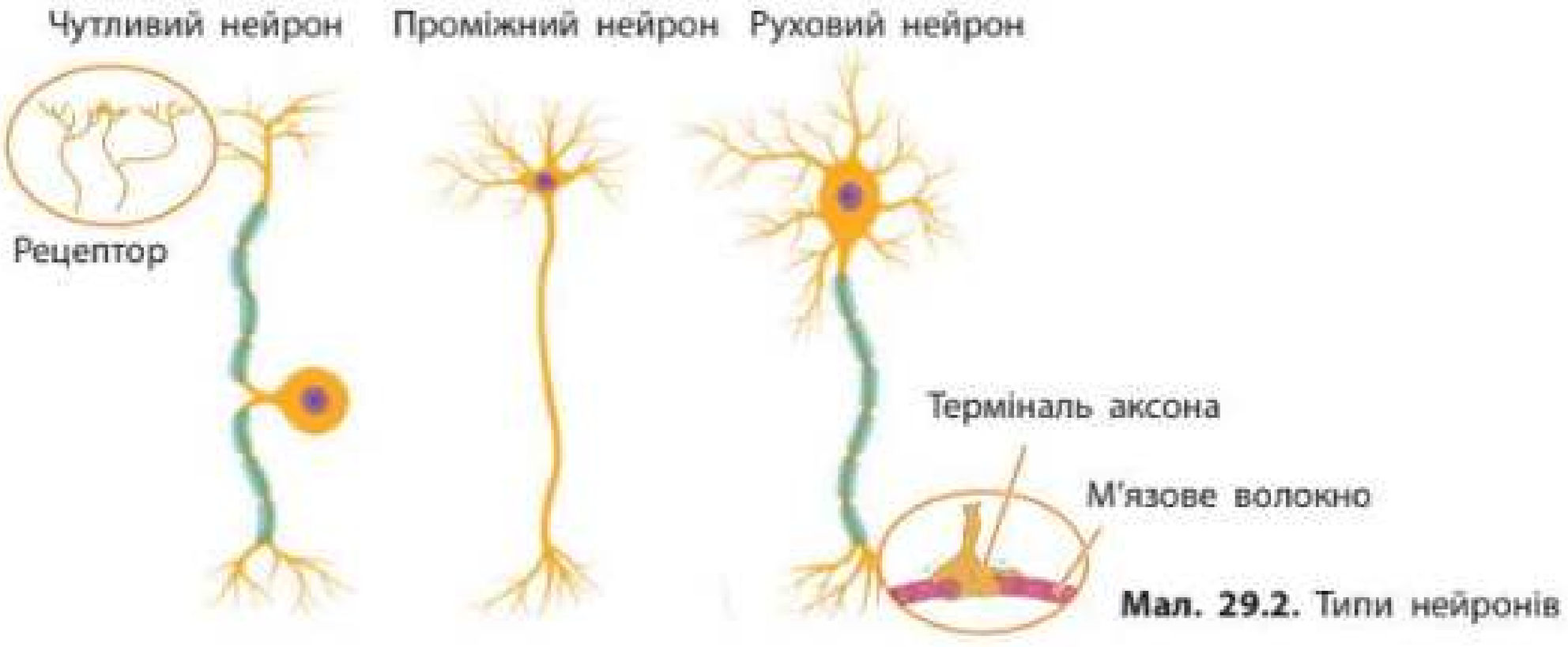
Нервові імпульси надходять по дендритах до тіла нейрона, по аксону імпульси йдуть від тіла нейрона. Кінцеві ділянки аксона (**терміналі**) розгалужуються й контактують з іншими клітинами: нервовими, м'язовими або залозистими. Аксони вкриті оболонками з **мієліну**, який на 75 % складається з ліпідів. Мієлінові оболонки забезпечують електроізоляцію аксона. Це дає змогу нервовим сигналам поширюватися швидше. Довжина аксонів може бути 1 м і більше, якщо тіло нейрона розташоване в спинному мозку, а його аксон закінчується в пальцях кінцівок.

Нейрони поділяють на кілька типів:

— **чутливі** (сенсорні) — передають сигнали від рецепторів до інших нейронів;

Анімація «Що таке нейрони?»
rnk.com.ua/109176

Проект підручника видавництва «Ранок»

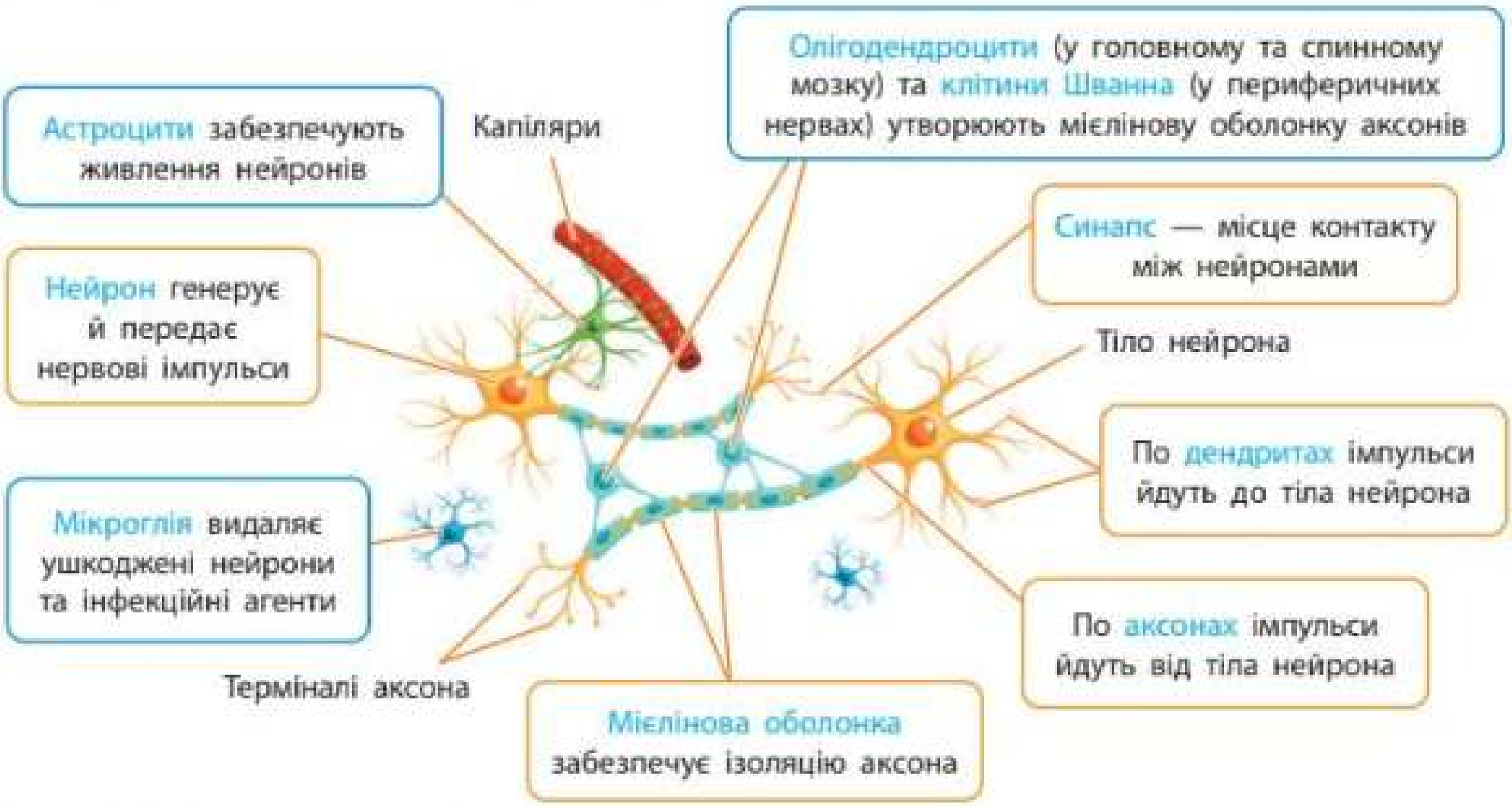


Мал. 29.2. Типи нейронів

— **проміжні** (вставні, інтернейрони) — передають сигнали між нейронами;
— **рухові** (моторні, мотонейрони) — передають нервові імпульси до робочих органів (м'язів або залоз) (мал. 29.2).

Нейроглія містить різні за будовою та походженням клітини: **астроцити, клітини Шванна, олігодендроцити, мікроглію** та ін. Вони виконують допоміжні функції: підтримують гомеостаз нервової тканини, забезпечують живлення й захист нейронів, створюють умови для проходження нервового імпульсу (мал. 29.3).

Фрейм моделі «Нервова система» rnk.com.ua/109385



Мал. 29.3. Структура нервової тканини

Проект підручника видавництва «Ранок»

Синапс — спеціалізований контакт між двома нейронами або між нейроном і робочим органом, через який передається нервовий імпульс.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

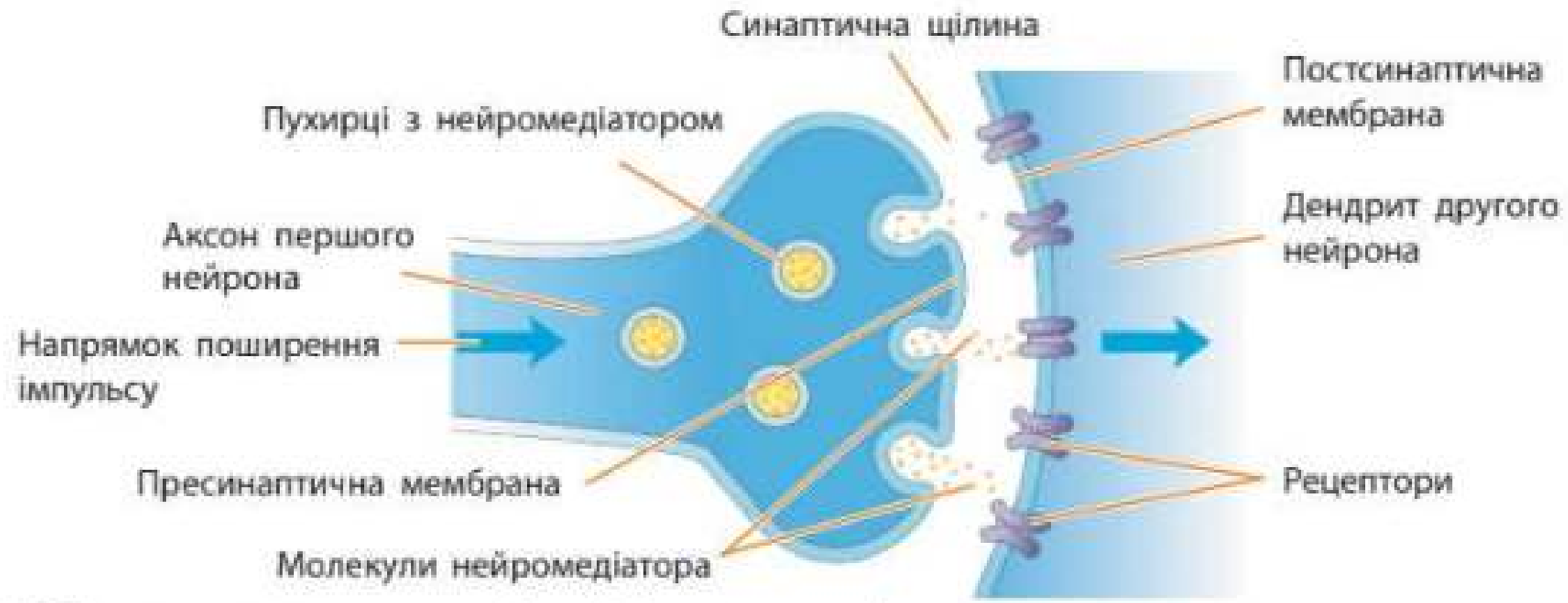
Існує багато нейромедіаторів (серотонін, дофамін, адреналін, норадреналін, гліцин та ін.), які задіяні в різних процесах нервової системи. Дізнайтеся, як деякі з них впливають на наш настрій і діяльність. Підготуйте невеличку доповідь.

Передача нервового імпульсу. Синапси

Проходження сигналу нейроном відбувається завдяки потокам катіонів Натрію та Калію крізь клітинну мембрану. Вони поширюються мембраною аксона у вигляді електричного імпульсу.

Передача нервового імпульсу з одного нейрона на інший відбувається в місцях їхніх контактів — **синапсах**. Більшість синапсів є хімічними.

Хімічний синапс працює так (мал. 29.4). Коли нервовий імпульс досягає кінця аксона, через **пресинаптичну мембрану в синаптичну щілину** вивільняються молекули нейромедіатора («посередника»). Нейромедіатор зв'язується з рецепторами на **постсинаптичній мембрані**, що ініціює електричний імпульс у наступному нейроні.



Мал. 29.4. Передача нервових сигналів у хімічному синапсі

Дослідження мікроскопічної будови нейрона та нервової тканини (за муляжами, моделями, препаратами, віртуально)



1. Розгляньте препарат нервової тканини. Зверніть увагу на зв'язки між нейронами.
2. Опишіть будову нейрона, визначте функції його відростків.
3. Назвіть клітини нейроглії й опишіть їхні функції.
4. Порівняйте нейрони й клітини нейроглії за кількістю та розміром.
5. Зробіть висновки.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Основні структури нервової системи людини

Нервова система людини утворена центральним і периферичним відділом нервової системи (мал. 29.5). **Центральна нервова система (ЦНС)** складається з **головного** та **спинного мозку**. Вона здійснює координацію діяльності організму. У людини ЦНС відповідає за розумові процеси й пам'ять.

Периферична нервова система (ПНС) складається з **нервів** і **нервових вузлів** за межами ЦНС. Усього 12 пар **черепно-мозкових нервів** відходять від головного мозку і 31 пара **спинномозкових нервів** відходить від спинного мозку. ПНС забезпечує передачу сигналів між ЦНС та всіма частинами тіла.



Мал. 29.5. Центральна й периферична нервові системи людини

Спинний мозок

Спинний мозок є частиною ЦНС, проводить нервові сигнали між головним мозком та іншими частинами тіла і є центром здійснення багатьох рефлексів. Розташований у спинномозковому каналі хребта завдовжки 40–45 см, діаметр 1–1,5 см.

Спинний мозок вкритий **мозковими оболонками**, які живлять його й захищають від ушкоджень. Усередині спинного мозку проходить **центральний канал** зі **спинномозковою рідиною**, яка забезпечує обмін речовин і захищає мозок від травм.

Спинний мозок містить **білу й сіру речовину** (мал. 29.6). Сіра речовина утворена скупченням тіл нейронів, біла речовина — укритими мієліном аксонами. Аксони білої речовини утворюють **провідні шляхи** спинного мозку. **Висхідні (чутливі) шляхи** проводять нервові імпульси до головного мозку, **низхідні (рухові)** — від головного мозку.

Від спинного мозку відходить **31 пара спинномозкових нервів** (мал. 29.7, с. 142), які іннервують внутрішні органи. Кожен спинномозковий нерв утворюється злиттям переднього й заднього корінців спинного мозку. Передній корінець містить аксони рухових нейронів, а задній — чутливих.



Мал. 29.6. Переріз спинного мозку

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 29.7. Спинномозкові нерви

Дослідження мікроскопічної будови зрізу спинного мозку (за муляжами, моделями, препаратами, віртуально)

1. Розгляньте будову спинного мозку.
2. Знайдіть оболонки, центральний канал. Розгляньте розташування сірої та білої речовин.
3. Замалюйте побачене, зробіть позначення.



Поперечний переріз спинного мозку під мікроскопом із нейронами та гліальними клітинами (нервової тканини). Збільшення оптичного мікроскопа ×100

Рефлекс. Рефлекторна дуга

Прикладом найпростішого спинномозкового рефлексу є **колінний рефлекс** (мал. 29.8). Від несильного удару по надколінку розтягується сухожилля чотириголового м'яза стегна. Нервові імпульси від рецепторів сухожилка чутливими нейронами надходять до спинного мозку. Там вони передаються на рухові нейрони. Руховими нейронами сигнал повертається до м'язових волокон. М'яз скорочується, і нога розгинається.



Мал. 29.8. Колінний рефлекс

Проект підручника видавництва «Ранок»

Сукупність структур і шляхів, задіяних у рефлексі, утворюють **рефлекторну дугу**. Рефлекси здійснюються за участю принаймні двох нейронів: чутливого й рухового. У дугах більшості рефлексів є також проміжні нейрони.

Двонейронна рефлекторна дуга (колінний рефлекс): рецептор → чутливий нейрон → руховий нейрон → робочий орган (м'яз)
Тринейронна рефлекторна дуга: рецептор → чутливий нейрон → проміжний нейрон → руховий нейрон → робочий орган (м'яз)

Рефлекторна функція спинного мозку дає змогу організму швидко реагувати на небезпечні подразники: людина прибирає руку від гарячих чи гострих предметів; швидко відсмикує ногу внаслідок подразнення. Якби цього не було, організм зазнавав би критичних ушкоджень.

Запитання і завдання

1. Швидкість передачі сигналу аксонами досягає 100 м/с. Затримання сигналу на синапси — 1 мс. Розрахуйте, за який час відбувається ваш колінний рефлекс, якщо синапс між чутливим і руховим нейронами розташований на рівні попереку.
2. Дізнайтеся, навіщо проводять спинномозкову пункцію.
3. Розгляньте малюнок. Як розвивається патологічний стан? Які наслідки він має?



Відкритий мікрофон

У чому сенс того, що важливі рефлекси відбуваються на рівні спинного, а не головного мозку?

Поділіться своїми думками

Спинний мозок має шийне та поперекове стовщення. Поміркуйте, чому саме в цих відділах спинний мозок має більший об'єм.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Іноді колінний рефлекс відсутній або занадто сильний. Дізнайтеся, результатом яких медичних проблем це може бути.

Опорні точки

Робота нервової системи забезпечується властивостями нейронів і клітин нейроглії. Нервовий імпульс передається відростками нейронів і синапсами між нейронами. Нервова система поділяється на центральну й периферичну. Спинний мозок виконує провідну й рефлекторну функції.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§30. Будова й функції головного мозку

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

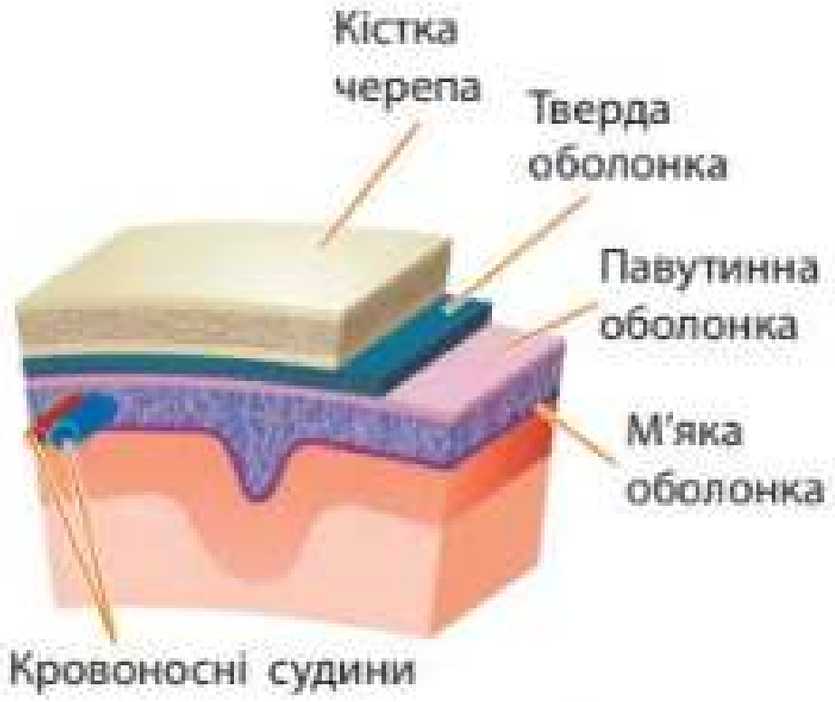
Об'єм головного мозку людини варіює в межах 1250–1600 см³. Чи можемо ми прогнозувати розумові здібності людини на основі даних розмірів її мозку? Що, на вашу думку, може впливати на розумові здібності?

Структура головного мозку

Головний мозок є центральним органом нервової системи, який координує й регулює функції всіх систем організму та забезпечує розумову діяльність людини. Він розташований у мозковому відділі черепа й надійно захищений кістками. Маса мозку в різних людей становить 1000–2000 г.

Зв'язку між масою мозку та рівнем інтелекту людини не існує. Наукові дослідження виявили, що інтелектуальні здібності визначаються кількістю контактів між нейронами, їхнім живленням, швидкістю проведення нервового імпульсу, роботою синапсів, станом мієлінових оболонок та іншими факторами.

Як і спинний мозок, головний укритий трьома **мозковими оболонками**: м'якою, павутинною та твердою (мал. 30.1). Оболонки захищають його від ушкоджень та інфекційних агентів, містять кровоносні судини, що живлять нервову тканину.



Мал. 30.1. Мозкові оболонки

Усередині мозку розміщені **шлуночки** — порожнини, які є продовженням спинномозкового каналу (мал. 30.2). Вони заповнені рідиною, яка підтримує водно-сольовий баланс, забезпечує виділення продуктів метаболізму, захищає від механічних ушкоджень.

Головний мозок містить **сіру й білу речовину**. Сіра речовина утворює **кору** великих півкуль і мозочку, а також **ядра** всередині білої речовини.

Від головного мозку відходять 12 пар **черепно-мозкових нервів**, які пов'язують тканини шиї, голови, органи чуттів і внутрішні органи із центральною нервовою системою.



Мал. 30.2. Шлуночки головного мозку

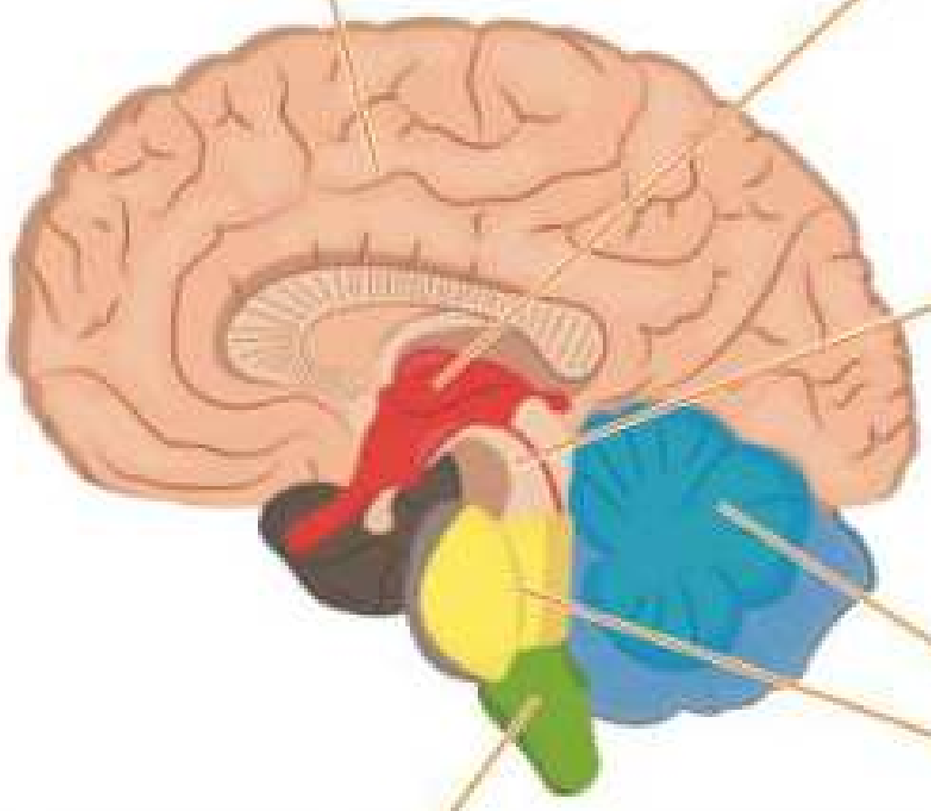
Відділи головного мозку

Головний мозок людини складається з п'яти відділів: довгастий, задній (міст і мозочок), середній, проміжний і кінцевий мозок (мал. 30.3). Довгастий мозок, міст і середній мозок утворюють стовбур головного мозку.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Кінцевий мозок є вищим центром, де інтегрується управління всіма нервовими процесами й здійснюється нервова діяльність вищого рівня (схема 15). Це найбільший відділ головного мозку, який складається з двох півкуль, укритих корою зі звивинами та борознами. Кора головного мозку є поверхневим шаром сірої речовини завтовшки до 3 мм. Під корою розташована біла речовина, у глибині якої розміщені скупчення сірої речовини — ядра

Проміжний мозок містить такі структури, як таламус і гіпоталамус. Гіпоталамус регулює роботу внутрішніх органів і залоз внутрішньої секреції, контролює температуру тіла, підтримує водно-сольовий баланс. У гіпоталамусі розташовані центри голоду, насичення, спраги. У цій структурі також регулюються добові ритми, зокрема цикл сну та неспання. Таламус обробляє сенсорні сигнали від органів чуття, м'язів і внутрішніх органів, виокремлює головне й передає найбільш значущу інформацію до відповідних ділянок кори головного мозку



Середній мозок містить нервові шляхи, що з'єднують низхідні та висхідні відділи головного мозку. Він є первинним центром обробки зорової та слухової інформації: отримуючи сигнали від органів слуху й зору, він аналізує її та здійснює орієнтувальні рефлекси на ці сигнали. У середньому мозку розташовані рефлекторні центри, які забезпечують підтримку пози тіла під час ходьби, стояння, а також рухи очей і зіничний рефлекс

Довгастий мозок є продовженням спинного. Крізь довгастий мозок проходять провідні шляхи, які з'єднують головний мозок зі спинним. У ньому розташовані нервові центри регуляції дихання та кровообігу. На рівні довгастого мозку забезпечуються важливі базові рефлекси: захисні (чхання, кашель, сльозотеча, блювання), тонічні (рівновага тулуба та тонус м'язів), травні (ковтання, слиновиділення)

Задній мозок утворений із моста й мозочка. Мозочок координує цілеспрямовані рухи, регулює м'язовий тонус і рівновагу тіла. Він складається з двох півкуль, укритих шаром сірої речовини — корою, яка утворює глибокі борозни. Міст з'єднує мозочок і довгастий мозок з іншими частинами головного мозку, регулює рефлекси стовбура головного мозку, зокрема частоту дихання

Мал. 30.3. Відділи головного мозку

Кора головного мозку

Площа кори головного мозку (сірої речовини) становить близько 2200 см^2. Вона зібрана у складки, що формують звивини та борозни. Це необхідно, щоби вмістити таку велику площу в невеликий об'єм. Кора містить приблизно 16 мільярдів нейронів, кожен нейрон має до 10 тисяч контактів з іншими нейронами.

Відкритий мікрофон

Чому чхання, кашель, сльозотеча і блювання вважаються захисними рефлексами?
Що таке орієнтувальний рефлекс і яке він має значення для адаптації в навколишньому середовищі?

Проект підручника видавництва «Ранок»

Фрейм 3D-моделі «Головний мозок людини» rnk.com.ua/109386

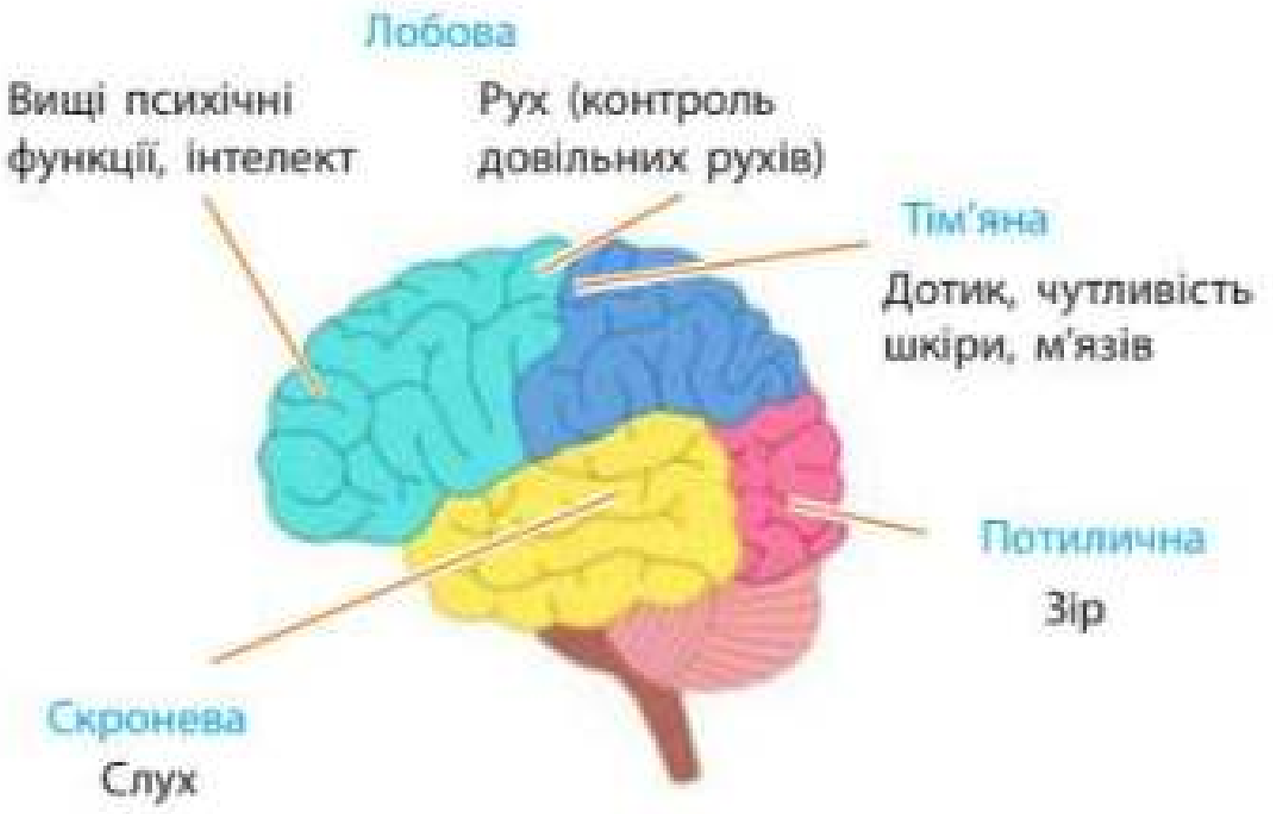
У складі кори виділяють частки (мал. 30.4), що містять зони кори з певними функціями. Кора головного мозку відповідає за вищі когнітивні функції, як-от: свідомість, мовлення, пам'ять, абстрактне мислення, адаптивна поведінка (схема 15).



Схема 15. Вищі нервові функції кінцевого мозку

Індивідуальна робота

Чому слухова й зорова інформація спочатку аналізується в середньому мозку, а потім передається до кори? Як це пояснити з точки зору еволюції?



Мал. 30.4. Частки кори головного мозку

Опорні точки

Головний мозок людини складається з п'яти відділів: довгастий, задній (міст і мозочок), середній, проміжний і кінцевий мозок. Довгастий мозок, міст і середній мозок належать до мозкового стовбура. Кора головного мозку відповідає за вищі інтелектуальні функції, як-от: свідомість, мова, абстрактне мислення, розумна поведінка.

Запитання і завдання

1. У лобовій частці кори великих півкуль розташована **зона Брока**, а в задньому відділі скроневої частки кори — **зона Верніке**. Дізнайтеся про їхні функції й поясніть, що відбувається в процесі їхнього ушкодження.
2. Чому слухова й зорова інформація спочатку аналізується в середньому мозку, а потім передається до кори? Як це пояснити з точки зору еволюції?

Проект підручника видавництва «Ранок»

§31. Соматична та вегетативна нервова система

Функціональна класифікація нервової системи

Функціонально нервову систему поділяють на соматичну й вегетативну (схема 16).

Соматична нервова система (від грец. *soma* — тіло) контролює роботу скелетних м'язів, а також збирає й передає інформацію від органів чуття та рецепторів тіла. Завдяки їй людина свідомо контролює свої м'язи й виконує довільні рухи.

Вегетативна нервова система (ВНС) (від лат. *vegetativus* — рослинний) регулює роботу гладкої й серцевої мускулатур і керує активністю внутрішніх органів. Ця система працює незалежно від свідомості людини, тому вегетативну нервову систему називають також **автономною**.

Соматична нервова система виконує швидкі завдання; її рухові волокна передають нервові імпульси зі швидкістю до 120 м/с (у середньому — 50–60 м/с). Вегетативна нервова система працює повільніше; швидкість передачі сигналу іноді складає лише 1 м/с; частина її нейронів не має мієлінових оболонок. Основним центром координації роботи соматичної системи є кора головного мозку, вегетативної — гіпоталамус.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

В організмі все контролюється нервовою системою, але не все підпорядковується нашій свідомості. Ми можемо пришвидшити ходьбу, але не можемо змусити шлунок перетравлювати їжу швидше або потові залози працювати активніше.
Чи означає це, що наша нервова система складається з частин, які мають різні принципи роботи?

Нерви — це скупчення відростків нервових клітин поза ЦНС, які оточені загальною сполучнотканинною оболонкою.



Схема 16. Функціональна класифікація нервової системи

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 31.1. Структура нерва

Соматична нервова система

Соматична нервова система відповідає за довільне управління м'язами та здійснює взаємодію з навколишнім світом. До соматичної нервової системи належать декілька черепно-мозкових нервів, що відходять від головного мозку, та 31 пара спинномозкових нервів, що відходять від спинного мозку.

Нерви мають складну будову (мал. 31.1). Виділяють кілька видів нервів. **Чутливі нерви** передають сенсорну інформацію від рецепторів у нервові центри. Вони утворені дендритами чутливих нейронів. **Рухові нерви** передають рухові команди до органів. Вони утворені аксонами рухових нейронів. **Змішані нерви** передають як сенсорні, так і рухові сигнали.

Спинномозкові нерви є змішаними, передають сенсорну інформацію в спинний мозок і рухові команди зі спинного мозку. Вони іннервують шкіру, скелетні м'язи й органи чуття відповідних сегментів тіла (мал. 31.2).

1. Сигнали від рецепторів шкіри надходять до спинного мозку чутливими волокнами спинномозкового нерва

2. Сигнал прямує до кори головного мозку. Висхідними провідними шляхами спинного мозку сигнал надходить до головного мозку й потрапляє до чутливих центрів кори. Людина усвідомлює ситуацію й приймає рішення зробити рух



Якщо сигнал від м'яза потребує швидкого реагування (на сильний біль, високу температуру), то рефлекс виконується на рівні спинного мозку (скорочення м'яза)

3. Сигнал від рухових центрів кори головного мозку прямує до м'яза. Сигнал передається низхідними провідними шляхами головного і спинного мозку на моторні волокна периферичних нервів, які активують м'яз

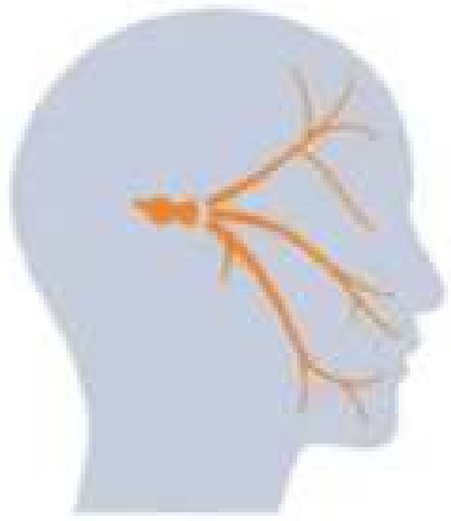
Мал. 31.2. Нервова регуляція роботи скелетних м'язів

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Черепно-мозкові нерви передають інформацію до головного мозку та з нього. Серед них є чутливі (I, II, VIII пари), рухові (IV, VI, XI, XII) та змішані (III, V, VII, IX, X). Вони іннервують ніс, очі, рот, язик, вуха, шкіру обличчя, шию, плечі та передають інформацію від органів зору, слуху, нюху, смаку й вестибулярного апарата (див. табл. під QR-кодом).

Завдяки **трійчастому нерву** ми відчуваємо обличчя та слизові оболонки носа й рота (мал. 31.3). **Лицьовий нерв** іннервує мімічні м'язи. Найдовшим із черепно-мозкових нервів є **блукаючий нерв**, або **вагус**, який проходить майже по всьому тілу. Він забезпечує як соматичну, так і вегетативну іннервацію органів голови, шиї, грудної та черевної порожнин (мал. 31.4).

Таблиця «Черепно-мозкові нерви»
rnk.com.ua/109189



Мал. 31.3. Розміщення трійчастого нерва

Вегетативна нервова система

Вегетативна, або автономна, нервова система (ВНС) регулює найважливіші функції організму й забезпечує гомеостаз внутрішнього середовища. Вона контролює роботу внутрішніх органів, залоз, кровоносних судин, гладких м'язів і серця незалежно від нашої свідомості. ВНС регулює артеріальний тиск, серцеві скорочення, дихання, травлення, потовиділення, сечовиділення, рівень метаболізму, водно-сольовий баланс та інші процеси.

ВНС складається з **парасимпатичного** і **симпатичного** відділів, які мають протилежний вплив на внутрішні органи (мал. 31.5, с. 150). **Симпатичний відділ ВНС** посилює обмін речовин і збудливість клітин, мобілізує сили організму для активної діяльності. Його активація прискорює роботу серця, підвищує кров'яний тиск і рівень глюкози в крові, гальмує роботу травної системи.

Парасимпатичний відділ ВНС сприяє відновленню витрачених запасів енергії, регулює роботу організму в стані спокою та сну. Парасимпатичний вплив послаблює серцеву діяльність, розширює кровоносні судини внутрішніх органів, знижує тиск, активує травлення тощо.

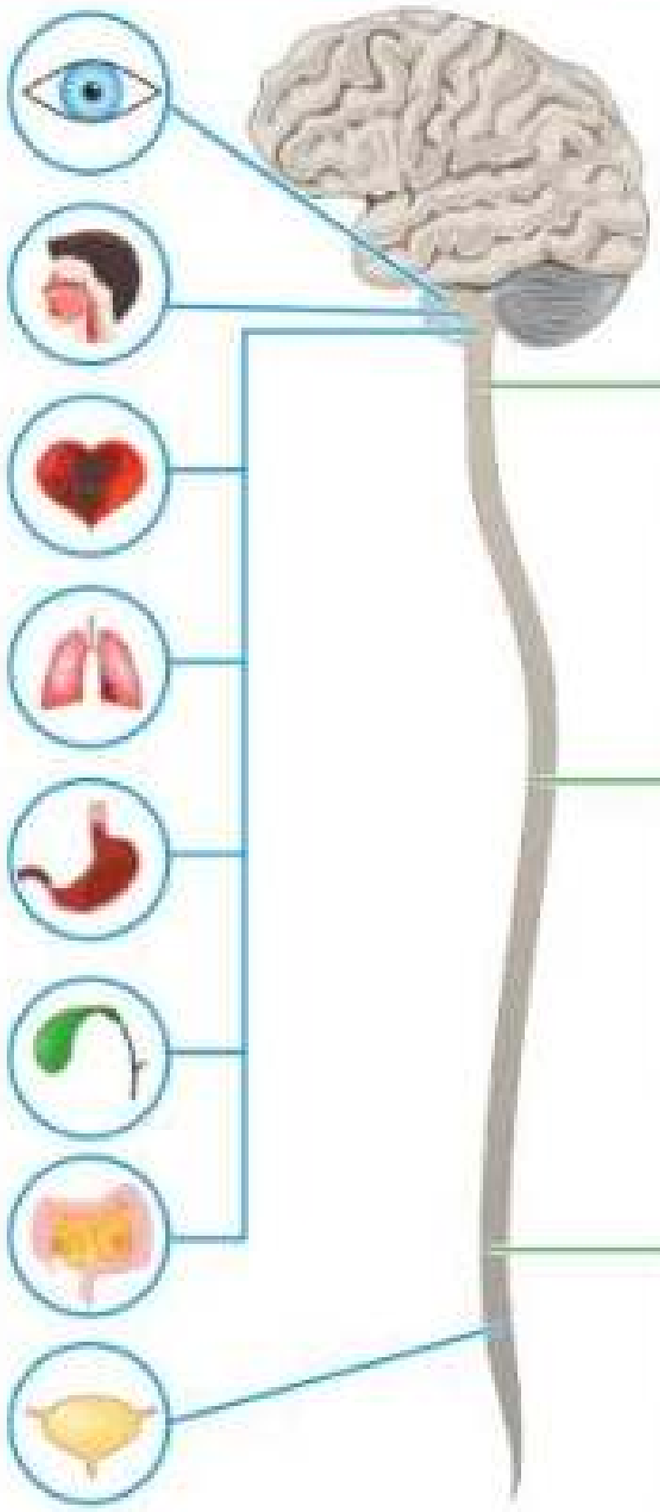


Мал. 31.4. Функції блукаючого нерва

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Анімація «Про любов, або Дещо про діяльність ВНС» rnk.com.ua/109978

Симпатичні нервові волокна є в складі грудних і верхніх поперекових спинномозкових нервів. Парасимпатичні нервові волокна містяться в деяких черепно-мозкових нервах (III, VII, IX, X пари) і спинно-мозкових нервах крижового відділу.



Мал. 31.5. Діяльність симпатичного та парасимпатичного відділів ВНС



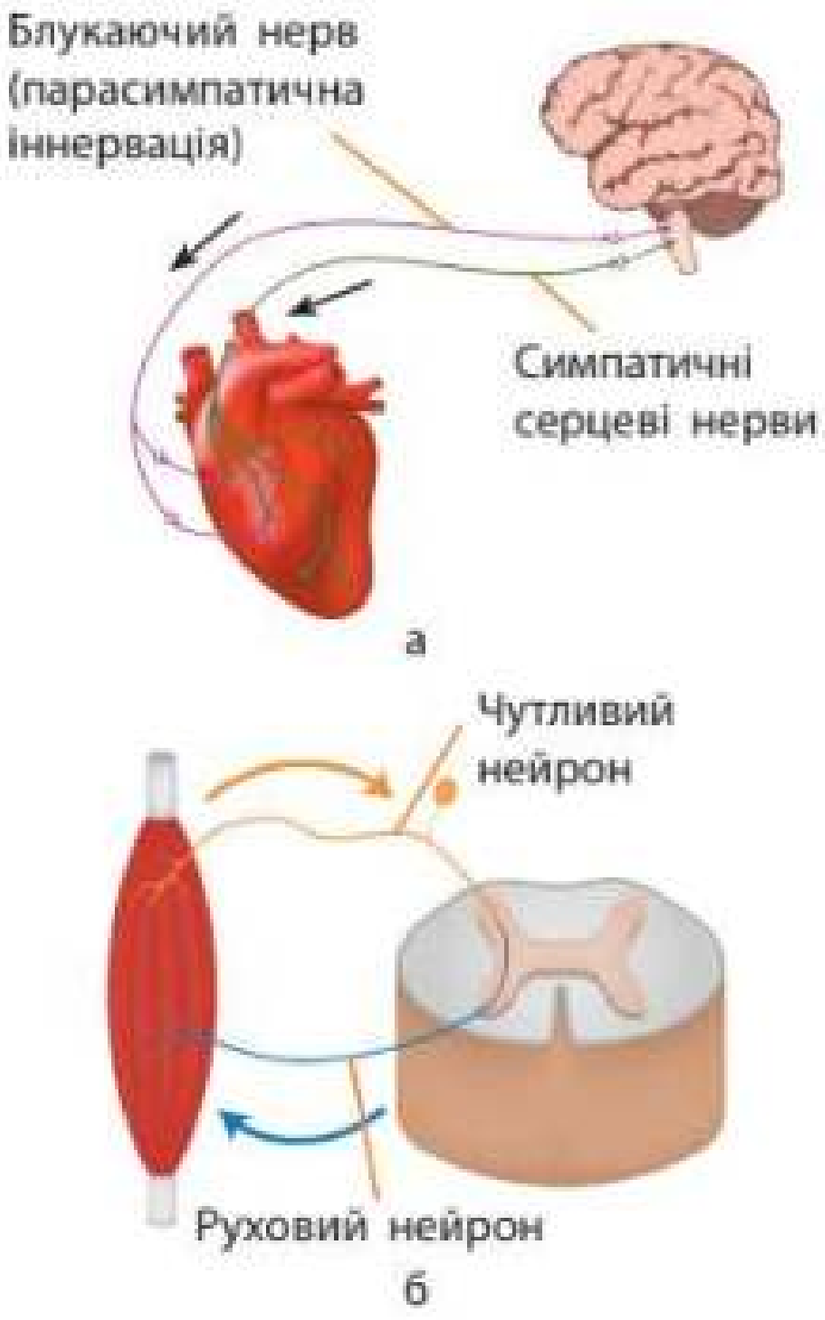


Запитання і завдання

1. Яке значення має вегетативна нервова система? Чому вона зветься автономною?
2. Які функціональні відділи нервової системи найбільш активні в людей, зображених на малюнку? Назвіть реакції, що відбуваються з їхніми внутрішніми органами й системами органів завдяки іннервації цими відділами.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

3. Як працює і за що відповідає соматична нервова система? Які структури входять до її складу?
4. Розгляньте малюнки. З'ясуйте, чим відрізняється нервова регуляція внутрішніх органів (а) і скелетних м'язів (б), надавши відповіді на запитання.
   1) Який відділ нервової системи відповідає за іннервацію кожного із зображених органів?
   2) Нерви якого типу (чутливі, рухові) задіяні?
   3) Де в ЦНС розташовані головні центри контролю цих функцій?
   4) Що відбувається з органом після отримання нервового сигналу по кожному із зображених шляхів?
   5) Чим відрізняється нервова регуляція внутрішніх органів від нервової регуляції скелетних м'язів?
5. Прочитайте та перекладіть текст про відділи вегетативної нервової системи. Поясніть, чому симпатичний і парасимпатичний відділи дістали такі назви.



Нервова регуляція роботи серцевого (а) та скелетного м'язів (б)

The sympathetic nervous system is often referred to as the «fight or flight» system, while the parasympathetic nervous system is often considered as the «rest and digest» system. In many cases, these systems have opposing effects, where one system activates a physiological response and the other inhibits it.

6. Які функції блукаючого нерва зумовлені соматичною іннервацією, а які — вегетативною (мал. 31.4)?
7. Еволюційно вегетативна нервова система древніша за соматичну. Наведіть аргументи щодо особливостей цих систем, які це підтверджують.

Опорні точки

Соматична нервова система передає інформацію від органів чуття та регулює довільну роботу скелетних м'язів. Вегетативна нервова система контролює гладеньку мускулатуру і внутрішні органи, працюючи незалежно від свідомості. Симпатичний і парасимпатичний відділи вегетативної нервової системи мають протилежний вплив на внутрішні органи.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§32. Загальна характеристика будови сенсорної системи. Різноманіття сенсорних систем у тварин. Органи чуття

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Око Гора — давньоєгипетський символ влади фараонів і божественного захисту. Існує припущення, що воно символізує основні чуття. Скільки основних чуттів у людини, на думку древніх єгиптян? Які із зображених символів не відповідають чуттям? А що таке «шосте» чуття, про яке так часто згадують?





Як тварини та людина сприймають подразники?

Нас оточує наповнений різними видами подразників світ. Це і промені світла, і спів птахів, і дотик подиху вітру, і різні молекули, що створюють усе розмаїття запахів і смаків. Усі ці **подразники**, або **стимули**, — це фактори зовнішнього або внутрішнього середовища. Сприймаючи їх, організм отримує інформацію про події в цьому середовищі.

Пригадаймо з уроків інформатики, як вводиться інформація в комп'ютер. Для цього є **пристрій введення**, наприклад, клавіатура. Натискаючи на клавіші (механічна енергія), ми створюємо **стимули**, які **кодуються в електричні сигнали**. Вони **передаються** провідниками в пам'ять комп'ютера на зберігання та відображаються на екрані. Це можна подати у вигляді простої схеми й порівняти з тим, як тварини та людина сприймають подразники на прикладі зорового аналізатора (мал. 32.1).

Сенсорна система, або **аналізатор**, — це сукупність структур організму, які сприймають (око), кодують (рецептори ока), проводять



Мал. 32.1. Схема введення інформації в комп'ютер і мозок людини

Проект підручника видавництва «Ранок»

(зоровий нерв) і аналізують (нейромережі кори мозку) подразники (інформацію) зовнішнього середовища.

Рецептор — це спеціалізована клітина або нервові закінчення (дендрити), що сприймають стимул і перетворюють його на електричні імпульси. Усі нервові імпульси однакові. Тому для кодування інформації важлива частота цих імпульсів. Спрощено можна уявити, що в нервовій системі інформація кодується за принципом, схожим на двійковий код: наявність імпульсу — 1, а відсутність імпульсу — 0 (мал. 32.2).



Мал. 32.2. Кодування сприйнятих звуків: 0 — відсутність електричного імпульсу; 1 — наявність електричного імпульсу, що відповідає сприйнятому звуковому коливанню рецептором

Існують різні типи рецепторів, які можуть сприймати світло (фоторецептори); молекули пахучих речовин (хеморецептори); дотик, тиск, розтягнення, вібрацію, звукові коливання та позицію голови в просторі (механорецептори); тепло або холод (терморецептори) та навіть ушкодження тканин або біль (ноцицептори). Рецептори органів чуттів і шкіри сприймають зовнішні подразники, а рецептори м'язів, сухожиль, зв'язок і внутрішніх органів — внутрішні подразники, отримуючи інформацію про стан організму.

Різноманіття сенсорних систем у тварин

У тварин для сприймання різних подразників є сенсорні системи: зорова, слухова, нюхова, смакова, рівноваги, дотику, температури, руху (рецептори м'язів і сухожиль). Вони наявні в переважної більшості тварин і людини.

Відкритий мікрофон

Навіщо тваринам і людині необхідно сприймати подразники зовнішнього та внутрішнього середовища? Як пов'язаний розвиток окремих сенсорних систем зі способом життя тварин?

Поділіться своїми думками

Як учені дізнаються про те, який зір і які кольори розпізнають різні тварини: комахи, молюски, риби чи амфібії? Запропонуйте простий експеримент, що дасть змогу це зробити.



а б в г д

Мал. 32.3. Різний зір у тварин — адаптація до середовища існування: а — планарія (прості «очі», що сприймають світлотіні); б — павук (декілька простих очей, що забезпечують чіткий зір); в — муха (складні фасеткові очі); г — кріт (значне спрощення зорової сенсорної системи); д — райка (якісний колірний зір)

Проект підручника видавництва «Ранок»

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Знайдіть інформацію й поясніть дослідження із «сірими картками» Карла фон Фріша (Karl von Frisch).



Мал. 32.4. Риба-слон (кісткова риба) спеціальним органом (синій колір) генерує електричне поле (жовті силові лінії) та сприймає його викривлення від об'єктів середовища (зелений колір — електрорецептори)

Проте, залежно від пристосувань тварин до середовища існування, ці сенсорні системи можуть бути різної складності (мал. 32.3, с. 153). У видів, які живуть під землею або печерах, зорова сенсорна система спрощується, тоді як провідними чуттями стають нюх і дотик (мал. 32.3г, с. 153). Натомість у денних тварин тропічних лісів добре розвинений колірний зір (мал. 32.3д, с. 153).

У різних груп тварин можуть бути додаткові сенсорні системи, характерні лише для них. Так, деяким видам риб притаманне чуття змін електричного поля (акули, скати, химери, морміри та ін.). Багато з них можуть генерувати слабке електричне поле та сприймати його. Така здатність використовується для орієнтування в каламутних водах, пошуку здобичі та комунікації з іншими рибами (мал. 32.4).

Робота в парі

Здійсніть пошукову роботу й дізнайтеся, у кого кращий зір: у мешканців водного, ґрунтового чи наземно-повітряного середовища? Хто з них і навіщо має розвинений колірний зір? Чим відрізняється зір ссавців, що живуть у лісах, на відкритих просторах, та є денними чи нічними тваринами? Обговоріть питання та сформулюйте обґрунтовані відповіді, дібравши приклади тварин.

У перелітних птахів розвинена здатність сприймати силові лінії магнітного поля Землі для орієнтування під час перельотів. Фактично, це природний аналог магнітної навігаційної системи, яку наразі активно розробляють інженери для заміни дороговартісної та ненадійної системи GPS.

Удави, пітони та гримучникові змії мають органи чуття, які працюють, як тепловізор, і сприймають невидиме для нашого ока інфрачервоне (теплове) випромінювання (мал. 32.5).

Кажани, совки, гуахаро, деякі дрімлюги, кити та ще низка тварин використовують **ехолокацію** для орієнтування в середовищі існування й пошуку здобичі.



Мал. 32.5. Зелена ямкоголова змія Куфія використовує «ямковий орган» із рецепторами інфрачервоного випромінювання для полювання на теплокровних гризунів

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Дослідження «Властивості сенсорних систем»

1. Опустіть руку в ємність із гарячою водою (45–50 °С). Потримайте деякий час. Як відчувалася температура спочатку, а як — із плином часу? Перенесіть руку в ємність із водою, де температура води 18–20 °С. Потримайте деякий час. Знову перенесіть руку в гарячу воду. Оцініть ступінь відчуття гарячого в обох випадках за шкалою від 1 до 5.
2. За допомогою онлайн-тоногенератора прослухайте один раз звуки частотою 500, 510, 520 Гц. Потім зробіть це у випадковому порядку й спробуйте визначити частоту звуку. Повторіть прослуховування кілька разів, а потім знову спробуйте ідентифікувати звуки. Коли вдалося краще це зробити?
3. Щільно закрийте ніс, затримайте дихання та скуштуйте, наприклад, цукерку. Повторіть те саме, але з відкритим носом і без затримання дихання. Коли цукерка виявилася смачнішою?
4. Увімкніть якусь знайому мелодію. Прослухавши 10 с, заплющіть очі й продовжуйте слухати. Як відрізняється ваше сприймання?
5. Прочитайте опис властивостей сенсорних систем. Установіть, які з них ви досліджували. Зробіть висновок.

Усі сенсорні системи здатні підлаштовувати чутливість сприймання сигналів залежно від сили впливу подразника — це **адаптація. Їх можна **тренувати**, щоб розрізняти схожі між собою сигнали. Для всебічного оцінювання предмета чи явища потрібна **взаємодія** одразу кількох сенсорних систем. Якщо одна із сенсорних систем ушкоджена, інші сенсорні системи працюватимуть так, щоб **компенсувати** відсутність певного чуття. Вони потребуватимуть більше інформації й більше її опрацьовуватимуть. Формування сенсорних відчуттів у людини залежить від того, які подразники вже впливали чи впливають на неї, від стану організму, емоцій, попереднього досвіду й інших факторів. Тому людина може одні й ті самі подразники в різний час сприймати по-різному.**

Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

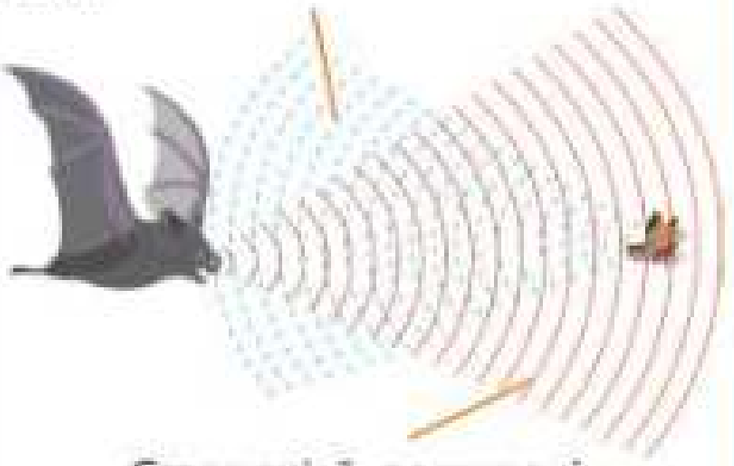
З якою метою цивільні та військові використовують тепловізори? Як працюють ці прилади?



Завдання

На основі ваших знань із фізики про роботу ехолота й за допомогою схематичного малюнка поясніть принцип ехолокації у тварин. Чому кити та кажани використовують саме ультразвук? Чи може людина розвинути здатність до ехолокації на звичайних звукових хвилях? Для яких людей ця здатність була б дуже корисною?

Відбиті від об'єкта ультразвукові хвилі



Створені й поширені ультразвукові хвилі

Проект підручника видавництва «Ранок»

Органи чуття

Органи чуття є периферичними частинами сенсорних систем. Вони забезпечують якісне сприймання подразника. Органи чуття містять рецептори, які безпосередньо сприймають сигнал і кодують його в електричні імпульси. Органами чуття хребетних тварин є очі, вухо, ніс (ніздрі), шкіра, бічна лінія, вусики, вібриси та інші. Безхребетні тварини мають або подібні органи чуття (очі, нюхові ямки, волоски), або специфічні для них статоцисти, фасеткові (складні) очі, тимпанальні мембрани (слух), орган Джонстона та ін. (схема 17).

Навіщо ж потрібний окремий орган для сприйняття подразника? Чому не достатньо просто рецепторів? Власне, орган чуття забезпечує ефективне сприймання стимулів, підсилення чи послаблення їхньої дії та ін. Це забезпечує правильне сприймання дії подразників рецепторами.

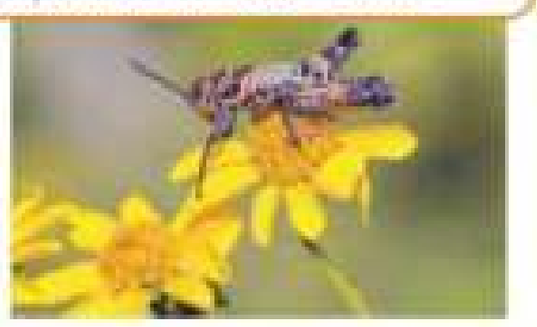
Робота в групі

Запропонуйте перелік датчиків-сенсорів, які необхідно встановити в робота-андроїда, аби він міг повноцінно взаємодіяти з людьми.

Видозмінені щупальця медуз — ропалії — містять статоцисти (рівновага), очі та механорецептори



Веселкова кобилка має складні (фасеткові) очі, колірний зір. Бачить в ультрафіолеті. Пара вусиків і волоски сприймають дотики. Є нюхові ямки, тимпанальні мембрани в кінцівках чи сегментах тіла (слух), орган Джонстона (вібрація, звуки, електричне поле) та ін.

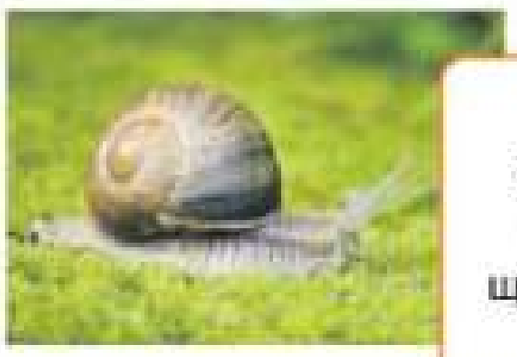






Очі кальмарів за складністю будови нагадують очі людини. Мають гарний колірний зір. Є статоцисти та нюхові органи

Багатощетинкові черви мають чутливі дотикові вусики, очі, нюхові ямки та статоцисти



Равлик має очі на верхніх щупальцях. Зір не колірний. Коротші щупальця мають дотикові та нюхові рецептори

Креветка-верблюд має складні (фасеткові) очі, довгі (дотик) і короткі вусики (дотик і нюх), статоцисти



Схема 17. Різноманіття органів чуттів у безхребетних тварин

Проект підручника видавництва «Ранок»

Еволюція сенсорних систем

Сенсорні системи розвивалися разом з ускладненням організації тварин, їхнього мозку та поведінки. Усе це відбувалося задля адаптації до середовища існування та їхнього способу життя.

Так, спочатку виникли окремі рецепторні клітини, що сприймали різні види подразників. Здебільшого вони були розміщені по всьому тілу (мал. 32.6а). Виникнення двобічної симетрії у тварин, головного відділу тіла та розвиток активного руху спричинило розташування рецепторів саме на передньому кінці тіла, який першим стикається з різними подразниками (мал. 32.6б).

Водночас ускладнювався головний мозок зі спеціальними відділами для обробки саме сенсорної інформації. Надалі виникли спеціалізовані органи чуття, що містили цілу групу рецепторів і забезпечили краще сприймання окремого подразника (мал. 36.5в). Зрештою сенсорні системи адаптувалися до конкретних умов існування та способу життя тварин.



Мал. 36.5. Рецепторні нервові закінчення (помаранчеві цяточки) у гідри (а); групи рецепторів сконцентровані на передньому кінці тіла морського плоского черва псевдоцероса (б); спеціалізовані органи чуття — очі та антени — у личинок комара (в)

Запитання і завдання

1. Чому спеціалізований орган чуття забезпечує краще сприймання подразників, ніж окремі поодинокі рецептори?
2. Поясніть, чому тварини, які живуть у наземно-повітряному середовищі існування або для яких характерний хижий спосіб життя, мають дуже добре розвинені сенсорні системи.
3. Поясніть, які пристосувальні зміни сенсорних систем відбудуться в людини, у якої не працює одна з них (на вибір).
4. Кожен «спалах» світла, що сприймає фоторецептор ока, дає 1 біт інформації кожні 10 мс. Який потік інформації (Мбіт/с) ми отримуємо кожну секунду через усі 7 млн фоторецепторів-колбочок, які забезпечують денний колірний зір? Порівняйте швидкість потоку інформації з вашим інтернет-з'єднанням.

Опорні точки

Органи чуття тварин різноманітні, містять рецептори для сприймання подразників: світла, звуку, дотиків, молекул запахів та ін. Орган чуття є периферійним відділом сенсорної системи, з якого починається сприймання подразників. Сенсорна система також містить провідні шляхи (нерви, біла речовина) й зони кори головного мозку, де відбувається формування відчуття та синтез образів.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 33. Зорова сенсорна система

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Очі — це органи чуття, через які людина отримує до 80 % інформації про навколишній світ. Навіть незначне погіршення зору помітно позначається на якості життя. Статистичні дані свідчать, що зір українців за останні 10 років значно погіршився, особливо в молодих людей.

Які основні причини розвитку порушень зору? Як можна запобігти його погіршенню?

Завдання

Розгляньте шкалу електромагнітного випромінювання (мал. 33.1). Випишіть, яка довжина хвиль відповідає видимому світлу. Що таке ультрафіолет? Що таке інфрачервоне випромінювання?

Які подразники сприймає зорова сенсорна система?

На Землю від Сонця потрапляє електромагнітне випромінювання, що складається з потоку елементарних частинок — фотонів. Таке випромінювання може мати різну довжину хвилі (мал. 33.1).

Рецептори ока людини здатні сприймати світло лише видимого діапазону, що відповідає кольорам веселки: від фіолетового до червоного. Деякі тварини можуть сприймати ультрафіолет (північні олені, сиворакші, деякі сови, різні метелики, бджоли, скорпіони) та інфрачервоне теплове випромінювання (гримучникові змії, удави, комарі, постільні клопи, деякі кажани, жуки).

Ми здатні бачити лише ті об'єкти, від яких відбивається світло видимого діапазону. Так, об'єкт на вигляд білий, якщо від нього відбивається все випромінювання видимого діапазону та потрапляє нам на рецептори ока. Якщо ж від об'єкта відбиваються лише певні світлові промені, то ми розрізняємо їхні довжини хвиль як окремі кольори (мал. 33.2).

Відкритий мікрофон

Чому деякі предмети на вигляд чорні? Чи існує чорний колір?



Мал. 33.1. Шкала електромагнітного випромінювання

Проект підручника видавництва «Ранок»

Будова зорової сенсорної системи

Зорова сенсорна система, або зоровий аналізатор, здійснює сприймання й обробку світлових подразників (мал. 33.3).

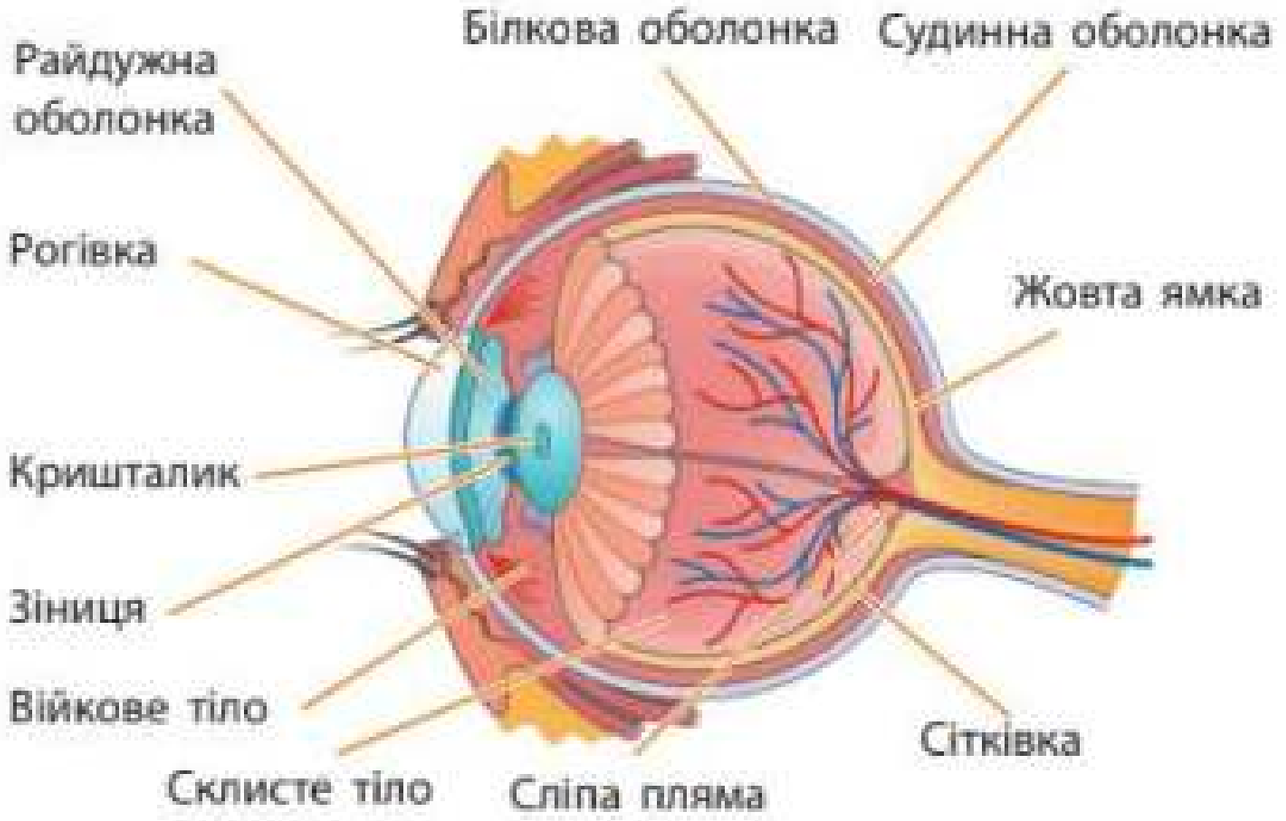


Мал. 33.3. Нервові шляхи зорової сенсорної системи

Будова ока

Очі розташовані в орбітах, що утворені кістками черепа. Вони забезпечують регулювання, спрямування та заломлення пучка світла для його фокусування на фоторецепторах. За допомогою електричних імпульсів інформація про сприйняте рецепторами світло передається зоровим нервом у головний мозок.

Очне яблуко складається з **трьох оболонок, кришталика** (лінзи), а всередині воно заповнене желеподібною речовиною — **склистим тілом** (мал. 33.4).



Мал 33.4. Будова ока



Мал 33.2. Сприймання відбитого від об'єктів світла оком людини

Моделювання. Проаналізуйте зображені складники зорової сенсорної системи на мал. 33.3. На основі малюнка побудуйте блок-схему зорового аналізатора за принципом, що подається в параграфі 32 (мал. 32.1). Яку функцію виконує середній мозок, сприймаючи інформацію про світлові сигнали? Яку функцію виконують таламус і нейромережі зорової кори?

Довідка. Еумеланін має коричнево-чорний колір, а феомеланін — рудий. Різне забарвлення райдужної оболонки зумовлене їхньою кількістю, співвідношенням і розподілом у клітинах. У науково-фантастичних фільмах сканують не сітківку ока, а саме райдужку, оскільки її структура унікальна для кожної людини.

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 33.5. Від співвідношення та кількості пігментів у клітинах райдужної оболонки залежить колір очей

Зовнішня білкова оболонка — склера — побудована зі сполучної тканини. Спереду вона переходить у випуклу прозору **рогівку**, яка пропускає, спрямовує та фокусує світло в **зіницю**.

Середня оболонка ока пронизана мережею кровоносних судин, що живлять усі його частини. Вона утворює **райдужну оболонку**, яка обмежує зіницю. Клітини райдужної оболонки зумовлюють «колір очей», оскільки містять пігмент **еумеланін** і **феомеланін** (мал. 33.5). А її м'язи змінюють просвіт зіниці.

Дослідження реакції зіниць на світло

Виконуйте дослідження в парі. Зробіть відеозапис зіничного рефлексу за допомогою смартфона або іншого ґаджета.

1. Заплющіть очі й прикрийте їх руками. Приберіть руки й розплющіть очі. Ваш партнер має зафільмувати зіничний рефлекс. Повторіть дослідження, змінивши ролі.
2. Що ви спостерігаєте на відео? Які зміни зіниці відбулися під час заплющення очей, а які — після розплющування?
3. У висновках опишіть, за яких умов зіниці розширюються, а за яких — звужуються, яке це має пристосувальне значення та який відділ мозку відповідає за цей рефлекс.
4. Поміркуйте, навіщо лікарі за допомогою ліхтарика перевіряють наявність зіничного рефлексу в непритомних пацієнтів?

Війкове тіло — це гладенький м'яз, розташований позаду райдужної оболонки. Він пов'язаний із капсулою кришталика. **Кришталик** заломлює та фокусує світло на фоторецепторах сітківки ока. Розслаблення або скорочення війкового тіла змінює кривизну кришталика, а отже, і заломлювальну здатність лінзи. Цей процес називають **акомодацією**. Він дає змогу чітко бачити предмети на різній відстані. Між рогівкою та райдужною оболонкою, а також між нею та війковим тілом із кришталиком є дві камери — передня та задня. Вони заповнені водянистою вологою.

Поділіться своїми думками

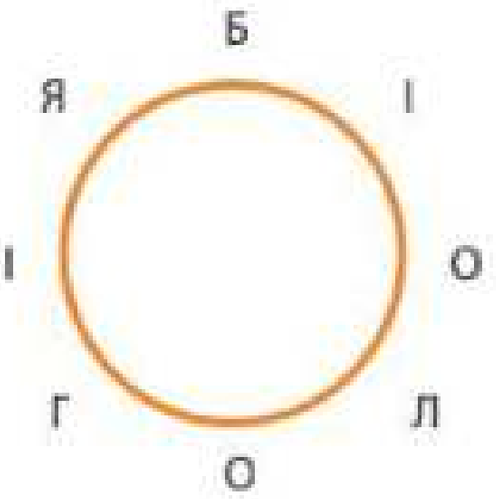
Навіщо райдужна оболонка містить меланін?

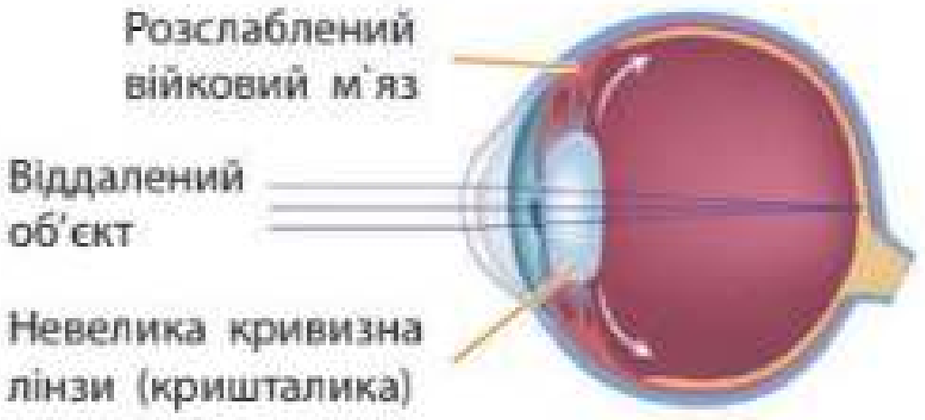
Кришталик — це опукла лінза, яка заломлює світло, створюючи зменшене та перевернуте зображення. Це зображення фокусується за допомогою кришталика на фоторецепторах сітківки ока.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Дослідження акомодації ока

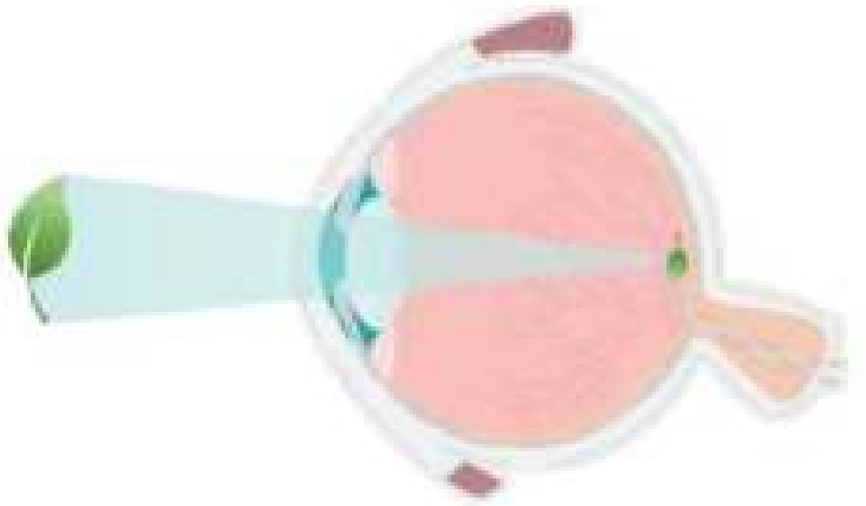
1. Візьміть аркуш паперу, зробіть у його центрі отвір діаметром 1,5–2 см. Безпосередньо навколо отвору напишіть якесь слово.
2. Розташуйте аркуш на відстані близько 20 см від очей. Отвір спрямуйте на віддалену дошку, де написані якісь цифри.
3. Прочитайте літери слова навколо отвору. Як за цих умов ви бачите цифри на дошці? Назвіть цифри на дошці. Як ви бачите літери навколо отвору?
4. Використовуючи схематичний малюнок, поясніть механізм акомодації (фокусування) ока. Чому постійне споглядання близьких об'єктів призводить до втоми очей?



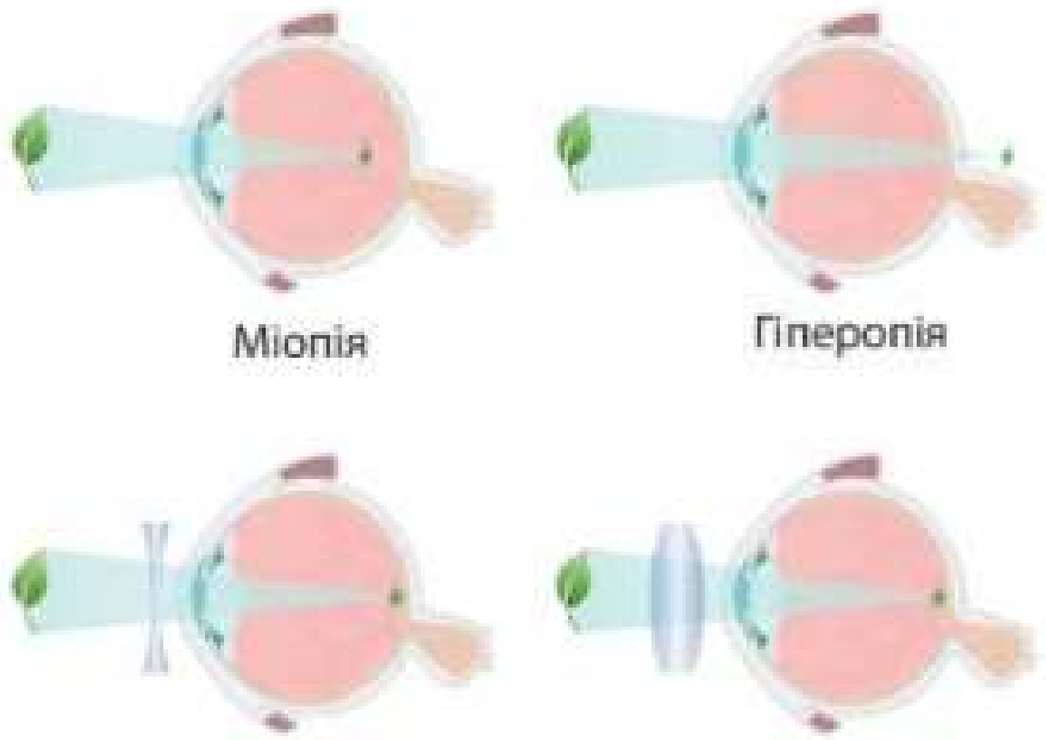




5. За умов порушення акомодації ока відбувається погіршення зору: міопія (короткозорість) — нечітке бачення віддалених об'єктів — і гіперопія (далекозорість) — нечітке бачення близьких об'єктів.



Нормальний зір



Міопія

Гіперопія

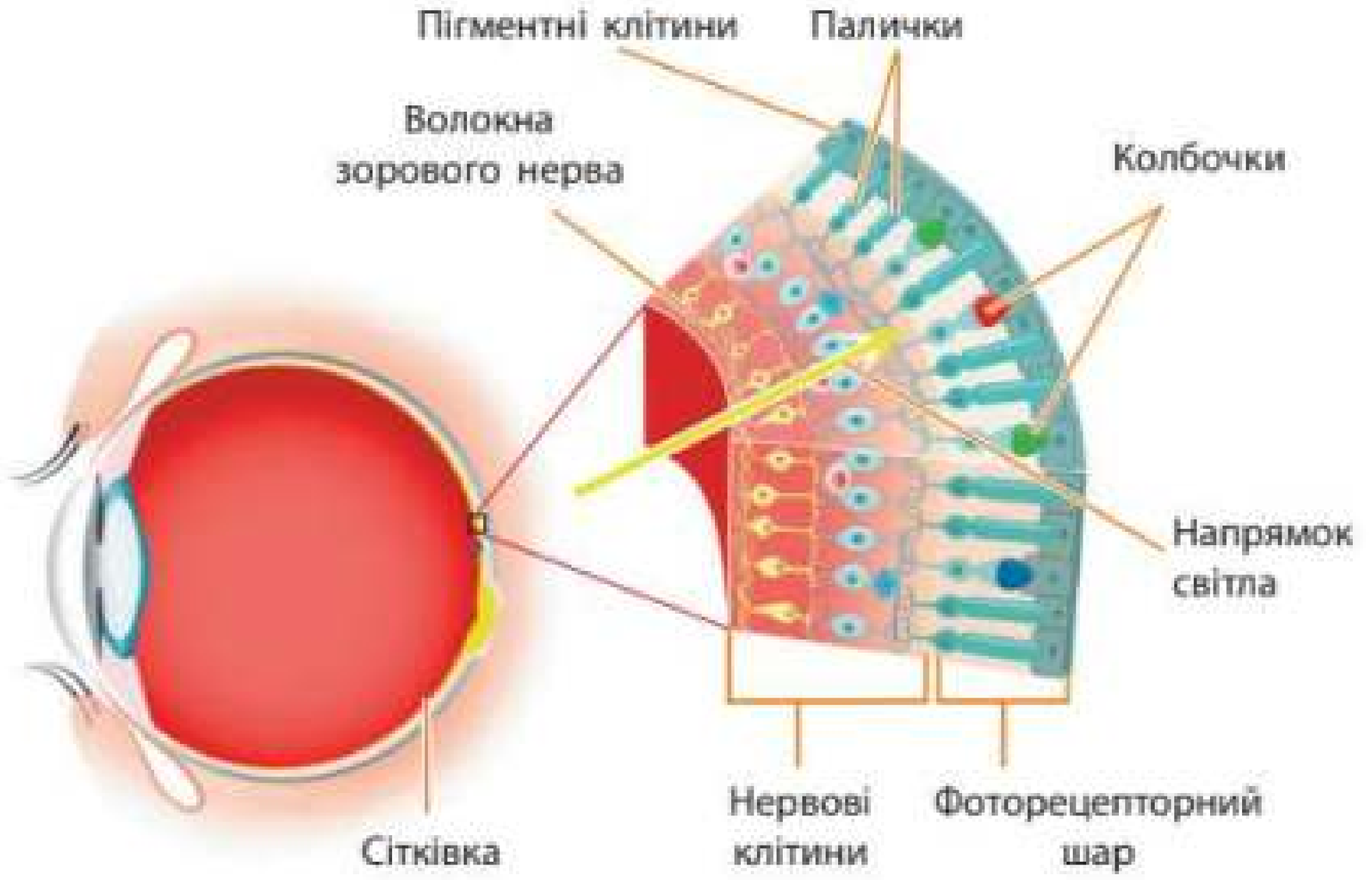
Корекція порушення зору розсіювальною та збиральною лінзами

Використовуючи схематичний малюнок, поясніть, як формується зображення в нормі та які зміни відбуваються в процесі порушення зору. Як за допомогою контактних лінз чи окулярів корегують зір?

6. Дізнайтеся про те, що таке лазерна корекція зору. Що саме роблять під час цієї процедури з рогівкою, щоб повернути чіткість зору без використання лінз?

Проект підручника видавництва «Ранок»

Внутрішня оболонка ока — це **сітківка**. Вона має кілька шарів. Найглибше розташований шар пігментних клітин. Він поглинає світло, що не поглинули фоторецептори. Це перешкоджає відбиванню й розсіюванню світла по сітківці, дає змогу зберегти контрастність і чіткість зображення. Наступний шар клітин сітківки — це фоторецептори: **палички** та **колбочки** (мал. 33.6).



Мал. 33.6. Будова сітківки

Палички — це рецепторні клітини, що містять пігмент **родопсин**. Він складається з білка опсину та ретиналю (похідне вітаміну А). Саме ретиналь забезпечує поглинання світла в синьо-зеленому діапазоні. За умов низького освітлення (сутінки, ніч) палички забезпечують зір без розрізнення кольорів. Коли яскраве світло поглинається, родопсин «вигорає», й потрібно близько 30 хв для його оновлення.

Колбочки — це рецепторні клітини, що містять пігменти фотопсини та забезпечують колірний денний зір за системою RGB. У сітківці людини — три типи колбочок із різними фотопсинами. Вони сприймають, відповідно, червоний (Red), зелений (Green) і синій (Blue) кольори. Найбільша кількість колбочок у жовтій ямці, де в нормі фокусується зображення на сітківку.

Увага! Якщо постійно дивитися на яскраві об'єкти, наприклад, екран телефона, це призведе до значного погіршення зору!



Проект підручника видавництва «Ранок»

Генетичні мутації, що призводять до відсутності пігменту колбочок, спричиняють втрату здатності розрізняти один (частіше червоний) або кілька кольорів. Таку особливість людей називають **колірною сліпотою**, або **дальтонізмом**. Її діагностують за допомогою спеціальних картинок, що мають крапки різних кольорів. Якщо людина не розрізняє якийсь колір, то вона не зможе правильно назвати цифри, літери чи інші об'єкти, зображені на таких картинках.

Для профілактики проблем із зором важлива вчасна професійна діагностика, яку проводить **лікар-офтальмолог** (мал. 33.7).

Зовнішній шар сітківки містить нервові клітини, які формують аксони зорового нерва. Він виходить із сітківки в місці, що називається **сліпа пляма**, оскільки тут немає фоторецепторів. Фокусування променів від об'єктів на цю ділянку сітківки унеможливлює їхнє бачення.



Мал. 33.7. Перевірка зору за допомогою спеціального обладнання

Завдання

1. Є прислів'я «Уночі всі коти сірі». Можете переконатися, що так воно і є. Як це явище можна пояснити з точки зору особливостей функціонування зорової системи людини?
2. У народі кажуть: «Не очі бачать, а людина; не вуха чують, а душа». Як ця українська народна мудрість пов'язана з будовою й функціями зорової та слухової сенсорних систем? Поясніть, чому ви так вважаєте.

Дослідження з виявлення сліпої плями на сітківці ока

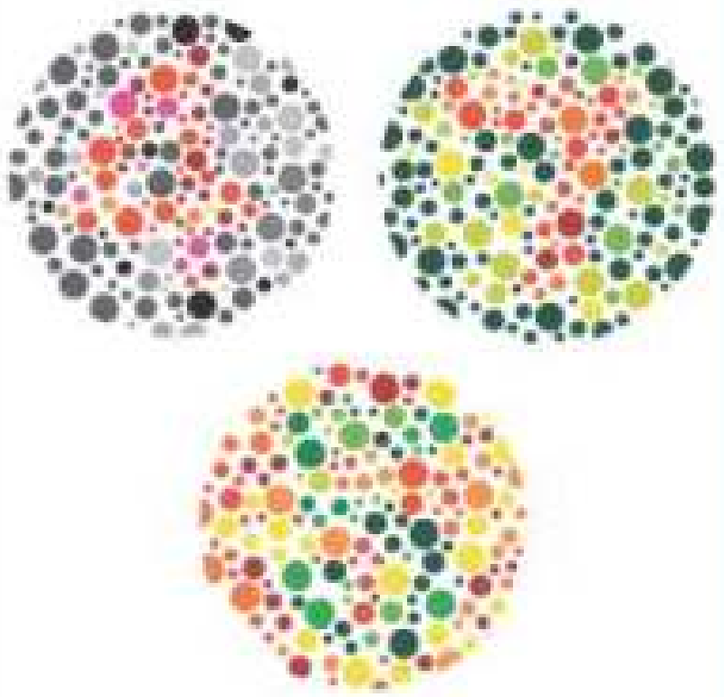
1. Розташуйте підручник на відстані 30–35 см. Сядьте так, щоб ваш ніс опинився навпроти круга. Заплющте праве око. Сфокусуйте зір на кругові й повільно наближайтеся до підручника, поки хрестик зліва не зникне.



2. За допомогою лінійки вимірюйте приблизну відстань від вашого ока до аркуша підручника, коли хрестик зникне.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Що таке адитивна колірна модель RGB? Як за її допомогою отримають різні кольори? Де та як її використовують у технологіях?



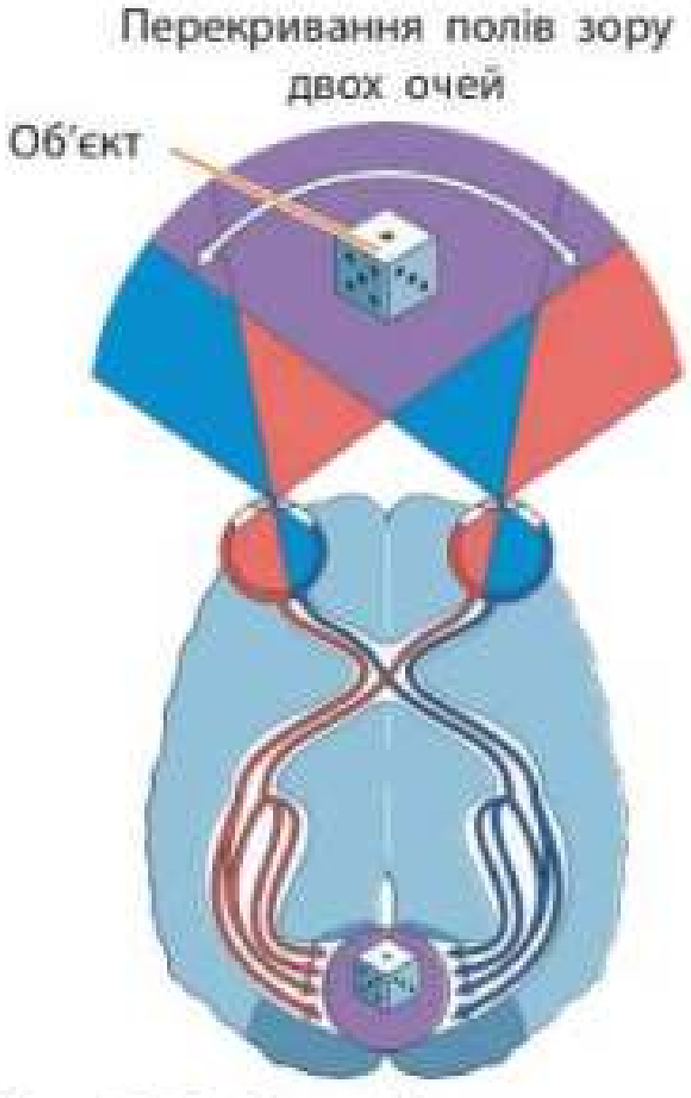
Приклад картинок із тесту на колірну сліпоту (дальтонізм)

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

3. Повторіть аналогічне дослідження для другого ока, розташувавши ніс навпроти хрестика й заплющивши ліве око.
4. У нормі відстань фокуса на сліпу пляму в обох очей має бути однаковою. Позначте результат вашого дослідження. Поясніть практичне значення здобутих вами знань про сліпу пляму.

Механізм бінокулярного зору

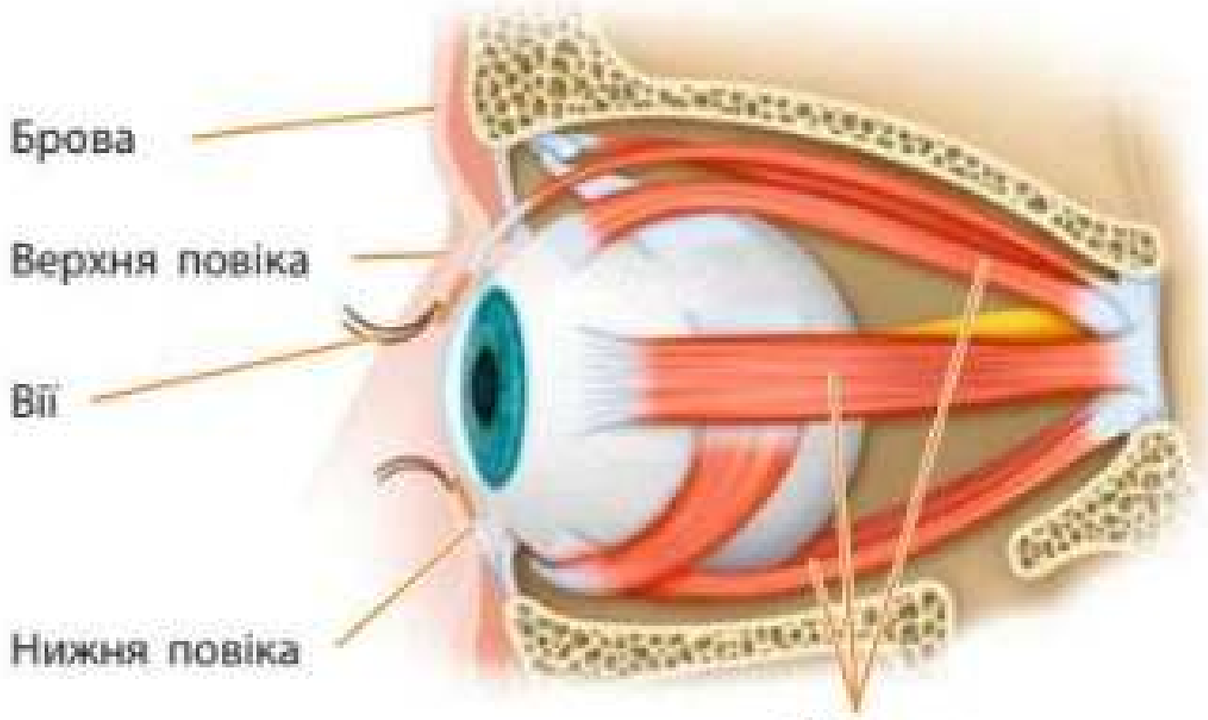
Розташовані в одному напрямку поля зору обох очей, два ока дають змогу людині бачити предмети об'ємними (3D). Кожне око отримує відбиті від предметів промені під різними кутами. До того ж поля зору обох очей перехрещуються, що дає інформацію про різні сторони об'єкта (мал. 33.8). Нейромережі зорової кори порівнюють світлотіні й інші характеристики об'єкта й «узагальнюють» обидві картинки від різних очей в одну, формуючи об'ємне зображення. Такий тип зору називають бінокулярним. Він дає змогу чітко визначати відстань і розташування об'єктів у просторі. Ця здатність була важливою для приматів, що стрибають по гілках, а також предків людей для орієнтування в саванах.



Мал. 33.8. Схема бінокулярного зору людини

Допоміжний апарат ока

Допоміжний апарат ока забезпечує його повноцінну роботу. В умовах наземно-повітряного середовища дуже важливими є **слізні залози**, що виробляють сльози для зволоження й очищення ока. Вона також містить лізоцим,



Мал. 33.9. Допоміжний апарат ока

Проект підручника видавництва «Ранок»

що знешкоджує бактерії (мал. 33.9). **Повіки** — це складки шкіри, що захищають очі від пилу, розподіляють сльозу й очищують око. **Брови** запобігають потраплянню в очі поту, який стікає з лоба. **Вії** захищають око від пилу. **М'язи ока** забезпечують рухи очних яблук, завдяки чому людина може стежити за переміщенням об'єктів, не повертаючи голови.

Ознайомлення із вправами гімнастики для очей і гігієною зору

1. Швидко й легко кліпаємо 1 хвилину.
2. Кілька секунд дивимося на віддалений об'єкт, потім перекидаємо погляд на близько розташований предмет. Можна ускладнити навантаження: фокусуватися на трьох-чотирьох різновіддалених об'єктах.
3. Упродовж хвилини робимо рухи очними яблуками:
   - угору — вниз із максимальною амплітудою;
   - коловий рух за годинниковою стрілкою й навпаки;
   - рух за діагоналлю;
   - рухаємо очі літерою S: спочатку в горизонтальному положенні, потім — у вертикальному;
   - зводимо зіниці до перенісся щосили, наблизивши палець до носа.
4. Міцно заплющуємо очі на кілька секунд, потім розплющуємо їх. Повторюємо 8–10 разів.

Під час роботи за комп'ютером слід пам'ятати, що оптимальна відстань до екрана — 60–80 см (мал. 33.10). Необхідно частіше кліпати очима. За умов постійної роботи за комп'ютером робіть невелику перерву через кожні 40–60 хв. Коли пересихають очі, використовуйте «штучні сльози». Регулярно виконуйте гімнастику для очей.



Мал. 33.10. Дотримуйтеся правил безпеки під час роботи за комп'ютером

STEAM-проєкт «Виготовлення моделі ока та дослідження оптичної системи ока»

1. Вам знадобляться пластикова розбірна акрилова куля, лінза для лупи без ручки, ліхтарик, аркуш чорного паперу, ножиці, клейовий пістолет.
2. Обережно виріжте отвір за розмірами лінзи. Задню внутрішню півсферу покрийте чорним папером, зафіксувавши його клеєм.
3. Уставте та вклейте лінзу в отвір кулі.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Поміркуйте й обговоріть ситуацію



Чим корисні наочні та віртуальні моделі для учнівства та вчительства? У чому вам допомогла розібратися ваша STEM-модель? З якою метою лікарі чи лікарки використовують подібні моделі органів людини?

4. Наближаючи та віддаляючи ліхтарик, встановіть відстань, на якій лінза чітко фокусуватиме промені на чорному екрані.
5. Поставте на цій відстані якийсь об'єкт, наприклад, вирізану літеру «А», й освітіть її ліхтариком. Яке зображення ви отримаєте на екрані?
6. Модель можна ускладнити поворотним механізмом для кількох лінз різної оптичної сили.
7. Порівняйте вашу модель із наявною в кабінеті біології моделлю ока. Розберіть-зберіть модель, назвіть її частини та їхні функції.
8. За бажанням знайдіть в інтернеті симулятори моделей ока, які дають змогу змінювати кривизну кришталика, та протестуйте ці віртуальні моделі. Висловіть власну думку, які моделі кращі: реальні чи віртуальні?

Запитання і завдання

1. Знайдіть інформацію про зорові ілюзії. Розгляньте в класі кілька прикладів таких ілюзій. Поясніть, чому вони виникають.
2. Уявіть себе ілюзіоністом чи ілюзіоністкою. Продемонструйте будь-який фокус, де використовується знання про зорові «омани» нашого мозку.
3. Запропонуйте креативну ідею рекламної кампанії нових окулярів. Спробуйте переконати аудиторію, що окуляри — це стильно, сучасно й краще за контактні лінзи та лазерну корекцію зору.
4. Чому всім людям, а особливо в деяких професіях, украй необхідно враховувати обмеженість нашого поля зору через сліпу пляму.
5. Знайдіть інформацію й поясніть механізм роботи окулярів, які допомагають людям із колірною сліпотою побачити всі кольори.
6. У всесвітньо відомій серії книжок про Гаррі Поттера авторка Дж. Роулінг придумала плащ-невидимку. Чи можливо створити подібний плащ у реальному світі? Чи вдалося наразі вченим втілити цю «магію» в технологіях? Чим би були корисні такі плащі?

Опорні точки

Зоровий аналізатор складається з очей, зорових нервів, ядер таламусу та зорової зони в потиличній частці кори головного мозку. Фокусування променів світла, утворення зменшеного та перевернутого зображення на сітківці забезпечує кришталик (опукла лінза). У сітківці ока є два типи фоторецепторів: колбочки (колірний денний зір) і палички (сприймання всього спектра світла в сутінках).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§ 34. Сенсорні системи слуху та рівноваги

Які подразники сприймає слуховий аналізатор?

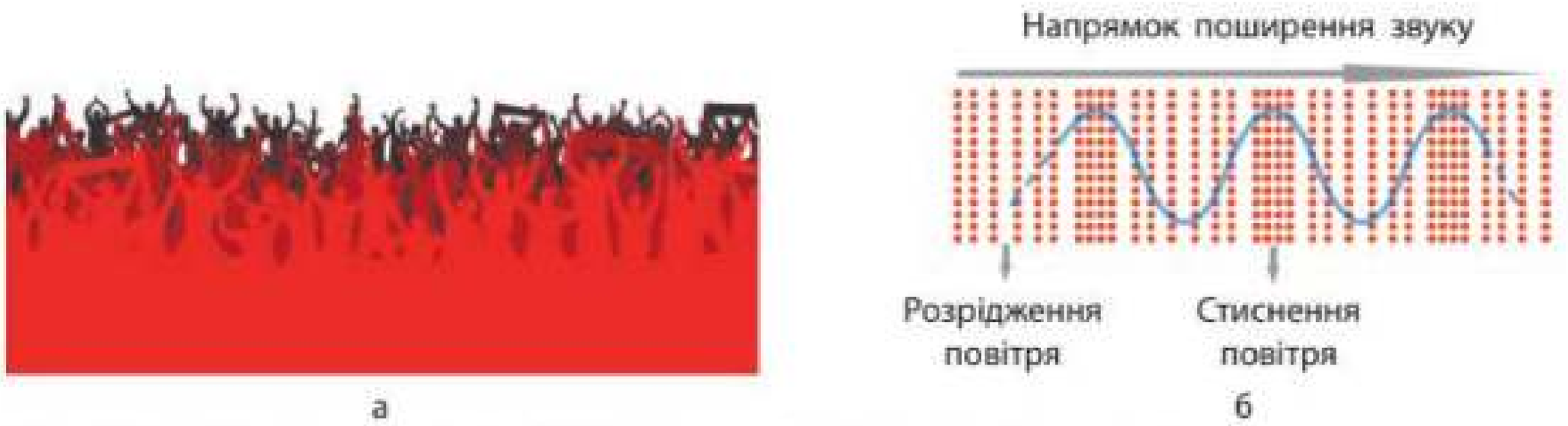
Якщо швидко помахати рукою чи, утримуючи в руці, зігнути та відпустити лінійку, ми почуємо звук. Виникнення звуку зумовлено механічними коливаннями. Тож **звук** — це механічні коливання частинок середовища (молекул повітря, молекул води або атомів твердого тіла), які поширюються у вигляді хвилі. Його можна порівняти з хвилею, що здіймають уболівальники на стадіоні (мал. 34.1).

Залежно від кількості коливань, які здійснюються за одиницю часу, розрізняють звуки різної частоти. Рецептори вуха людини здатні сприймати звуки в діапазоні частот від 16 до 20000 Гц[1]. Проте цей діапазон у кожної людини індивідуальний, він може змінюватися впродовж життя. Його можна визначити під час професійної діагностики слуху (мал. 34.2).

Звуки, частота яких менше 16 Гц, називають **інфразвуком**. Звуки із частотою вище за 20 кГц — це **ультразвук**. Деякі тварини можуть розрізняти як інфразвук (медузи), так і ультразвук (собаки), яких людина не чує.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Деякі люди мають унікальну особливість: абсолютний слух, що дає змогу їм точно розпізнавати й відтворювати висоту будь-якого звука. За статистикою, її має одна людина з десяти тисяч. Проте в людей, що з дитинства говорять тональними мовами, ця здатність трапляється частіше. Як ви вважаєте: абсолютний слух пов'язаний з особливостями будови вуха, рецепторів чи нейромереж кори головного мозку?



Мал. 34.1. Поширення механічної хвилі: а — уболівальники на стадіоні — це «молекули повітря», які по черзі встають, піднімають руки та сідають (здійснюють коливання), створюючи ефект поширення хвилі вздовж трибун; б — поширення механічного коливання у вигляді хвилі в повітрі



Мал. 34.2. Діагностика слуху за допомогою аудіометра

[1] Гц (Герц) — одиниця вимірювання частоти коливання. Показує кількість коливань за секунду.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Робота в парі

Використовуючи додаткові джерела інформації, створіть карту пам'яті про основні правила гігієни слуху. Презентуйте свої напрацювання із цієї теми на власній сторінці в соціальній мережі.

Індивідуальна робота

Люди із серйозним погіршенням слуху використовують слухові апарати. Переглянь відеоролик про експонат «Кісткова провідність звуку». Чи зрозуміло тобі, як відбувається процес передавання звуку, продемонстрований у відео? Оціни, чи все тобі зрозуміло, чи потрібно додатково попрацювати з матеріалами з різних джерел, щоб розібратися в цьому? Що тебе найбільше зацікавило в цій темі?

Відео
«Звук зубами»
rnk.com.ua/110456

Завдання

Проаналізуйте зображені складники слухової сенсорної системи на мал. 34.3.
На його основі побудуйте блок-схему слухового аналізатора за принципом, поданим у параграфі 32, мал. 32.1.
Яку функцію виконує середній мозок, сприймаючи інформацію про звукові сигнали?
Яку функцію виконує таламус і нейромережі слухової кори?

Вухо людини й тварин сприймає не лише звуки, які йдуть від джерела звуку, але й відбиті від інших об'єктів звуки. Таким чином мозок може відтворювати тривимірну картину світу, розташування перешкод та інших тіл. Якщо ця здатність у тварини розвинена особливо добре, її називають **ехолокацією.**

Дослідження власного голосу та порогу слухової чутливості

1. Визначте частоти звуку, які притаманні вашому розмовному голосу за допомогою додатків чи онлайн-сервісів «детектор тону».
2. Порівняйте ваш вокальний діапазон від нижчої до вищої тональності звуку з типами співочих голосів.
3. Увімкніть тоногенератор і перевірте власний діапазон слуху від 16 до 20 кГц. Запишіть найнижчу та найвищу частоту звуку, яку ви змогли почути, це і є ваш поріг слухової чутливості.
4. Проведіть дослід у парі. Відійдіть від партнера / партнерки на відстань 4 м. Попросіть його / її по черзі закривати ліве та праве вухо. Увімкніть музику на телефоні найтихіше, наскільки це можливо, й повільно наближайтеся до партнера / партнерки. Позначте відстань, на якій він / вона почали чітко розрізняти текст пісні.
5. У висновках позначте діапазон частот вашого голосу та слухової чутливості, вокальний тип голосу й здатність розрізняти тихо вимовлені слова на відстані. Поясніть, із чим пов'язані відмінності цих показників у різних людей.

Слухова сенсорна система

Слухова сенсорна система, або **слуховий аналізатор**, здійснює аналіз звукових подразників (мал. 34.3). Сприймання звуків забезпечує орган чуття — вухо, яке передає звукові коливання до рецепторів, що розташовані в завитці внутрішнього вуха.

Вухо складається з трьох частин: зовнішнього, середнього та внутрішнього (мал. 34.4). Окрім вушної раковини, усі частини вуха розташовані всередині скроневої кістки. Зовнішня й середня частини вуха збирають, спрямовують

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 34.3. Нервові шляхи слухової сенсорної системи

і посилюють звуки. Внутрішнє вухо містить структури для їхнього сприймання.

Зовнішнє вухо складається з вушної раковини та слухового проходу. Вушна раковина збирає й спрямовує звукові хвилі в слуховий прохід — трубку, що проводить звуки до барабанної перетинки. У його стінках є залози, які виділяють вушну сірку, що змащує слуховий прохід і захищає від інфекцій.

Середнє вухо (мал. 34.5, с. 170) містить порожнину, відокремлену від слухового проходу барабанною перетинкою. Через євстахієву (слухову) трубу вона сполучається із носоглоткою. Це необхідно для вирівнювання тиску повітря по обидва боки від барабанної перетинки, щоб «не закладало» вуха.

Пам'ятка. Очищення вуха від вушної сірки необхідно робити за допомогою спеціальних інструментів або у лікаря-отоларинголога. Ватяні чи будь-які інші палички для цього не підходять, оскільки їхнє використання проштовхує частину сірки аж до барабанної перетинки й може призвести до погіршення слуху й інфекцій.



Професійне очищення зовнішнього вуха

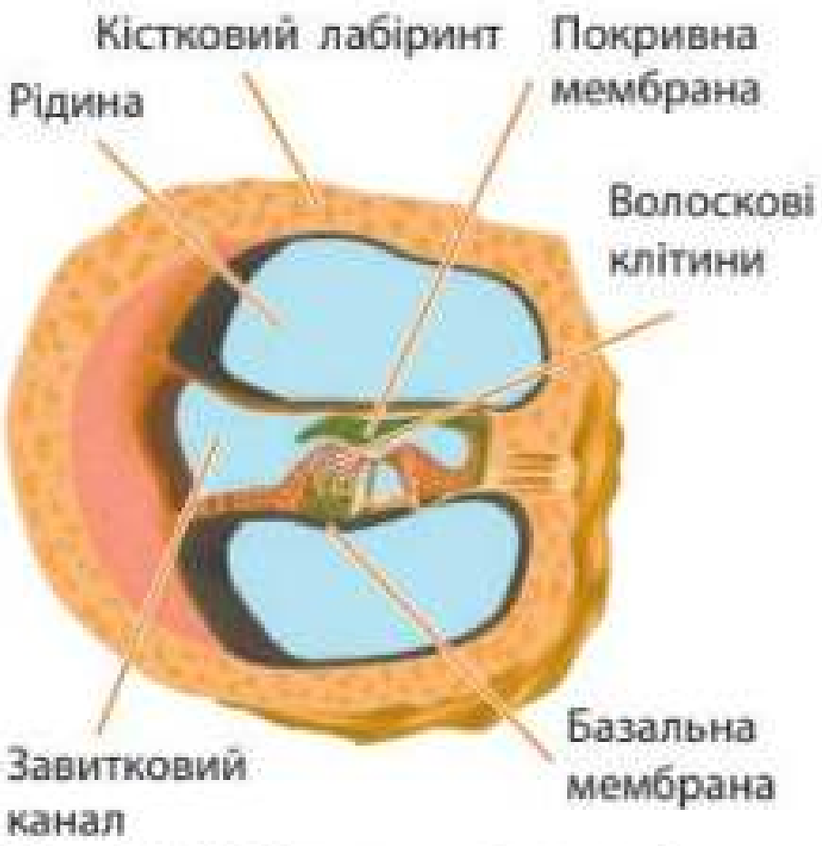


Мал. 34.4. Будова вуха людини

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 34.5. Проведення звукових коливань



Мал. 34.6. Поперечний переріз через завитку

Барабанна перетинка сприймає звукові коливання й передає їх на слухові кісточки (молоточок, коваделко, стремінце). Вони посилюють ці коливання й передають їх на мембрану овального вікна завитки.

У **внутрішньому вусі** розташована завитка. Усередині неї є заповнені рідиною канали (мал. 34.6). Стінка одного з каналів називається базальна мембрана. На ній розташовані механорецептори — **волоскові клітини,** що сприймають коливання. Зверху над волосками міститься покривна мембрана. Сукупність цих структур називають **кортіїв орган.**

Сприймання звуку

Від барабанної перетинки звукові коливання передаються слуховими кісточками до овального вікна внутрішнього вуха (мал. 34.5). Коливання мембрани овального вікна далі передаються рідині, що заповнює канали завитки. Це спричиняє коливання базальної мембрани, що викликає загинання волосків волоскових клітин, коли вони торкаються покривної мембрани (мал. 34.6). У результаті в рецепторах кортієвого органа виникає збудження, яке передається дендритам присінково-завиткового нерва. Нервові електричні імпульси цим нервом надходять у довгастий мозок, далі — у таламус проміжного мозку, що розподіляє їх у слухову кору скроневої частки великих півкуль. Саме тут відбувається розпізнавання звуків.

Довідка. Коливання високої частоти (високий тон) сприймаються в нижній частині завитки, а низької частоти — у верхній частині. Таким чином мозок «знає» про висоту тону звуку саме завдяки місцю сприймання цих коливань у завитці. Такий спосіб сприймання звуків різної частоти називається тонотопія. Діапазон частот звуків, що відчуває тварина, визначається кількістю обертів завитки. У людини — 2,5 оберти, тоді як у собак аж 3,25.

Сенсорна система рівноваги

Для підтримання рівноваги необхідно знати позицію голови в просторі, напрямок її зміни

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Гучність — це сила, з якою звук діє на слуховий апарат людини. Вимірюють гучність у децибелах (дБ). Який діапазон гучності звуків оптимальний для людини? Чому працівники аеродрому постійно перебувають у спеціальних навушниках? Поясніть, як саме велика гучність звуків може призвести до погіршення слуху.

Проект підручника видавництва «Ранок»

та прискорення. Ці функції в організмі людини виконує частина внутрішнього вуха, яку називають **вестибулярний апарат**. Він складається з трьох півколових каналів і двох мішечків (мал. 34.7).

Три півколові канали розташовані в трьох різних площинах. Вони заповнені рідиною, на їхніх кінцях є розширення — ампули, де містяться купули із чутливими волосковими клітинами.

Внаслідок поворотів або нахилів голови рідина всередині каналів зміщується, що загинає купулу й волоски рецепторних клітин. Рецептори трьох півколових каналів сприймають обертальні рухи, прискорення та гальмування тіла за рахунок інерції рідини в них.

У мішечках також розміщені чутливі волоскові клітини. Їхні волоски занурені в желеподібну отолітову мембрану, у якій є «вушні камені», або **отоліти**. Це кристали кальцій карбонату. У разі нахилів голови мембрана з отолітами зміщується під дією сили тяжіння, що приводить до загинання волосків чутливих клітин. Рецептори отолітової мембрани мішечків сприймають вертикальну й горизонтальну позицію голови.

Відкритий мікрофон

Чи зможе космонавт почути звук від ракети, яка наближається до його космічної станції?

Завдання

Що необхідно «знати» нашому мозку, аби вправно регулювати тонус різних м'язів для балансування та втримування рівноваги? Чому важливе саме положення голови в просторі?



Мал. 34.7. Будова вестибулярного апарату

Проект підручника видавництва «Ранок»

Індивідуальна робота

Прочитайте текст. За потреби застосуйте перекладач для незнайомих слів.

Motion sickness occurs when our brain receives incompatible information from different sensory systems (hearing, vision, receptors of joints and muscles). It can happen when we're riding in a car. Imagine a child sitting in the back seat without being able to see out the window. The child's inner ear will sense motion, but his or her eyes and body won't. This creates confusion in the brain. The result may be an upset stomach, cold sweat, fatigue, loss of appetite, or vomiting. What can we do to prevent a car sickness?

Поясніть, чому виникає описане в тексті явище. Запропонуйте способи вирішення питання, використовуючи інформацію про механізм цього явища.

STEAM-ПРОЄКТ «Модель вуха»

Необхідні матеріали: повітряна кулька, барабан з-під рулона фольги, соломинка для напоїв великого діаметра, картон розміром А4, картонна коробка, дерев'яна паличка, пластикова миска, ножиці, фломастер, двосторонній і звичайний скотчі, клей, вода.

1. Відріжте від повітряної кульки вузьку частину.
2. Широку частину кульки надіньте на один кінець барабана від рулона фольги. Натягніть гумову мембрану (має бути пружною й щільною). Герметично зафіксуйте її скотчем по краю.
3. Виготовіть конус з аркуша картону. Вставте конус в отвір барабана. Відмітьте фломастером лінію, по якій конус перетинається з втулкою.
4. Вийміть конус і обріжте, відступивши від лінії 10 мм у бік звуження.
5. Уставте конус у втулку й герметично зафіксуйте скотчем або клеєм.
6. Прикріпіть двостороннім скотчем верхній кінець соломинки до гумової мембрани з кульки.
7. Покладіть «модель вуха» на коробку й зафіксуйте скотчем.
8. Налийте в миску стільки води, щоб кінчик соломинки лише трохи в неї занурився. За потреби трохи підріжте соломинку.

Для випробування моделі гучно говоріть у конус. Що відбувається з водою? Поясніть спостережуване явище. Протестуйте звуки різної тональності. Порівняйте результат. Які частини вуха та процеси ви змоделювали?

Запитання і завдання

1. У чому подібність і відмінність у сприйнятті звуків і позиції тіла в просторі?
2. Як ви вважаєте, чому для організму тварин достатньо сприймати позицію та рухи голови в просторі, а не всього тіла?
3. Створіть перелік рекомендацій стосовно використання навушників і прослуховування музики.
4. Чи може нестача солей Кальцію або вітаміну D стати причиною частого виникнення захитувань? Якщо так, то поясніть взаємозв'язок між цими явищами.

Опорні точки

Зовнішнє й середнє вухо збирають, спрямовують і посилюють звукові коливання. Три півколові канали та два мішечки вестибулярного апарата сприймають положення тіла (голови) у просторі, напрямок її зміни та прискорення.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§35. Сенсорні системи смаку, нюху, температури, дотику й болю

Запахи та смаки

За допомогою запахів тварини й людина оцінюють хімічний склад компонентів середовища. Тобто якість їжі, присутність інших організмів, безпечність речовин і багато іншого. Для оцінки якості їжі та безпечності її споживання необхідний ще й смаковий аналізатор. Так, багато шкідливих речовин є гіркими, а от солоденьке означає наявність вуглеводів — найкращого джерела енергії.

Що ж таке смак і запах? **Запах** — це суб'єктивне відчуття, що створюється в корі головного мозку після сприймання хеморецепторами молекул органічних чи неорганічних речовин. **Смак** — це теж суб'єктивне відчуття після сприймання хеморецепторами молекул або йонів різних хімічних речовин. Тобто нюхова та смакова сенсорні системи — це **хімічні аналізатори** (мал. 35.1).

Сенсорна система смаку

Периферичний відділ смакового аналізатора представлений **смаковими цибулинами**, що містять смакові рецепторні клітини (мал. 35.2 б). Вони розташовані на сосочках слизової оболонки язика (мал. 35.2 а), у слизовій оболонці ротової порожнини, щоки та глотки. Лицьовий, язико-глотковий і блукаючий нерви передають інформацію від смакових рецепторів у довгастий мозок. Тут локалізується центр слиновидільного рефлексу. Нервовими шляхами ця інформація проводиться далі в таламус проміжного мозку, який передає її в лобну частку кори головного мозку. Центри формування смаку розташовані в скроневій, тім'яній частині в тісному зв'язку з іншими центрами.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Де найчастіше в супермаркетах розміщується виробництво власної випічки: неподалік від входу чи якнайдалі від нього? Чому такі відділи розташовують далеко від входу? Як запах випічки впливає на вибір покупців?

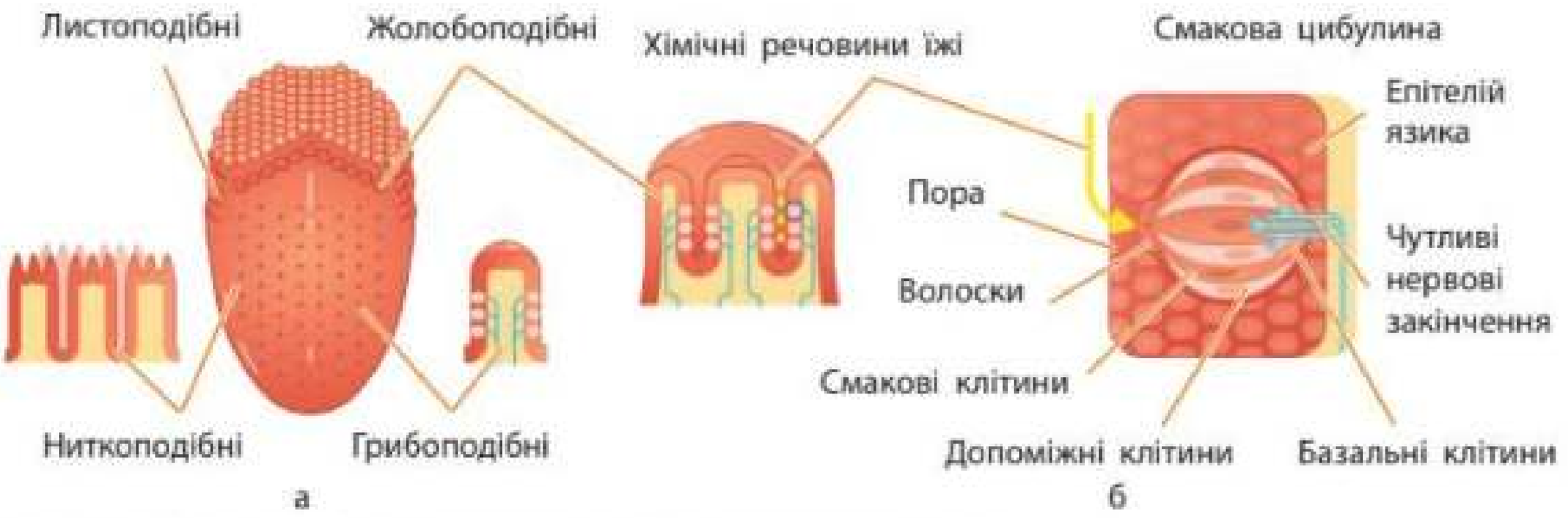


Мал. 35.1. Сприймання молекул хеморецепторами нюхового аналізатора (а) та молекул чи йонів хеморецепторами смакового аналізатора (б)

Завдання

Зобразіть шляхи проведення смакової інформації від рецепторів язика до ділянок смакової кори на малюнку будови головного мозку.

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 35.2. Сосочки слизової язика (а) та смакові цибулини (б)

Мапа смакових зон язика



Помилкове уявлення про зони язика, що сприймають різні смаки

Самодослідження «Міф чи реальність?»

Існує дві протилежні думки.

1. Окремі зони язика спеціалізовані на сприйманні різних смаків.
2. Будь-які зони язика здатні сприймати всі смаки. Постає питання: мапа смакових зон язика — це правда чи помилкове уявлення? Вирішіть цю дилему за допомогою дослідження. Для цього візьміть ватяні палички або дерев'яні зубочистки та змочіть їх у розчині солі чи цукру. Далі торкайтеся ними різних частин язика за мапою. Чи всі зони вашого язика сприймали солодкий і солоний смаки?

Сенсорна система нюху

Однією з перших у процесі еволюції хребетних сформувалася сенсорна система нюху, оскільки запахи відіграють важливу роль у пошуку їжі, розпізнаванні родичів або хижаків, оцінюванні безпеки навколишнього середовища.

Периферичний відділ нюхового аналізатора містить близько 10 млн спеціалізованих нейронів — **нюхових рецепторів** слизової оболонки верхнього носового ходу. Від них інформація передається нюховими нервами в структури лімбічної системи головного мозку, що аналізують сигнали про запахи (мал. 35.3).

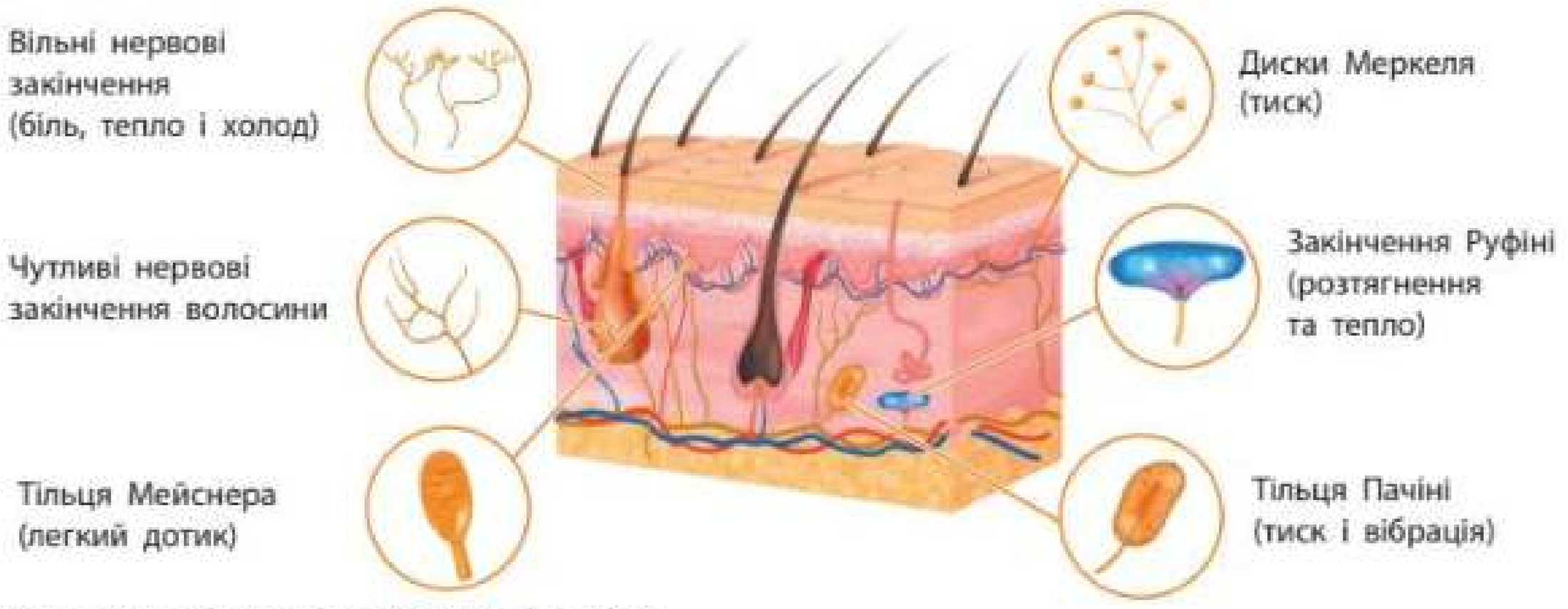


Мал. 35.3. Нюховий аналізатор

Відкритий мікрофон

Чи всі люди однаково сприймають запахи? Якщо запах неприємний для людей, чи такий же він для тварин?

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 35.4. Різноманіття рецепторів шкіри

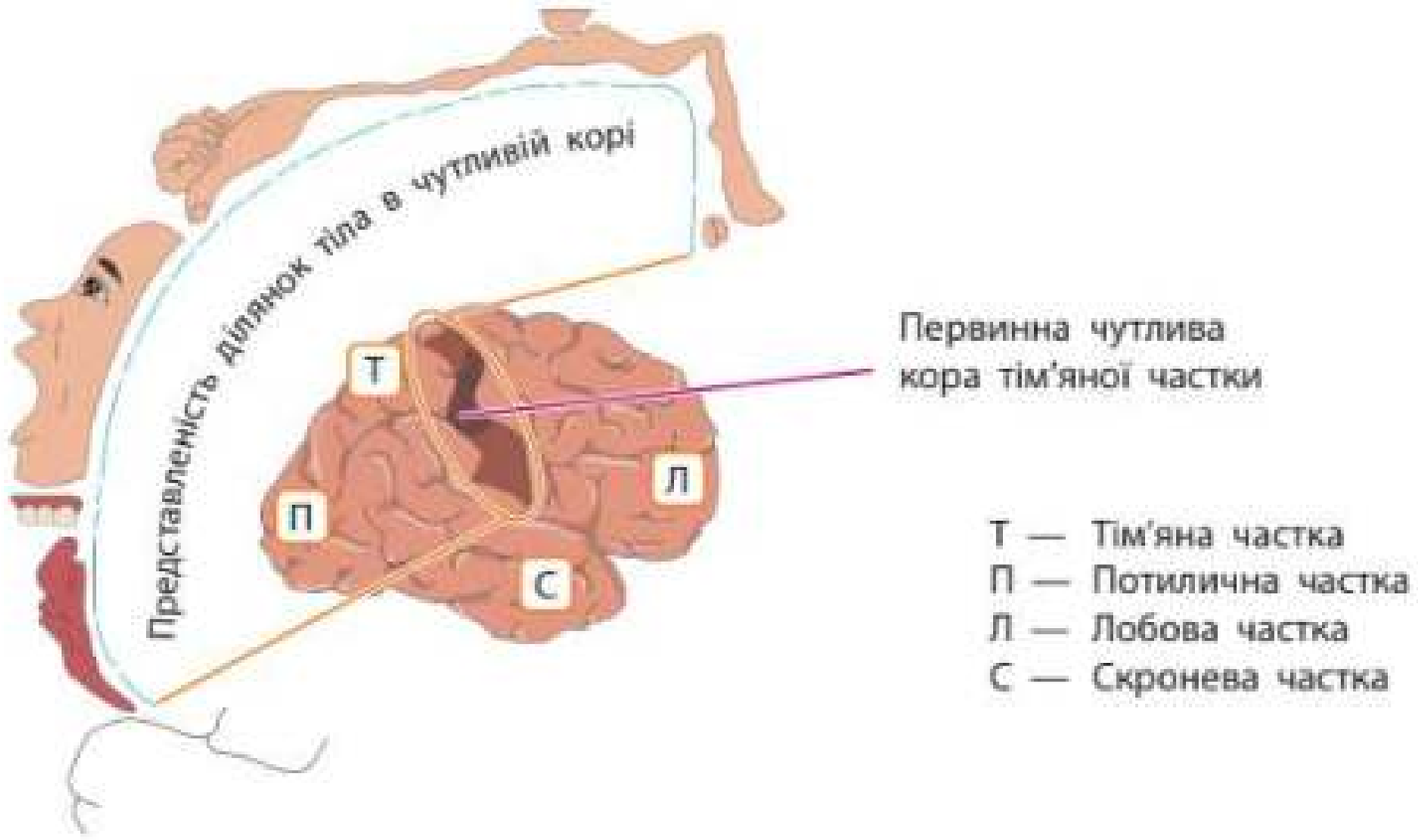
Сенсорна система дотику

Відчуття дотиків, як і нюх, — це найдавніше чуття тварин.

Дотикова чутливість людини зумовлена наявністю різних **механорецепторів** у шкірі (мал. 35.4). Вони сприймають механічні впливи: дотик, тиск і вібрацію. Далі інформація про подразники з окремих зон шкіри передається до зони шкірно-м'язової чутливості тім'яної частки кори головного мозку (мал. 35.5). Саме тут формуються відчуття.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Яку роль відіграють запахи в житті собак, котів чи інших тварин? Які подібні або відмінні функції запахів у вашому житті порівняно з тваринами?



Мал. 35.5. Зона соматичної чутливості постцентральної звивини тім'яної частки. Тут відбувається обробка інформації від терморецепторів і механорецепторів (шкіри, м'язів, сухожилків) тіла

Проект підручника видавництва «Ранок»

Самодослідження «Відчуття»

Візьміть тонку паличку (зубочистку) та зробіть нею дотики до різних ділянок шкіри поверхні руки й передпліччя. Чи в усіх ділянках однаково відчувається дотик? Зробіть висновок про розподіл рецепторів у шкірі.



Мал. 35.6. Гомункулюс Пенфілда — це модель, що наочно зображує, які частини тіла найбільше «представлені» в сенсорних зонах кори головного мозку

Довідка. За допомогою пропріорецепторів людина навіть із заплющеними очима може виконувати складно координовані рухи.

На шкірі людини дотикові рецептори розподілені нерівномірно. Їх дуже багато на ділянках, де дотикова чутливість найбільш потрібна (кінчики пальців, язик, губи). А в інших частинах тіла їх значно менше. Тому й кількість нейронів кори, що обробляють інформацію від окремих частин тіла, різна (мал. 35.6).

М'язи, сухожилки та зв'язки містять особливі механорецептори — **пропріорецептори.** Від них мозок отримує інформацію про скорочення чи напруження м'язів, розтягнення сухожилків і зв'язок, рівень механічного навантаження та позицію частин тіла людини в просторі. Обробка цієї інформації також відбувається в чутливій корі тім'яної частки великих півкуль.

Сприймання температури

Холодові та теплові рецептори переважно розташовані в шкірі. Вони також є в слизовій оболонці ротової порожнини та на язиці. Теплові рецептори утворюють електричні імпульси у відповідь на підвищення температури, а холодові — на її зниження відносно температури тіла людини. Відповідні спинномозкові та черепномозкові нерви несуть цю інформацію до головного мозку. Її отримує гіпоталамус для регуляції теплообміну та температури тіла. Формування відчуття холоду чи тепла відбувається в тім'яній частці кори великих півкуль.

Сприймання болю

Біль виконує важливу захисну функцію, оскільки мозок досить швидко реагує на небезпечний фактор. Больові сигнали можуть надходити від будь-яких рецепторів, коли на них діє подразник дуже великої сили (занадто яскраве світло, потужний звук, концентрований запах, сильний тиск тощо). У шкірі та внутрішніх органах є спеціальні вільні нервові закінчення — **ноцицептори,** або больові рецептори. Вони реагують на ушкодження тканин. Від них нервові імпульси надходять до таламуса та різних зон кори головного мозку, де формується відчуття болю.

Біль — це неспецифічне неприємне відчуття, що виникає внаслідок дії сильних або ушкоджувальних чинників на структури організму.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Запитання і завдання

1. Які види чуттів можуть впливати на сприймання смаків людиною? На прикладах поясніть взаємозв'язок сенсорних систем організму у процесі формування цілісного сприйняття світу.
2. Як ви вважаєте, із чим пов'язаний факт, що в людини холодових рецепторів у шкірі майже в 10 разів більше, ніж теплових?
3. Знайдіть інформацію про середню кількість різних рецепторів в організмі людини: фоторецепторів, хеморецептрів смаку та нюху, механорецепторів слуху та дотику, терморецепторів та ін. Побудуйте стовпчасту діаграму або інший вид інфографіки та зробіть висновки про сприймання різних видів подразників.
4. Під час вірусних інфекцій, зокрема коронавірусної, можлива втрата здатності відчувати смаки та запахи. Із чим це пов'язане? Чому ці чуття відновлюються дуже повільно й часто люди інакше починають сприймати запахи?
5. Знайдіть зручну для вас абетку шрифту Брайля. Оберіть коротке слово й витисніть ручкою відповідні літери шрифту Брайля на аркуші паперу. Запропонуйте однокласниці / однокласникові пальцем «прочитати» кожну літеру і слово загалом. Чи вдалося їм правильно «прочитати» це слово, а вам — правильно «записати» його?

Дослідження «Перевірка температурної адаптації рецепторів шкіри»

1. Опустіть праву руку в ємність із температурою води +15 °С, а ліву — у ємність із температурою води +45 °С. Тримайте руки так упродовж хвилини.
2. Визначте різницю в сприйманні цієї температури правою й лівою руками. Змініть руки місцями або перенесіть їх у ємність із температурою води +25 °С.
3. Опишіть різницю в сприйманні температур правою й лівою руками. Поясніть механізм адаптації терморецепторів і явище контрасту сприймання.

Опорні точки

Сенсорні системи нюху та смаку аналізують хімічний склад компонентів середовища та їжі, визначаючи їхню безпечність.
Сенсорні системи руху й дотику (механорецептори) сприймають рух, тиск, дотик, вібрацію.
Температурну чутливість людини забезпечують теплові й холодові рецептори.

Український алфавіт Брайля



Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 36. Профілактика захворювань нервової системи

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Порушення діяльності нервової системи людини можуть виявлятися по-різному. За якими критеріями можна визначити, що в людини є захворювання саме нервової системи? Чим захворювання нервової системи відрізняються від захворювань інших фізіологічних систем?

Травми

Нормальне функціонування нервової системи може бути порушене в результаті травм, отруєння, інфекцій, стресів та інших факторів.

Більшість із нас чули про **струс головного мозку**. Його спричиняє травма голови й супроводжується головним болем, непритомністю, дезорієнтацією. Ці симптоми виникають тому, що мозок ударяється об черепну коробку зсередини (мал. 36.1). Таке відбувається внаслідок прямого удару в голову або прискореного руху голови з наступним різким уповільненням.



Мал. 36.1. Струс мозку

Поділіться своїми думками

1. Що відбувається з мозком, коли він б'ється об кістку черепа зсередини? Чим небезпечний струс головного мозку? У чому полягає гідростатична роль ліквору?
2. Дізнайтеся з точки зору фізіології мозку, що таке нокаут у боксі й чим він шкідливий для нервової системи.

Іноді, коли ви довго лежали на боці або сиділи, закинувши ногу на ногу, відчуваєте оніміння, а потім поколювання в руці чи нозі. Це є результатом **здавлювання (компресії) нерва**, до якого відновлюється кровообіг і поступово повертається чутливість. Причиною здавлювання нерва може бути й перенапруження зап'ястя під час гри на комп'ютері або фортепіано.

Травми з ушкодженням нервів призводять до **паралічу** — втрати можливості рухати групою м'язів.

Індивідуальна робота

Обґрунтуйте сенс правил, зображених на малюнках. Яким ушкодженням нервової системи вони запобігають?



Неврастенія та депресія

Іноді нейромережі головного мозку втомлюються й виснажуються. Це трапляється, коли людина перебуває в тривалому стресі, наприклад, внаслідок надмірно напруженої роботи,

Проект підручника видавництва «Ранок»

недосипання, постійних конфліктів з оточенням тощо. Усе це перевантажує нервову систему й призводить до **неврастенії**. Виявами цього розладу є стомлюваність, дратівливість, нездатність до тривалого розумового й фізичного навантаження. Вживання алкоголю, паління, отруєння наркотиками посилюють ці симптоми. Іноді людині варто просто відпочити, але **у важких випадках слід звернутися до лікаря!**

Серйозним психічним розладом є **депресія**. Це не просто пригнічений настрій. Це втрата інтересу до життя й думки про самогубство. Депресію не можна вилікувати підбадьоруванням, вона потребує професійного втручання лікарів.

Поділіться своїми думками

Як ви вважаєте, які поради щодо профілактики неврастенії будуть корисними для підлітків? Якими правилами, на вашу думку, слід користуватися?

Профілактика неврологічних захворювань

Профілактика багатьох захворювань нервової системи починається зі здорового способу життя. Нервова система, як і всі інші системи організму людини, позитивно реагує на дотримання режиму праці й відпочинку, відсутність шкідливих звичок тощо (схема 18, с. 180).

Стежачи за власною поставою, ви робите добре і власній нервової системі, бо порушена постава спричиняє механічні впливи на нерви й судини, які живлять мозок. Обмежуючи роботу за комп'ютером, ви теж турбуєтеся про свій головний і спинний мозок. Адже тривале навантаження стає причиною судоми м'язів і порушення кровопостачання центральної нервової системи. Якщо ви зміцнюєте свою імунну систему, вчасно проводите щеплення, то це захищає вас від захворювань, спричинених вірусами чи бактеріями.

Робота в групі

Поясніть, чому важливо вчасно розпізнати депресію в людини. Знайдіть інформацію й складіть перелік ознак, які можуть свідчити про депресію, навіть якщо людина це приховує.

Нервові клітини вашого мозку й нервові волокна периферичної нервової системи будуть працювати в більш комфортних умовах, якщо ви уникаєте отруєння токсинами грибів чи паразитичних червів, відмовилися від паління, вживання алкогольних напоїв, наркотиків.

Дуже важливим є створення оптимальних умов для функціонування головного мозку. Слід уникати стресів, перевтоми, негативних емоцій (смуток, гнів, злість, страх), мати

Анімація «Стрес» rnk.com.ua/110005

Проект підручника видавництва «Ранок»



Здійснювати піші прогулянки на свіжому повітрі, організовувати активний відпочинок



Уникати голодування або недоїдання, забезпечити організм вітамінами групи В та катіонами Магнію



Запобігати механічним травмам та електричному ураженню нервової системи



Своєчасно лікувати ендокринні захворювання



Не вживати алкоголю та наркотиків, не палити

ОСНОВНІ ЗАХОДИ ПРОФІЛАКТИКИ ХВОРОБ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Уникати негативних впливів, тривалих сильних негативних емоцій



Уникати перевтоми, перегрівання та переохолодження організму



Проводити своєчасне щеплення й лікування інфекційних і вірусних захворювань



Схема 18. Профілактика хвороб ЦНС

повноцінний сон для відпочинку й відновлення нейронних мереж.

Отже, дотримання активного й здорового способу життя дає змогу запобігти багатьом захворюванням нервової системи.

Інфекційні захворювання

Інфекційні захворювання нервової системи вкрай небезпечні для життя. Найбільш загрозливими серед них є **сказ** і **правець**. Вірус сказу передається зі слиною внаслідок укусів хворими тваринам. Бактерія, що спричиняє правець, потрапляє в тканини з ґрунту під час поранень. Токсин, утворений цією бактерією, уражає нейрони мозку. Симптоми захворювань виявляються через деякий час, коли лікування вже не є ефективним.

Менінгіт — це інфекційне запалення оболонок головного та спинного мозку. Починається

Відкритий мікрофон

Знайдіть інформацію про симптоми правця і сказу. Поясніть, чому вони небезпечні. Як можна запобігти цим захворюванням?

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Знайдіть інформацію, які вакцини проти правця є в Україні та з якою періодичністю роблять щеплення. Дізнайтеся, коли ви робили вакцинацію проти правця.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

менінгіт із різкого підвищення температури, сильного головного болю, нудоти. Спостерігаються затьмарення свідомості, марення, чутливість до світла. Типовою рисою є напруження м'язів потилиці, тож людина не може нахилити голову вперед. Довгостроковими наслідками можуть бути втрата слуху й зору, порушення мовлення й пам'яті.

Найбільш поширеними збудниками менінгіту є кілька видів бактерій, зокрема **менінгокок.** Джерелом інфекції може стати людина, хвора на менінгіт, або здоровий носій інфекції. Менінгіт передається **повітряно-крапельним шляхом.** Перебування в закритих приміщеннях і підвищена вологість сприяють поширенню збудника. Найбільша кількість захворювань простежується в зимово-весняний період.

Менінгіт може призвести до смерті й вимагає надання невідкладної медичної допомоги! Проти бактеріальних збудників менінгіту існує ефективне лікування антибіотиками та розроблені вакцини (мал. 36.2).

Кліщовий енцефаліт — вірусне захворювання, що передається через укуси іксодових кліщів. Першими виявами захворювання є лихоманка, головний біль, блювота. Подеколи розвиваються симптоми, як під час менінгіту: затьмарення свідомості, розлади чутливості й рухів тощо. **Коли є ознаки енцефаліту, слід негайно звернутися за медичною допомогою!**

Найбільш дієва профілактика від кліщового енцефаліту — **вакцинація.** Але правильна поведінка теж може захищати від кліщового енцефаліту. Тому:

- уникайте місць, де можуть бути кліщі, особливо в сезон їхньої активності;
- за потреби застосовуйте репеленти від кровосисних комах і кліщів;
- у походах надягайте закритий одяг, покривайте волосся;
- під час і після прогулянки на природі уважно оглядайте весь одяг і тіло;
- якщо ви виявили кліща, що вже проник під шкіру, слід самостійно видалити його або звернутися до медичного закладу.



Мал. 36.2. Симптоми менінгіту

Робота в парі

Розробіть правила поведінки в побуті, якщо ви живете в одному місці з людиною, яка захворіла на менінгіт.

Проект підручника видавництва «Ранок»



Пам'ятка. Якщо ви знайшли на тілі кліща, що присмоктався, треба видалити його або звернутися до медичного закладу для його видалення. Кліща слід відправити на інфекційний скринінг. Лікар-інфекціоніст порекомендує спостереження за місцем укусу і самопочуттям.

Як видалити кліща

1. Продезінфікувати місце укусу та пінцет.
2. Захопити кліща пінцетом якомога ближче до голови.
3. Витягнути кліща без ривків і викручувань.
4. Продезінфікувати рану.
5. Відправити кліща на інфекційний скринінг.

Органічні ушкодження ЦНС

Захворювання, що виникли внаслідок ураження структур НС, називаються органічними ушкодженнями. Це, наприклад, хвороба Альцгеймера і хвороба Паркінсона, що уражають літніх людей і призводять да втрати ними розумових і рухових здібностей. Це аутизм і синдром дефіциту уваги, що завдають шкоди з дитячого віку. Серед органічних уражень ЦНС є такі, що спричинені вживанням алкоголю під час вагітності; вони призводять до недоумства та затримання розвитку дитини.

Опорні точки

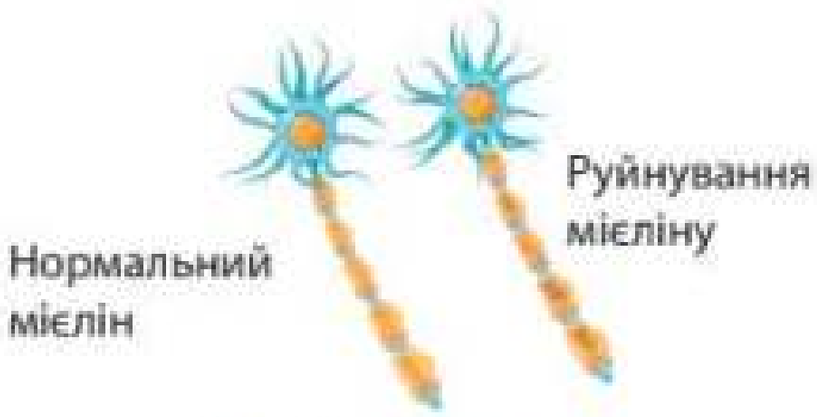
Функціонування нервової системи може бути порушене в результаті травм, отруєння, інфекцій, стресів, перевантаження та ін. У більшості захворювань слід звернутися до лікаря. Профілактика полягає в дотриманні здорового способу життя, запобіганні травм, вакцинації.

Запитання і завдання

1. Поясніть, як вживання алкоголю впливає на нервову систему та її функції.
2. З'ясуйте, які вітаміни групи В вживають під час захворювань нервової системи й чому.
3. На малюнках показано зміни, які відбуваються в нервовій системі за умов деяких захворювань. Ураження яких структур і порушення яких процесів виникають при певних захворюваннях? Поміркуйте, до яких наслідків для здоров'я вони призводять. Знайдіть інформацію про ці захворювання й перевірте, чи правильно ви відповіли на запитання.



Хвороба Альцгеймера



Розсіяний склероз



Хвороба Паркінсона

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Тема 8

САМОРЕГУЛЯЦІЯ ТА ГОМЕОСТАЗ ЯК ВЛАСТИВОСТІ ЖИВОГО. НЕЙРОГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ. ІМУНІТЕТ

§37. Нейрогуморальна регуляція функцій організму людини. Ендокринна система

Гуморальна регуляція функцій

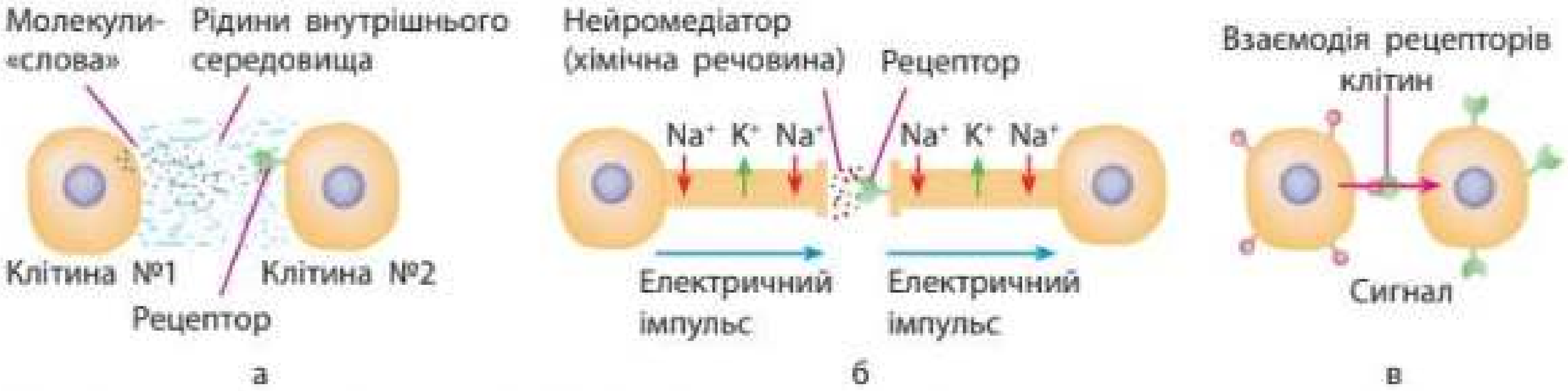
Чи багато клітин у вашому організмі? Вони працюють злагоджено чи кожна з них робить те, що їй заманеться? Звісно, наш організм — це «команда», що складається десь із $30 \cdot 10^{12}$ клітин, які мають працювати злагоджено, як єдине ціле або як система.

Як клітини одних тканин і органів «знають», що роблять клітини інших частин організму? Так само, як це робимо ми під час командної роботи, тобто за допомогою особливого міжклітинного спілкування. А що є словами в цій мові міжклітинної комунікації? Це можуть бути молекули різних хімічних речовин (гуморальна регуляція), електричні імпульси (нервова регуляція) або безпосередні контакти між клітинами (мал. 37.1).

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Подумайте, що найважливіше для ефективної організації командної роботи. Як зробити так, аби десятки, сотні чи тисячі людей злагоджено працювали над одним проєктом?





Мал. 37.1. Різні способи комунікації між клітинами багатоклітинного організму: гуморальна (а), нервова (б) та контактна (в)

Проект підручника видавництва «Ранок»

Завдання

Розгляньте мал. 37.1. Поясніть, як відбувається нервова та контактна комунікація клітин. У чому відмінність і подібність різних видів комунікації клітин?

Гуморальна регуляція — це «спілкування» між клітинами за допомогою спеціальних сигнальних молекул, що поширюються через рідини внутрішнього середовища організму (кров, тканинну рідину та лімфу) (мал. 37.1 а, с. 182). Одні клітини виробляють ці молекули й виділяють їх у рідини внутрішнього середовища. Далі молекули потрапляють на рецептори інших клітин, що сприймають цей сигнал і реагують на них.

Гормони

З-поміж усіх молекул-сигналів є ті, що виробляються спеціальними органами, — **залозами внутрішньої секреції**. Такі молекули-сигнали називають **гормонами**. Вони поширюються через кров і слугують для загальної координації процесів життєдіяльності всіх клітин. Гуморальна регуляція функцій організму за допомогою гормонів називається **ендокринною**, оскільки гормони продукуються у внутрішнє середовище, тобто кров («ендо» означає «всередину»).

За хімічною природою гормони бувають: малими молекулами — **похідними амінокислот** (адреналін) і **похідними холестеролу** (тестостерон); або пептидами, що складаються з декількох амінокислот (вазопресин); чи великими білковими молекулами, наприклад, інсулін, гормон росту та ін.

На рівні всього організму гормони регулюють:

- обмін вуглеводів, білків, жирів;
- водно-сольовий обмін;
- артеріальний тиск, пульс;
- рівень глюкози крові;
- утворення тепла;
- процеси росту та диференціації клітин;
- розвиток організму;
- роботу статевої системи.

Поділіться своїми думками

Який зі способів міжклітинної комунікації — нервова чи гуморальна регуляція — виникли раніше в процесі еволюції багатоклітинних організмів?

Гормон — біологічно активна речовина, яка виробляється залозою внутрішньої секреції, поширюється через кров і регулює процеси життєдіяльності організму.

Залози організму

В організмі є добре вам відомі **залози зовнішньої секреції**, що виробляють і виділяють речовини назовні (потові, молочні) або в порожнину органа (слинні, шлункові). **Залози внутрішньої секреції** виділяють гормони в кров. Сукупність

Відкритий мікрофон

Поясніть, які наслідки матиме порушення гуморальної регуляції функцій організму.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Схема 19. Типи залоз організму людини

таких залоз об'єднують в **ендокринну систему** (мал. 37.2). Деякі залози, наприклад, підшлункова, продукують як гормони в кров (інсулін, глюкагон), так і травний сік у порожнину дванадцятипалої кишки. Такі залози називають **залозами змішаної секреції** (схема 19).

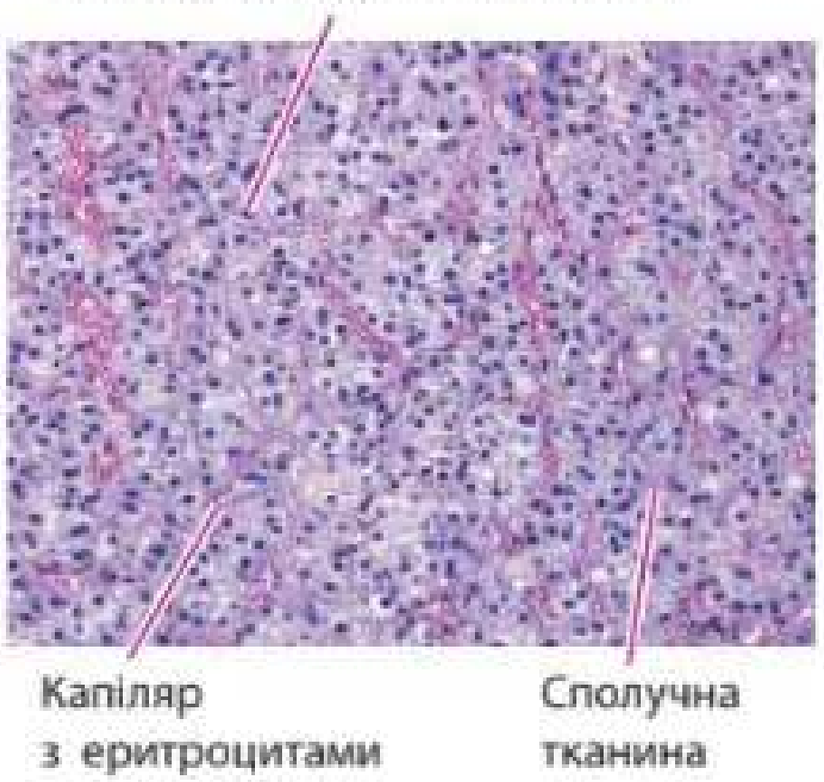
Залоза — це орган, що складається переважно із залозистого епітелію (мал. 37.3, с. 186). Її структурна частина — це сполучна тканина, у якій розміщені кровоносні судини. Клітини залозистого епітелію цих залоз утворюють гормони та виділяють їх безпосередньо в кров, що тече капілярами.

Фрейм 3D-моделі «Ендокринна система» rnk.com.ua/109401



Мал. 37.2. Ендокринна система людини

Проект підручника видавництва «Ранок»



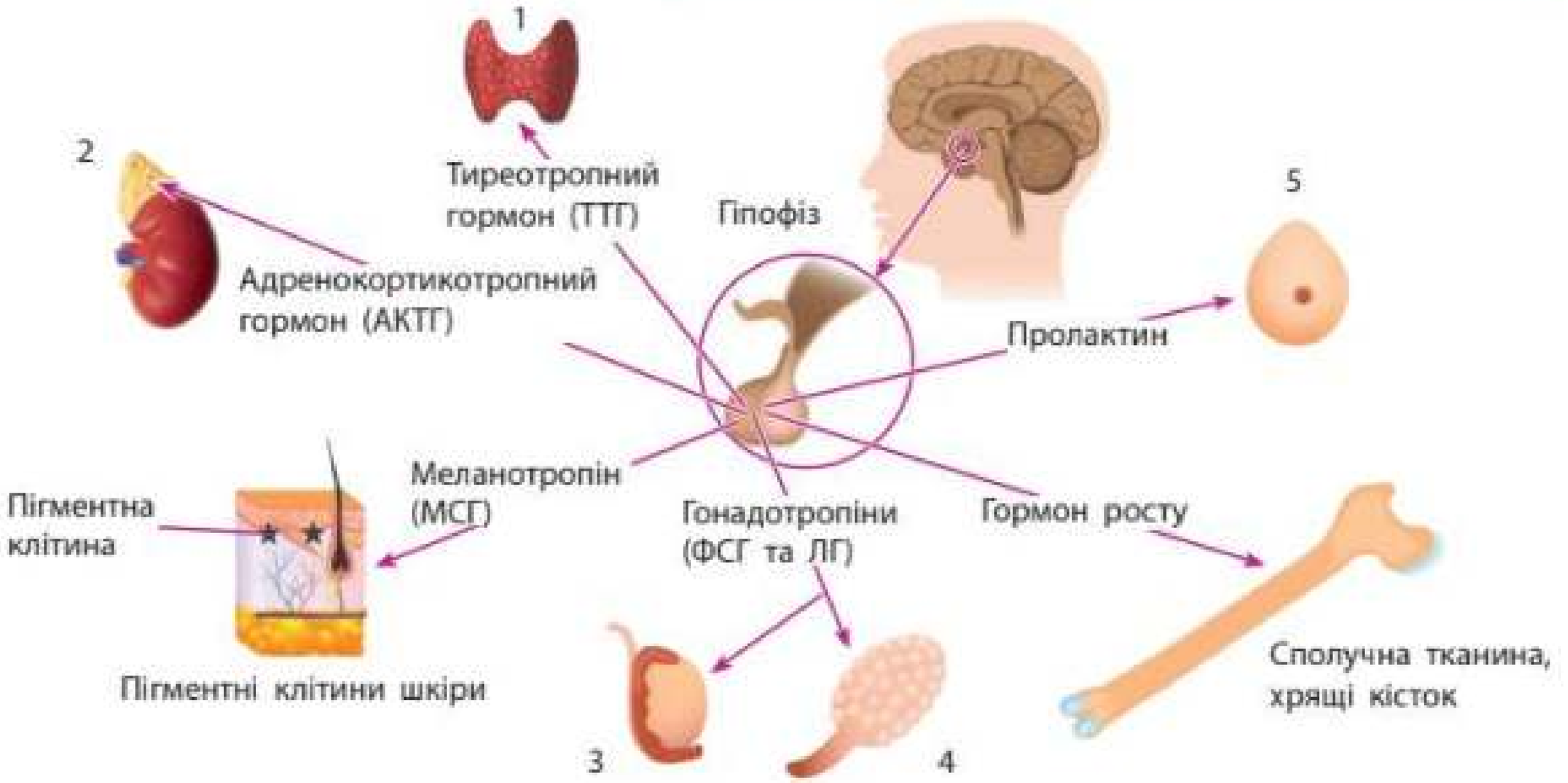
Мал. 37.3. Зафарбований гістологічний зріз надниркової залози

Особливості гуморальної (гормональної) регуляції:

- повільна та тривала дія (зміна процесів під дією гормонів відбувається впродовж хвилин, години або навіть декількох діб);
- дистантність дії (через кров та інші рідини внутрішнього середовища гормони потрапляють до всіх клітин тіла);
- специфічність дії (гормони впливають лише на клітини тканин, що мають рецептори до цих гормонів і викликають чіткий біологічний ефект);
- висока біологічна активність (гормони діють у малих концентраціях: нанограми чи мікрограми на літр крові).

Завдання

Розгляньте схему. Під час роботи використовуйте додаткові джерела інформації. Назвіть залози, позначені цифрами 1–5. За схемою встановіть гормони, які утворює гіпофіз, і спробуйте пояснити, які функції вони виконують. З'ясуйте, які порушення в організмі розвиваються за умов нестачі гормону росту в дітей / надлишку в дітей / надлишку в дорослих. Складіть опис і презентуйте класу розповідь про роль гіпофіза та його гормонів в організмі.



Проект підручника видавництва «Ранок»

Проєкт «Йододефіцит в організмі людини, його наслідки та профілактика»

Знайдіть інформацію про те, чому може виникнути дефіцит йоду в організмі людини, упорядкуйте й презентуйте її. Чому проблема йододефіциту поширена в одних регіонах України (наприклад, у гірських) і майже відсутня в інших? Поясніть, як виникнення зобу пов'язане з рівнем тироксину й тиреотропного гормону (ТТГ).

Нейрогуморальна регуляція

Роботу ендокринної системи координує **гіпофіз** — головна залоза внутрішньої секреції організму. Він виробляє так звані **тропні гормони**, що контролюють ріст і вироблення гормонів інших залоз організму. Роботу ж самого гіпофіза контролює **гіпоталамус** — структура проміжного мозку. Таким чином, гормональна та нервова регуляції взаємопов'язані в єдину нейрогуморальну систему регуляції роботи організму.

Запитання і завдання

1. Прочитайте текст і дайте відповіді на запитання.

The hypothalamus is a coordinating center of the endocrine system. It itegrates signals derived from the brain cortex, inner organs, hormone levels, chemical substances in blood, environmental cues such as light and temperature. Then it processes this information and regulates a the pituitary gland, inner organs, body temperature and other physiological processes.

Яку функцію виконує гіпоталамус? Чи можна його назвати «автопілотом» організму?

2. Дізнайтеся історію створення Інституту ендокринології та обміну речовин ім. В. П. Комісаренка Національної академії медичних наук України. Які захворювання вивчають у цій провідній науковій установі України?

Проєкт «Гіпотиреоз і діабет: найпоширеніші ендокринні захворювання»

Знайдіть інформацію, упорядкуйте й презентуйте її. Проаналізуйте різні причини захворювань. Складіть інфографіку, що відображає поширення цих захворювань серед населення Європи й України.

(Пре)діабет — що це та як розпізнати загрозливий стан? (Інформація від МОЗ України) rnk.com.ua/110376

Опорні точки

Гуморальна регуляція — це «спілкування» між клітинами за допомогою хімічних речовин, які циркулюють у рідинах організму (кров, тканинна рідина, лімфа). Гормони — це специфічні біологічно активні речовин, які виробляють залози внутрішньої секреції організму. Вони узгоджують роботу всіх клітин організму, регулюють обмін речовин, процеси росту, розвитку та розмноження.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 38. Залози внутрішньої та змішаної секреції

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Розгляньте інфографіку, що демонструє різні симптоми порушень в організмі. Порушення якої фізіологічної системи спричиняє такі різні симптоми? До якого лікаря слід звернутися в разі таких розладів?



Ендокринна система — це сукупність залоз та інших органів, клітини яких виділяють у кров гормони. Разом із нервовою, ендокринна система регулює й узгоджує всі процеси життєдіяльності: ріст, розмноження, обмін речовин тощо.

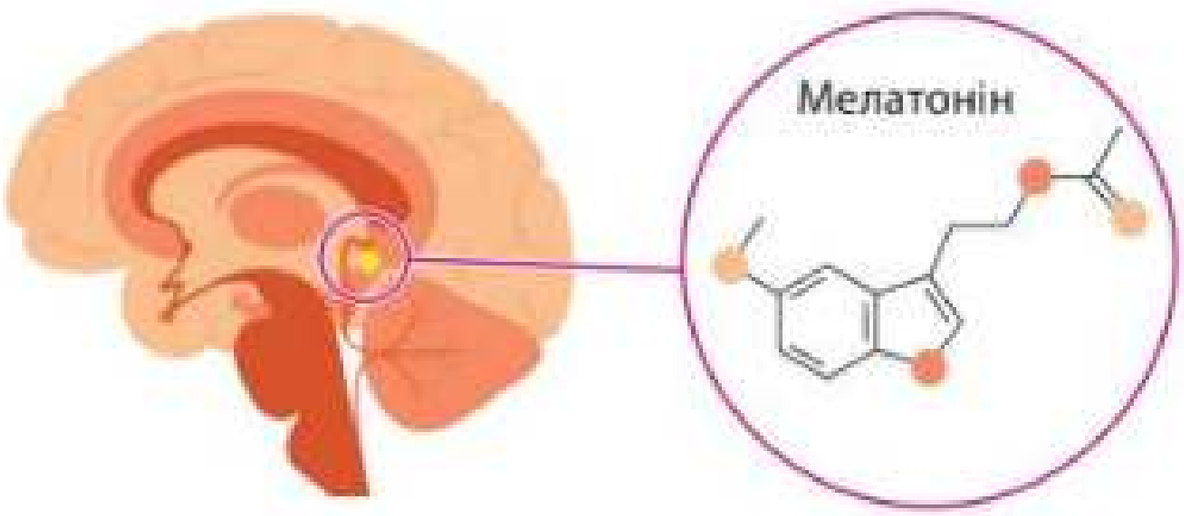
Залози внутрішньої секреції

Епіфіз, або шишкоподібне тіло, виробляє **мелатонін** у темний час доби, коли на сітківку ока не потрапляє світло (мал. 38.1).

Мелатонін регулює добові та сезонні біоритми. Зокрема, він спричиняє посвітління шкіри під зиму, затримує ріст і статеве дозрівання організму. Мелатонін зменшує активність кори головного мозку, знижує рівень стресових гормонів, внаслідок чого нормалізується робота імунітету.

Відкритий мікрофон

Чому для збереження здоров'я людині необхідний повноцінний сон саме в темний час доби? До чого призведе штучне подовження світлового дня та регулярне неспання в темну частину доби?



Мал. 38.1. Епіфіз продукує гормон мелатонін



Робота в парі

Часто в людей виникає «джетлаг», або десинхроноз (десинхронізація біологічних ритмів). Дізнайтеся, внаслідок чого він виникає та які порушення в організмі відбуваються.

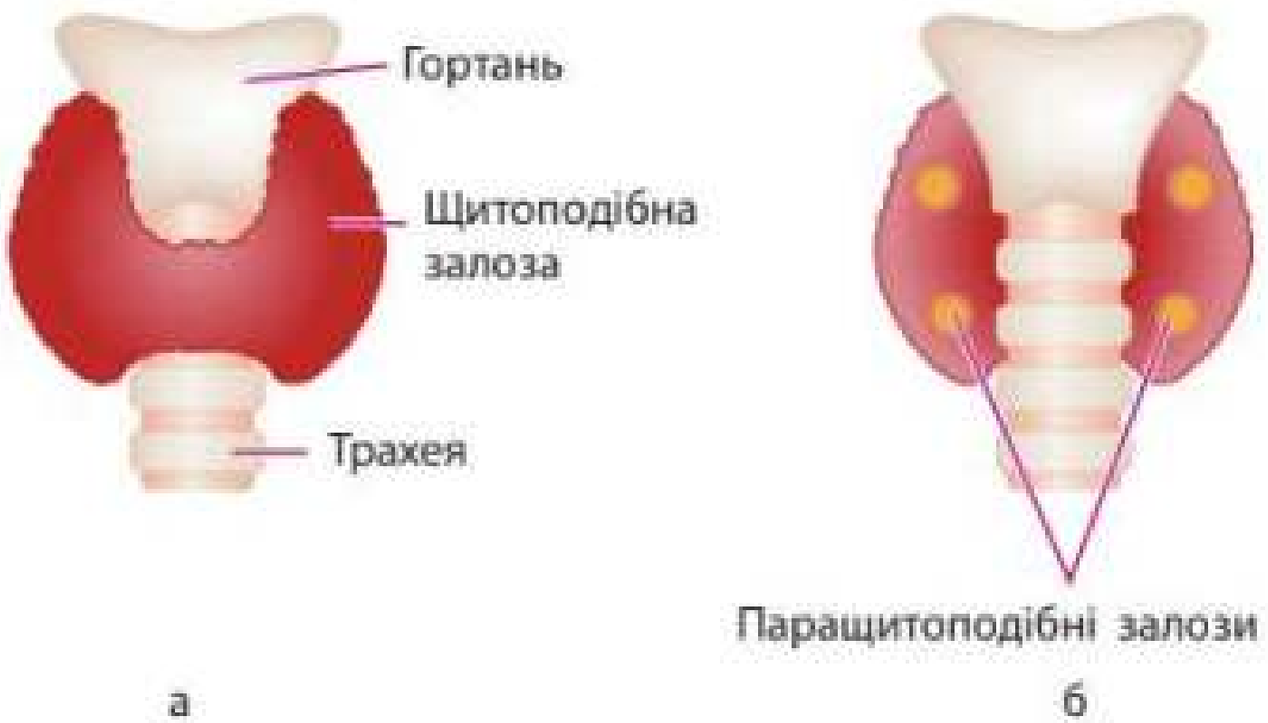
Чи стикалися ви з «джетлагом»? Який гормон може допомогти адаптації під час десинхронозу? Що слід зробити для зменшення його наслідків?

Проект підручника видавництва «Ранок»

Щитоподібна залоза (мал. 38.2а) виробляє три гормони: **тироксин, трийодтиронін** і **кальцитонін.** Ріст і секреція гормонів цієї залози залежить від рівня тиреотропного гормону (ТТГ) гіпофіза.

Молекули гормонів щитоподібної залози містять чотири (тироксин, або Т4) або три атоми Йоду (трийодтиронін, або Т3). Ці гормони прискорюють обмін речовин, збільшують вироблення тепла, забезпечують нормальний ріст і диференціацію клітин тканин. Гормони щитоподібної залози необхідні для нормального здійснення процесів життєдіяльності всіма тканинами й органами організму.

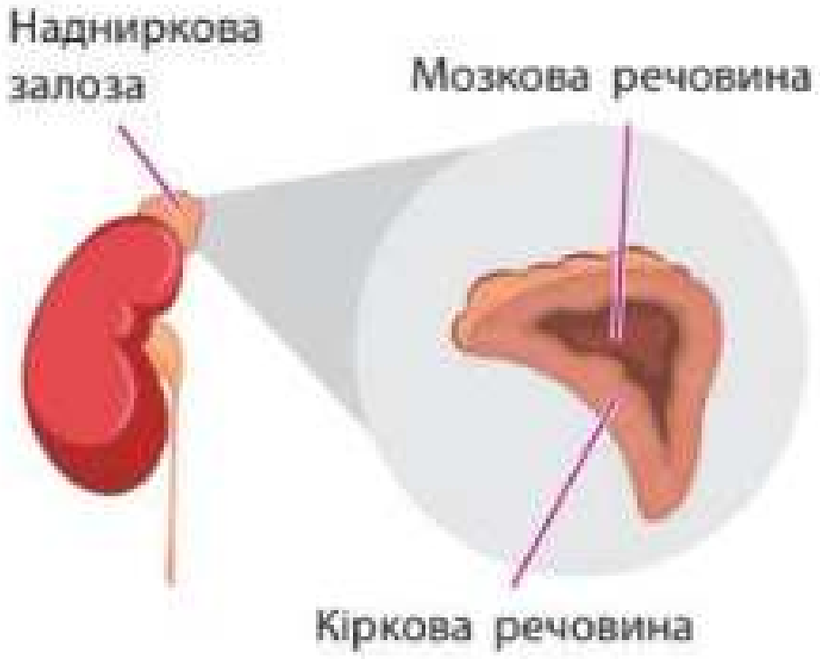
Кальцитонін бере участь в обміні Кальцію — знижує рівень Ca^{2+} в плазмі крові. Він блокує розщеплення солей кальцію в кістковій тканині, а також знижує реабсорбцію катіонів кальцію в канальцях нефронів нирок.



Мал. 38.2. Щитоподібна (а) та паращитоподібні (б) залози

Паращитоподібні залози (мал. 38.2б) виділяють у кров **паратгормон,** що підвищує концентрацію катіонів Ca^{2+} в плазмі крові. Для цього він активує розщеплення солей кальцію міжклітинної речовини кісткової тканини та вивільнення Ca^{2+} в кров. Паратгормон також стимулює реабсорбцію Ca^{2+} в канальцях нефронів нирок.

Надниркові залози, або просто наднирники, мають **мозкову речовину** всередині та **кіркову речовину** зовні (мал. 38.3).



Мал. 38.3. Надниркова залоза

Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

2021 року тема Всесвітнього дня щитоподібної залози, який щорічно відзначається 25 травня, звучала так: «Це — не Ви. Це — Ваша щитоподібна залоза». Поміркуйте, чому організатори обрали саме таку тему і чому, на їхню думку, вона вкрай актуальна на сьогодні.



Довідка. Вітамін D стимулює реабсорбцію катіонів Кальцію в канальцях нефронів нирок і їхнє всмоктування в кишечнику. Вітамін D також сприяє відкладанню солей кальцію та фосфатів у кістковій тканині.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Робота в групі

Прочитайте інформацію про роль кальцитоніну, паратгормону та вітаміну D в обміні кальцію. За потреби знайдіть додаткову інформацію. Із запропонованих блоків складіть схему «Регуляція рівня Кальцію в організмі». Стрілочка ↑ означає «підвищує», а стрілочка ↓ — «знижує». Презентуйте свою роботу іншим групам. Чи однакові схеми у вас вийшли? Чи є розбіжності? Поясніть їхні причини, якщо є.

↑ Всмоктування Ca^{2+} у кишці	↑ Концентрація катіонів Ca^{2+} в плазмі крові	↓ Реабсорбція Ca^{2+} у нефронах
↑ Відкладання солей кальцію в кістках	↓ Концентрація катіонів Ca^{2+} в плазмі крові	↑ Реабсорбція Ca^{2+} у нефронах
↑ Розчинення солей кальцію в кістках	Паратгормон	Вітамін D	Кальцитонін

Які з наведених біологічно активних речовин за функціями є антагоністами, а які — синергістами?

Завдання

Пригадайте основні біологічні ефекти симпатичного відділу нервової системи на організм людини й доповніть перелік функцій адреналіну, який дублює ці ефекти. Чи обов'язково стрес пов'язаний із негативними ситуаціями? Наведіть якомога більше випадків, коли у вас чи інших людей виділяється адреналін. Навіщо в цих ситуаціях потрібні його ефекти?

Мозкова речовина надниркових виробляє два гормони: **адреналін** і **норадреналін**. Виділення цих гормонів впливає на симпатичний відділ автономної нервової системи, до прикладу, в разі стресової реакції. Адреналін призводить до зростання рівня глюкози крові, підвищення артеріального тиску та частоти серцевих скорочень.

Кіркова речовина надниркових виділяє в кров стероїдні гормони, які тому й називають **кортикостероїди**. Ріст надниркової залози та виділення нею гормонів контролює адренокортикотропний гормон (АКТГ) гіпофіза.

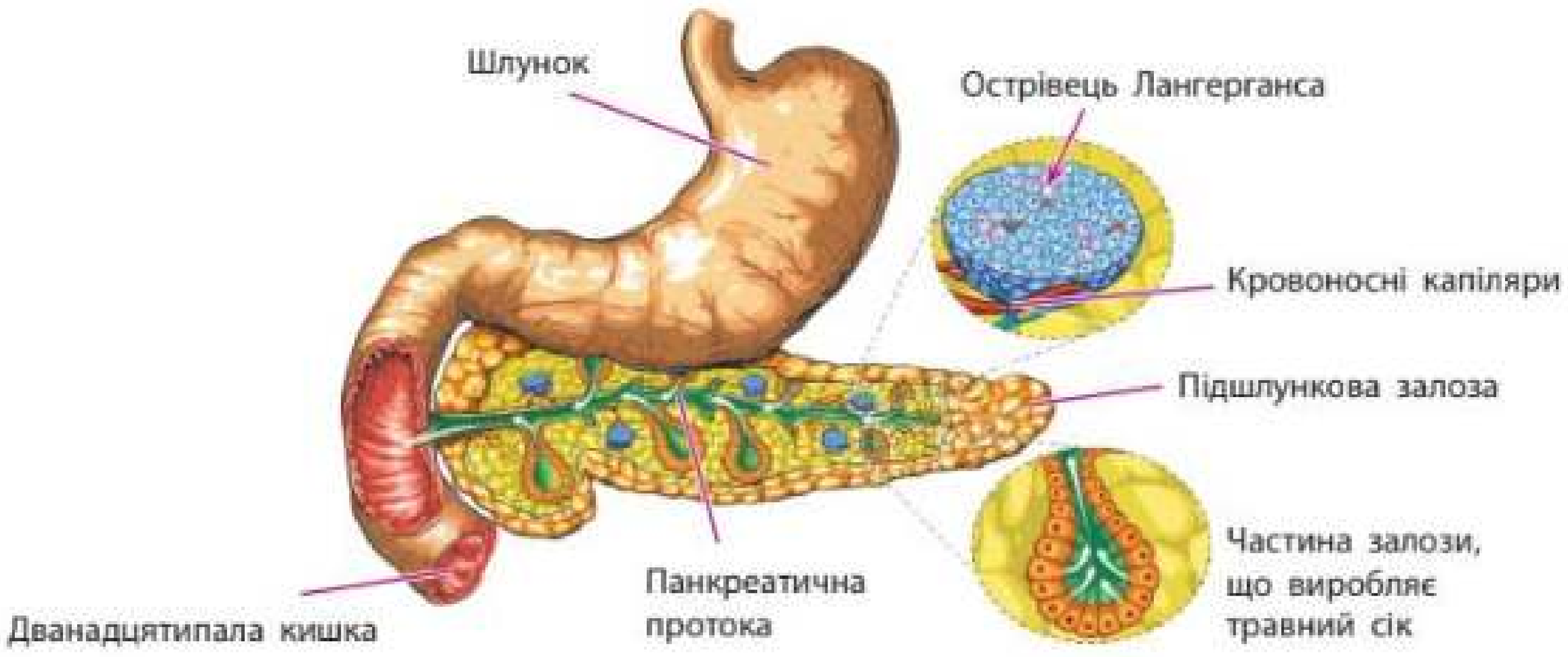
Кортизол — це глюкокортикоїдний гормон, який регулює обмін білків, вуглеводів і жирів. Зокрема, він спричиняє зростання рівня глюкози в крові. Кортизол змінює весь обмін речовин задля поповнення організмом «сил», щоб подолати стресові реакції та пристосуватися до них. За таких умов він пригнічує запальні й алергічні імунні реакції.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Залози змішаної секреції

Підшлункова залоза виробляє та виділяє у дванадцятипалу кишку травний сік (пригадайте його роль у травленні) — це зовнішня (екзокринна) секреція. У її тканині містяться скупчення клітин, які називають **острівцями Лангерганса** (мал. 38.4). Ці клітини виробляють і виділяють у кров гормони **інсулін** і **глюкагон** — це внутрішня (ендокринна) секреція.

Довідка. 1923 року вихованець Харківського університету, відомий український терапевт та ендокринолог Віктор Мойсейович Коган-Ясний (1889–1958) розробив перший вітчизняний інсулін. В. Коган-Ясний 1921 року організував у Харкові студентські лікарню й поліклініку, а також перший в Україні дієтичний диспансер (1925 рік).

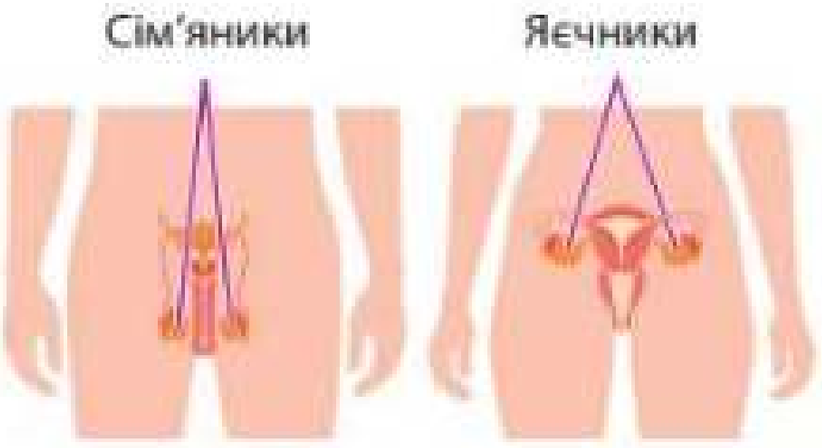


Мал. 38.4. Екзокринна й ендокринна (острівці Лангерганса) частини підшлункової залози

Коли рівень глюкози після їжі зростає, підшлункова залоза виділяє **інсулін**, що знижує її рівень. Інсулін діє на клітини печінки, м'язів і жирової тканини, стимулюючи захоплення й використання ними глюкози. У клітинах печінки глюкоза перетворюється на глікоген, а в жирових клітинах — на жири.

Глюкагон є антагоністом інсуліну, який підвищує рівень глюкози в крові в періоди між прийомами їжі.

Статеві залози виробляють статеві клітини (зовнішня секреція) та статеві гормони (внутрішня секреція). У жіночої статі — це яєчники, які продукують жіночі статеві гормони — **естрогени** та **прогестерон.** У чоловічої статі — це сім'яники, або яєчка, що виробляють **тестостерон** (мал. 38.5). Роботу й функції



Мал. 38.5. Статеві залози (гонади) в людей: сім'яники в чоловіків та яєчники в жінок

Проект підручника видавництва «Ранок»

статевих залоз контролюють гонадотропні гормони (ФСГ та ЛГ) гіпофіза.

Статеві гормони визначають розвиток **вторинних статевих ознак** (анатомічні та фізіологічні відмінності статей). У чоловіків — це широкі плечі, волосся на тілі, розростання хрящів гортані (низький голос) та ін. У жінок — це розвиток молочних залоз, формування широкого тазу, мала кількість волосся на тілі тощо.

Статеві гормони також забезпечують дозрівання статевих клітин, регулюють обмін речовин, впливають на поведінку особин і виконують деякі інші важливі функції.

Поміркуйте

Навіщо потрібне формування вторинних статевих ознак у тварин і людини?

Відеоурок «Ендокринна система» rnk.com.ua/109402

Запитання і завдання

1. Поміркуйте, чи можна вважати вітамін D гормоном.
2. Поясніть, чому хронічний стрес і нервові виснаження сьогодення можуть стати причиною безпліддя.
3. Дізнайтеся, що таке стероїди-анаболіки. Похідними якого гормону вони є? Що означає «анаболік»? Із якою метою люди їх вживають? До яких наслідків це може призвести у чоловіків / жінок?
4. Знайдіть інформацію про альдостерон, вазопресин (антидіуретичний гормон). У яких ситуаціях і з якою метою підвищуються рівні цих гормонів? Складіть схему «Регуляція водно-сольового обміну» за участю цих гормонів.

Опорні точки

Ендокринна система регулює життєдіяльність організму шляхом вироблення гормонів. До залоз ендокринної системи належать залози як внутрішньої, так і змішаної секреції. Гормони регулюють процеси росту, розвитку, розмноження та обміну речовин в організмі.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§39. Імунна система. Види імунітету. Механізми вродженого імунітету

Антигени та імунітет

Організм як єдина система для свого існування має підтримувати свою цілісність та індивідуальність.

Кожен окремий організм має свої унікальні білки, які характеризуються власними генами. Ці білки, наче штрих-код, визначають належність клітин до певного організму чи тканини. На речовини, які мають ознаки генетичної відмінності (антигени), може виникати імунна відповідь. Імунна система виробляє проти них «зброю» — білки імуноглобуліни (антитіла).

Антигенами найчастіше виступають білки, що належать іншим організмам або є зміненими в результаті мутацій власних білків.

Відмінності між генами різних людей зумовлюють різницю в білках і, відповідно, в ознаках організму.

Якщо в організмі з'являються, наприклад, антигени вірусів або антигени ракових клітин (змінені власні), то їх треба знешкодити й знищити, щоб зберегти цілісність та індивідуальність організму. Цим і займається **імунітет**. Клітини імунної системи розпізнають антигени і знешкоджують їх, підтримуючи антигенний та клітинний гомеостаз. Захисні реакції організму проти генетично чужорідних речовин (антигенів) поступово вдосконалювалися. У процесі еволюції імунна система ставала більш складною та ефективною.

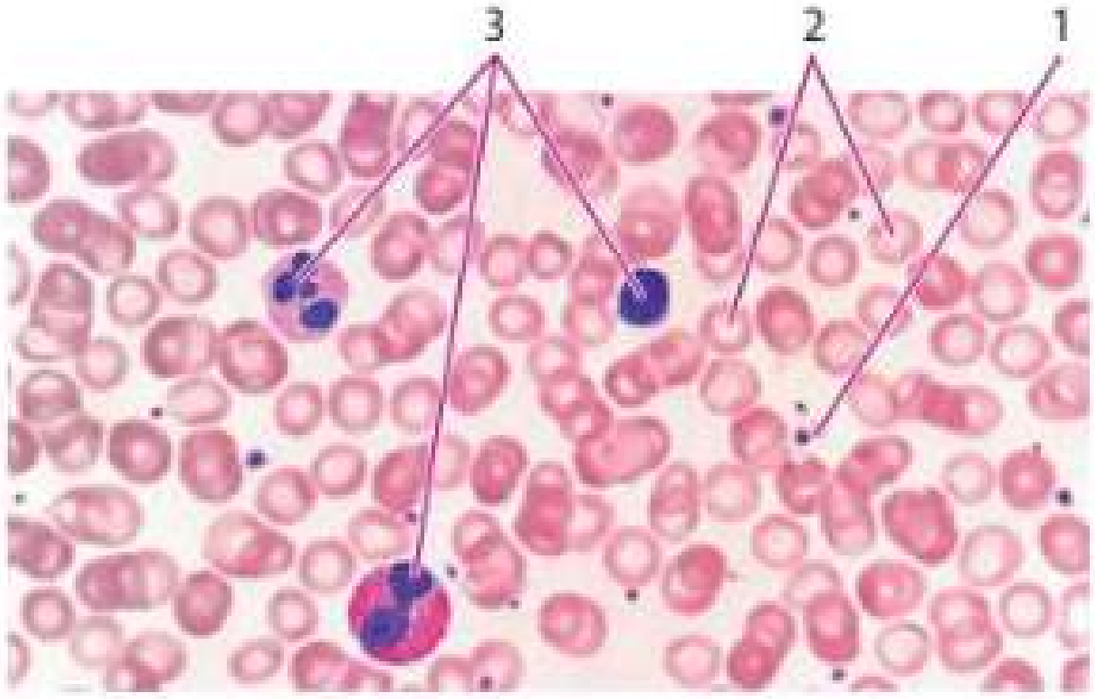
Поміркуйте й обговоріть ситуацію

У другій половині II століття н. е. Марк Аврелій побудував нову стратегію захисту Риму. Крім лімесів (укріплених кордонів, що охороняли легіонери) та гарнізонів (військ загального призначення, що були розподілені всією територією імперії), він створив мобільні корпуси. Такі групи мали тимчасовий характер і створювалися спеціально для конкретної кампанії, після якої їх розпускали.

Чому такий розподіл на бар'єрні кордони, війська загального та спеціального призначення, виявився ефективним у Маркоманських війнах?

Робота в парі

Пригадайте та назвіть клітини, які позначені на мазку крові цифрами 1–3. Які існують різновиди клітин за номером 3? Які функції вони виконують? Де вони утворюються й руйнуються, скільки живуть і який їхній вміст у крові в нормі?

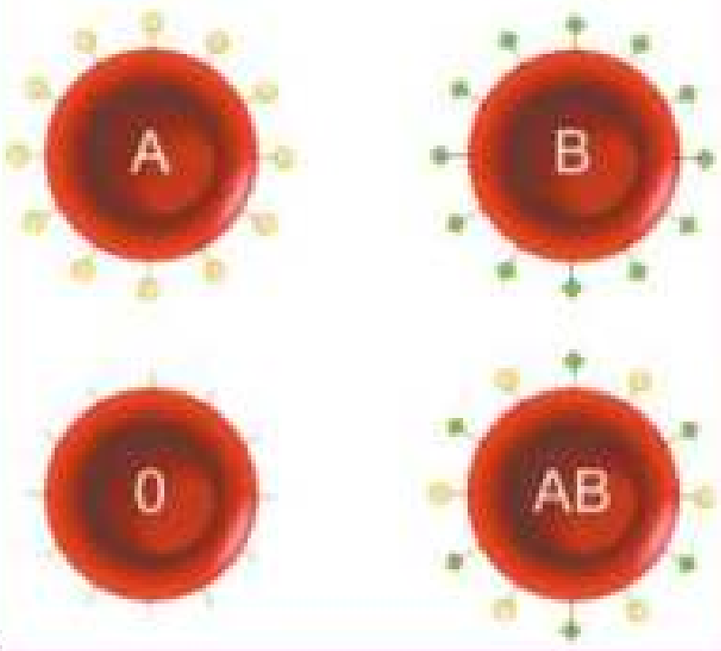


Проект підручника видавництва «Ранок»

Імунітет — сукупність механізмів захисту від антигенів, джерелом яких є віруси, бактерії, гриби, паразитичні черви, власні ракові клітини тощо. Імунітет забезечується роботою імунної системи.

Завдання

Розгляньте малюнок і поясніть, чим визначається ознака: група крові людини за системою АВО.



Імунна система

Основними клітинами імунної системи є лейкоцити. Вони утворюються зі стовбурових клітин у **червоному кістковому мозку**. Тут формується все різноманіття лейкоцитів. Молоді лімфоцити здатні розпізнавати більшість антигенів, зокрема і свої. Щоб не нашкодити організму, слід відсортувати лише ті клітини, що розпізнають антигени. Цей процес відбувається в тимусі.

Тимус (загрудинна, або вилочкова залоза) — центральний орган імунної системи, який активно працює в людей у молодому віці (мал. 39.1). У ньому відбувається розмноження, дозрівання та добір, або селекція, Т-лімфоцитів (Т — тому що вони дозрівають у тимусі). Ті Т-лімфоцити, які «навчилися» розпізнавати ворога, мігрують до тканин і починають «працювати». А ті, що «не навчилися», руйнуються макрофагами.



Мал. 39.1. Органи імунної системи людини

Імунна система — це регуляторна система організму, яка разом із нервовою та ендокринною системами забезпечує гомеостаз.

Червоний кістковий мозок і тимус називають **центральними органами імунної системи.**

Периферичними органами імунної системи є лімфатичні вузли, селезінка і скупчення лімфоїдної тканини в слизових оболонках, наприклад, носоглотки (мигдалики, аденоїди), тонкої кишки (пеєрові бляшки) та апендиксу.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Тут «живуть» і працюють імунні клітини (лейкоцити). У цих органах вони здійснюють імунну відповідь: розпізнають і знешкоджують антигени.

Види імунітету

Якщо мікроорганізми подолали першу лінію «укріплених кордонів» організму — слизові оболонки та шкіру, то на них чекають «війська загального призначення» — «гарнізони» лейкоцитів. До того ж імунні клітини та деякі інші клітини організму виробляють «хімічну зброю» — спеціальні захисні білки (лізоцим, інтерферони та ін.). Це — **вроджений імунітет**, який здатний знешкодити більшість антигенів (схема 20).

Якщо ж друга лінія захисту не впоралася, то долучаються «війська спеціального призначення» — Т-лімфоцити та В-лімфоцити, що забезпечують **адаптивний імунітет**, чітко спрямований саме проти конкретних антигенів.

Механізми імунітету можуть знешкодити антигени двома способами:

— за допомогою імунних клітин, як-от: фагоцити чи Т-лімфоцити (клітинний імунітет);
— за допомогою захисних білків: інтерферонів чи антитіл (гуморальний імунітет).

Клітинний і гуморальний імунітет є двома взаємопов'язаними складниками імунної відповіді. Лише працюючи разом, вони можуть ефективно захищати організм від інфекції.

Поділіться своїми думками

Чому імунні клітини зосереджені саме в лімфовузлах, селезінці та скупченнях лімфоїдної тканини слизових оболонок?

Відкритий мікрофон

Перед тим, як потрапити всередину, патогенні мікроорганізми мають подолати першу лінію захисту — «укріплені кордони» нашого організму. Поясніть, завдяки чому здорові слизові оболонки ока, дихальних шляхів, ротової порожнини та шлунка, а також наша шкіра, є неподоланними перешкодами для мікроорганізмів.



Схема 20. Види імунітету та його механізми

Проект підручника видавництва «Ранок»

Ілля Ілліч Мечников (1845—1916), всесвітньо відомий науковець, народився й навчався на Харківщині. Він створив нову теорію запалення (фагоцитарна теорія) як активної захисної реакції організму проти шкідливих факторів, зокрема патогенних бактерій.
За створення теорії імунітету І. Мечников (фагоцитарна теорія) та П. Ерліх (гуморальна теорія) 1908 року були удостоєні Нобелівської премії.

Вроджений імунітет

За допомогою фагоцитозу **макрофаги** й **нейтрофіли** захоплюють вірусні частинки, бактерій, дрібних протистів, зруйновані клітини та перетравлюють їх (мал. 39.2). У місці роботи фагоцитів розвивається реакція запалення, куди мігрують на допомогу нові фагоцити. Наприклад, у результаті боротьби нейтрофіли гинуть разом із бактеріями і формують **гній**.

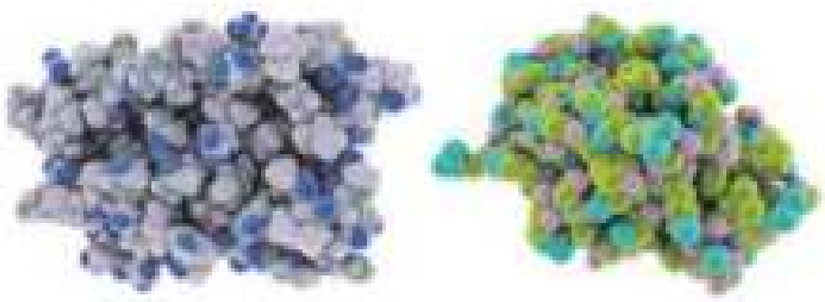
Серед лейкоцитів є особливі клітини — **природні кілери**. Вони виконують функцію «нагляду» за клітинами організму. Якщо природний кілер розпізнає ушкоджену, заражену патогеном або ракову клітину, він її руйнує.



Мал. 39.2. Фагоцитоз бактеріальних клітин лейкоцитом

Захист слизових оболонок від бактерій забезпечує білок **лізоцим**. Він міститься в усіх рідинах організму: сльозах, слині, слизі тощо. Лізоцим розщеплює клітинну стінку, що спричиняє руйнування клітин бактерій. Відсутність лізоциму призводить до загибелі організмів.

Захист від вірусів і ракових клітин забезпечують спеціальні білки — **інтерферони**. Їх виробляють уражені вірусами клітини, а також лейкоцити, що розпізнали інфекцію. Якщо рецептор клітини зв'язує інтерферон, вона змінює низку процесів, що унеможливлює розмноження вірусів у ній. Інтерферони також зупиняють поділи інфікованих чи ракових клітин і запускають їхню загибель (мал. 39.3).



а б

Мал. 39.3. Моделі молекул захисних білків: інтерферону (а) та лізоциму (б)

Здебільшого механізмів вродженого імунітету цілком достатньо, щоб подолати більшість інфекцій і стримувати утворення ракових клітин. Вроджений імунітет забезпечує також несприйнятливість людини до інфекційних захворювань, що притаманні тваринам і рослинам.

Проект підручника видавництва «Ранок»

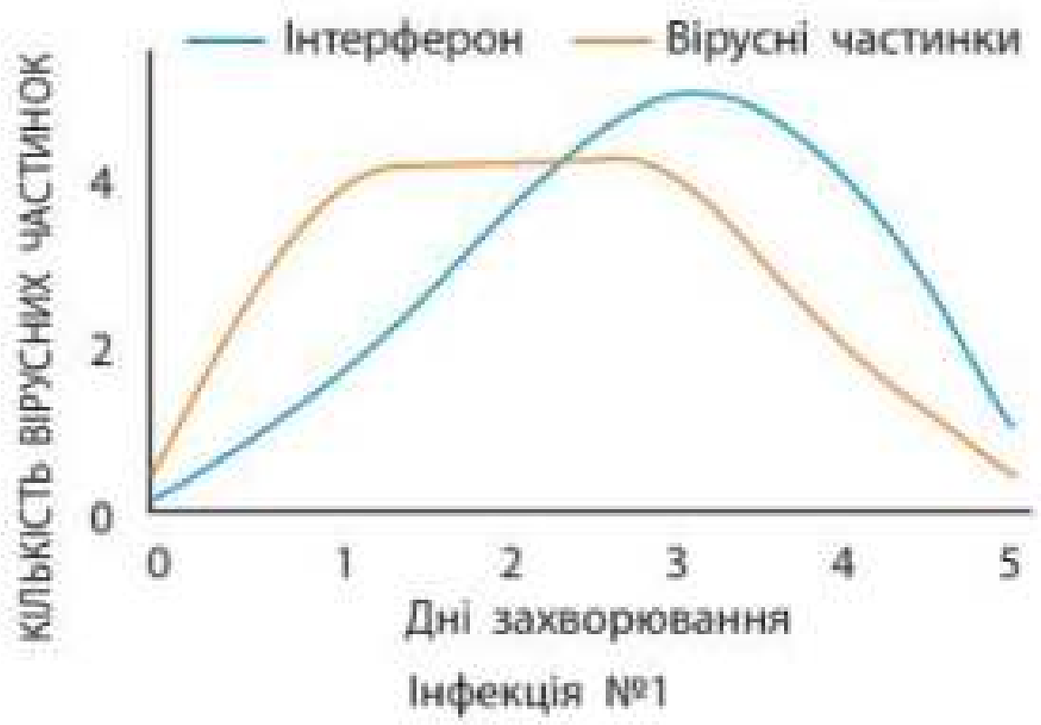
Запитання і завдання

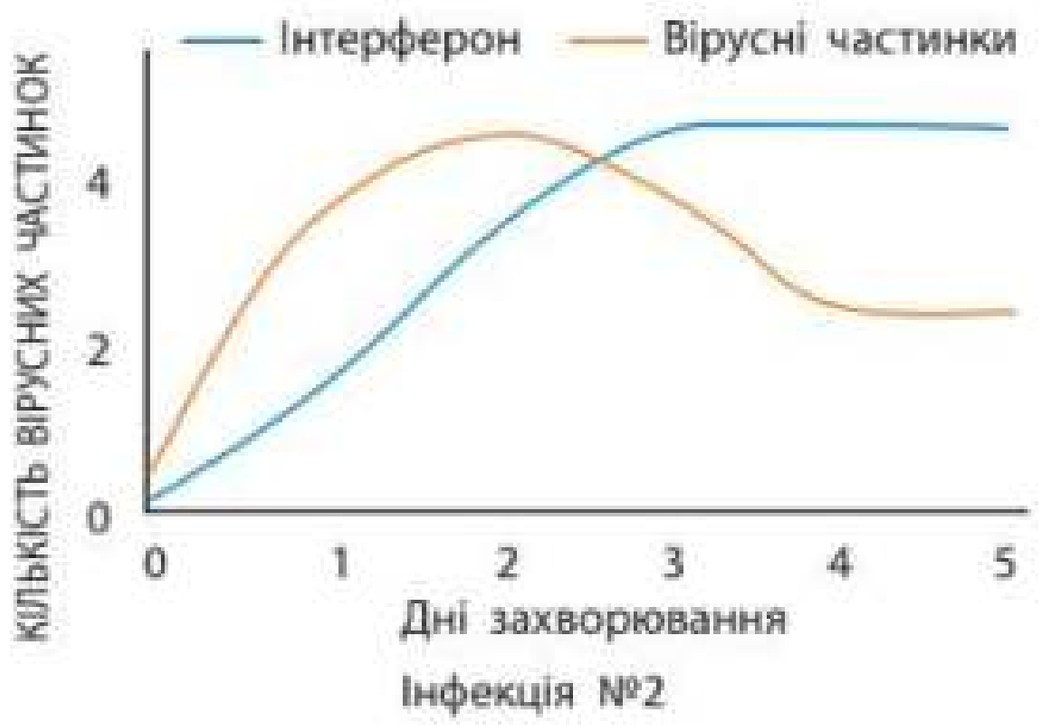
1. Знайдіть інформацію, критично проаналізуйте її та дайте відповідь на питання: «Чи справді вітаміни C та D зміцнюють імунітет і прискорюють одужання під час вірусних інфекцій?».
2. Видатний вітчизняний ботанік, протозоолог і мікробіолог Лев Семенович Ценковський (1822—1887), якого вважають засновником наукової школи вітчизняних мікробіологів, не лише описав 43 нові види мікроорганізмів, а й винайшов власний метод виготовлення вакцини проти сибірки. Дізнайтеся, що це за захворювання, чому воно саме так називається і які українські слова є словами-синонімами до цієї назви.
3. Користуючись схемою «Види імунітету та його механізми» на с. 195 і текстом підручника, дайте відповіді на запитання.
   - Чим відрізняються вроджений і адаптивний імунітет?
   - Які клітини забезпечують клітинний імунітет?
   - Які молекули забезпечують гуморальний імунітет?
4. **Робота в парі.** Розгляньте графіки, що показують динаміку двох різних захворювань і реакцію вродженого імунітету на них. Хто є збудником цих інфекцій? Яка з них перебігає в легкій формі та чим це зумовлено? Яка ситуація відповідає захворюванню на грип, а яка — на папіломи?

Завдання про первиину та вторинну імунну відповідь
rnk.com.ua/110467

Опорні точки

Характерні для кожного організму білки називають антигенами. Імунітет — це здатність організму захищатися від антигенів, джерелом яких є віруси, бактерії, гриби, паразитичні протисти та черви, а також власні ракові клітини. Механізми імунітету забезпечують лейкоцити (фагоцити, лімфоцити) та захисні білки (інтерферони, лізоцим).





Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 40. Адаптивний імунітет. Вакцини та сироватки

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Більшість дітей хворіє частіше, ніж дорослі. Коли ж дорослі люди змінюють звичне місце проживання чи роботи, вони також можуть частіше хворіти. Яка причина описаних явищ? Як ви вважаєте, чому люди не хворіють повторно на більшість інфекцій?



Пригадайте. Що таке антиген? Які бувають антигени? Що є носієм антигенів? Що означає термін «гуморальна регуляція»?

Адаптивний імунітет

Механізми вродженого імунітету (фагоцити, лімфоцити, природні кілери, інтерферони та лізоцим) ефективно захищають організм від переважної більшості антигенів і стримують утворення ракових клітин. Однак жодні механізми не ідеальні, а патогенні організми різноманітні й поступово «навчаються» їх долати.

Для повноцінного захисту організму необхідна високоспецифічна й прицільна «зброя», спрямована безпосередньо проти конкретного антигена, збудника інфекції чи ракової клітини. Це — **адаптивний імунітет**. Його функції подібні до «мобільних корпусів» Марка Аврелія, оскільки механізми адаптивного імунітету «підлаштовуються» й спрямовуються лише проти окремого антигена, який у конкретний момент треба знищити.

Гуморальний адаптивний імунітет

У лімфовузлах і селезінці розташовані численні В-лімфоцити. Кожен із них має унікальні рецептори на поверхні клітини. Рецептори одного В-лімфоцита можуть з'єднуватися лише з одним різновидом антигена (мал. 40.1).

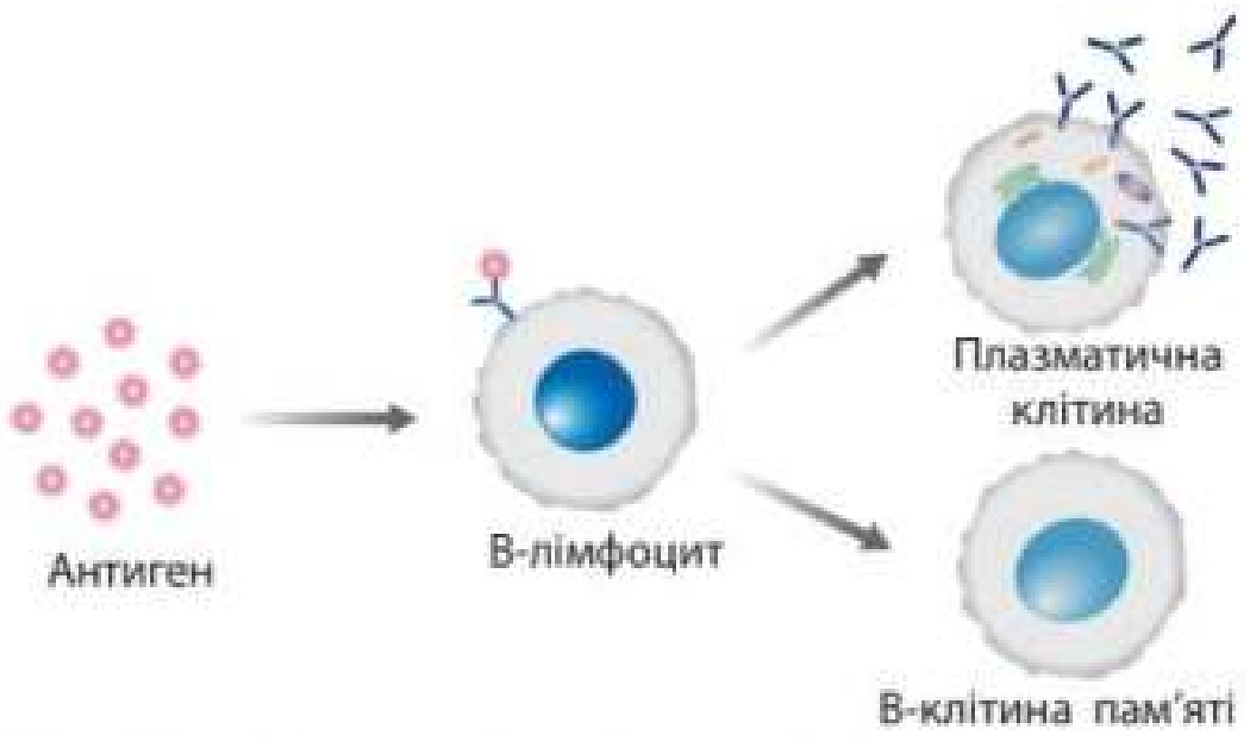
Антиген, який потрапив в організм, циркулює рідинами внутрішнього середовища (кров, тканинна рідина, лімфа), поки він не зв'яжеться з рецептором якогось В-лімфоцита. Надалі такий В-лімфоцит розмножується й створює колонію плазматичних клітин, що виробляють **антитіла** (ідентичні рецепторам), які здатні зв'язувати антиген (мал. 40.2, с. 199). Для активації В-лімфоцитів необхідні клітини-помічники: Т-лімфоцити-хелпери.

Антитіла, або **імуноглобуліни** (скор. Ig), — це складні білки, які специфічно розпізнають і зв'язують антигени. Існує кілька різновидів антитіл: імуноглобулін M (IgM), імуноглобулін G (IgG), імуноглобулін E (IgE) та інші (мал. 40.3, с. 199). Після з'єднання антигена



Мал. 40.1. Рецептори В-лімфоцита зв'язують лише один специфічний для них антиген

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Мал. 40.2. Схема утворення антитіл і В-клітин пам'яті

з антитілом антиген не здатний завдавати шкоди. Надалі клітини-макрофаги розпізнають комплекси «антиген — антитіло», поглинають і руйнують їх.

Після одужання антитіла поступово руйнуються й зникають, але в організмі тривалий час залишається невелика кількість В-лімфоцитів, що «пам'ятають», як виробляти антитіла саме проти цього антигена. Якщо антиген повернеться, то ці клітини дуже швидко активуються й знову напрацюють потрібні антитіла.

Клітинний адаптивний імунітет

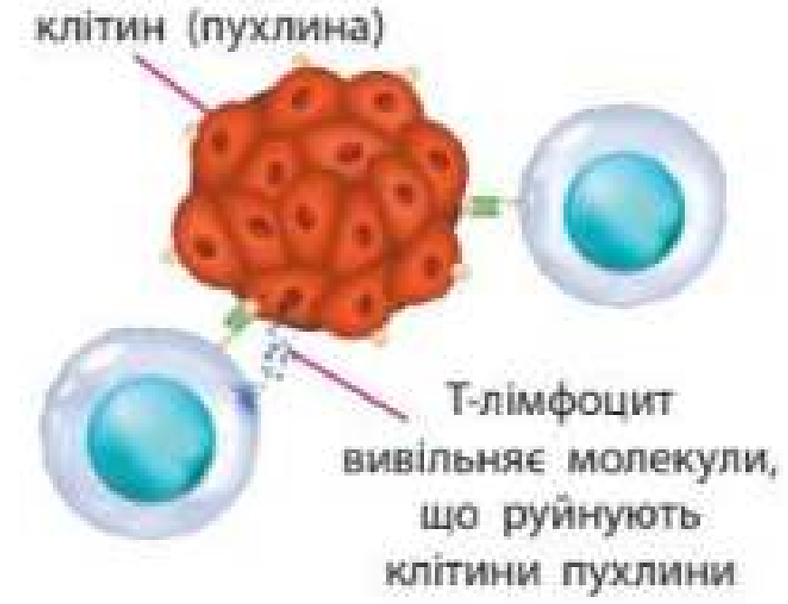
Часто неможливо просто так нейтралізувати антигени чи їхніх носіїв, адже вони можуть бути всередині клітин організму (віруси, сальмонели, малярійний плазмодій). Уражені внутрішніми паразитами або ракові клітини необхідно знищити за допомогою спеціальних клітин.

Для цього існують Т-лімфоцити-кілери (мал. 40.4). Вони мають на своїй поверхні рецептори, що розпізнають лише один певний антиген. У разі взаємодії з антигеном Т-лімфоцити починають посилено розмножуватися, утворюючи велику кількість клітин-кілерів. Вони розпізнають і знищують уражені клітини, що мають цей антиген.

Після одужання в організмі тривалий час залишається невелика кількість Т-лімфоцитів, що «пам'ятають», як розпізнавати антигени уражених клітин.



Мал. 40.3. Модель молекули білка імуноглобуліну (антитіло IgG)



Мал. 40.4. Т-лімфоцити-кілери розпізнали антигени ракових клітин і знищують їх

Довідка. 1886 року було створено Одеську бактеріологічну станцію. Очолив її засновник школи вітчизняних бактеріологів, лауреат Нобелівської премії Ілля Мечников. 1915 року цій інституції було присвоєно його ім'я.

Робота в парі

На сайті МОЗ України ознайомтеся з календарем вакцинації. Зазначте, від яких бактеріальних інфекцій наразі обов'язково щеплюють в Україні? Від яких вірусних інфекцій проводять вакцинацію? Чим небезпечні саме ці інфекційні захворювання, зважаючи на те, що вакцинація від них є обов'язковою?

Проект підручника видавництва «Ранок»

Відкритий мікрофон

Першу у світі вакцину проти малярії почали розробляти ще в 1980-х роках, а завершили 2015 року. Чому створення вакцини від малярії було важливим завданням, на яке витратили понад 30 років? Чому розроблення вакцин — це тривалий процес? Чи важлива ця вакцина для України?

Робота в групі

Існують препарати, де діюча речовина — інтерферон чи антитіла. Чи здатні ці білкові речовини потрапити в кров через травну систему? Чи варто витрачати кошти на препарати, у складі яких є антитіла до інтерферону?

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Проти яких захворювань існують лікувальні сироватки? Чи є альтернатива сироваткам? Підготуйте про це тезову доповідь.

Опорні точки

Адаптивний імунітет — це механізми цілеспрямованого захисту організму проти антигенів (білків, вірусів, бактерій, ракових клітин). Антитіла зв'язуть і блокують антигени. Комплекси антиген-антитіло захоплюють і руйнують фагоцити. Т-лімфоцити-кілери розпізнають антигени та цілеспрямовано знищують клітини, що мають такі антигени.

Вакцини та сироватки

Як застосовують знання про механізми імунітету в боротьбі із захворюваннями? Двома основними шляхами: специфічна профілактика інфекцій та деяких вірусів і бактерій, що можуть викликати рак (вакцини) та лікування захворювань (сироватки).

Вакцинація, або щеплення, — це введення в організм **вакцини** — препарату, що містить антигени збудника інфекції: інактивовані білки, зруйновані вірусні частинки, знешкоджені бактерії тощо. Це необхідно, щоб «познайомити» імунну систему з невідомими антигенами і сформувати клітини імунної пам'яті: В-лімфоцити й Т-лімфоцити, що «знають», як знешкодити ці антигени. Інакше кажучи, ми імітуємо потрапляння в організм збудника інфекції. Якщо надалі в організмі виявиться справжній збудник цієї інфекції, то клітини імунної пам'яті дуже швидко активуються й знищать його.

Сироватки — це препарати, що містять готові антитіла до певного антигена. Так, лікувальна сироватка від правця містить антитіла проти правцевого токсину. Протиправцеву сироватку необхідно ввести в кров якнайшвидше після встановлення діагнозу. Антитіла сироватки зв'яжуть правцевий токсин і заблокують його дію на нейрони головного та спинного мозку. Це дасть людині шанс вижити.

Запитання і завдання

1. Довго в наукових колах точилася суперечка щодо важливості механізмів імунітету. Дізнайтеся про відкриття Нобелівських лауреатів Пауля Ерліха та Іллі Мечникова, поясніть суть цієї суперечки. Хто в ній переміг?
2. Спрогнозуйте медичні, соціальні, політичні та економічні наслідки повної відмови населення України від вакцинації.
3. Проаналізуйте інформацію про склад кількох вакцин (наприклад, від грипу, коронавірусу, правця) та з'ясуйте, що є антигеном у цих вакцинах.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§41. Захворювання ендокринної та імунної систем

Ендокринні порушення

З різних причин залози внутрішньої секреції можуть утворювати мало гормонів (гіпофункція) або ж їхній надлишок (гіперфункція). Обидва ці стани є причиною порушення гомеостазу та розвитку серйозних захворювань.

Серед ендокринних захворювань відомі такі, як-от: гігантизм, гіпофізарна карликовість, акромегалія, мікседема, хвороба Грейвса, кретинізм, діабет та інші (схема 21).



Схема 21. Причини й наслідки захворювань ендокринної системи

Робота в групі

Розгляньмо ситуацію.

До сімейної лікарки звернулася жінка 38 років із загальними скаргами: м'язова слабкість, втрата ваги, часта тахікардія, біль у животі та розлади травлення. Під час огляду лікарка помітила специфічне потемніння слизових оболонок і гіперпігментацію шкіри пацієнтки та скерувала її до ендокринолога.

Наявні симптоми — слабкість, втрата ваги, тахікардія та розлади травлення — свідчать про

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

«За однією з версій, розшифровка єгипетських табличок свідчить про те, що фараон Менес помер від укусу оси (2600 р. до н. е.)», «імператор Артаксеркс страждав нападами раптової задухи та утрудненого дихання, що частішають влітку (450 р. до н. е.)», «Авіценна описав «весняний нежить», що з'являється під час цвітіння трав (1010 р. н. е.)».

Що пов'язує всі наведені історичні описи, різниця між якими — тисячі років? Чим відрізняються подібні ситуації від тих, про які ми знаємо сьогодні?

Завдання

Щороку 14 листопада проводиться Всесвітній день боротьби із цукровим діабетом. Яка мета заходів, що відбуваються цього дня? Дізнайтеся про це на сайті державної установи «Центр громадського здоров'я Міністерства охорони здоров'я України».

rnk.com.ua/110361

Проект підручника видавництва «Ранок»



Втома та млявість Знижений настрій або дратівливість Втрата ваги М'язова слабкість

Мал. 41.1. Деякі симптоми хвороби Аддісона



Мал. 41.2. Надмірна пігментація шкіри пацієнтки

значне порушення обміну речовин (мал. 41.1). Вони спричинені сильним зниженням рівня кортизолу, який регулює обмін вуглеводів, білків і жирів в організмі, та альдостерону.

Потемніння шкіри, слизових оболонок і пігментні плями зумовлені високим рівнем АКТГ (адренокортикотропного гормону гіпофіза), який у високих дозах діє, як меланотропін, сприяючи утворенню меланіну пігментними клітинами шкіри (мал. 41.2).

Чому ж такий високий АКТГ? Річ у тім, що в пацієнтки є аутоімунне захворювання, за якого її власні імунні клітини руйнують тканину надниркових залоз. Внаслідок цього залози не здатні повноцінно виробляти кортизол та альдостерон. Його рівень дуже низький, тож гіпофіз підвищує вироблення АКТГ, щоб стимулювати надниркові продукувати більше гормонів. Але вони не можуть цього зробити...

Як компенсувати цей розлад? Здебільшого допомога полягає в пожиттєвих ін'єкціях цих гормонів. Вони нормалізують обмін речовин, знижують рівень АКТГ і повертають якість життя.



До Після

Робота в групі

Розгляньте зображення чоловіка до та після розвитку ендокринного порушення. Які частини тіла та тканини змінилися? Із розладами роботи якої залози / виробленням якого гормону це може бути пов'язано? Змоделюйте ситуації гіперфункції та гіпофункції цієї залози (гормону) в дітей. Як можна допомогти дитині в разі гіпофункції цієї залози? Ідентифікуйте всі типи ендокринних розладів, які ви описали, за допомогою додаткових джерел інформації. Підготуйте коротку доповідь з ілюстраціями та поясненнями.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Робота в групі

За трьома описаними клінічними ситуаціями з'ясуйте, робота якої залози порушена. Для кожної ситуації визначте, чи це є стан гіпо- чи гіперфункції. Як можна допомогти пацієнтам із гіпофункцією цієї залози? Ідентифікуйте всі типи ендокринних розладів, які ви описали, за допомогою додаткових джерел інформації. Зробіть коротку доповідь з ілюстраціями та поясненнями.

Ситуація №1. Пацієнт скаржиться на стомлюваність, відсутність енергії, постійний біль у литках і важкість ніг, збільшення маси тіла, набряки навколо очей, сухість шкіри ліктів, збільшене випадіння волосся та ранній початок посивіння.

Ситуація №2. Пацієнтка скаржиться на прогресивну втрату маси тіла, пітливість, тахікардію, аритмію, тремтіння кінцівок та екзофтальм — вираженість очей (як зображено на малюнку).

Ситуація №3. На черговому огляді лікар помітив відставання дитини в розвитку, затримання росту, набряки шкіри, збільшення шиї спереду нижче гортані, потовщення кінцівок і зміну пропорцій тіла.



Захворювання



Після лікування

Робота в групі

Розгляньте типові симптоми, характерні для цього ендокринного захворювання. За допомогою розумного пошуку з'ясуйте причину сукупності таких симптомів. Які лабораторні аналізи дають змогу підтвердити наявність цього захворювання? Який метод лікування застосовують за умов гіпофункції залози та недостатності гормону?



Спрага



Слабкість



Запаморочення



Розмитий зір



Неясність думок



Поколювання рук чи ніг



Набір або втрата ваги



Постійний голод



Постійне сечовипускання



Рани, що погано заживають

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 41.3. Поширені симптоми алергії

Гіперчутливість та алергія

Гіперчутливість — це надмірна реакція адаптивного імунітету на антиген. Часто вона виявляється у формі **алергії**. Антигени, які спричинили алергію, називають **алергенами**. У відповідь на розпізнавання алергенів В-лімфоцити продукують специфічний до алергену антитіла IgE. Він запускає алергічні реакції через вивільнення **гістаміну** — речовини, що індукує реакцію запалення.

Алергенами можуть бути різні речовини: білки їжі, пилок рослин, пилові кліщі, часточки пилу, деякі ліки, засоби побутової хімії, різні хімічні речовини тощо. У разі алергії організм відповідає на алерген посиленою реакцією, що ушкоджує його власні клітини й тканини та супроводжується низкою симптомів (мал. 41.3).

Робота в групі

Знайдіть інформацію про бронхіальну астму, алергічний риніт і контактний дерматит. Упорядкуйте та презентуйте її за планом: захворювання; які алергени можуть його спричиняти; симптоми та небезпека алергічної реакції.



Контактний дерматит на речовини ремінця годинника

Завдання

Це ендокринне захворювання є наслідком аутоімунної реакції. Воно — одне з найпоширеніших у світі (3–4% населення Землі) та в Україні (до 11% населення). Аналіз крові показує високий рівень тиреотропного гормону (ТТГ), знижений вміст тироксину та трийодтироніну, а також наявність антитіл до білків залози.

Роботу якої залози порушено? З'ясуйте назву цього захворювання, його симптоми та небезпеку. Навіщо хворим призначають препарати, що містять тироксин?

Аутоімунні захворювання

На жаль, клітини імунної системи можуть помилково розпізнати власні білки та розпочати імунну відповідь проти них. У цьому разі розвиваються аутоімунні захворювання. Вони пов'язані з тим, що В-лімфоцити, які перетворилися на плазматичні клітини, виробляють антитіла проти власних білків організму.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Прикладами таких захворювань є ревматоїдний артрит, розсіяний склероз, аутоімунний тиреоїдит, системний червоний вовчак (мал. 41.4).



Мал. 41.4. Симптом системного червоного вовчака — запальні процеси на різних ділянка шкіри

Запитання і завдання

1. Знайдіть кілька прикладів протиалергічних препаратів. За інструкцією визначте, до якої групи вони належать. Поясніть механізм їхньої дії. Чи лікують вони алергію? Скільки треба приймати такі препарати?
2. Діабет — захворювання, за якого в крові простежується високий вміст глюкози. При діабеті I типу підшлункова залоза секретує мало інсуліну, якого недостатньо для зниження рівня глюкози. При діабеті II типу інсулін секретується у великих кількостях, але ж він не знижує рівень глюкози крові, вона залишається постійно високою. З'ясуйте, із чим це пов'язане та які фактори спричиняють розвиток цього захворювання. Складіть перелік порад для профілактики діабету II типу.
3. Діабет — це захворювання, за якого рівень глюкози крові вищий за 6–8 ммоль/л* і не повертається до норми навіть за умов голодування. Проаналізуйте наведені результати лабораторного дослідження крові пацієнта з групи ризику розвитку діабету.

Показник	Норма	Пацієнт
Рівень глюкози в плазмі крові, ммоль/л	4,4±0,8	8,5±0,3
Рівень інсуліну в плазмі крові, **мМО/л	6,7±0,3	22,7±0,4

* ммоль = моль·10^{-3}
** МО — міжнародні одиниці

З'ясуйте тип діабету та поясніть значення лабораторних показників. Чи допоможуть у цьому разі ін'єкції інсуліну? Які заходи профілактики має вжити пацієнт, аби стримати розвиток захворювання?

Опорні точки

Існує багато порушень ендокринної системи, пов'язаних із гіпофункцією (мало гормонів) чи гіперфункцією (багато гормонів) залоз внутрішньої секреції. Серед них гігантизм, гіпофізарна карликовість, акромегалія, мікседема, хвороба Грейвса, кретинізм, діабет та інші. Більшість із них лікують гормонами. Реакції гіперчутливості — надмірної відповіді імунної системи на антиген (алерген) — призводять до розвитку алергій.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Тема 9

РОЗМНОЖЕННЯ, РІСТ І РОЗВИТОК ЯК ВЛАСТИВОСТІ ЖИВОГО. ОСОБЛИВОСТІ РОЗМНОЖЕННЯ, РОСТУ Й РОЗВИТКУ ЛЮДИНИ

§42. Різноманітність способів розмноження й розвитку організмів

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Відомо, що на початку еволюції живі організми розмножувалися тільки нестатевим шляхом. На певному етапі розвитку живого з'явилося статеве розмноження. Сьогодні на планеті більшість видів або розмножується статевим шляхом, або використовує життєвий цикл, у якому спостерігається чергування статевого і нестатевого поколінь. Завдяки яким перевагам статеве розмноження стало таким поширеним?

Різноманітність способів розмноження

Здатність до розмноження є однією з основних властивостей живого. Різноманітні види організмів існують у часі саме завдяки розмноженню. Під час розмноження спостерігаються такі властивості живого, як спадковість і мінливість. Спадковість — це здатність організмів передавати нащадкам свої ознаки та властивості, а мінливість забезпечує набуття нових ознак і властивостей, існування в різних формах і варіаціях.

Розмноження (самовідтворення, репродукція) — це біологічний процес, який забезпечує відтворення собі подібних організмів і є основою неперервності й спадковості життя.

Анімація «Спадковість і мінливість» mk.com.ua/109377

Спадкова інформація щодо розвитку організму міститься в молекулах ДНК, які здатні до подвоєння — **реплікації** (*reduplicatio* — подвоєння). Саме реплікація забезпечує процес розмноження на молекулярному рівні (мал. 42.1, с. 207).

На клітинному рівні процес поділу евкаріотичної клітини може відбуватися шляхом **мітозу**

Проект підручника видавництва «Ранок»

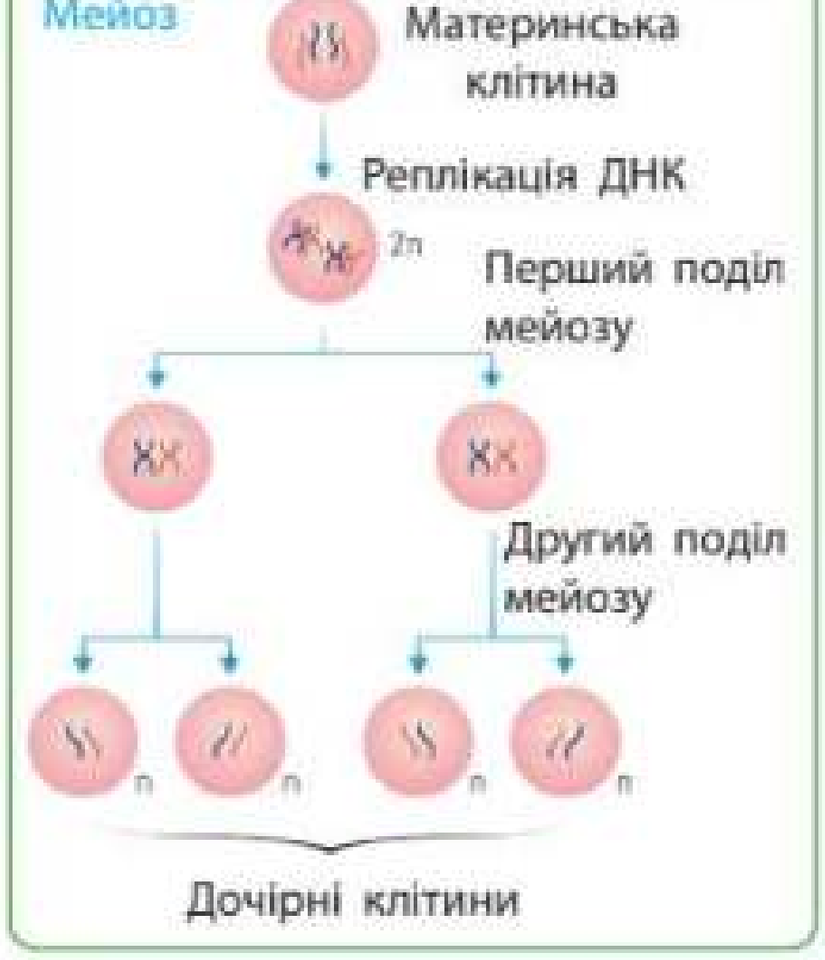


Мал. 42.1. Реплікація молекули ДНК

Анімація «Мітоз»
rnk.com.ua/109378

або **мейозу**. У мітозі на одне подвоєння ДНК припадає один поділ, у результаті формуються дві дочірні клітини з такими самими молекулами ДНК, як і материнська клітина. У мейозі на одне подвоєння ДНК припадає два послідовні поділи клітини. Завдяки цьому формуються чотири клітини, у яких кількість ДНК вдвічі менша, ніж у материнської клітини (мал. 42.2).

На організмовому рівні існують дві основні форми розмноження. Це **статеве розмноження**, коли розмноження відбувається за допомогою спеціалізованих статевих клітин — гамет, і **нестатеве розмноження**, під час якого гамети не формуються, а розмноження відбувається за участю нестатевих клітин (їх іще називають соматичними). У багатьох видів спостерігається життєвий цикл, у якому відбувається чергування статевого й нестатевого поколінь.



а

б

Мал. 42.2. Мітоз (а) і мейоз (б)

Статеве розмноження — це форма розмноження, коли нові організми утворюються за участю спеціалізованих статевих клітин — гамет (мал. 42.3).

Мал. 42.3. Статеве розмноження за допомогою гамет із заплідненням

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Відкритий мікрофон

Користуючись схемою «Форми розмноження», порівняйте статеве й нестатеве розмноження. Поясніть, чому форми розмноження організмів мають таке різноманіття.



Нестатеве розмноження — це форма розмноження, коли нові організми утворюються за участю нестатевих клітин.

Нестатеве розмноження дає змогу одному організму залишати велику кількість нащадків, не потребуючи партнера для цього процесу. Це є перевагою нестатевого розмноження перед статевим. Недолік нестатевого розмноження

Індивідуальна робота

Користуючись малюнком, розкажіть, у який спосіб може відбуватися нестатеве розмноження.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

в тому, що всі нащадки є одноманітними за своїми ознаками й характеристиками. Така подібність нащадків знижує їхній адаптивний потенціал у ситуації, коли умови навколишнього середовища швидко змінюються.

Статеве розмноження дає змогу об'єднувати в нащадках ознаки обох батьків, виникає так звана комбінативна мінливість, різноманіття. Таке різноманіття нащадків підвищує їхній адаптивний потенціал в умовах навколишнього середовища, що швидко змінюються.

Репродуктивні стратегії

У процесі розмноження організми використовують різні репродуктивні стратегії. Є види, які залишають велику кількість нащадків, але не піклуються про них. А є види, котрі мають невелику кількість нащадків, але вони обов'язково про них піклуються. Ці дві репродуктивні стратегії мають назви r-стратегія та K-стратегія (таблиця 11).

Робота в групі

Складіть порівняльну таблицю про переваги статевого й нестатевого розмноження.

Таблиця 11. Характеристика r-стратегії і K-стратегії

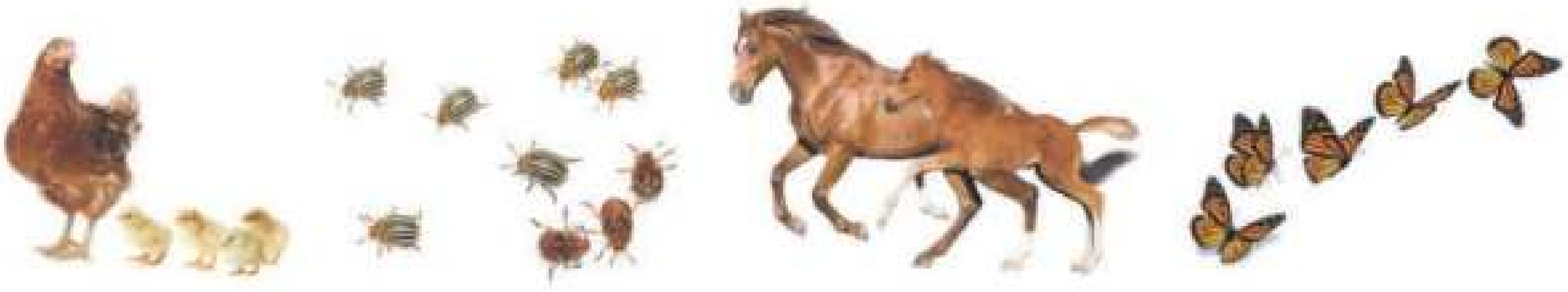
r-стратегія	Характеризується репродукцією великої кількості нащадків за короткий проміжок часу. Ці нащадки є невеликими за розмірами, швидко досягають статевої зрілості, живуть недовго, здатні до швидкого поширення й можуть переживати несприятливі умови навколишнього середовища в стані спокою. Ба більше, для r-стратегів притаманна висока смертність, яка компенсується високою плідністю. Про нащадків r-стратеги не турбуються
K-стратегія	Характеризується репродукцією невеликої кількості нащадків, які є великими за розмірами і живуть довго. K-стратеги виявляють різні форми турботи про нащадків. K-стратеги розмножуються повільно, але їхні нащадки є конкурентоспроможними й адаптованими до умов навколишнього середовища

Різноманітність розвитку організмів

Ріст і розвиток є такими ж фундаментальними властивостями живого, як і розмноження. Індивідуальний розвиток організму має назву

Робота в парі

Розгляньте світлини. Хто із цих тварин є r-стратегами, а хто — K-стратегами? Обґрунтуйте.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Онтогенез (грец. *ontos* — те, що існує; істота + *genesis* — походження, народження) — індивідуальний розвиток особини від її зародження до смерті.

Метаморфоз (від грец. *metamórphosis* — перетворення) — суттєве перетворення будови організму або окремих його органів, яке відбувається в онтогенезі.

Відкритий мікрофон

Онтогенез метелика відбувається з метаморфозом. Поясніть, які зміни за таких обставин спостерігаються.



онтогенез. Онтогенез різних груп організмів має певні особливості, які визначаються різними факторами. Одним із таких факторів є спосіб розмноження.

Для організмів, які розмножуються статевим шляхом, онтогенез починається з моменту утворення зиготи й триває до природної смерті особини. Такий розвиток охоплює два періоди: ембріональний (зародковий) і постембріональний (післязародковий).

Ембріональний період триває від утворення зиготи до народження або виходу з оболонок яйця. **Постембріональний період** починається з народження або виходу з оболонок яйця і триває до набуття організмом здатності до розмноження. У **репродуктивний період** організм здатний до розмноження. **Пострепродуктивний період** починається від втрати здатності до розмноження і триватиме аж до моменту природної смерті.

Постембріональний розвиток може бути прямим або непрямим. За прямого розвитку організм, що з'явився, загалом схожий на дорослу особину. Проте він має менші розміри й поки не здатний до розмноження. Подальший розвиток цього організму пов'язаний зі збільшенням розмірів і набуттям статевої зрілості.

Непрямий розвиток, або метаморфоз, відбувається із суттєвими змінами (перетворенням) будови організму. За непрямого розвитку організм, що з'явився (личинка), суттєво відрізняється за будовою від дорослої особини. Личинка може мати специфічні органи, які із часом замінюються органами, притаманними дорослому організму.

Розрізняють два основні типи розвитку з метаморфозом: неповне перетворення та повне перетворення. Наприклад, комахи з неповним перетворенням проходять у своєму розвитку три стадії: яйце — личинка — доросла комаха (імаго). Личинки відрізняються від дорослих комах лише меншими розмірами, відсутністю крил і нерозвиненістю статевої системи.

Комахи з повним перетворенням проходять у своєму розвитку чотири стадії: яйце — личинка — лялечка — доросла комаха (імаго).

Проект підручника видавництва «Ранок»

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Які переваги мають комахи, яким притаманний розвиток із повним перетворенням, порівняно з тими, у кого розвиток із неповним перетворенням? Для відповіді скористайтеся схемою про типи розвитку організмів.

ТИПИ РОЗВИТКУ ОРГАНІЗМІВ

Прямий тип розвитку

Відбувається без метаморфозу. Організм, що з'явився, схожий на дорослу особину, він росте і з часом стає здатним до розмноження

Непрямий тип розвитку

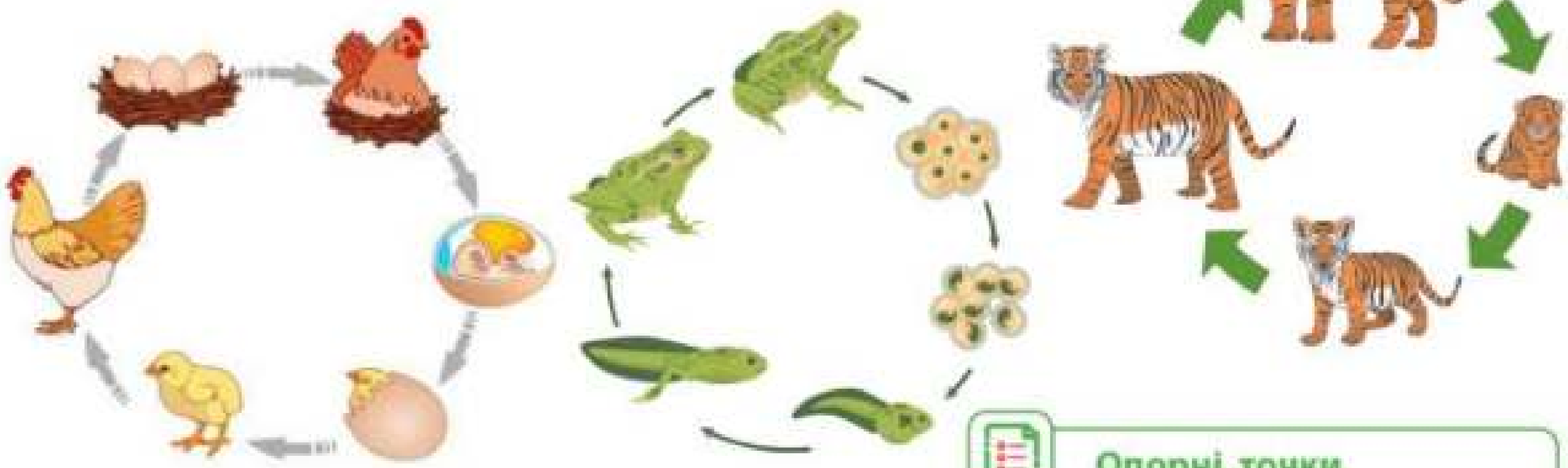
Відбувається з метаморфозом. Організм, що з'явився (личинка), суттєво відрізняється за будовою від дорослої особини

Розвиток із повним перетворенням

Розвиток із неповним перетворенням

Робота в групі

Розгляньте малюнки. Які форми розмноження тут зображені? Який тип розвитку вони мають? Обґрунтуйте свою відповідь.



Опорні точки

У природі існує різноманітність способів розмноження й розвитку організмів. Основними формами розмноження є нестатеве (за допомогою соматичних клітин) і статеве (за допомогою гамет). Індивідуальний розвиток організму — онтогенез — теж відбувається по-різному. Він може відбуватися з метаморфозом або без нього.

Запитання і завдання

1. Яке біологічне значення має процес розмноження?
2. У чому особливості розвитку організмів із метаморфозом?
3. Порівняйте різні репродуктивні стратегії. У яких умовах навколишнього середовища більш ефективною виявляється r-стратегія, а в яких — K-стратегія?

Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 43. Репродуктивна система людини. Гаметогенез, статеві клітини

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

У природі спостерігається так званий «статевий диморфізм» (від лат. *di* — два, *morphe* — форма), тобто відмінності між самцями і самицями одного й того самого біологічного виду за їхніми розмірами й анатомічною будовою. Різняться й статеві клітини, які формують чоловічий і жіночий організми.

Як ви вважаєте, чому виникає така різниця? Чи є такі відмінності адаптивними?

Репродуктивна система людини

Репродуктивна система людини є сукупністю органів, які забезпечують функцію розмноження. Чоловіча репродуктивна система утворює невеликі за розміром рухомі гамети — **сперматозоїди**, а жіноча — малорухомі гамети із запасом поживних речовин — **яйцеклітини**. Ба більше, жіноча репродуктивна система забезпечує запліднення й розвиток плоду впродовж вагітності й годування дитини в період лактації (період, у якому молочні залози виробляють грудне молоко для годування новонародженого немовляти).

Оскільки роль чоловічого й жіночого організмів щодо нащадків відрізняється, їхні статеві системи побудовані по-різному й по-різному функціонують.

Головним органом жіночої статевої системи є парні залози, у яких утворюються яйцеклітини й виробляються статеві гормони. Це **яєчники**. Яєчник має овальну форму і розташований у малому тазу. Яйцеклітини починають формуватися ще під час ембріонального розвитку. Коли настає статева зрілість, яйцеклітини продовжують формуватися в яєчниках і дозрівають у «мішечках» — фолікулах. Потім фолікул розривається, яйцеклітина потрапляє до фаллопієвої труби і за її допомогою опиняється в матці. Саме в матці відбуваються запліднення і внутрішньоутробний розвиток зародка й плода. Матка переходить у піхву, крізь яку в жіночий організм потрапляють сперматозоїди, а після завершення вагітності народжується дитина.

Головним органом чоловічої статевої системи є парні залози — **яєчка** (сім'яники), які й справді мають яйцеподібну форму. Яєчка виконують в організмі дві важливі функції: утворення чоловічих статевих клітин (сперматозоїдів) і синтез статевих гормонів. Розташовані яєчка в шкірному мішечку — мошонці

Жіноча репродуктивна система — це сукупність органів, які забезпечують утворення яйцеклітин, секрецію статевих гормонів, запліднення і внутрішньоутробний розвиток зародка та плода.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

(укр.: калитка). Це пов'язане з тим, що для дозрівання сперматозоїдів потрібна температура, нижча від тієї, що є всередині тіла. У мошонці температура нижча, що сприяє нормальному розвитку гамет.

Складаються яєчка зі звивистих сім'яних канальців, у яких утворюються сперматозоїди. Потім сперматозоїди надходять до придатків яєчок, саме там вони досягають зрілості. Від придатків яєчок починається сім'явивідна протока, яка з'єднується з протокою сім'яних міхурців. Під сечовим міхуром навколо сечовивідного каналу розташовується **передміхурова залоза** (простата). Вона утворює секрет, який захищає чоловічі гамети й підтримує їхню рухливість. Назовні сперматозоїди виводяться крізь сечовивідний канал.

Чоловіча репродуктивна система — це сукупність органів, які беруть участь у процесі репродукції, забезпечують утворення сперматозоїдів і секрецію статевих гормонів.

Робота в групі

Розгляньте малюнок. Порівняйте будову чоловічої й жіночої статевої системи. Що в них подібного? Що їх відрізняє? Які спільні функції вони виконують?



Будова чоловічої і жіночої систем

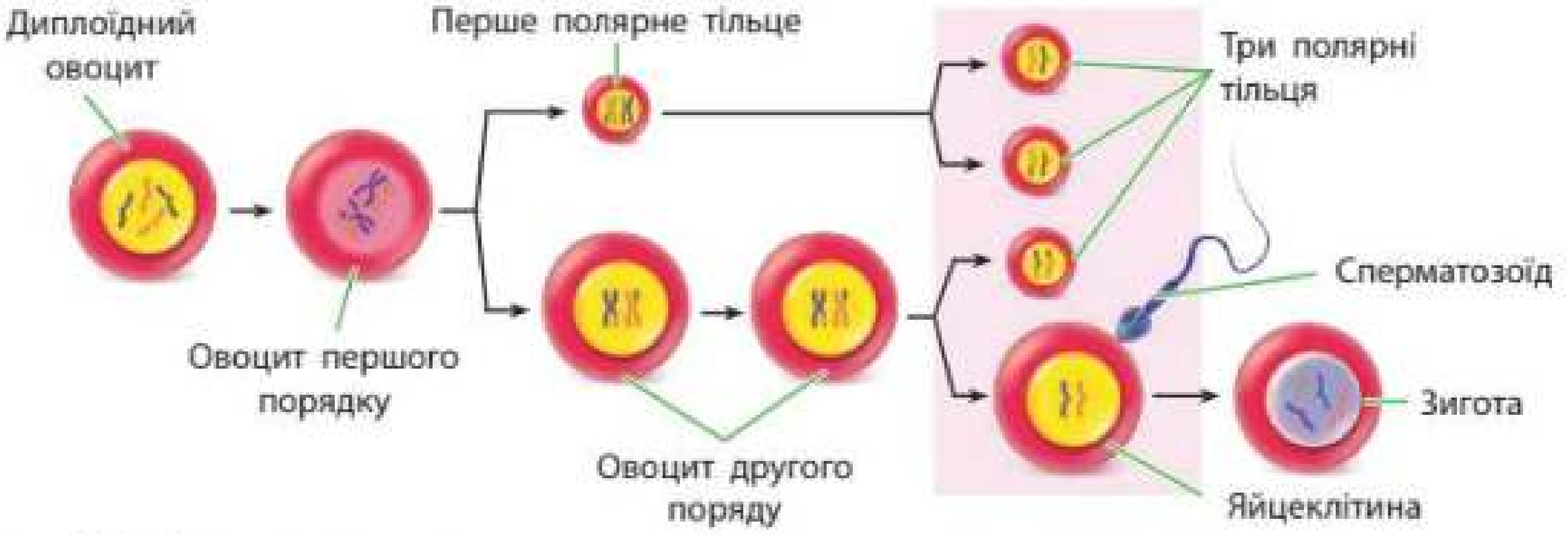
Гаметогенез

У статевих органах чоловіка й жінки відбувається гаметогенез: у жіночих яєчниках — овогенез, а в чоловічих — сперматогенез.

Процес **овогенезу** відбувається в яєчниках і складається з трьох періодів: розмноження, росту і дозрівання.

Гаметогенез (*genesis* — походження) — процес утворення статевих клітин — гамет.

Проект підручника видавництва «Ранок»



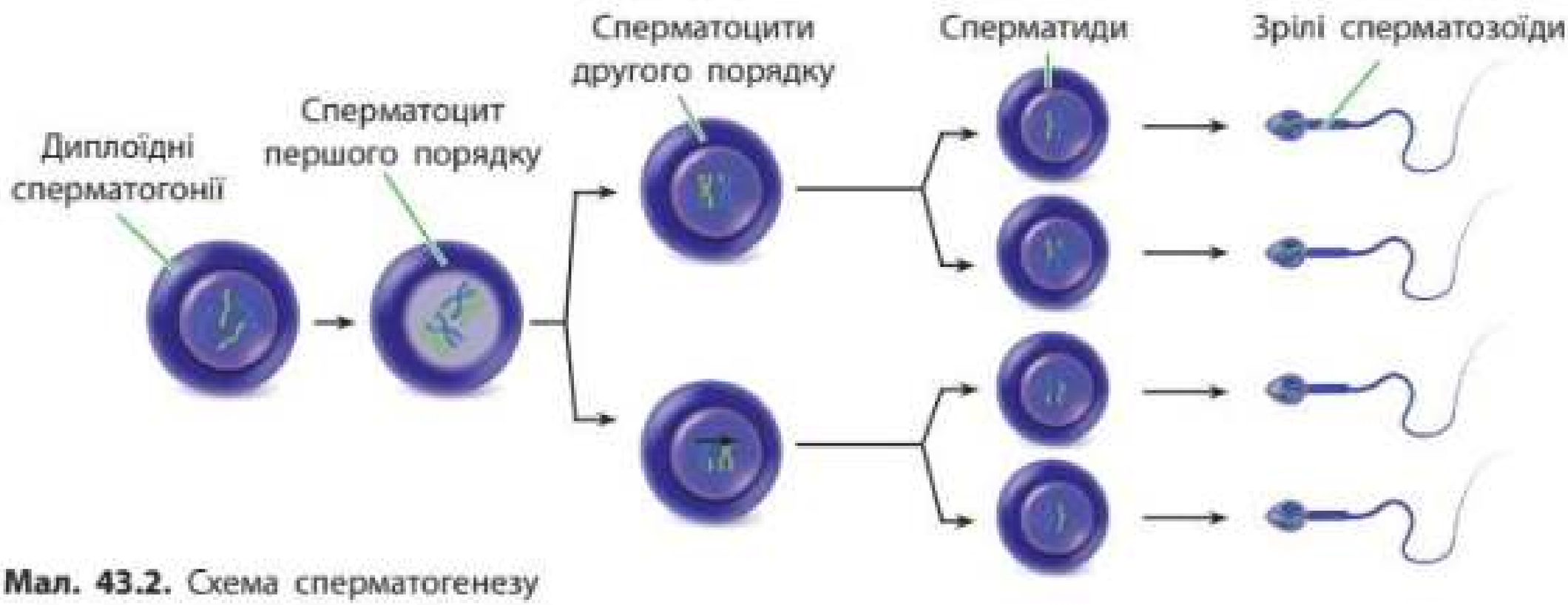
Мал. 43.1. Схема овогенезу

Овогенез або оогенез — (грец. *ōón* яйце) — процес розвитку жіночих гамет (яйцеклітин).

Сперматогенез — процес утворення чоловічих гамет (сперматозоїдів).

У періоді розмноження диплоїдні клітини діляться шляхом мітозу, утворюючи диплоїдні овоцити. **У періоді росту** в диплоїдних овоцитах відбувається подвоєння ДНК і формуються овоцити першого порядку, які мають по чотири молекули ДНК кожної хромосоми. **У періоді дозрівання** відбувається поділ овоцитів першого порядку шляхом мейозу. У результаті мейозу утворюється одна гаплоїдна яйцеклітина. Яйцеклітина під час поділу отримала майже всю цитоплазму, тому вона містить великий запас поживних речовин, бо три клітини «віддали» його їй (мал. 43.1).

Процес сперматогенезу відбувається в яєчках (сім'яниках) і складається з трьох періодів: розмноження, росту й дозрівання. Кожен період має певні особливості, які відрізняють сперматогенез від овогенезу.



Мал. 43.2. Схема сперматогенезу

Проект підручника видавництва «Ранок»

У періоді розмноження диплоїдні клітини діляться шляхом мітозу, утворюючи диплоїдні сперматогонії. **У періоді росту** в диплоїдних сперматоцитах відбувається подвоєння ДНК і формуються сперматоцити першого порядку, які мають по 4 молекули ДНК кожної хромосоми. **У періоді дозрівання** відбувається поділ сперматоцитів першого порядку шляхом мейозу.

У результаті мейозу утворюється чотири гаплоїдні сперматиди, які всі отримали однакову частину цитоплазми. Вони перетворюються на зрілі сперматозоїди, які є невеличкими за розміром і не мають запасу поживних речовин. Сперматозоїди містять джгутик і можуть швидко рухатися (мал. 43.2).

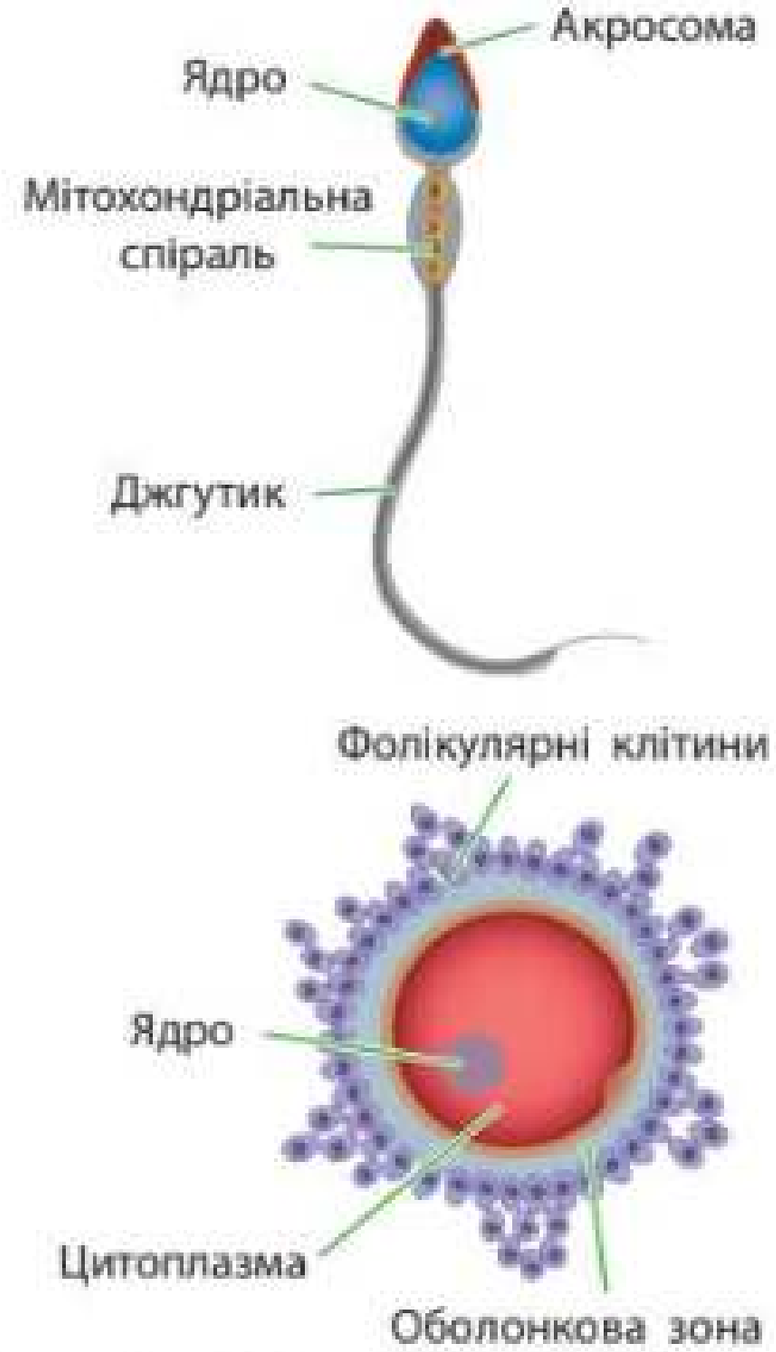
Будова статевих клітин

Статеві клітини виконують важливу функцію передачі інформації від покоління до покоління. Тому їхня будова є особливою, такою, яка сприяє забезпеченню запліднення, формування зиготи й подальшого розвитку зародка (мал. 43.3).

Яйцеклітини значно більші, ніж соматичні клітини, бо містять запас поживних речовин — жовток. Структура цитоплазми яйцеклітини різна в різних видів тварин і забезпечує видові особливості розвитку зародка. Яйцеклітини містять кілька оболонок, які виконують захисну функцію й забезпечують живлення.

Сперматозоїди, на відміну від яйцеклітин, мають здатність рухатися за допомогою джгутика, що є важливим для зустрічі гамет. Сперматозоїд складається з головки, шийки і хвоста. У головці сперматозоїда розташоване ядро. На передньому кінці головки є одномембранна органела — акросома, що містить ферменти, за допомогою яких сперматозоїд розчиняє оболонки яйцеклітини для проникнення всередину. Сперматозоїд має достатню кількість мітохондрій, які забезпечують його активний рух.

Цитоплазми в сперматозоїдів обмаль, бо основною функцією цих клітин є доставлення спадкового матеріалу до яйцеклітини. Така різниця між будовою яйцеклітини і сперматозоїда сприяє забезпеченню запліднення.



Мал. 43.3. Будова сперматозоїда та яйцеклітини

Проект підручника видавництва «Ранок»

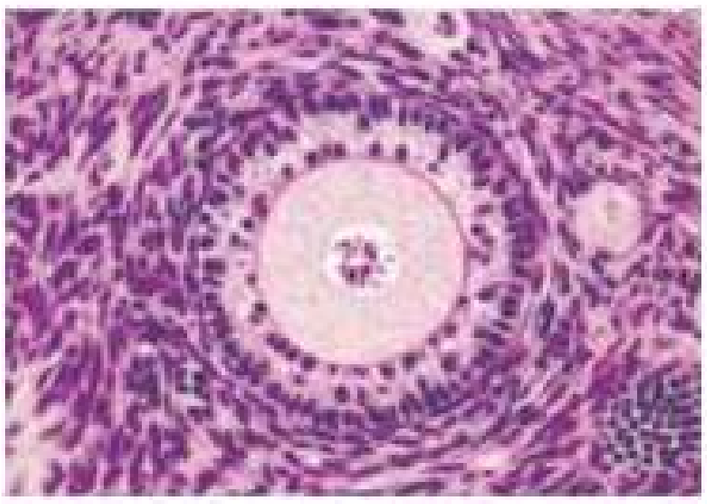
Дослідження мікроскопічної будови статевих клітин (дослідження може бути проведене у віртуальному форматі)

Мета: ознайомитися з особливостями будови статевих клітин.

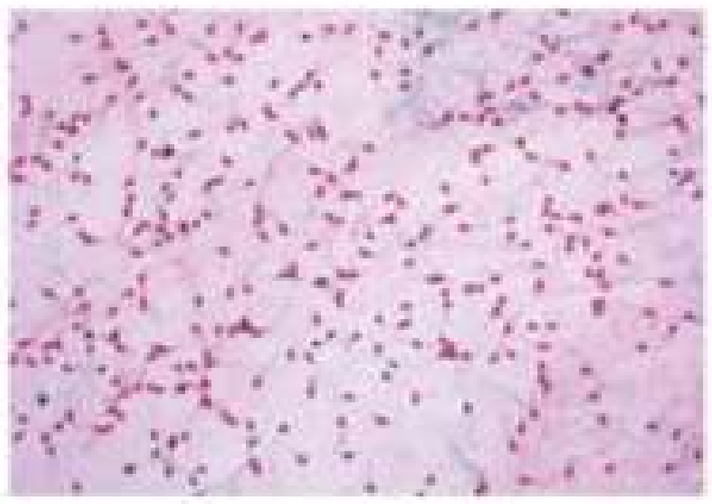
Обладнання й матеріали: мікроскоп, мікропрепарати та електронномікроскопічні світлини яйцеклітин і сперматозоїдів, схема будови статевих клітин.

Хід роботи

1. Підготуйте мікроскоп до роботи. За малого збільшення знайдіть на мікропрепараті сперматозоїди.
2. За великого збільшення знайдіть основні частини сперматозоїда (головку, шийку, хвіст). У головці знайдіть ядро та акросому. Порівняйте побачене з мікросвітлинами та схемою будови сперматозоїда.
3. За малого збільшення знайдіть на мікропрепараті яйцеклітину.
4. За великого збільшення знайдіть основні частини яйцеклітини (ядро, цитоплазму, оболонки). Порівняйте побачене з мікросвітлиною та схемою будови яйцеклітини.
5. Вкажіть відмінності між будовою яйцеклітини і сперматозоїда. Поясніть необхідність цих відмінностей.
6. Зробіть висновки.



Мікросвітлина яєчника. На світлині фолікул із великим круглим овоцитом, оточеним оболонкою і двома шарами фолікулярних клітин



Зображення сперматозоїдів, отримане за допомогою світлового мікроскопа

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Розгляньте малюнок. Знайдіть інформацію про розміри яйцеклітин і сперматозоїдів у людини та час їхнього існування. Поясніть, як будова статевих клітин допомагає виконувати їхні функції.

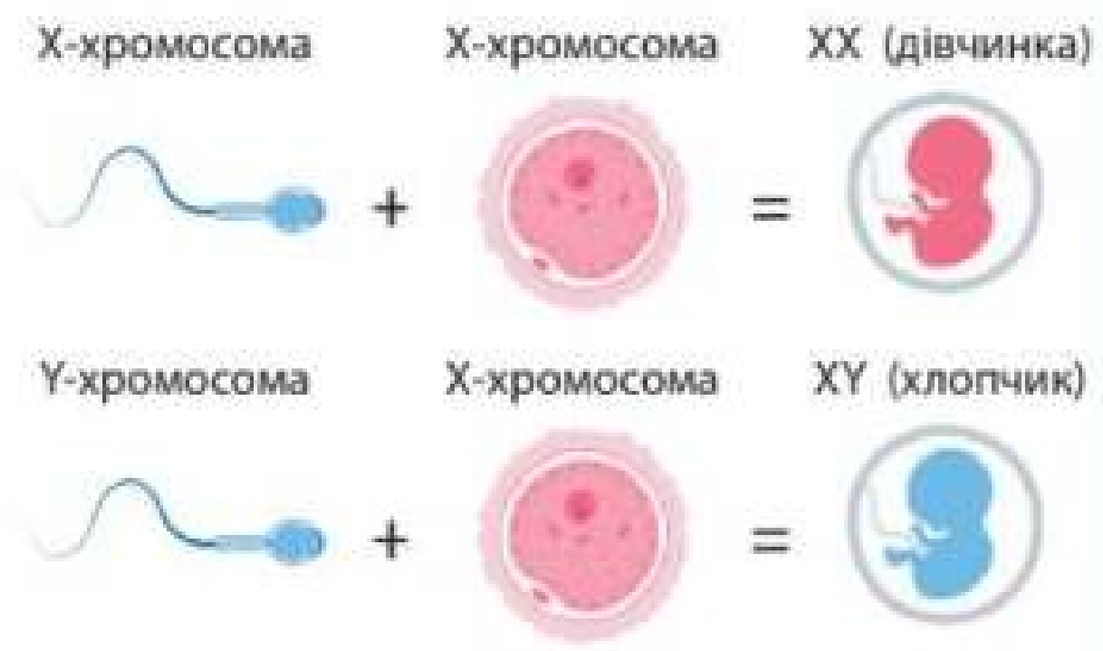


Яйцеклітина і сперматозоїди, які рухаються до неї

Проект підручника видавництва «Ранок»

Розв'язання проблемних питань і завдань із теми

І яйцеклітини, і сперматозоїди містять по одній статевій хромосомі.
У яйцеклітинах лише Х-хромосома. Половина сперматозоїдів містить Х-хромосому, половина — Y-хромосому. Усі нормальні сперматозоїди мають рівні шанси на запліднення.
Користуючись текстом і малюнком, дайте відповідь на запитання: «Від кого залежить стать майбутньої дитини: від батька чи від матері?». Допоможе вам це з'ясувати скрайбінг «Хлопчик чи дівчинка?».



Скрайбінг «Хлопчик чи дівчинка?» mk.com.ua/109379

Запитання і завдання

1. Як будова жіночої статевої системи пов'язана з її функціями?
2. Як будова чоловічої статевої системи пов'язана з її функціями?
3. Чому сперматозоїд і яйцеклітина мають таку різну будову? Які функції вони виконують?
4. Навіщо парна залоза — яєчко (сім'яник) — із часом переміщується до шкірного мішечка — мошонки?
5. Знайдіть інформацію та підготуйте коротку доповідь-презентацію про (на вибір):

- відомого українського вченого, видатного акушера-гінеколога, кріобіолога, кріомедика, академіка НАН України, доктора медичних наук професора Валентина Івановича Грищенка та його діяльність;
- історію Інституту проблем кріобіології та кріомедицини Національної академії наук України;
- те, що таке кріобіологія, кріомедицина, кріотехнології.

Опорні точки

Репродуктивна система людини є сукупністю органів, які забезпечують функцію розмноження. Головним органом жіночої статевої системи є яєчники, у яких утворюються яйцеклітини й виробляються статеві гормони. Головним органом чоловічої статевої системи є яєчка (сім'яники), які утворюють чоловічі статеві клітини (сперматозоїди) й синтезують статеві гормони. Яйцеклітина містить запас поживних речовин для розвитку зародка, а сперматозоїд забезпечує зустріч із яйцеклітиною завдяки невеликому розміру й активному руху.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 44. Онтогенез, періоди онтогенезу людини

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Кожен / кожна з нас починається з однієї клітини, яка має назву зигота. Вона виникає під час запліднення, коли зливаються яйцеклітина та сперматозоїд. Як одна клітина може забезпечити появу складного багатоклітинного організму, побудованого з тканин і органів? Що відбувається в процесі нашого розвитку?



Мал. 44.1. Мікросвітлина зиготи людини з двома пронуклеусами, які зливаються, формуючи одне ядро з диплоїдним набором хромосом



Мал. 44.2. Ультразвукове дослідження плода людини на 17-му тижні розвитку

Онтогенез

Онтогенезом називають індивідуальний розвиток організму, який починається після запліднення й утворення зиготи. Онтогенез людини поділяють на кілька періодів.

- Перший період — **ембріональний** (або зародковий). Він триває від утворення зиготи до народження.
- Другий період — **постембріональний** (або післязародковий). Він триває від народження до набуття організмом здатності до розмноження.
- Третій період — **репродуктивний**, у цей період організм людини здатний до розмноження.
- Четвертий період має назву **пострепродуктивний**. Він починається із втрати здатності до розмноження і триває до смерті.

Запліднення — це злиття батьківської та материнської гамет з утворенням зиготи.

Онтогенез — індивідуальний розвиток організму з моменту утворення зиготи до природної смерті.

Ембріональний період

Ембріональний період поділяється на п'ять етапів:

- запліднення — злиття гамет і утворення зиготи;
- дроблення — поділи клітин та утворення одношарового зародка;
- гаструляція — утворення зародкових листків (ектодерми, ентодерми, мезодерми);
- гістогенез — формування тканини;
- органогенез — утворення органів.

Новий організм виникає завдяки процесу запліднення, тобто злиття гамет і утворення зиготи. Зигота містить подвійний (диплоїдний) набір хромосом, тому майбутній організм буде мати особливу комбінацію материнських

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

і батьківських ознак (мал. 44.1, с. 218). У цьому виявляється мінливість. Однак нащадки одночасно будуть схожими на обох батьків. У цьому виявляється спадковість (мал. 44.2, с. 218).

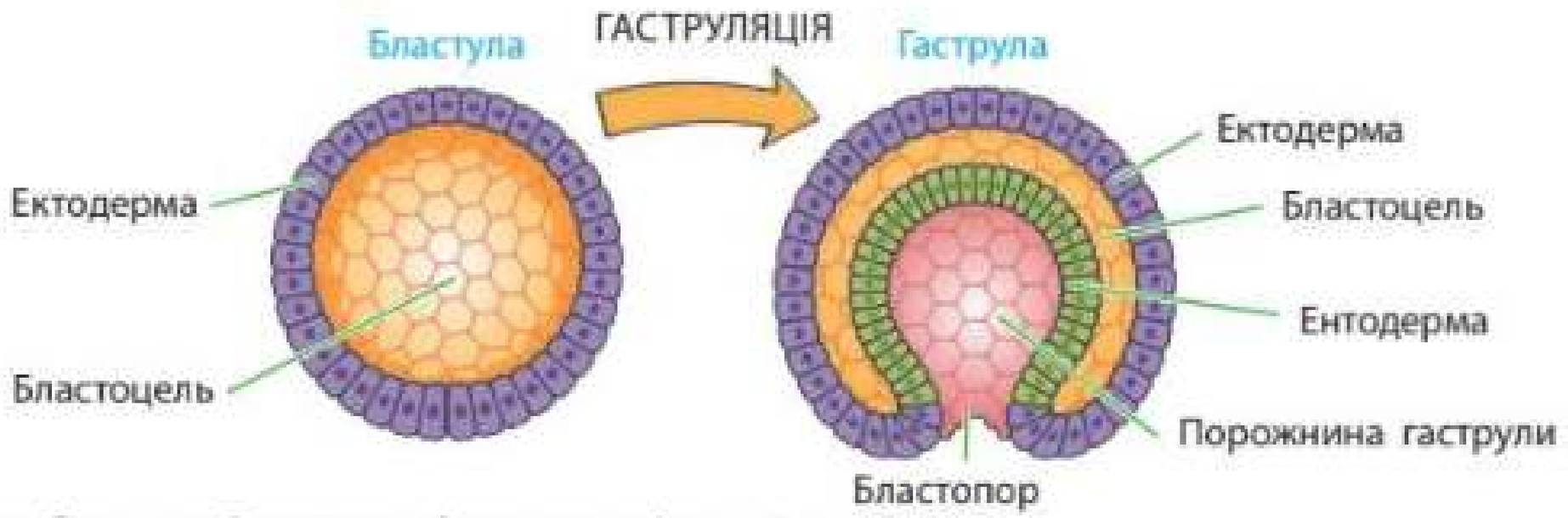
Після першого поділу зиготи з'являються дві клітини, які мають назву бластомери. **Бластомери** — це клітини, що утворюються в результаті дроблення заплідненого яйця, тобто зиготи. Від клітин зародка наступних стадій розвитку, які відбуваються після завершення стадії дроблення, бластомери відрізняються тим, що вони є більшими за розмірами й однаковими між собою.

Спочатку бластомерів лише дві клітини, які утворилися після першого поділу зиготи, потім клітини здійснюють поділ, їх стає 4, 8, 16, 32 й далі, допоки клітини зародка є морфологічно подібними. У ссавців після стадії 16 бластомерів формується **морула**, клітини якої вже не є однаковими, вони відрізняються.

Після морули формується **бластула** — одношаровий зародок із первинною порожниною, заповненою рідиною. Зовнішній шар клітин має назву бластодерма, а первина порожнина — бластоцель. Формуванням бластули завершується **період дроблення**, й починається **гаструляція** — процес формування дво- і тришарового зародка — **гаструли** (мал. 44.3).

Дроблення — серія поділів зиготи, яка настає після запліднення, у результаті кількість клітин зародка зростає, але маса не збільшується.

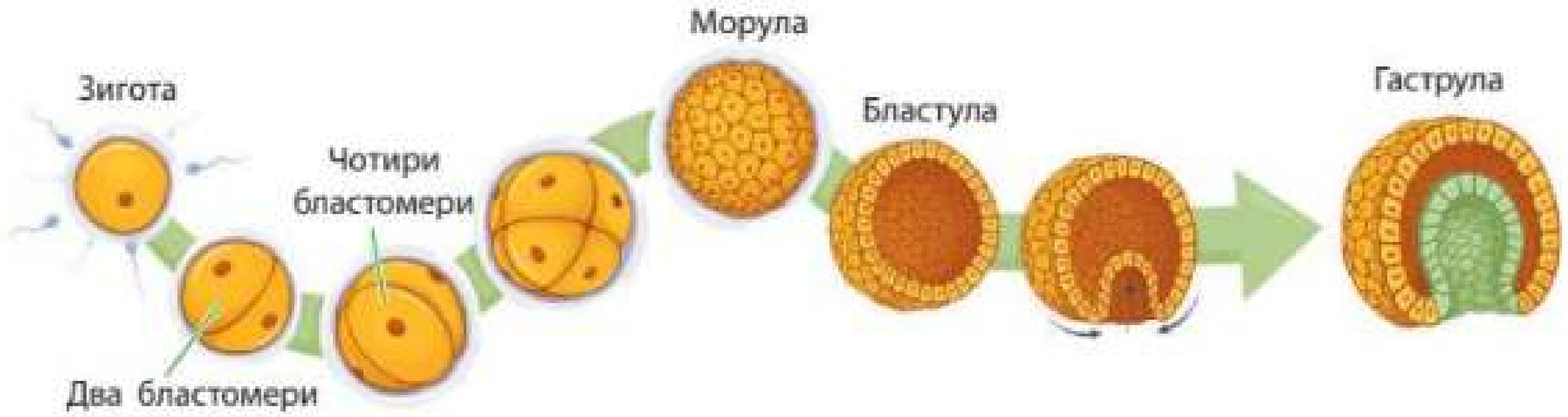
Гаструляція — це процес формування дво- або тришарового зародка — гаструли, за якого ріст клітин не відбувається.



Мал. 44.3. Будова бластули й гаструли (на прикладі ланцетника)

Під час **гаструляції** відбувається формування дво- або тришарового зародка — гаструли (мал. 44.4, с. 220). Ріст клітин під час гаструляції не відбувається, утворюються зародкові листки: зовнішній шар — ектодерма, внутрішній — ентодерма, середній — мезодерма.

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 44.4. Процес дроблення й гаструляції (на прикладі ланцетника)

Органогенез — це процес утворення й розвитку органів під час ембріонального періоду онтогенезу.

Завершається ембріональний період формуванням тканин (гістогенез) і утворенням зачатків органів (органогенез) (мал. 44.5). Органогенез є останнім етапом індивідуального ембріонального розвитку, якому передують запліднення, дроблення, бластуляція, гаструляція й гістогенез.

1 — клітини епідермісу шкіри
2 — пігментні клітини
3 — нейрони головного мозку
4 — серцевий м'яз
5 — гладенькі м'язи
6 — скелетні м'язи
7 — клітини канальців нирки
8 — еритроцити
9 — клітини легеневих альвеол
10 — клітини щитоподібної залози
11 — клітини підшлункової залози



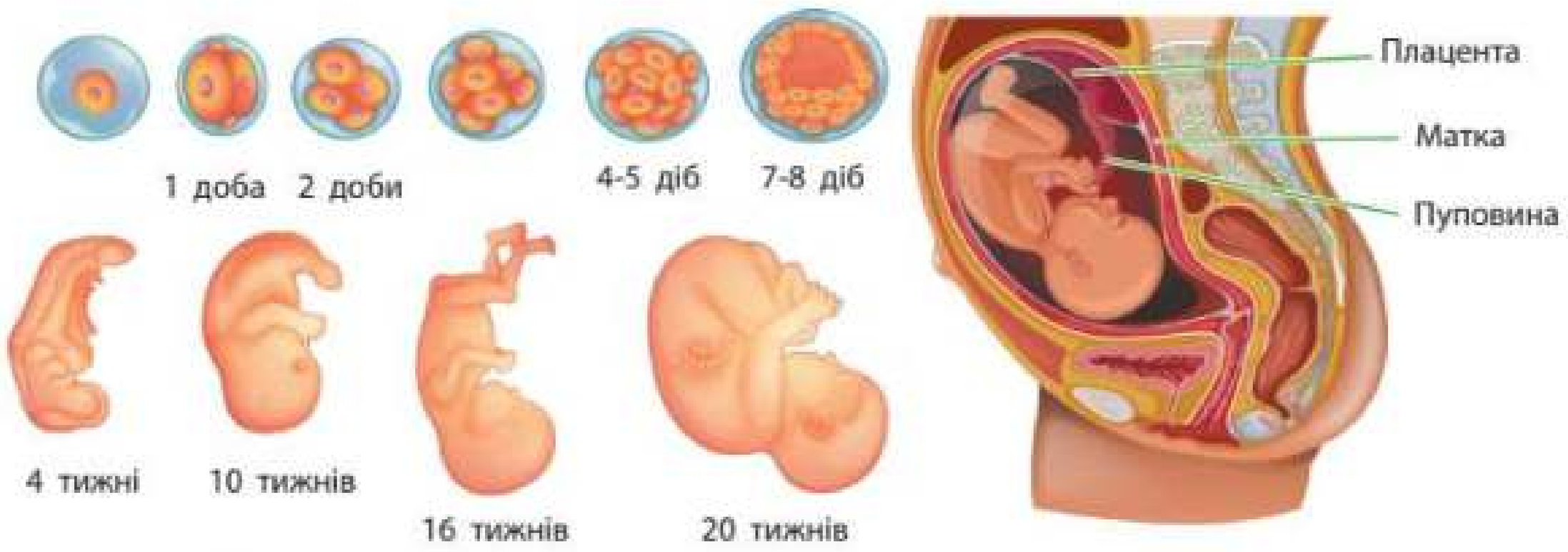
Мал. 44.5. Процес гістогенезу й органогенезу в людини

Робота в парі

Які періоди передують органогенезу? Чому без цих періодів органогенез не можливий?

Плід людини розвивається в матці в особливих оболонках, які утворюють ніби мішок, заповнений навколоплідними водами. Навколоплідні води захищають плід і дають змогу йому вільно рухатися. Зв'язок між організмом матері й плодом забезпечує спеціальний тимчасовий орган, який називається плацентою (мал. 44.6).

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 44.6. Ембріональний розвиток людини

Нормальний розвиток плоду триває дев'ять місяців, протягом яких із зиготи розвивається дитина, маса якої в середньому становить 3 кілограми, а зріст — 50–52 сантиметри.

Вікові періоди постембріонального розвитку людини

Після народження починаються наступні періоди розвитку людини, які супроводжуються процесами дозрівання до статевої зрілості, розмноженням, втратою організму здатності до розмноження і старінням.

У дитячому віці дитина швидко росте, починає ходити й спілкуватися за допомогою мови. У неї з'являються молочні зуби, вона починає їсти різноманітну їжу, опановує деякі правила поведінки. У ранньому дитинстві дитина продовжує рости, грає в ігри, прагне самостійності.

Дитинство, що триває від 6 до 12 років, є шкільним віком, цей етап присвячений навчанню. На підлітковому і юнацькому етапі відбувається статеве дозрівання, формування особистості, яка здатна робити власний вибір, бути відповідальною, розуміти суспільні принципи.

Зрілий вік є часом створення сім'ї, отримання професії, активного соціального життя, розвитку фізичних, психічних, інтелектуальних і творчих можливостей.

Наступні етапи життя характеризуються високими можливостями, багатим життєвим досвідом, активною професійною діяльністю.

Плацента — це тимчасовий репродуктивний орган, який існує лише в період вагітності і з'єднує плід пуповиною зі стінкою матки для забезпечення кровопостачання, терморегуляції, обміну речовин, дихання та живлення плоду.

Матка — м'язовий орган жіночого організму, у якому відбувається процес розвитку ембріона й виношування плоду.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Об'єднайтеся в групи і, користуючись таблицею, підготуйте доповіді про обрані вами періоди розвитку людини. Зверніть увагу на особливості онтогенезу чоловічої та жіночої статі. Зробіть висновки.

	Періоди розвитку людини, які відрізняються особливостями росту, розвитку, фізіологічних і психологічних характеристик	Тривалість періоду
1	Новонароджений	1–10 днів
2	Грудний період	До 12 місяців
3	Раннє дитинство	Від 1 до 3 років
4	Перше дитинство	Від 4 до 7 років
5	Друге дитинство	Хлопці від 8 до 12 років Дівчата від 8 до 11 років
6	Підлітковий вік	Хлопці від 13 до 16 років Дівчата від 12 до 15 років
7	Юнацький вік	Хлопці від 17 до 21 років Дівчата від 16 до 20 років
8	Зрілий вік	Чоловіки від 22 до 60 років Жінки від 21 до 55 років
9	Похилий вік	Чоловіки від 61 до 74 років Жінки від 56 до 74 років
10	Старечий вік	Від 75 до 90 років
11	Довгожителі	Понад 90 років

Опорні точки

Онтогенез є процесом індивідуального розвитку організму. Ембріональний період відбувається в материнському організмі й триває від утворення зиготи до народження. Постембріональний період супроводжується ростом, суттєвими анатомічними, фізіологічними, психологічними змінами і набуттям здатності до розмноження.

Запитання і завдання

1. У чому особливості ембріонального періоду онтогенезу?
2. Яку роль в ембріогенезі відіграє плацента?
3. Чому ріст клітин під час гаструляції не відбувається? Яке це має значення?
4. У якому періоді онтогенезу ви зараз перебуваєте? Про які його особливості ви знаєте? Створіть комікс про ці особливості й продемонструйте його на шкільному заході.
5. Розробіть будь-який зразок інфографіки про те, що слід робити для збереження власного здоров'я, розглядаючи всі періоди розвитку людини. Поміркуйте, чи може турбота про власне здоров'я сприяти довгожительству.

Проект підручника видавництва «Ранок»

§45. Репродуктивне здоров'я. Захворювання, що передаються статевим шляхом

Репродуктивне здоров'я

Репродуктивне здоров'я є важливим складником здоров'я людини. Ідеться не просто про відсутність хвороб статевої системи. Ідеться про стан фізичного, емоційного, інтелектуального й соціального благополуччя. Для збереження репродуктивного здоров'я потрібні знання й певна культура статевих стосунків.

Репродуктивне здоров'я людини — це насамперед нормальне функціонування органів її статевої системи. Хвороби статевої системи можуть виникати через порушення роботи ендокринної системи, хронічні захворювання, інфекційні процеси. Крім того, репродуктивне здоров'я залежить від способу життя та наявності корисних і шкідливих звичок.

Репродуктивне здоров'я — це стан фізичного, розумового й соціального благополуччя, який характеризує здатність до зачаття й народження дітей, планування сім'ї, безпечного батьківства й материнства.

Репродуктивне здоров'я має потужну соціальну компоненту. Соціальна зрілість — необхідний етап розвитку особистості.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Розмови про репродуктивне здоров'я здебільшого починаються з обговорення можливості сексуальних стосунків без загрози захворювань, що передаються статевим шляхом (скорочено — ЗПСШ). Насправді репродуктивне здоров'я є багатокомпонентним: це сексуальне здоров'я, планування сім'ї та безпечне, відповідальне батьківство й материнство. Але вміння планувати сім'ю та відповідальне ставлення до батьківства й материнства в цих розмовах майже не згадується. Як ви вважаєте, чому?

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Восьмикласниця Марійка прийшла до матері й сказала: «Мені так подобається Богдан! Але він зовсім не звертає на мене уваги. Як я маю поводитися?». Мати помовчала і сказала: «Це саме твої почуття. І це добре, що вони виникли. Треба просто пожити якийсь час із цими почуттями. Розібратися в них. А поводитися треба так, як завжди: залишатися собою».

А що б ви порадили Марійці?



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Люди мають дозріти біологічно, психологічно й соціально, щоб вони могли створити сім'ю, виховувати дітей, нести відповідальність одне за одного.

Відкритий мікрофон

Користуючись схемою, розкажіть про фактори, які позитивно впливають на репродуктивне здоров'я.



Поділіться своїми думками

Як ви вважаєте, чи є частиною захисту репродуктивного здоров'я підлітків їхнє розуміння фізіологічних, психологічних, соціальних та етичних аспектів взаємин між юнаками та дівчатами? Наскільки для вас важливі почуття відповідальності у взаєминах між людьми чоловічої та жіночої статей?

Які фахівці / фахівчині можуть допомогти, якщо в людей виникають певні проблеми з репродуктивним здоров'ям? Існують медичні науки, спеціальності й галузі медицини, які вивчають і лікують саме репродуктивну систему.

Чоловіки можуть звертатися до уролога, — лікаря, який займається проблемами чоловічої



Мал. 45.1. Регулярні візити до гінеколога й уролога є важливими для збереження репродуктивного здоров'я та профілактики захворювань

Проект підручника видавництва «Ранок»

репродуктивної системи. Жінки можуть проконсультуватися й лікуватися в гінеколога. А ще існує така дисципліна, яка зветься «акушерство». Вона займається вивченням вагітності, пологів і післяпологового періоду, їхньої фізіології й патології та методів допомоги вагітним і породіллям.

Гінекологія — галузь медицини, яка займається лікуванням захворювань жіночої репродуктивної системи, що властиві лише жінкам.

Акушерство — наука про вагітність, пологи й післяпологовий період, їхню фізіологію й патологію та раціональну допомогу вагітним і породіллям.

Андрологія — медична спеціальність, яка займається чоловічим здоров'ям, зокрема проблемами чоловічої репродуктивної системи та урологічними проблемами, що властиві лише чоловікам.

Відкритий мікрофон

Користуючись схемою, розкажіть про фактори, які негативно впливають на репродуктивне здоров'я.

Обговоріть у групах, на які фактори люди самі можуть вплинути й змінити ситуацію на краще, які — залежать від держави, а які — від рівня обізнаності й популяризації наукових знань.

Усесвітньо відомий акушер-гінеколог, дійсний і почесний член майже 16-х зарубіжних і вітчизняних медичних наукових товариств, винахідник акушерських інструментів і приладів професор Іван Павлович Лазаревич (1829—1912) створив, зокрема, акушерські щипці, відомі у світовій медицині як щипці Лазаревича.



Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Відеоролик
про ЗПСШ
rnk.com.ua/109795

Захворювання, що передаються статевим шляхом

Ранній початок статевого життя внаслідок нерозуміння, недосвідченості, зневаги до власного репродуктивного здоров'я можуть призводити до захворювань, що передаються статевим шляхом, небажаної вагітності, погіршення репродуктивного здоров'я.

Захворювання, що передаються статевим шляхом, виникають внаслідок дії різних збудників: вірусів, бактерій, одноклітинних і багатоклітинних паразитів. До того ж людина може одночасно хворіти кількома ЗПСШ одночасно (мал. 45.2; схема 22).

Найпоширенішими ЗПСШ є такі захворювання, як-от: сифіліс, гонорея, хламідіоз і трихомоніаз. На жаль, ці інфекції спочатку не мають симптомів, тому їх важко виявити. А коли вже виникають певні симптоми, це вже захворювання, яке потребує активного лікування.

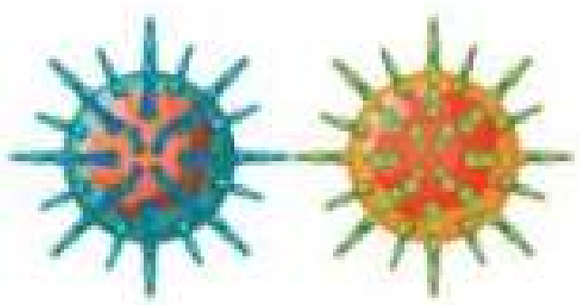
Зазвичай збудники ЗПСШ є нестійкими в умовах навколишнього середовища, тому необхідний прямий контакт для інфікування цими збудниками. ЗПСШ, як правило, передаються під час статевого акту, але іноді вони можуть бути спричинені контактом «шкіра до шкіри». Застосування презервативу під час статевого акту значно зменшує ризик зараження ЗПСШ.

Важливо знати, що:
- заразившись ЗПСШ, людина може про це не знати протягом тижнів, а інколи й багатьох місяців;
- симптоми ЗПСШ можуть зникнути в людини без лікування, але хвороба залишиться, тому ця людина може заражати інших людей;
- якщо вчасно звернутися до лікарів, то більшість ЗПСШ успішно й ефективно лікуються.

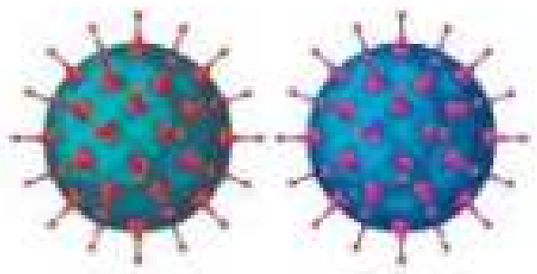


Схема 22. Збудники ЗПСШ

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



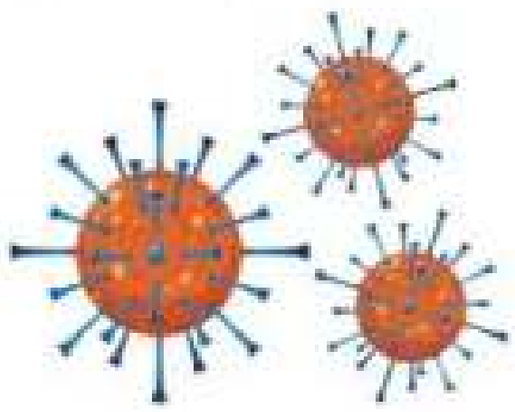
Віруси герпесу людини



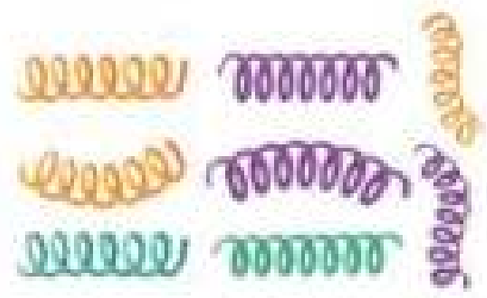
Віруси імунодефіциту людини



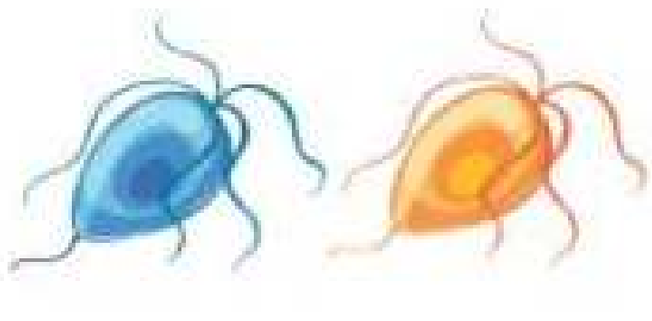
Бактерії хламідії



Вірус контагіозного молюска



Бактерія Бліда спірохета — збудник сифілісу



Трихомонади (одноклітинні паразити)

Мал. 45.2. Моделі збудників деяких захворювань, що передаються статевим шляхом

Папіломавірусом можна заразитися за умов тісного побутового контакту, трихомонада може тривалий час зберігати свої інфекційні властивості на мокрих рушниках. Збудник корости (коростяний свербун) може передаватися контактно-побутовим шляхом через предмети вжитку. Багато ЗПСШ, як-от: сифіліс, гонорея, гепатит В, ВІЛ, хламідіоз, — можуть передаватися від матері до дитини під час вагітності, пологів або материнське молоко.

Запитання і завдання

1. Проведіть опитування. Питання будуть такими: «Чи знали ви до цього уроку, що є такий жіночий лікар, як гінеколог, і коли до нього можна звернутися?», «Чи знали ви до цього уроку, що є такий чоловічий лікар, як андролог, і коли до нього можна звернутися?». Сформулюйте мету опитування. Проаналізуйте результати цього опитування і зробіть висновок.
2. Доведіть, що репродуктивне здоров'я людини справді є багатокомпонентним.
3. Як ви вважаєте, на яких цінностях ґрунтуються стосунки між чоловіком і жінкою? Підготуйте про це дискусію в класі.

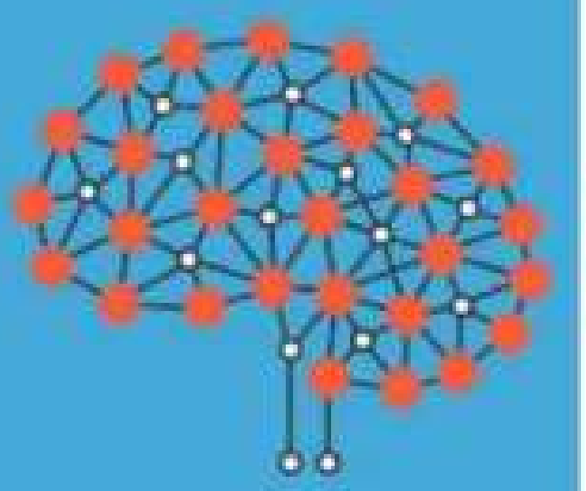
Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Прочитайте книгу письменниці Бел Кауфман «Вгору сходами, що ведуть униз», у якій вона розповідає про шкільне життя американських підлітків. Подискутуйте на тему: «Чи є особливості підліткового періоду життя, що притаманні всім підліткам».

Опорні точки

Репродуктивне здоров'я є важливим показником стану фізичного, розумового й соціального благополуччя. Рівень поінформованості про основи репродуктивного здоров'я визначає, наскільки адекватною й адаптивною буде сексуальна поведінка людини. Від цього ж залежить її захищеність від захворювань, що передаються статевим шляхом (ЗПСШ).

Проєкт підручника видавництва «Ранок»



Тема 10

БІОСОЦІАЛЬНА ПРИРОДА ЛЮДИНИ. ОСОБЛИВОСТІ ЛЮДИНИ ЯК БІОСОЦІАЛЬНОГО ВИДУ

§ 46. Антропогенез

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Пригадайте, які фізичні риси відрізняють людину від перших приматів. Чому, як ви вважаєте, людина стала ходити на двох ногах?

Антропогенез — це процес походження та еволюції людини як біологічного виду.

Таблиця 12. Таксономічна класифікація людини

Домен	Евкаріоти (Eukaryota)
Царство	Тварини (Animalia)
Тип	Хордові (Chordata)
Підтип	Хребетні (Vertebrata)
Клас	Ссавці (Mammalia)
Ряд	Примати (Primates)
Родина	Гомініди (Hominidae)
Рід	Люди (*Homo*)
Вид	Людина розумна (*Homo sapiens*)

Антропогенез

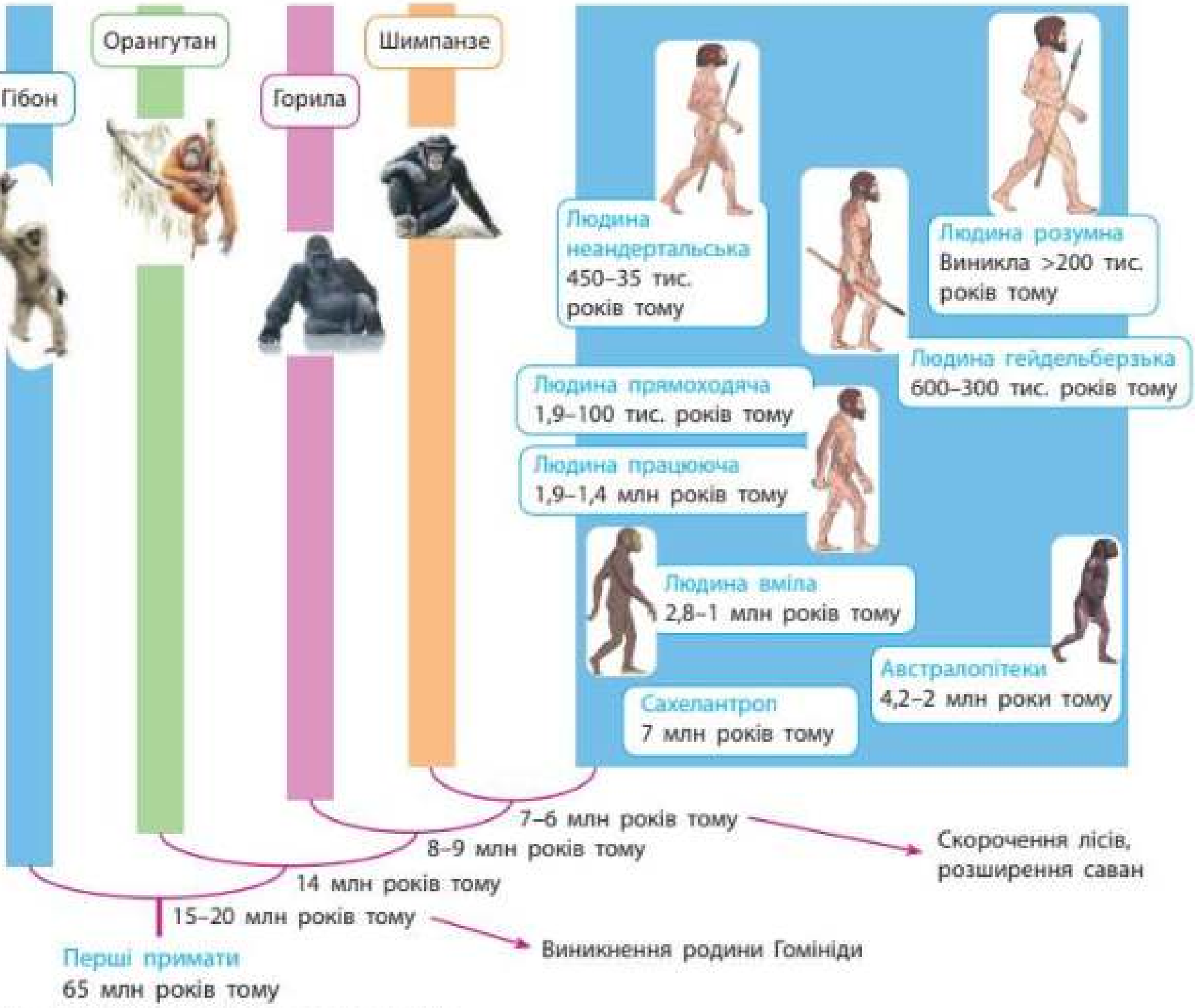
Біологічний вид **Людина розумна** (*Homo sapiens*) — а це всі сучасні люди — належить до ряду **Примати**. Разом із людиноподібними мавпами — шимпанзе, горилами й орангутанами, а також з австралопітеками та ще кількома вимерлими видами, — люди формують родину **Гомініди**. У роді **Люди** сучасна людина є єдиним видом, який зараз існує (див. таблицю 12); інші види, як-от Людина вміла або Людина неандертальська, є вимерлими.

Реконструкцією еволюції людини займаються антропологія, палеонтологія, генетика та інші наукові дисципліни. Вивчення стародавніх скам'янілостей поступово відкриває шляхи еволюції нашого виду.

Палеонтологічні дані свідчать, що **примати** відокремилися від інших ссавців близько 65 млн років тому. У період 20–25 млн років тому в усьому світові мешкало багато видів приматів, серед яких були представники родів *Proconsul*, *Dryopithecus*, *Afropithecus* та ін. Вони були пристосовані до життя на деревах в умовах теплого тропічного клімату.

Приблизно 15–20 млн років тому в Африці сформувалася родина **Гомініди**. У її складі були предки сучасних людиноподібних мавп, а 6–7 млн років тому сформувалась лінія, що веде до людини (мал. 46.1, с. 229). Виникнення людиноподібних пов'язують зі змінами клімату, який став засушливим. Скоротилися

Проект підручника видавництва «Ранок»



Мал. 46.1. Еволюційне дерево гомінід

площі тропічних лісів, і частина гомінід, до яких належали й наші предки, були змушені вийти в савани. Життя просто неба дало поштовх для виникнення нових адаптацій, зокрема, **прямоходіння.**

Першим із відомих науці видів, що переміщувався на двох ногах, був **сахелантроп**, який жив в Африці 7 млн років тому. Прямоходіння було властиве й **австралопітекам**, які існували в Африці 4–2 млн років тому (мал. 46.2, с. 230). Ці стародавні істоти були ще дуже схожі на мавп; їхній головний мозок був такого ж розміру, як у шимпанзе: 400–500 $см^3$.

Приблизно 2,8–2,4 млн років тому виник перший представник роду **Люди** (*Homo*)

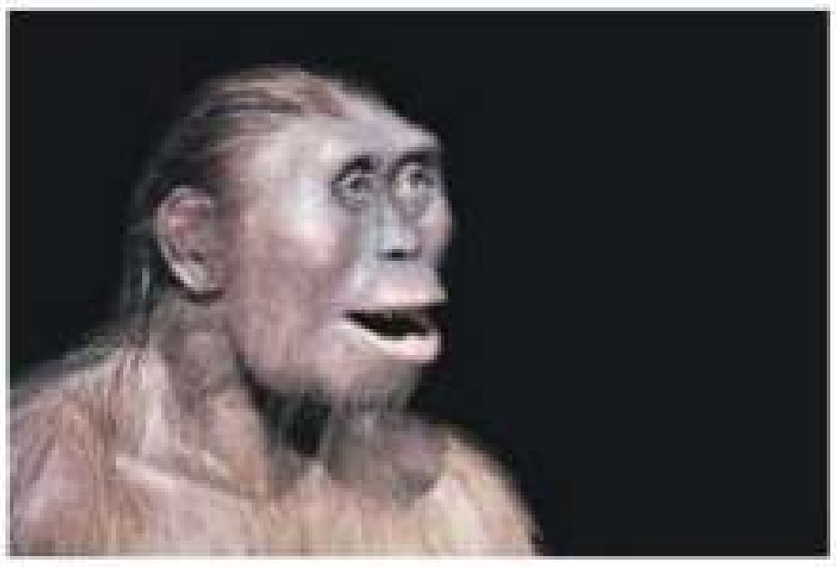
Поділіться своїми думками

Вважають, що саме в тропічних лісових екосистемах сформувалося багато стародавніх людських адаптацій. Які ваші риси або особливості поведінки могли бути пристосуванням до життя на деревах у тропічному лісі?

Проект підручника видавництва «Ранок»

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Наведіть аргументи, чому прямоходіння в умовах саван для наших предків було більш вигідним, ніж переміщення на чотирьох кінцівках.



Мал. 46.2. Реконструкція обличчя австралопітека

Відкритий мікрофон

Як пов'язані вогонь і еволюційне зменшення щелеп та зубів? Як пов'язані мовлення й підборіддя?

Робота в групі

Які, на вашу думку, якості, риси характеру та стереотипи поведінки змінилися / виробилися в людей, коли вони стали жити у великих групах?

— **Людина вміла** (*Homo habilis*). Це були невеликі гомініди зростом 100–150 см, вкриті густим волоссям, які частково продовжували жити на деревах. Але від попередників вони відрізнялись збільшеним об'ємом мозку: 500–900 см^3. Людина вміла першою почала виготовляти кам'яні знаряддя, які були дуже примітивними і становили собою розколоте каміння (мал. 46.3, с. 230). Ці гомініди почали харчуватися падаллю великих тварин, а свої кам'яні знаряддя використовували для обробки туш і зіскрібання м'яса з кісток.

Людина прямоходяча (*Homo erectus*) та **Людина працююча** (*Homo ergaster*) з'явилися 1,9–1,8 млн років тому. Їх вважають, відповідно, азійською та африканською лініями одного виду. Зріст цих людей сягав 130–180 см. Вони мали великі надбрівні дуги, низький лоб, масивну нижню шелепу без підборіддя, відносно малі зуби. Обсяг головного мозку в них збільшився до 850–1100 см^3. Людина прямоходяча й людина працююча виготовляли складні кам'яні знаряддя й полювали на дичину. Приблизно 1,5 млн років тому вони почали використовувати вогонь.

Людина прямоходяча першою з роду Homo вийшла з Африки й заселила Євразію. Людина працююча еволюціонувала в **Людину гейдельберзьку** (*Homo heidelbergensis*), яка поширилася в Африці та за її межами. Людину гейдельберзьку розглядають як одного з предків, спільних для неандертальців, денисівців і сучасної людини.

Людина неандертальська (*Homo neanderthalensis*) виникла 450–350 тис. років тому. Назва



а б в

Мал. 46.3. Кам'яні знаряддя: а — скребок (Людина вміла), б — рубило (Людина прямоходяча), в — наконечники стріл і списів, ножі, сокира (Людина розумна)

Проект підручника видавництва «Ранок»

походить від долини Неандерталь у Німеччині. Мешкали **неандертальці** в Європі та Західній Азії. Неандертальці адаптувалися до холодного клімату. Вони були невисокими (155–165 см), мали міцні широкі кістки, циліндричну грудну клітку й відносно короткі кінцівки, широкий ніс для зігрівання повітря, світлу шкіру й волосся. Об'єм мозку в неандертальців становив 1300–1600 см^3 (мал. 46.4).

Неандертальці займалися полюванням і збиранням, жили у великих групах і користувалися мовою, можливо, жестовою. Вони виготовляли складні знаряддя, до прикладу, списи й сокири, влаштовували прості укриття з гілок і кісток тварин, здобували й використовували вогонь, створювали простий одяг, збирали лікарські рослини, лікували важкі травми, піклувалися про старих і хворих. У неандертальців було символічне мислення й початкове мистецтво, про що свідчать наскельні малюнки, музичні інструменти (флейта), прикраси з пір'я та мушель.

Приблизно 35–40 тис. років тому неандертальці зникли. Причини їхнього вимирання не з'ясовані. Можливо, вони пов'язані з конкуренцією із сучасними людьми або змінами в навколишньому середовищі.

Людина розумна (*Homo sapiens*) виникла в Африці понад 200 тис. років тому й поширилася іншими континентами. Ранніх представників називають **кроманьйонцями**, за назвою скельної печери Кро-Маньон у Франції. Кроманьйонці відрізнялися від неандертальців зростом (150–200 см), сплощеною грудною кліткою, слабо вираженими надбрівними дугами, високим лобом, наявністю підборіддя. Об'єм мозку становив 1000–1800 см^3, префронтальна кора, пов'язана з інтелектом, була великою та високорозвиненою.

Найдавніші люди мали такий самий спосіб життя, як і неандертальці, і використовували грубе кам'яне знаряддя. Але близько 50 тис. років тому люди почали виготовляти метальні дротики, ножі, рибні крючки, голки з вушком. Змінилися оселі (мал. 46.5), з'явилися вироби з кісток і рогів, поширилися

Довідка. Генетичні дослідження встановили, що стародавні люди й неандертальці схрещувалися між собою. Зараз кожна людина неафриканського походження має 1–4 % генів, що перейшли від неандертальців. Здебільшого ці гени визначають стійкість до інфекційних захворювань та особливості обміну жирів. Із неандертальцями також пов'язаний ген добового ритму, що зумовлює хронотип «сови».



Мал. 46.4. Неандерталець



Мал. 46.5. Реконструкція оселі з бивнів мамонта. Межиріцька стоянка (Київ, Природознавчий музей)

Проект підручника видавництва «Ранок»

Робота в парі

Пригадайте особливості скелета людини, пов'язані з прямоходінням (див. параграф 5). Працюйте в парі: ви називаєте ознаку, ваш напарник / ваша напарниця пояснює її пристосувальне значення.



Мал. 46.6. Хвилі міграції Людини розумної. Цифрами позначено час (років тому)

печерний живопис і художня різьба. Вважають, що саме в ті часи в людини виникло розвинене мовлення. Поступово людина розумна розселилася всією планетою (мал. 46.6, с. 232).

Основні риси еволюції людини

Формування людини пов'язане з низкою анатомічних змін. Ідеться про:

- розвиток прямоходіння (біпедія);
- збільшення та розвиток мозку (енцефалізація);
- розвиток хапальної кисті;
- зменшення щелеп і збільшення мозкового відділу черепа;
- зменшення розміру ікл;
- редукцію волосяного покриву.

Розвиток мозку — **енцефалізація** — був найголовнішим процесом, що відбувся в еволюції людини (мал. 46.7). Учені пов'язують його з низкою генетичних змін, які спричинили зростання кількості нейронів і збільшення кількості міжнейронних контактів.

Довідка. Великий мозок потребує більше часу для розвитку, і в людини подовжилося дитинство — тобто період навчання й набуття життєвого досвіду. Для порівняння, павіан дорослішає в 6–8 років, шимпанзе — у 10–12 років.

Індивідуальна робота

Користуючись мал. 46.8, назвіть архаїчні риси черепа Людини прямоходячої порівняно з Людиною розумною.



400–500 см³ Австралопітек | 850–1100 см³ Людина прямоходяча | 1300–1600 см³ Людина неандертальська | 1000–1800 см³ Людина розумна

Мал. 46.7. Еволюція розмірів головного мозку й форми черепа

Проект підручника видавництва «Ранок»

Результатом еволюційного розвитку мозку є **високий інтелект і здатність до мови**. Це сприяє **високому рівню соціалізації** людини — життю у великих групах, обміну інформацією, передачі досвіду від поколінь до поколінь. Завдяки розвиненому мозку Людина розумна опанувала майже всі території, досягла технологічного прогресу й створила складні суспільства.

Еволюція сучасної людини

Еволюція людини триває й останні 10 тис. років. Темна пігментації шкіри, яка захищає від ультрафіолетового випромінювання, посвітлішала в районах із нестачею сонячного світла, щоб краще синтезувати вітамін D. Широкі губи й ніс у жарких тропіках стали вузькими в холодних районах, щоб зігрівати повітря й не віддавати тепло. З розвитком сільського господарства люди адаптувалися до вживання великої кількості вуглеводів у раціоні. Здатність пити цільне молоко в дорослому віці з'явилася лише 5 тис. років тому. Протягом тисячоліть люди набували стійкості до інфекцій, як-от: туберкульоз, малярія, чума, холера. На наших очах відбувається адаптація до вірусу SARS-CoV2, що спричинив коронавірусну пандемію 2019 року.

Натомість деякі давні адаптації, набуті нашими далекими предками, стали шкідливими зараз. Це стосується, зокрема, любові до солодощів і схильності до переїдання.

Запитання і завдання

1. Знайдіть інформацію про Люсі — самицю австралопітека, знахідка скелета якої суттєво змінила знання про еволюцію гомінід. За якими ознаками дослідники зробили висновок, що Люсі була прямоходячою?
2. Мавпи під час зіткнення із суперником демонструють ознаки свого домінування: прагнуть посісти вищу позицію, встають на повний зріст, демонструють ікла, б'ють себе руками в груди, видають гучні звуки. Чим відрізняється поведінка людини в таких ситуаціях?

Робота в групі

Знайдіть інформацію, чим кисть людини відрізняється від кисті мавп. Зробіть інфографіку, де вони порівнюються.
Проведіть експеримент:
не користуючись великим пальцем, застебніть гудзик, або вийміть із вуха сережку, або відкоркуйте кришку пляшки, або протягніть нитку в голку.
Оцініть, яку роль в еволюції людини зіграв розвинений великий палець.



Робота в групі

Чи еволюціонує людина зараз? Які фактори можуть спрямовувати цю еволюцію? Якими можна уявити людей майбутнього?

Опорні точки

Вид Людина розумна виник понад 200 тис. років тому. Основними рисами еволюції людини було прямоходіння, збільшення головного мозку, розвиток хапальної кисті.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§47. Вища нервова діяльність. Безумовні та умовні рефлекси. Інстинкти

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Вид *Homo sapiens* має такі можливості, яких немає в жодного виду на планеті Земля. Людині притаманні абстрактне мислення, мовлення, уміння виготовляти та використовувати знаряддя праці, високий ступінь розвитку матеріальної й нематеріальної культури.

Які біологічні особливості виду *Homo sapiens* дали йому змогу досягнути такої складної поведінки, уміння опановувати природне середовище й будувати рукотворний світ?

Вища нервова діяльність

Вища нервова діяльність (ВНД) — це функція вищих відділів головного мозку, яка формує складну поведінку і психічну діяльність. ВНД забезпечує найефективнішу взаємодію організму з навколишнім середовищем.

Вища нервова діяльність з'являється в тих організмів, які мають складну будову головного мозку, що містить розвинену кору великих півкуль. Завдяки складній будові кори формується **психіка** — властивості мозку відображати довкілля у вигляді відчуттів, уявлень, думок, понять, теорій, вольових дій тощо (мал. 47.1). Саме кора відіграє ключову роль у виконанні мозком таких функцій, як-от: пам'ять, увага, сприймання, мислення, мовлення, свідомість.

Відкритий мікрофон

Розгляньте схематичну будову кори головного мозку, яка описує зовнішню поверхню його півкуль (мал. 47.1), і підписи під ним. Користуючись малюнком і додатковою текстовою інформацією, розкажіть, які особливості й можливості людини забезпечує кора головного мозку.



Мал. 47.1. Функціональні зони кори головного мозку

Проект підручника видавництва «Ранок»

Якщо взяти прості рефлекси та інстинкти, то вони формують «запрограмовану» поведінку, коли тварини не можуть вийти за межі стандартних реакцій. Завдяки ВНД організм прораховує свої дії й розуміє їхні наслідки. Так формується незапрограмована, розумна поведінка у відповідь на непередбачувані зміни в довкіллі. Тобто ВНД забезпечує найдосконаліше пристосування організму до умов навколишнього середовища, в основі яких є здатність кори головного мозку швидко утворювати нові умовні рефлекси й гальмувати старі у відповідь на зміни довкілля.

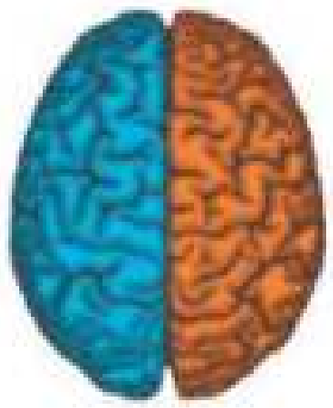
Основними нервовими процесами, що забезпечують вищу нервову діяльність, є збудження й гальмування. **Збудження** — це підвищення активності нейронів, яке виникає в нервових центрах і поширюється через нервові волокна у вигляді електричних імпульсів. **Гальмування** ж приводить до пригнічення збудження або до його запобігання. У кожної конкретної людини збудження й гальмування мають індивідуальний характер, бо кількість нейронів і активність внутрішніх процесів різна.

Поділіться своїми думками

Чому під час сильного удару по потилиці людина відчуває, що в неї нібито «полетіли іскри з очей», вона сприймає це, як яскравий спалах світла?

Робота в групі

Користуючись таблицею, порівняйте особливості функціонування півкуль головного мозку, звертаючи увагу на так звану «міжпівкульну асиметрію». Знайдіть додаткову сучасну наукову інформацію щодо вивчення міжпівкульної асиметрії фізіологами, психологами, біохіміками, генетиками. Додайте до таблиці нові дані. Зробіть висновки.



Міжпівкульна функціональна асиметрія

Ліва півкуля	Права півкуля
Обробляє вербальну інформацію, забезпечує здатність до письма й читання	За допомогою образів і / або символів обробляє невербальну інформацію, розпізнає емоції
Розуміє лише буквальне значення слів	Забезпечує сприймання ритму, рими, інтонації
Сприяє запам'ятовуванню фактажу: точні дати, імена, контроль їхнього написання	Дає змогу фантазувати, застосовувати уяву, мріяти, створювати щось нове
Аналізує факти, забезпечує підсвідому обробку граматики, обробляє інформацію послідовно за етапами	Здатна бачити проблему загалом, відповідає за творчість, уяву, музикальні здібності
Розпізнає числа й математичні символи	Забезпечує орієнтацію в просторі

Проект підручника видавництва «Ранок»

Скрайбінг «Типи темпераменту»
mk.com.ua/109796

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Знайдіть в інтернеті й пройдіть класичний тест П. Хейманса й Ле Сена на визначення темпераменту. У цьому тесті темпераменти класифіковані за трьома ознаками: емоційність, активність і вторинність, перетин яких утворює вісім темпераментів, зокрема чотири класичні, про які ви вже знаєте зі скрайбінгу «Типи темпераменту».

Поділіться своїми думками

Користуючись схемою 23, текстом підручника й текстом повісті І. Нечуя-Левицького «Кайдашева сім'я», визначте тип темпераменту головних героїв твору. Доведіть, що ви маєте рацію у своєму виборі.

Типи вищої нервової діяльності

Нервова система характеризується трьома властивостями: силою, урівноваженістю й рухливістю. **Сила нервової системи** виявляється в стійкості до тривалого впливу подразника, як збудливого типу, так і того, що загальмовує. **Урівноваженість** характеризується співвідношенням збудження й гальмування, а **рухливість** — швидкістю виникнення або припинення збудження — гальмування. Сукупність вроджених властивостей нервової системи, тобто сили, урівноваженості й рухливості, визначає типи вищої нервової діяльності.

Тип вищої нервової діяльності є фізіологічною основою темпераменту, який впливає на формування характеру (схема 23).

Сильний урівноважений рухливий тип ВНД має однакові щодо сили процеси збудження й гальмування з їхньою збалансованою рухливістю. Це забезпечує людині високі адаптивні можливості й стійкість в умовах важких життєвих ситуацій (**сангвініки**).

Сильний урівноважений інертний тип ВНД характеризується сильними процесами збудження й гальмування, але має повільну рухливість, тому завжди стикається з проблемами під час переходу з одного виду діяльності на інший (**флегматики**).

Сильний неврівноважений тип ВНД має сильні процеси збудження і слабкі процеси гальмування. Це у важких життєвих ситуаціях



Схема 23. Типи ВНС

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

призводить до порушень вищої нервової діяльності й бурхливих емоційних спалахів (**холерики**).

Слабкий тип ВНД характеризується слабкістю обох нервових процесів: і збудження, і гальмування. Це призводить до зниження адаптивності (**меланхоліки**).

Безумовні й умовні рефлекси. Інстинкти

Рефлекс — реакція організму на певний подразник, яка здійснюється за участю нервової системи.

Рефлекси бувають **безумовні**, які є вродженими й передаються від покоління до покоління (схеми 24, 25), та **умовні**, такі, що набуваються організмом протягом життя. Умовні рефлекси формуються на основі безумовних (таблиця 13, с. 238). Для формування умовного рефлексу потрібна одночасна дія безумовного (наприклад, лимон) і нейтрального (слово «лимон») подразників. Через час на пред'явлення лише нейтрального подразника також буде виявлятися реакція (слиновиділення).

Безумовний рефлекс — це спадково закріплена форма реагування на певний подразник, яка здійснюється за участю спинного мозку або стовбура головного мозку.

Анімація «Рефлекси людини» mk.com.ua/109797

Відкритий мікрофон

Користуючись схемою 24, розкажіть, як формується умовний рефлекс.



Схема 24. Як формується умовний рефлекс



Схема 25. Приклади безумовних рефлексів людини

Проект підручника видавництва «Ранок»

Таблиця 13. Характеристики безумовних і умовних рефлексів

Безумовні рефлекси	Умовні рефлекси
Вроджені реакції	Набуваються впродовж життя
Мають видовий характер, притаманні більшості особин певного виду	Є індивідуальними, притаманні конкретному індивіду
Виникають у відповідь на дію безумовних подразників (їжа, повітря, світло тощо)	Формуються на основі безумовних рефлексів, виникають на дію умовних подразників
Відносно стійкі, постійні, незмінні й зберігаються протягом усього життя	Є непостійними, виникають і зникають упродовж життя
Здійснюються за участю спинного мозку або стовбура головного мозку	Здійснюються за участю великих півкуль головного мозку
Забезпечують пристосування організму до стабільних умов життя	Забезпечують пристосування організму до мінливих умов середовища
Можуть об'єднуватися й утворювати інстинкти	Утворюють складні програми поведінки (керування автомобілем, в'язання тощо)

Умовний рефлекс — це набута пристосувальна реакція організму, що формується на базі безумовних рефлексів за участю кори головного мозку.

Інстинкт — сукупність вроджених складних актів поведінки, що виникають у тварин певного виду як реакція на зовнішні та внутрішні подразнення.

Завдяки комплексу безумовних рефлексів формуються **інстинкти**. Інстинкти — генетично детерміновані, спадкові форми поведінки, які є адаптивними і спрямовані на задоволення базових потреб.

У людини інстинктивна поведінка може виявляться через базові вроджені потреби в безпеці, їжі, воді, сні тощо. Оскільки людина живе в соціумі, то її інстинктивна поведінка може бути змінена під соціокультурним упливом. Суспільство виховує людину й навчає її контролювати свої інстинктивні реакції, діяти так, як вимагають соціальні норми.

Опорні точки

Основною формою діяльності нервової системи є рефлекси, які бувають безумовними — спадковими, й умовними, що набуваються організмом протягом життя. Завдяки комплексу безумовних рефлексів формуються інстинкти, які є спадковими адаптивними формами поведінки, спрямованими на задоволення базових потреб організму.

Запитання і завдання

1. Що ви знаєте про зони кори головного мозку? Яка із цих зон відповідає за вищу психічну діяльність?
2. Які дві зони кори головного мозку забезпечують змогу людини аналізувати мовлення й керувати ним?

Проект підручника видавництва «Ранок»

§48. Сигнальні системи. Мова, навчання та пам'ять

Сигнальні системи

Організми тварин і людини перебувають у різноманітних зв'язках із навколишнім середовищем. У їхньому головному мозку виникає система нервових процесів, які забезпечують сприймання й переробку сигналів, що надходять із довкілля. Відображення в мозку дійсності у формі відчуттів учені називають **першою сигнальною системою.** Завдяки першій сигнальній системі в організмі формуються умовні рефлекси на різноманітні фактори навколишнього середовища.

Сигнальна система — нервові процеси, завдяки яким відбувається сприйняття й аналіз інформації, а також формуються відповідні реакції організму на певні подразники.

Перша сигнальна система притаманна і тваринам, і людям. Аналіз і синтез конкретних сигналів, предметів і явищ навколишнього середовища є для них загальним. Іншої системи, яка забезпечує процеси адаптації до мінливих умов зовнішнього середовища, у тварин немає, а в людей вона є. Саме тому поведінка людини суттєво відрізняється від поведінки тварин. Завдяки соціальності, трудовій діяльності, суспільним і сімейним стосункам, у виду *Homo sapiens* виникла нова форма отримання й передачі інформації: **друга сигнальна система.** У людини всі явища дійсності відображаються в мозку не лише у формі відчуттів, уявлень, вражень, але й у формі особливих умовних знаків — слів. Слова стали «сигналами сигналів» і основою **другої сигнальної системи.**

Перша сигнальна система відображає дійсність за допомогою зорових, слухових, нюхових та інших сигналів, а друга сигнальна система відображає цю дійсність за допомогою загальних абстрактних понять, які можна

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Уявіть, що перед вами постала низка запитань. Якими способами комунікації ви користуєтеся під час навчання і спілкування з друзями? Як ви опановували ці способи? Як людина має спілкуватися, якщо в неї від народження не працює слухова сенсорна система? Зараз ви навчаєтеся біології. А як ви розумієте, що таке навчання? Ви можете дати відповіді на ці запитання одразу? Чи вам потрібен час для того, щоб знайти необхідну інформацію?

Перша сигнальна система — це сукупність нервових процесів, які сприймають дійсність через реальні стимули (наприклад, через дотик, зір, нюх тощо).

Проект підручника видавництва «Ранок»

Відкритий мікрофон

Розгляньте малюнки і схему, знайдіть додаткову інформацію й дайте відповідь на запитання: «Як взаємопов'язані перша й друга сигнальні системи? Які функції вони спільно виконують?».





ВИЩА НЕРВОВА СИСТЕМА

Перша сигнальна система

Сукупність нервових процесів, яка відображає дійсність у формі відчуттів звуків, світла, дотику, запаху, смаку, тиску, температури тощо

Друга сигнальна система

Сукупність нервових процесів, яка відображає навколишню дійсність шляхом узагальнення абстрактних понять за допомогою слів

висловити. Слово можна почути завдяки слуховому аналізатору й побачити його в написаному вигляді завдяки зоровому аналізатору.

Друга сигнальна система — це сукупність нервових процесів, які сприймають дійсність через слова і позначені ними поняття (тобто через уявні стимули).

Мова

Завдяки другій сигнальній системі в представників виду *Homo sapiens* з'явилася **мова** — система особливих знаків і засобів спілкування між людьми за допомогою слів. Мова як система ефективної комунікації стала одним із найважливіших здобутків людства. Мова є суспільним явищем, суспільним надбанням, найважливішим засобом формування людських стосунків. Саме мова дає змогу отримувати, зберігати й передавати інформацію, спілкуватися, навчатися, розвиватися, описувати свої дії та емоції.

Мова почала формуватися на основі звуків. Із часом з'явилася писемна форма мови, яка дає змогу фіксувати щось на папірусі, папері, мармурі, граніті чи інших придатних для цього матеріалах. Мову можна чути, сприймати зором. Існує жестова мова — вид спеціального письма, який дає змогу позначати слова, а також літери алфавіту певними жестами.

Відкритий мікрофон

Як ви вважаєте, чому кажуть: «Скільки мов ти знаєш, стільки разів ти людина»?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

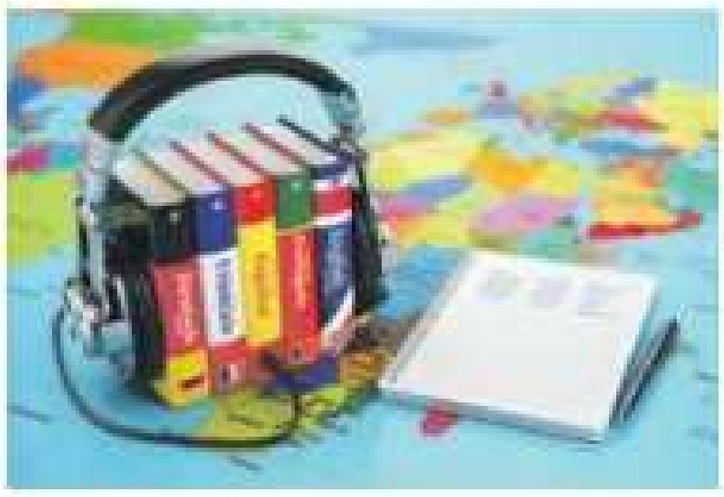
Розгляньте малюнки. Підготуйте доповідь про жестову мову й азбуку Брайля. Оцініть можливості мозку людини, який може розв'язувати таку складну проблему, як засвоєння мовлення й мови без використання слухової або зорової сенсорних систем.



Такий вигляд має правопис азбуки американською мовою жестів ASL

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Відомо, що у світі існує понад шість тисяч мов. Це природні мови, які виникають і зникають у процесі історичного розвитку різних груп людства. Дізнайтеся, чи існують штучні мови, які створені спеціально для полегшення міжнародного спілкування. Якщо б вам запропонували створити таку штучну мову, у який спосіб ви би діяли?



Здатність вивчити мову дитина має від народження. Процес навчання починається вже з 5–7 місяців першого року життя і триває десь до 5–6 років. Дитина може опанувати будь-яку мову, якою розмовляє оточення. Однак мова формується лише в соціумі, під час спілкування з іншими людьми. Якщо дитина ізольована від людського оточення, здатність вивчити мову не може бути реалізованою.

Навчання й пам'ять

Розвиток мовлення й мови супроводжувався розвитком **мислення**. Мислення є функцією кори великих півкуль головного мозку, яка дає змогу уявити та висловити своє ставлення до предметів і явищ за допомогою слів та образів.

Навчання є способом накопичення індивідуального досвіду в процесі взаємодії людини з її соціокультурним середовищем. Завдяки цьому люди накопичують **знання** — узагальнений досвід людства, виражений у фактах, поняттях, теоріях. У такий спосіб людина пізнає

Довідка. Мова, мовлення й мислення відіграють вирішальну роль у становленні свідомості людини, розвитку її психіки, дають змогу навчатися.

Мінілекція про мову, навчання й пам'ять
rnk.com.ua/109798

Проект підручника видавництва «Ранок»

Завдання

Розгляньте малюнки. Що вам більше подобається: проводити досліди, обговорювати в групі проблемні питання чи слухати розповідь учительки / учителя? Які форми проведення уроків допомагають вам обирати професію?







навколишній світ і набуває нових форм поведінки. Свідоме застосування знань для виконання різних форм діяльності в різних умовах навколишнього середовищі має назву **вміння**.

Навчатися можна в різний спосіб, бо існують різні **види навчання**. Навчання може бути пасивним і активним. **Пасивне навчання** — це коли ви просто слухаєте й нічого не робите. **Активне навчання** передбачає ваші активні дії, коли ви щось робите, помиляєтеся, шукаєте причину помилки й навчаєтеся на своїх помилках. **Проблемне навчання** відбувається завдяки розв'язуванню навчальних або реальних проблем. Ви навчаєтеся бачити проблему, шукати шляхи й засоби її розв'язання, знаходите необхідну для цього інформацію.

Навчання неможливе без запам'ятовування того, що вивчається. **Пам'ять** відіграє в процесі навчання важливу роль і є властивістю психіки зберігати й відтворювати минулий досвід задля його повторного застосування протягом життя.

Біологи та психологи активно вивчали й вивчають пам'ять і її характеристики. Науковці й науковиці класифікували пам'ять за змістом (образна, словесно-логічна, рухова та емоційна), за тривалістю (сенсорна, короткочасна, довгочасна, оперативна), за способом запам'ятовування (мимовільна та довільна). Вивчені види відтворення пам'яті є показником міцності запам'ятовування (упізнавання, згадування, пригадування). Були також визначені

Відкритий мікрофон

Користуючись схемою і власним досвідом, розкажіть про особливості вашої пам'яті.

ІНДИВІДУАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ПАМ'ЯТІ

Швидкість
Визначається кількістю повторень, потрібних людині для запам'ятовування

Міцність
Виявляється в тривалості зберігання завченого матеріалу

Точність
Характеризується відповідністю відтвореного та кількістю допущених помилок

Готовність до відтворення
Виявляється в тому, як швидко та легко людина може щось пригадати

Проект підручника видавництва «Ранок»

Робота в парі

Користуючись наступними двома схемами, підготуйте невелику доповідь про види пам'яті. Дайте відповідь на запитання: «Як ці види пам'яті впливають на успішність навчання?».

ВИДИ ПАМ'ЯТІ ЗА ЗМІСТОМ

Рухова пам'ять
Виявляється в запам'ятовуванні та відтворенні людиною своїх рухів і пози тіла та є основою для формування ходіння, танцю, гри на музичних інструментах, їзди на велосипеді, ковзанах тощо

Емоційна пам'ять
Виявляється в запам'ятовуванні людиною своїх емоцій, почуттів, предметів і явищ, що їх викликають, надає змогу відновлювати певний емоційний стан у разі повторної ситуації

Образна пам'ять
Зберігає в пам'яті зорові, слухові, нюхові, смакові, дотикові образи, із часом спрощуються, втрачають яскравість, стають більш узагальненими

Словесно-логічна пам'ять
Зберігає думки, поняття, судження, логічні висновки, які відображають предмети і явища в їхніх істотних зв'язках і загальних властивостях; формується разом із мовленням і мисленням

ВИДИ ПАМ'ЯТІ ЗА ТРИВАЛІСТЮ

Сенсорна пам'ять
Триває 0,2—0,5 с, дає змогу людині орієнтуватися в довкіллі

Короткочасна пам'ять
Швидке запам'ятовування матеріалу з можливістю його відтворення, але з нетривалим зберіганням

Оперативна пам'ять
Запам'ятовування і відтворення оперативної інформації, потрібної для використання в поточній діяльності

Довготривала пам'ять
Виявляється в процесі набування й закріплення знань, умінь і навичок, розрахованих на тривале зберігання й наступне використання

індивідуальні особливості пам'яті (швидкість, точність, міцність запам'ятовування та готовність до відтворення).

Крім пам'яті, є ще одна особлива форма психічної діяльності, без котрої неможливе ефективне навчання, — це **увага**. Увага виявляється в спрямованості й зосередженості свідомості на вагомих для особистості предметах, явищах навколишньої дійсності або власних переживаннях. Саме увага допомагає людині зосередитися на тому, що вона вивчає, на предметі своєї діяльності.

Пам'ять — це психофізіологічний процес, завдяки якому людина здатна сприймати, відбирати, закріплювати й зберігати інформацію.

Проект підручника видавництва «Ранок»

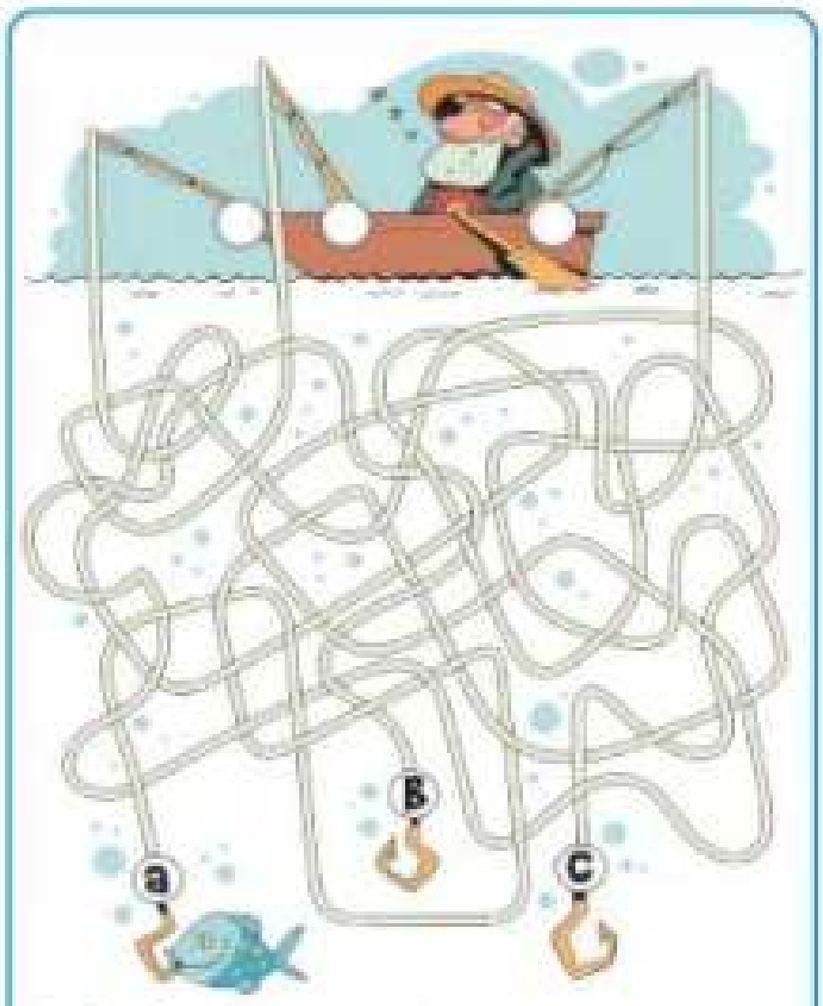
Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Відомо, що існують індивідуальні особливості пам'яті, які впливають на успішність навчання. Дізнайтеся, як науковці й науковиці досліджують індивідуальні особливості пам'яті і до яких висновків вони дійшли. Чому вважають, що треба «говорити зі своєю пам'яттю тією мовою, яка їй потрібна»?

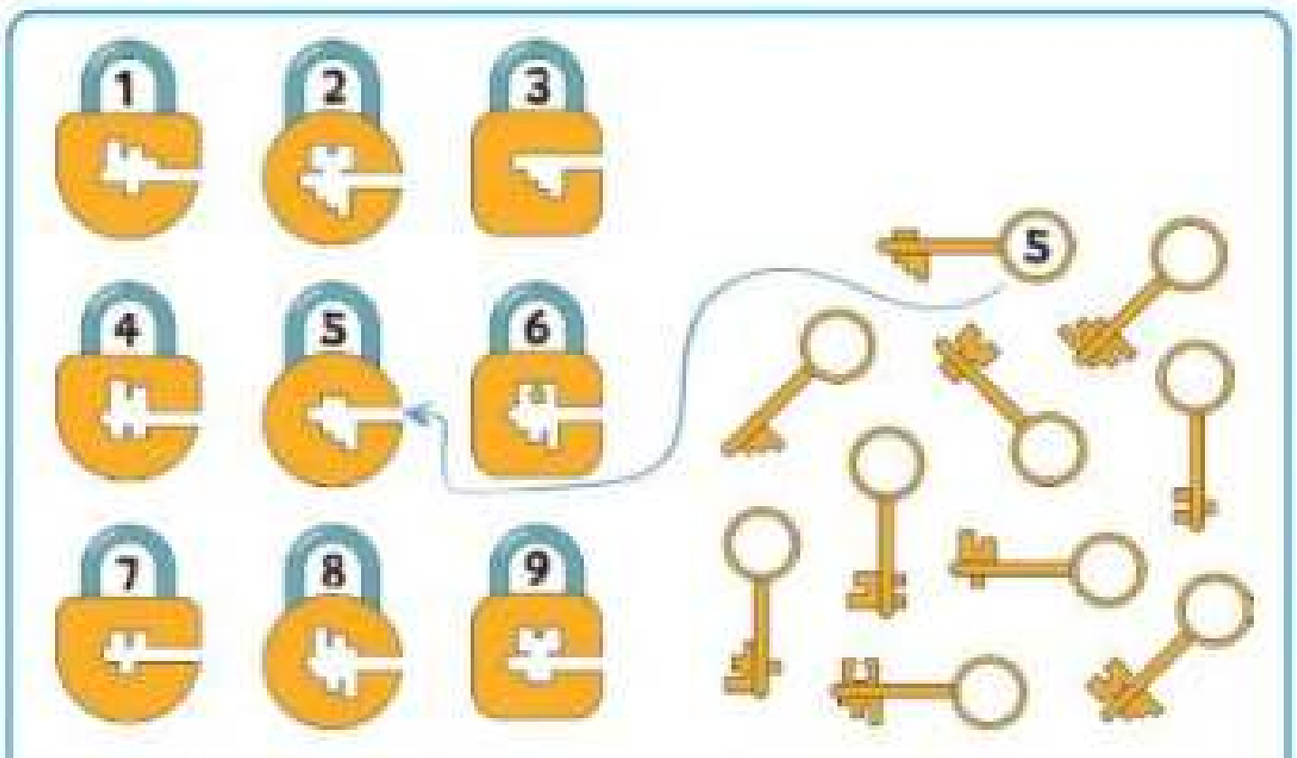
Психіка людини здатна також створювати образи нових об'єктів, тобто випереджальне відображення реальності. Такий процес створення людиною на основі досвіду образів тих предметів, яких вона ніколи не сприймала, має назву **уява**. Уява є такою формою відображення людиною дійсності, у якій виявляється **активний випереджальний характер** пізнання навколишнього світу.

Запитання і завдання

1. Поясніть поняття «сигнальна система». Чому в людини їх дві?
2. Доведіть, що в процесі навчання пам'ять відіграє важливу роль.
3. Які властивості психіки людини сприяють процесам навчання?
4. Пройдіть тести на уважність. Визначте час, який на це знадобився. Зробіть висновки.



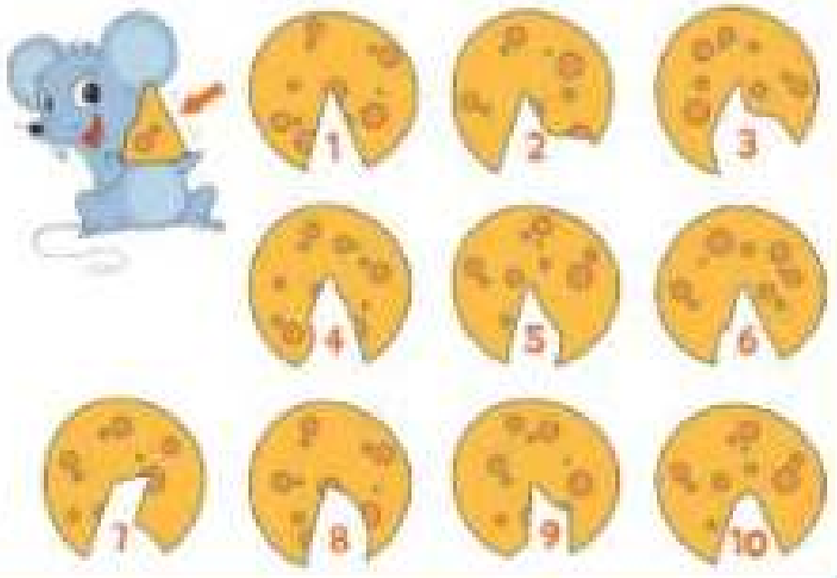
1. Виберіть вудку, на яку піймалася рибка.



2. Знайдіть ключ, який є зайвим.

Опорні точки

Відображення в мозку дійсності у формі відчуттів здійснює перша сигнальна система.
Друга сигнальна система — сукупність нервових процесів, що виникають у корі великого мозку під впливом слів.
Мова й мислення відіграють вирішальну роль у становленні свідомості людини.



3. Миша тримає шматочок сиру, знайдіть відсутній шматок сиру.

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

§49. Психофізіологічні особливості індивідуальності людини. Сон і його значення

Психофізіологічні особливості індивідуальності людини

Якщо в нас запитують про якусь людину: «Яка ж вона?», — то ми даємо відповідь, називаючи її особливості, які виявляються в її діяльності та поведінці. Наприклад, вона емоційна й добра, рішуча й весела, упевнена й спокійна. Ми говоримо про риси, або психологічні особливості, які відрізняють соціальний та індивідуальний стилі поведінки людини. У цьому контексті йдеться про риси характеру.

Характер фактично є поєднанням уроджених особливостей функціонування нервової системи з набутими внаслідок життєвого досвіду індивідуальними властивостями людини.

Становлення характеру відбувається завдяки навчанню та вихованню й зумовлене обставинами індивідуального життєвого шляху. Але людина може активно впливати на обставини свого життя й особливості власного характеру. Вона може стати творцем, який сам будує свій характер.

У деяких людей окремі риси характеру виявляються досить яскраво. Трапляється

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Психічні властивості — це сталі, стійкі душевні якості людини, які характеризуються закріпленістю і повторюваністю. До них належать темперамент, характер і здібності.

Чи можете ви пояснити, що таке характер і здібності? Чому інколи кажуть: «У неї чудовий характер» або «Він має прекрасні здібності»?

Завдання

Користуючись схемою, дайте відповідь на запитання: «Як характер виявляється в поведінці людини?».



Проект підручника видавництва «Ранок»

Характер — це стійкі психологічні властивості людини, які визначають її поведінку та особистість.

Акцентуації характеру — це надмірно посилені окремі риси характеру.

Здібності — це властивості людини, які надають їй змогу успішно займатися певними видами діяльності.

й так, що риси характеру виявляються вкрай надмірно. Такі крайні варіанти норми окремих рис характеру мають назву «акцентуації» (схема 26).

З-поміж істотних властивостей людини є її здібності. Здібності та діяльність, особливо праця, органічно взаємопов'язані, тому що людські здібності виникли й розвинулися в процесі праці.

Швидкість надбання здібностей залежить від **задатків** — вроджених особливостей нервової системи, головного мозку, органів чуття, органів руху тощо. Але наявність задатків не гарантує того, що вони розів'ються в здібності. Адже цей розвиток залежить також від середовища життя людини, її навчання й виховання.

Загальні здібності будуть доречними в будь-якому виді діяльності, а спеціальні — у конкретному напряму діяльності (математичному, технічному, художньому, спортивному тощо). Ці здібності доповнюють і збагачують одна одну.

Воля — це здатність особистості свідомо керувати своїми емоціями та вчинками.



Схема 26. Основні типи акцентуації характеру

Проект підручника видавництва «Ранок»

Інтелект — це загальні розумові здібності людини, здатність до пізнання, розуміння, навчання та розв'язання проблем.

Інтелект є розумовою здатністю людини, яка характеризується здібностями до навчання й міркування, наявним інформаційним потенціалом знань, умінням бачити і розв'язувати проблеми. Інтелект забезпечує здобуття, розуміння, збереження та застосування різноманітних знань, виявляється в логічному й абстрактному мисленні, креативності. Інтелект поширюється на емоційне розуміння, соціальні взаємодії, ідеться про так званий «здоровий глузд».

Важливим складником характеру є воля. Людина із сильною волею є самостійною, непохитною, такою, яка впевнено йде до власної мети. Людина зі слабкою волею стає нерішучою, несамостійною, може підкорятися негативному впливу інших людей і обставин.

Сон і його значення

Під час сну наша нервова система переходить в інший режим функціонування задля відновлення працездатності організму й оброблення отриманої протягом дня інформації.

Завдяки дослідженням електричної активності головного мозку з'ясовано, що в процесі сну відбуваються кілька циклів. Кожен цикл поділяється на дві фази: фазу повільного сну і фазу швидкого сну.

Відразу після засинання починається **стадія повільного сну**, яка триває 80–90 хвилин. Під час цієї стадії в людини сповільнюється дихання й пульс, розслаблюються м'язи, припиняються рухи очей, знижується обмін речовин, температура тіла й активність мозку.

Приблизно через годину повільний сон поступається місцем **стадії швидкого сну**. У швидкому сні діяльність організму активізується, дихання стає частішим і більш глибоким, трохи посилюється робота серця, прискорюється обмін речовин, реєструється напруження скелетних м'язів. Окрім того,

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Вивчення інтелекту є цікавим, але не простим завданням. Існує багато різних психометричних тестів, наприклад, тест IQ. Дізнайтеся, навіщо вчені намагаються знайти адекватний інструментарій для вимірювання інтелектуальних здібностей людини. Як побудовані психометричні тести? Який із цих тестів, на вашу думку, є найбільш інформативним? Що таке емоційний інтелект? Підготуйте про це доповідь.

Анімація «Емоційний інтелект: вирішуємо конфлікти» rnk.com.ua/110377

Завдання

Люди в різний час лягають спати і прокидаються, бо в кожного / кожної з нас свій хронотип — це індивідуальна особливість добових ритмів організму, яка визначає схильність людини до певного режиму сну та неспання протягом дня. Учені виділяють три основні типи: «жайворонок», «голуб» і «сова». Дізнайтеся про них і пройдіть тест за QR-кодом для визначення свого хронотипу.

rnk.com.ua/109800

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Робота в парі

Користуючись схемою і текстом параграфа, поясніть біологічне значення сну.



спостерігаються швидкі рухи очей, скорочення мімічної мускулатури, рухи пальців, іноді сплячий навіть починає говорити. У цю фазу людина бачить сновидіння і її важко розбудити, бо зростає гальмування певних ділянок кори головного мозку. Тривалість стадії — від 20 до 30 хв. Швидкий сон становить 20–25 % від усього сну.

У перших циклах на початку сну переважає повільний сон, а періоди швидкого сну дуже короткі: від 10 до 15 хв. А ось у другу половину ночі повільний сон майже відсутній, а періоди швидкого сну тривають по 30–40 хв. Це відбувається тому, що збільшення часу тривання швидкого сну є важливим для активізації функцій організму, коли він просинається.

Анімація «"Жайворонки" проти "сов"» rnk.com.ua/110378

Сон — це періодичний стан спокою організму, у якому знижується активність реакцій на зовнішні подразники.

Опорні точки

Психофізіологічною особливістю людини є її характер, який становить собою сукупність яскраво виражених і відносно стійких індивідуально-психологічних властивостей. Сон необхідний для відновлення функціонального стану організму та його відпочинку.

Запитання і завдання

1. Як характер впливає на поведінку людини?
2. Чому сон є складним циклічним явищем? У чому його значення?
3. Однією з найжорстокіших тортур у Середньовіччі було позбавлення сну, адже його відсутність убиває людину швидше, ніж голод. Що відбувається в організмі людини за відсутності сну? Чому вона гине?

Проект підручника видавництва «Ранок»

§50. Біосоціальна сутність людини. Життя в суспільстві

Біосоціальна сутність людини

Людина має певні психофізіологічні особливості, які дають їй змогу формувати складні соціальні стосунки й різноманітний культурний простір. Соціальна сутність людини виявляється в способі життя, у використанні такої унікальної системи комунікації, як мова, різноманітті способів діяльності, створенні рукотворного світу.

Біологічні умови соціальності визначаються генотипом і є спадковими. А сама соціальна сутність формується завдяки спілкуванню з іншими людьми, навчанню й вихованню в людському суспільстві. У цьому процесі провідну роль відіграють мова, розумова діяльність і праця. Люди мають усвідомлене ставлення до природи й соціуму, уміють ставити мету, знаходити методи її досягнення й передбачати результати власної діяльності. Здатність до цілепокладання — це специфічна людська особливість, яка є основою свідомості.

Свідомість — це відчуття та сприйняття людиною власного існування, своїх думок і почуттів, навколишнього природного й соціального світу. Це здатність людини пізнавати навколишній світ і саму себе за допомогою мислення й розуму, внаслідок чого формується інтелект особистості.

Поміркуйте й обговоріть ситуацію

Людина відрізняється від інших живих організмів тим, що вона має біосоціальну сутність, формується й існує лише в соціумі з-поміж інших людей. Саме суспільство забезпечує людину тими соціальними характеристиками, які притаманні *Homo sapiens sapiens* (саме така в нашого виду офіційна сучасна назва, яка містить слово «мудра» двічі). Чому вчені обрали таку назву? Хто такий *Homo sapiens idaltu*?

Біосоціальна природа людини — це особливості, за якими відрізняється людина від інших організмів і які формуються завдяки впливу суспільства.

Знайдіть інформацію й виконайте завдання

Це — знаменита скульптура Венери Мілоської. Її відсутні руки — одна із загадок для відвідувачів і відвідувачок Лувру. Але є й багато інших таємниць. Чому вона Мілоська? Чому є сумніви, що статуя зображує саме Венеру? Чому зник її постамент і руки? Якими складними шляхами Венера потрапила до короля Людовіка XVIII? Чому вважають, що Венеру обікрали і що саме вкрали?



Проект підручника видавництва «Ранок»

Мінілекція
про мислення
і свідомість
mk.com.ua/109801

Відкритий мікрофон

Академік В. І. Вернадський вважав фундаментальною основою ноосфери таку цінність, як моральність, і наполягав на необхідності перемоги екологічного світогляду.
Чи погоджуєтеся ви з його думкою? Як ви вважаєте, чому з усіх людських цінностей він обрав саме моральність? Чому людський світогляд має бути екологічним?

Відкритий мікрофон

За якими правилами відбувається статева поведінка, спрямована на продовження роду і створення родини? У який спосіб у цих правилах враховується соціокультурна природа людини?





Свідомість є вищою формою відображення дійсності, яка притаманна лише людям. Вона виникає завдяки життю в соціумі й пов'язана з мовою, абстрактним мисленням, світоглядом, самоконтролем своєї поведінки й діяльності.

Людина не лише пізнає навколишній світ, вона його активно змінює. Засновник Української академії наук академік В. І. Вернадський вважав, що людська діяльність суттєво впливає на біосферу. Частину Землі й навколопланетного простору, у якому виявляється цей вплив, він назвав **ноосферою** (грец. νόος — «розум»), тобто сферою, якою керує розум людини.

Володимир Вернадський бачив сенс ноосфери не в стихійному та руйнівному втручанні в природні екосистеми, а в науково обґрунтованому раціональному використанні природних ресурсів задля збереження на Землі умов для життя людства. Він вважав, що людина є унікальним біосоціальним представником біосфери. Саме її біосоціальність дає змогу **завдяки праці цілеспрямовано перетворювати планету, світ навколо і саму себе.**

Життя в суспільстві

Крім біологічної еволюції виду **Homo sapiens**, відбувається і його соціальна еволюція, тобто розвиток суспільства від початкових форм до більш складних. Соціальна сфера забезпечує культурне успадкування. Механізм культурного успадкування із часом удосконалювався. Людина почала адаптуватися до навколишнього середовища не лише завдяки біологічно успадкованим пристосуванням, але й завдяки знанням, уміннням і навичкам, які вона набувала в процесі соціального розвитку.

Сучасне людство виявляє свою соціальну сутність і адаптується до навколишнього середовища. Завдяки культурному успадкуванню забезпечуються існування науки, освіти, передача соціального досвіду наступним поколінням. Людина стає повноцінним членом суспільства саме внаслідок залучення до культури, знань, норм і загальнолюдських цінностей. Але коли це відбулося вперше?

Проєкт підручника видавництва «Ранок»

Свого часу відома науковиця Маргарет Мід поставила своїм студентам і студенткам таке питання: «Що б ви обрали першою ознакою цивілізації?». Студенти відповіли, що це глиняні горщики з першими візерунками, заточені кам'яні різці, рибальські гачки. Але Маргарет не погодилася з ними, вона вважала, що першою ознакою цивілізації в стародавній культурі є такий археологічний експонат, як людська стегнова кістка, що була зламана, а потім зрослася.

Маргарет Мід пояснила: «Коли жива істота в царстві тварин ламає ногу, то вона помирає. Кістка зростається досить довго, тому тварина не має шансів вижити. Стегнова кістка, яка була зламана, а потім зрослася, — це доказ цивілізації, адже хтось побачив травму іншої людини, пожалів її, доглядав її, перев'язував рани, напував і годував, допоки вона не одужає та не підведеться на ноги. Допомагати іншій людині під час хвороби або іншого важкого періоду життя — це і є той вчинок, із якого починається цивілізація».

Перший крок до цивілізації — це акт людського співчуття: не розглядати людину як ресурс, а ставитися до неї як до цінності. Це перший вияв власної, суто людської, біосоціальності. Наступні кроки до цивілізації пов'язані з ритуалами й окультуренням багатьох біологічних процесів.

Маргарет Мід (1901—1978) — американська антропологиня, соціологиня й етнографиня, одна з найяскравіших жінок у науці. Її обрали видатною жінкою 1949 року в галузі науки, а через сім років — однією з видатних жінок XX століття. Вона була талановитою людиною, яка органічно поєднала етнографію з психологією.

Робота в групі

У чому схожість поглядів Володимира Вернадського й Маргарет Мід на соціокультурну сутність людини? Організуйте дискусію на цю тему.

Робота в парі

Перегляньте навчальний відеоролик про красу і здоров'я. Чому краса і здоров'я взаємопов'язані? Підготуйте презентацію на тему «Людина в мистецтві». Розмістіть презентації на сайті класу чи в соціальних мережах класу.

Запитання і завдання

1. У чому сучасне людство виявляє свою соціальну сутність?
2. Як виявляється біосоціальна сутність людини на рівні людства?
3. Чому саме вміння відмовитися від погляду на людину як на ресурс і поставитися до неї як до цінності стало першим кроком цивілізації?
4. Яку роль відіграла соціокультурна природа людини в забезпеченні існування науки, освіти, передачі соціального досвіду наступним поколінням? Наведіть приклади зі щодення.

Відеоролик про красу і здоров'я. rnk.com.ua/110379

Опорні точки

Біосоціальна природа людини є сукупністю істотних особливостей, які формуються завдяки впливу людського суспільства. Біологічні умови соціальності визначаються генотипом і є спадковими.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Термінологічний словник

Авітаміноз — порушення, що виникає через відсутність окремих вітамінів.

Акцентуації характеру — надмірно посилені окремі риси характеру.

Анатомія — наука, яка вивчає форму й будову організму та окремих органів.

Антропогенез — процес походження та еволюції людини як біологічного виду.

Артеріальна кров — кров, збагачена киснем. Має яскраво-червоний колір.

Артеріальний тиск — тиск, який кров чинить на стінки артерій.

Артерії — великі судини, якими кров рухається від серця до всіх органів тіла.

Біосоціальна природа людини — особливості, за якими відрізняється людина від інших організмів і які формуються завдяки впливу суспільства.

Вени — великі судини, якими кров повертається від органів до серця.

Венозна кров — кров, насичена вуглекислим газом, яка містить мало кисню. Має темно-червоний колір.

Виділення — процес звільнення організму від кінцевих продуктів обміну речовин, шкідливих і непотрібних сполук.

Вища нервова діяльність — функція вищих відділів головного мозку, яка формує складну поведінку і психічну діяльність.

Внутрішнє середовище — рідини, які оточують клітини організму й створюють умови, необхідні для процесів їхньої життєдіяльності.

Гіпервітаміноз — порушення, яке виникає через надлишок окремих вітамінів.

Гіповітаміноз — порушення, яке виникає через нестачу окремих вітамінів.

Гомеостаз — відносна постійність умов внутрішнього середовища організму.

Дихання — біологічний процес, унаслідок якого людина з навколишнього середовища отримує кисень, а виділяє вуглекислий газ.

Живлення — отримання з навколишнього середовища речовин та енергії для життєдіяльності.

Жіноча репродуктивна система — сукупність органів, які забезпечують утворення яйцеклітин, секрецію статевих гормонів, запліднення і внутрішньоутробний розвиток зародка та плода.

Запліднення — злиття батьківської та материнської гамет з утворенням зиготи.

Імунітет — сукупність механізмів захисту від чужорідних антигенів, джерелом яких є віруси, бактерії, гриби, черви, власні ракові клітини тощо.

Інстинкт — сукупність вроджених складних актів поведінки, що виникають у тварин певного виду як реакція на зовнішні та внутрішні подразнення.

Капіляри — дрібні судини, крізь стінки яких відбувається обмін речовинами між кров'ю й тканинами.

Проект підручника видавництва «Ранок»

Кістка — основна структурна одиниця скелета.

Клітина — елементарна структурна й функціональна одиниця живого.

Метаболізм — сукупність усіх хімічних реакцій у клітинах організму, які забезпечують перетворення речовин і енергії.

Нерви — скупчення відростків нервових клітин поза ЦНС, які оточені загальною сполучнотканинною оболонкою.

Обмін речовин — сукупність процесів надходження, доставки та перетворення речовин у клітинах організму з подальшим виділенням кінцевих продуктів обміну.

Орган — частина тіла, яка складається з кількох тканин і виконує певні функції.

Органели — структури в складі клітин, які виконують певні функції.

Організм — це жива істота, яка має всі властивості живого.

Подразливість — здатність живих організмів сприймати подразники й реагувати на них.

Постава — звична поза, у якій людина утримує своє тіло, коли стоїть чи рухається.

Пульс — поширення механічних коливань стінками артерій, які виникають внаслідок виштовхнення крові із лівого шлуночка серця.

Рефлекс — реакція організму на подразник, яка здійснюється за допомогою нервової системи.

Рецептор — спеціалізована структура, що сприймає подразники із зовнішнього або внутрішнього середовища й перетворює їх на нервові імпульси.

Сигнальна система — нервові процеси, завдяки яким відбувається сприйняття й аналіз інформації, а також формуються відповідні реакції організму на певні подразники.

Сон — періодичний стан спокою організму, у якому знижується активність реакцій на зовнішні подразники.

Тканина — сукупність клітин, які мають спільні походження, будову й функції.

Травлення — процес розщеплення складних речовин їжі на прості компоненти, які засвоюються організмом.

Фізіологічна система — сукупність органів, що спільно забезпечують окремі процеси життєдіяльності.

Фізіологія — наука, яка вивчає процеси життєдіяльності й роботу цілісного організму.

Характер — стійкі психологічні властивості людини, які визначають її поведінку й особистість.

Частота серцевих скорочень — кількість ударів серця за хвилину.

Чоловіча репродуктивна система — сукупність органів, які беруть участь у процесі репродукції, забезпечують утворення сперматозоїдів і секрецію статевих гормонів.

Проект підручника видавництва «Ранок»

ЗМІСТ

Передмова 3

Тема 1. ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ ТА ТВАРИН ЯК СКЛАДНА БАГАТОРІВНЕВА БІОЛОГІЧНА СИСТЕМА

§ 1. Організм людини та тварин як багаторівнева біологічна система. Клітини і тканини 4

Лабораторне дослідження «Будова й функції епітеліальних та сполучних тканин» 8

§ 2. Органи та фізіологічні системи організму людини й тварин 9

ТЕМА 2. РУХ ЯК ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ ОПОРНО-РУХОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

§ 3. Рух як властивість живого. Еволюція опорно-рухового апарату хордових тварин 12

§ 4. Будова, функції та особливості скелета людини 19

§ 5. Особливості руху людини. Будова та функції м'язової системи 25

§ 6. Захворювання опорно-рухового апарату та їхня профілактика 31

ТЕМА 3. ОБМІН РЕЧОВИН І ПЕРЕТВОРЕННЯ ЕНЕРГІЇ ЯК ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН В ОРГАНІЗМІ ЛЮДИНИ

§ 7. Обмін речовин та перетворення енергії як властивості живого. Особливості обміну речовин у тварин і людини 36

§ 8. Внутрішнє середовище організму. Серцево-судинна й лімфатична системи 41

§ 9. Кров. Плазма крові. Еритроцити. Групи крові 46

§ 10. Лейкоцити та тромбоцити. Зсідання крові 51

§ 11. Кровоносні судини. Кровообіг 54

§ 12. Будова, функції та робота серця 59

§ 13. Захворювання серцево-судинної та лімфатичної систем, їхня профілактика 64

§ 14. Еволюція кровоносної системи 69

Тема 4. ДИХАННЯ ЯК ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. БУДОВА Й ФУНКЦІЇ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

§ 15. Дихання як властивість живого. Органи дихання в безхребетних тварин. Еволюція дихальної системи хордових 73

§ 16. Будова й функції дихальної системи людини. Дихальні рухи. Газообмін у легенях і тканинах 78

Віртуальне або лабораторне дослідження «Визначення та порівняння дихального об'єму й життєвої ємності легень (спірометрія)» 83

§ 17. Захворювання органів дихання й голосового апарату та їхня профілактика 84

ТЕМА 5. ЖИВЛЕННЯ ЯК ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. БУДОВА Й ФУНКЦІЇ ТРАВНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ

§ 18. Живлення як властивість живого. Еволюція травної системи тварин 89

§ 19. Будова й функції травної системи людини. Травлення в ротовій порожнині та шлунку 94

Лабораторне дослідження «Травлення в ротовій порожнині» 94

§ 20. Травлення в кишці. Травні залози: печінка та підшлункова залоза 98

Проект підручника видавництва «Ранок»

§ 21. Їжа та її компоненти. Харчові й енергетичні потреби людини. Раціональне харчування 101
§ 22. Захворювання травної системи людини та їхня профілактика....105
Тема 6. ВИДІЛЕННЯ ЯК ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. БУДОВА Й ФУНКЦІЇ СЕЧОВИДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ. БУДОВА Й ФУНКЦІЇ ШКІРИ
§ 23. Виділення як властивість живого. Еволюція видільної системи тварин....109
§ 24. Будова й функції сечовидільної системи людини. Сечоутворення 114
§ 25. Захворювання сечовидільної системи та їхня профілактика 119
§ 26. Будова й функції шкіри. Профілактика захворювань і гігієна шкіри 122
Тема 7. ПОДРАЗЛИВІСТЬ ЯК ВЛАСТИВІСТЬ ЖИВОГО. БУДОВА Й ФУНКЦІЇ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ ЛЮДИНИ ТА ЇЇ СЕНСОРНИХ СИСТЕМ
§ 27. Подразливість як властивість живого. Вияви подразливості. Подразливість у тварин....128
§ 28. Еволюція нервової системи тварин....133
§ 29. Нервова система людини. Спинний мозок....138
§ 30. Будова й функції головного мозку 144
§ 31. Соматична та вегетативна нервова система 147
§ 32. Загальна характеристика будови сенсорної системи. Різноманіття сенсорних систем у тварин. Органи чуття....152
§ 33. Зорова сенсорна система....158
§ 34. Сенсорні системи слуху та рівноваги....167
§ 35. Сенсорні системи смаку, нюху, температури, дотику й болю 173
§ 36. Профілактика захворювань нервової системи 178
Тема 8. САМОРЕГУЛЯЦІЯ ТА ГОМЕОСТАЗ ЯК ВЛАСТИВОСТІ ЖИВОГО. НЕЙРОГУМОРАЛЬНА РЕГУЛЯЦІЯ. ІМУНІТЕТ
§ 37. Нейрогуморальна регуляція функцій організму людини. Ендокринна система 183
§ 38. Залози внутрішньої та змішаної секреції....188
§ 39. Імунна система. Види імунітету. Механізми вродженого імунітету 193
§ 40. Адаптивний імунітет. Вакцини та сироватки 198
§ 41. Захворювання ендокринної та імунної систем 201
Тема 9. РОЗМНОЖЕННЯ, РІСТ І РОЗВИТОК ЯК ВЛАСТИВОСТІ ЖИВОГО. ОСОБЛИВОСТІ РОЗМНОЖЕННЯ, РОСТУ Й РОЗВИТКУ ЛЮДИНИ
§ 42. Різноманітність способів розмноження й розвитку організмів 206
§ 43. Репродуктивна система людини. Гаметогенез, статеві клітини 212
§ 44. Онтогенез, періоди онтогенезу людини 218
§ 45. Репродуктивне здоров'я. Захворювання, що передаються статевим шляхом 223
Тема 10. БІОСОЦІАЛЬНА ПРИРОДА ЛЮДИНИ. ОСОБЛИВОСТІ ЛЮДИНИ ЯК БІОСОЦІАЛЬНОГО ВИДУ
§ 46. Антропогенез 228
§ 47. Вища нервова діяльність. Безумовні та умовні рефлекси. Інстинкти 234
§ 48. Сигнальні системи. Мова, навчання та пам'ять....239
§ 49. Психофізіологічні особливості індивідуальності людини. Сон і його значення 245
§ 50. Біосоціальна сутність людини. Життя в суспільстві 249
Термінологічний словник 252

Проект підручника видавництва «Ранок»

Біологія

підручник для 8 класу
закладів загальної середньої освіти

Особливості підручника:

- практичний підхід до вивчення предмета
- змістовна текстова частина увиразнена яскравим візуальним матеріалом
- сучасне оформлення
- лабораторні, проєктні та дослідницькі роботи до всіх тем
- STEAM-проєкти — родзинка підручника

Інтерактивний електронний додаток містить:

- унікальні анімації, навчальні відеоролики, скрайбінги
- інтерактивні завдання до кожного параграфа



Відкривайме по-новому світ живої природи!